

Impacto urbano en el paisaje hídrico de la subcuenca Santa Rosa Jáuregui, Querétaro, México

Urban impact on the waterscape of the Santa Rosa Jáuregui
subwatershed, Querétaro, Mexico

Impacto urbano na paisagem aquática da sub-bacia
hidrográfica de Santa Rosa Jáuregui, Querétaro, México

Esmeralda Martínez-Aguilar¹

Universidad Autónoma de Querétaro, México

Juan Hernández-Guerrero²

Universidad Autónoma de Querétaro, México



Resumen

El paisaje hídrico en cuencas periurbanas comúnmente es afectado por el grado de urbanización de las regiones que sustentan el flujo del agua. El presente trabajo analizó el impacto urbano en el paisaje hídrico de la subcuenca Santa Rosa Jáuregui en Querétaro, México. El proceso consistió en representar y describir la urbanización, recursos hídricos e hidráulicos, zonas funcionales, así como el uso de suelo y vegetación entre 1990 y 2024; incluyó relaciones sociales que intervienen en los cambios de dicho paisaje hídrico. Así, se evidenció la urbanización de áreas de transporte y depósito de agua por acciones inmobiliarias, al igual que la proliferación de pozos para extraer agua. Se concluye con la necesidad de proteger la zona alta de la subcuenca (captación de agua). Estos hallazgos brindan información para ser considerada en planes y programas tanto urbanos como territoriales.

Palabras clave: impacto urbano; paisaje hídrico; subcuenca; recursos hídricos; recursos hidráulicos.

- 1 Maestra en Gestión Integrada de Cuencas. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ciencias Naturales. Correo electrónico: esmeraldamma556@gmail.com / <https://orcid.org/0009-0007-8262-7083>
- 2 Doctor en Geografía. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ciencias Naturales. Campus Aeropuerto. Correo electrónico: juan.hernandez@uaq.mx / <https://orcid.org/0000-0002-4220-7216>



Abstract

The waterscape in periurban watersheds is commonly affected by the degree of urbanization of the regions that support water flow. The present work analyzed the urban impact on the waterscape of the Santa Rosa Jáuregui subwatershed in Querétaro, Mexico. The process consisted of the representation and description of urbanization, water and hydraulic resources, functional zones, and land use and vegetation between 1990 and 2024, including social relationships that intervene in the changes of the waterscape. Thus, the urbanization of water transport and storage areas was evidenced by real estate actions and the proliferation of wells for water extraction. We conclude with the need to protect the upper zone of the sub-basin (water catchment). These findings provide information to be considered in urban and territorial plans and programs.

Keywords: urban impact; waterscape; subwatershed; water resources; hydraulic resources.



Resumo

A paisagem aquática em bacias hidrográficas periurbanas é comumente afetada pelo grau de urbanização das áreas que suportam o fluxo de água. Este artigo analisou o impacto urbano na paisagem aquática da sub-bacia hidrográfica de Santa Rosa Jáuregui em Querétaro, México. O processo consistiu na representação e descrição da urbanização, da água e dos recursos hídricos, das zonas funcionais e do uso da terra e da vegetação entre 1990 e 2024, incluindo as relações sociais que intervêm nas mudanças da paisagem aquática. Assim, foram evidenciadas a urbanização das áreas de transporte e armazenamento de água devido a ações imobiliárias e a proliferação de poços para captação de água. Conclui-se com a necessidade de proteger a zona superior da sub-bacia (captação de água). Essas descobertas fornecem informações a serem consideradas em planos e programas urbanos e territoriais.

Palavras-chave: impacto urbano; paisagem aquática; sub-bacia; recursos hídricos; recursos hidráulicos.

INTRODUCCIÓN

Las cuencas hidrográficas tienen, entre sus funciones, la capacidad de recolectar, infiltrar, transportar y concentrar agua de manera natural, no obstante, en aquellas en proceso de urbanización, como sucede en periferias urbanas, se producen impactos que interfieren en la susceptibilidad de esas funciones hídricas. Esto, a su vez, interviene en la transformación y detrimento de procesos biofísicos, políticos, socioeconómicos y culturales que influyen en el territorio (Li *et al.*, 2020; Ramírez-Agudelo *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2020).

Así, en cuencas hidrográficas de periferias urbanas, el impacto a sus funciones hídricas está supeditado al nivel de urbanización, dictado por propósitos y necesidades particulares del área urbana central, que

comúnmente son acompañados de escasas restricciones y relativa permisibilidad (Jujnovsky *et al.*, 2017; Abad-Auquilla, 2020; Butsch y Heinkel, 2020). Estas cuencas reflejan las complicaciones y limitaciones propias del periurbano: la aplicación de marcos normativos, políticas, planes y programas para el planeamiento; la escasa vigilancia; facilidades de compraventa de suelo; la administración pública y privada del agua (Aguilar *et al.*, 2022). Todo ello influye para que las acciones e intervenciones sean diferenciadas, a la vez que propicia escenarios heterogéneos que recrean imágenes y constructos simbólicos de la interacción entre agua y sociedad.

En este contexto, resulta pertinente el análisis del paisaje hídrico, ya que permite reconocer las múltiples aristas tangibles e intangibles que intervienen en la interconexión espaciotemporal entre agua y sociedad (Karpouzoglou y Vij, 2017). A razón de ello, dicho examen posibilita identificar el impacto de las acciones humanas en la dinámica hídrica, a través de la modificación, adaptación o construcción de recursos hídricos e hidráulicos (ríos, lagos, canales, pozos, presas, entre otros); además, incluye las respectivas acciones de control y relaciones sociales que intervienen en la gestión, el uso y el manejo del flujo de agua (del Castillo Oyarzún y Castillo Haeger, 2016; Rusca y Cleaver, 2022). También, tal análisis deja indagar acerca de otros propósitos que, por lo general, no son exclusivos para satisfacer necesidades productivas o ecosistémicas, sino intereses particulares y de mercado: recreativos, comerciales o arquitectónicos (Jujnovsky *et al.*, 2017; Wang *et al.*, 2020; Lemaire *et al.*, 2022).

Es así como analizar el paisaje hídrico en cuencas periurbanas puede ser una alternativa para inferir, visualmente, en las consecuencias del impacto urbano sobre la circulación, administración, capital y relaciones sociales en torno al agua. Al mismo tiempo, se enfatizan modos de control o apropiación, derivados de prácticas humanas que acompañan el modo de urbanizar espacios naturales y rurales, importantes en la funcionalidad hídrica (Bernabeu y Martín, 2019; Rusca y Cleaver, 2022).

En la literatura científica, existen contribuciones que resaltan el análisis de los cambios en el paisaje hídrico producto del impacto urbano, las cuales comparten causantes como acelerados cambios de uso de suelo, limitado acceso y distribución de agua, administración privada del agua y transformación de recursos hídricos a hidráulicos. Lo anterior, en apego a connotaciones políticas y económicas (Mitra y Banerji, 2018; Bernabeu

y Martín, 2019; Goh, 2019; Kliskey *et al.*, 2019; López-Mares *et al.*, 2019; Aigo *et al.*, 2020; Sarpong *et al.*, 2020; Vázquez García, 2020; Luo *et al.*, 2022). Por otro lado, se distinguen escasas investigaciones relacionadas con impacto urbano y paisaje hídrico en cuencas periurbanas, pero las existentes señalan la importancia de limitar modificaciones en los recursos hídricos, para mantener la dinámica, interacciones y beneficios tanto ambientales como ecosistémicos (Budds, 2008; Zeitoun *et al.*, 2013; Castelli *et al.*, 2017; Abad-Auquilla, 2020; Hussein *et al.*, 2020; Müller *et al.*, 2020; Sen *et al.*, 2020; Wade *et al.*, 2023).

Aunado a lo previo, resulta esencial contribuir en el análisis del paisaje hídrico en cuencas periurbanas, ya que el impacto urbano distorsiona la dinámica hídrica desprendida de sus propias condiciones naturales, a la vez que dicta el detrimento del flujo de agua desde y hacia cuencas vecinas; así, es indispensable en la planeación urbana, especialmente en cuencas con acelerada urbanización, debido a que los problemas suelen ser más rápidos que la atención del Estado.

El caso de México es un claro ejemplo del impacto urbano en cuencas hidrográficas de periferias urbanas, sobre todo en la Región Hidrológico-Administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico, localizada en el centro del país. Está constituida por 9 zonas metropolitanas grandes (mayores a un millón de habitantes) que suman 39 579 834 habitantes urbanos, esto es, 40 % de la población total del país; asimismo, tiene el mayor volumen de agua concesionada con 15 845 Hm³ (Diario Oficial de la Federación, 2021).

En la región mencionada, destaca la Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ) que, desde la década de los 90, intensificó sus esfuerzos para ser económicamente competitiva. Con ello, se produjeron acelerados cambios de uso y coberturas de suelo incitados tanto por la industria como por el sector inmobiliario y de la construcción (Martner-Peyrelongue, 2020). Estas circunstancias motivaron la periurbanización y la reducción de suelo para preservarlo ecológicamente; también, la sobreexplotación de agua subterránea, limitaciones del servicio público de agua, desecación de cuerpos de agua, al igual que la formación de inundaciones y avenidas torrenciales. Además, en el 2011, inició operaciones un segundo acueducto para el trasvase de agua desde otra entidad federativa (Hidalgo) y, antes del 2030, se tiene proyectado un tercer acueducto de condiciones similares (Granados-Muñoz, 2022; Valdovinos y Romero, 2025).

En el sector norte de la periferia urbana de la ZMQ, considerado una de las principales vías de impulso urbano, se encuentra la subcuenca Santa Rosa Jáuregui (SSRJ), la cual en el centro y sur concentra la población y superficie urbana construida. Igualmente, cuenta con 2 presas reguladoras: Dolores (centro) y El Cajón (sur). Ambos recursos hidráulicos son fundamentales para la dotación de agua al municipio de Querétaro, aunque cabe destacar que los 2 fueron adaptados para formar parte de lugares recreativos y de ocio ([Oreano-Hernández y Hernández-Guerrero, 2022](#); [Romero Herrera, 2021](#)).

También, se han realizado acciones hídricas poco documentadas en la SSRJ, por ejemplo, la construcción de pozos para extraer agua, drenes que encausan escurrimientos superficiales, desecación de arroyos e insuficiente y diferenciada infraestructura hidráulica. Por otra parte, aguas arriba de la SSRJ, todavía se cuenta con áreas naturales y productivas que proveen beneficios en la regulación y función hídrica, las cuales requieren ser protegidas, pero se desconoce la aproximación del suelo urbano para priorizar zonas. Asimismo, el cambio o la adaptación de recursos hídricos por hidráulicos parece acompañar la formación de inundaciones y avenidas torrenciales, pero se requiere mayores informaciones para incluirla en la mitigación o solución ([Oreano-Hernández y Hernández-Guerrero, 2022](#)).

Con base en estos primeros indicios, se puede decir que la urbanización está involucrada en cómo se altera el flujo de agua en la SSRJ y, por lo mismo, pareciera proveer juicios inconexos en el paisaje hídrico, pero no queda claro cómo influyó en la dinámica del paisaje hídrico, dentro de la SSRJ, durante el periodo de 1990-2024, ni cuáles son las relaciones sociales que intervienen en el impacto urbano del paisaje hídrico. Con el fin de responder estas preguntas, el objetivo del presente trabajo fue analizar el impacto urbano en el paisaje hídrico de la SSRJ, situación que permitió identificar, representar y conocer las diversas aristas conformadoras de la dinámica hídrica de una cuenca periurbana, las mismas que puedan ser consideradas en el planeamiento urbano u ordenamiento del territorio.

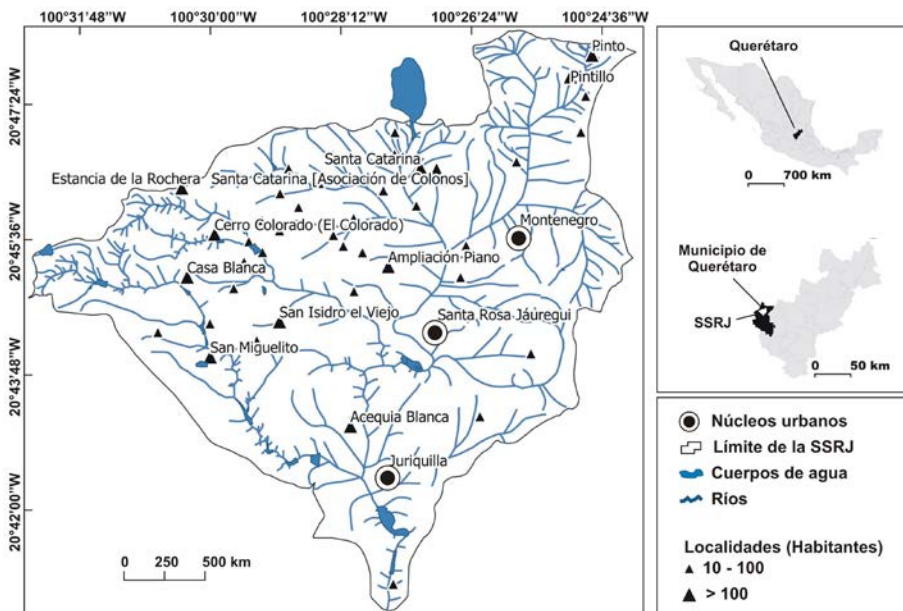
ÁREA DE ESTUDIO

La SSRJ se encuentra al norte de la ZMQ, particularmente, en el municipio de Santiago de Querétaro (figura 1) y corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico y a la cuenca

Lerma-Chapala. Su superficie es de 102 km², de los cuales 22,19 km² corresponden a zona urbana. Al 2020, tenía 99 221 habitantes, 26 453 viviendas habitadas, 41 localidades rurales y 9 núcleos urbanos (INEGI, 2024b; Oreano-Hernández y Hernández-Guerrero, 2022).

La subcuenca tiene la forma oval-oblonga con corrientes de tipo dendrítico de cuarto orden. El clima es seco y semiseco con temperatura media anual de 18 °C y precipitación media anual de 580 mm, condiciones relacionadas con la vegetación predominante de matorral crasicaule. Entre los principales recursos hídricos e hidráulicos, sobresalen el Dren Santa Rosa Jáuregui, la presa Dolores y la presa El Cajón, así como los arroyos San Isidro y Jurica. Por otro lado, la SSRJ se encuentra entre los acuíferos Valle de Querétaro, Valle de Amazcala y Valle de Buenavista (Oreano-Hernández y Hernández-Guerrero, 2022).

Figura 1. Localización de la subcuenca Santa Rosa Jáuregui



Fuente: Elaboración con datos del INEGI (2024a y 2024b).

MÉTODOS Y HERRAMIENTAS

Urbanización, recursos hidráulicos, zonas funcionales y uso de suelo en la SSRJ

El proceso inició con la representación espacio-temporal de los núcleos urbanos y recursos hídricos e hidráulicos. Para ello, se utilizaron 4 años: 1990, 2000, 2010 y 2024, correspondientes a las capas en formato vectorial de la cartografía urbana y recursos hídricos e hidráulicos del INEGI (1990, 2000, 2010 y 2024b). En cada año, se delimitó el polígono urbano y se determinaron los recursos hídricos e hidráulicos necesarios para el presente estudio (ríos, bordos, canales, presas, pozos). Este procedimiento incluyó corregir y actualizar datos, mediante la revisión de mapas y planos, acervo hemerográfico y fuentes documentales. También, se examinó el uso, el manejo y la administración del agua en la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la Comisión Estatal de Aguas (CEA).

El siguiente paso consistió en relacionar las capas del límite urbano y recursos hídricos e hidráulicos con las zonas funcionales de la SSRJ. Así, se utilizaron 3 zonas funcionales delimitadas por Oreano-Hernández y Hernández-Guerrero (2022): la funcional alta tiene la capacidad de recolectar agua; la funcional media infiltra y transporta agua, y la funcional baja concentra agua. Estas zonas son indispensables para conocer los efectos de la urbanización en la dinámica hídrica de la SSRJ.

En general, con estas actividades se generó una base de datos que contiene los recursos hídricos e hidráulicos (tipo de recurso; ubicación; fecha de construcción y operación; funcionamiento; uso y manejo; persona responsable), así como los mapas por cada año de análisis. El procesamiento de la información se realizó con la paquetería Office, mientras que la digitalización y elaboración de mapas se llevó a cabo en el programa QGIS.

Finalmente, en esta etapa se determinó el cambio de uso de suelo y vegetación, al igual que la matriz de cambio, con el método simplificado de Kebede Leta *et al.* (2021), lo que significa que se superpusieron capas para obtener los cambios y diferencias de un estado *i* a un estado *j* en un tiempo determinado. De este modo, se emplearon las capas en formato vectorial de uso de suelo y vegetación de las series II (INEGI, 1997) y VI (INEGI, 2017). Por su parte, la capa de la serie VI se actualizó al 2024, con base en el

INEGI (2024b) y con la imagen de satélite Landsat 8. Esto se efectuó en el programa QGIS, partiendo de la técnica estándar de clasificación supervisada y consistió en la asignación de puntos con un valor numérico en los píxeles, con características homogéneas, según las clases de la serie VI. Este ejercicio generó una capa *raster* que se transformó a formato vectorial y se superpuso a la capa inicial de la serie VI, para revisar, homologar y corregir anomalías entre polígonos. Finalmente, se utilizó el módulo intersección de QGIS, para superponer las capas de uso de suelo y vegetación de las series II y VI (actualizada), y obtener las diferencias de superficie.

Secciones transversales en sectores de impacto urbano del paisaje hídrico

En esta fase, se elaboraron secciones transversales en sectores de la SSRJ, donde se identificó el impacto urbano y su relación con recursos hídricos e hidráulicos. Tal proceso se ejecutó con la técnica de [Rung-Jiun \(2016\)](#), la cual corresponde al trazo de una línea perpendicular al sector de análisis, para representar, de manera figurativa, los diferentes elementos paisajísticos del entorno urbano inmediato; además, se consideran la escala, la dirección y el gradiente altitudinal. El primer paso en este proceso fue realizar recorridos de campo, considerando la información obtenida en las etapas anteriores, lo cual permitió identificar y seleccionar sectores que cumplieron con 4 criterios: concentración de superficie urbana, acumulación de recursos hídricos e hidráulicos, ubicación por zona funcional y la situación respecto a los cambios de uso de suelo a urbano.

Con base en el ejercicio anterior, se determinaron 4 sectores de análisis y, en el programa QGIS, se trazó una línea perpendicular a las zonas funcionales de cada sector. Una vez definidas las secciones transversales, se llevó a cabo la ilustración de los elementos del paisaje hídrico, proceso que involucró la información recabada en las etapas previas, así como la obtención y corroboración de datos *in situ*, mediante fichas de observación del paisaje; la actividad incluyó fotografías y videgrabaciones para optimizar el resultado. Finalmente, se elaboraron y diseñaron los elementos urbanos e hídricos, para demostrar de forma gráfica el impacto urbano sobre el paisaje hídrico en la SSRJ.

Identificación de relaciones sociales en el impacto urbano del paisaje hídrico

Esta última parte del proceso inició con la búsqueda de participantes clave a través de fuentes documentales (planes y programas), instrumentos normativos, información de instituciones públicas, páginas web de empresas administradoras de agua, notas de periódicos, así como pláticas informales sostenidas mientras se desarrollaban los recorridos de las secciones transversales. Con lo recabado, se realizó el listado y mapeo, ejercicios que permitieron identificar, de forma gráfica, los sectores e instituciones relacionadas con el tema urbano y el paisaje hídrico de la SSRJ. Además, se determinaron actividades, enlaces sociales e involucramiento de participantes clave; para ello, se consideraron aspectos como beneficios, decisiones, indiferencia, conflicto y vínculos sociales, en torno al impacto urbano sobre el paisaje hídrico.

Finalmente, la información obtenida del ejercicio anterior se complementó con un análisis de comparación pareada, para priorizar la importancia de las acciones o actividades que intervienen en el impacto urbano sobre el paisaje hídrico. El procedimiento forma parte del análisis jerárquico, así que se inició con el desarrollo de 2 matrices comparativas, las cuales corresponden a Juriquilla y Santa Rosa Jáuregui; cada una estuvo constituida por 6 variables: plusvalía, estética del lugar, incentivo económico, relaciones políticas, fuentes de agua y beneficios hídricos. Después, se definieron los valores de importancia, partiendo de los datos colectados de participantes clave, el conocimiento del equipo laboral de la presente investigación y el apoyo de 6 personas expertas en el tema. Una vez establecidos los valores de importancia, se normalizó la matriz, para obtener las ponderaciones de cada variable. Esto se acompañó de la relación de consistencia (RC), con el fin de establecer la viabilidad de los juicios generados en las matrices; en este caso, cuando RC sea menor a 0,1, el proceso es aceptable y permite la priorización de variables.

RESULTADOS

Urbanización de las funciones hídricas de la SSRJ, 1990-2024

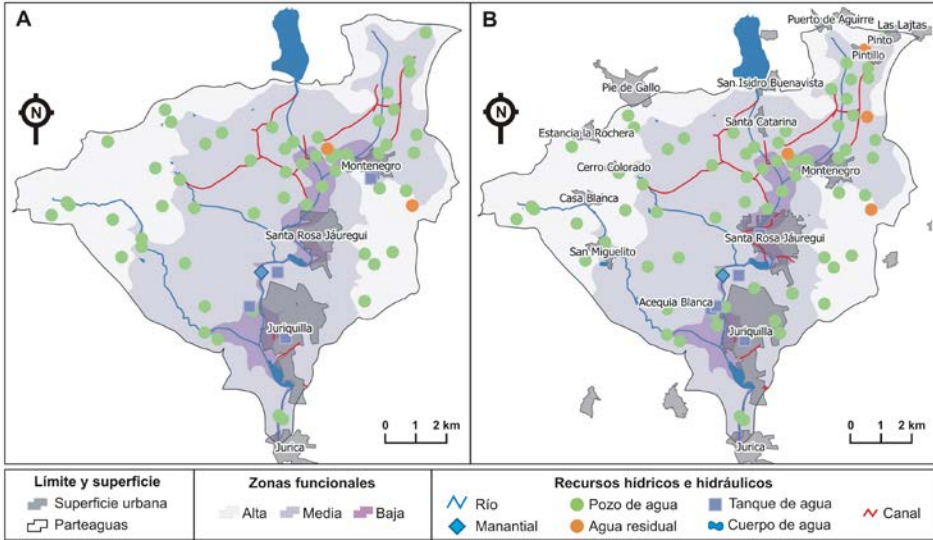
A principios de la década de los 90, la SSRJ se caracterizaba por las actividades agrícolas; a pesar de que se distinguen los núcleos urbanos de

Montenegro, Santa Rosa Jáuregui y Juriquilla, estos 2 últimos mantienen sus poblados de origen, que datan del siglo XVIII. Esos 3 núcleos urbanos contaban con 23 742 habitantes y una superficie urbana de 8,67 km². Por su parte, entre los recursos hidráulicos de gran magnitud destacan las presas Buenavista (aunque solo la cortina de la presa está adentro de la SSRJ), Dolores y El Cajón. Esta última se adaptó como parte del campo de golf Juriquilla y se instauró un club náutico; además, proliferó la construcción de viviendas exclusivas y comercios en sus inmediaciones.

A finales de la década de los 90, la SSRJ tenía 56 pozos, 5 tanques de agua, 1 manantial, 2 salidas de aguas residuales y 1 red de canales de agua pluvial al norte. Cabe destacar que los núcleos urbanos disponían, dentro o en sus alrededores, de pozos para la extracción de agua (figura 2-A). Por lo tanto, esta década se caracterizó por la construcción de recursos hidráulicos en las zonas funcionales alta y media de la SSRJ, estas son, el área de recarga y transporte de agua, respectivamente.

Para el 2000, la SSRJ estaba constituida por 27 779 habitantes y 9,5 km² de superficie urbana. Los recursos hídricos e hidráulicos permanecieron similares respecto a la década de los 90, a excepción de los pozos, ya que, a finales de este periodo, sumaron 69, la mayoría utilizados para actividades agrícolas y urbanas; en este último caso, destacan los pozos en Juriquilla y Santa Rosa Jáuregui (figura 2-B). Además, se construyeron canales paralelos y transversales a la pendiente del terreno, mientras que las zonas contiguas a las presas se ocuparon. Entonces, en esta década continuó la concentración de recursos hidráulicos en las zonas funcionales alta y media, aunque se observa la tendencia hacia la zona baja (concentración de agua), asociada con la construcción de vivienda.

Figura 2. Área urbana y recursos hídricos e hidráulicos en la SSRJ, 1990-2000



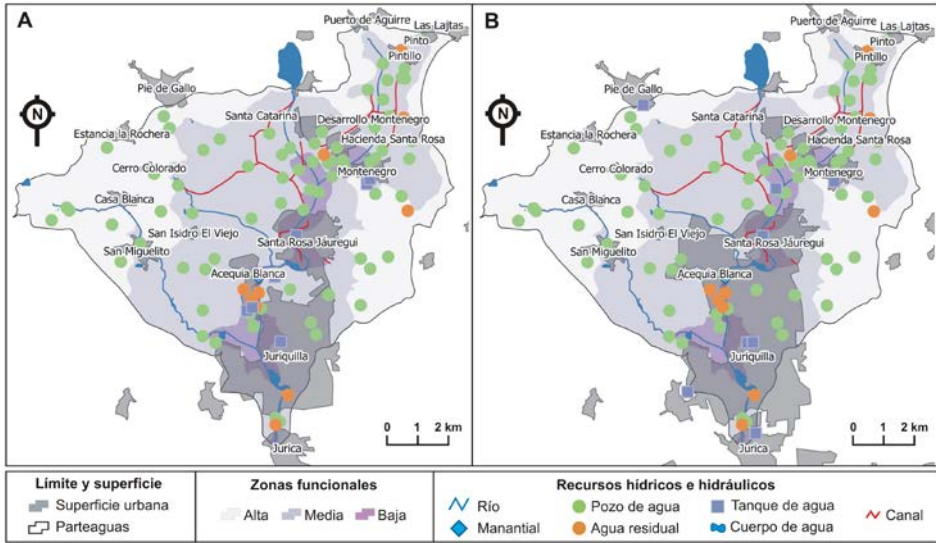
Fuente: Elaboración con datos base del INEGI (1990 y 2000).

En el 2010, la SSRJ contaba con 45 564 habitantes y la superficie urbana era de 17,98 km². A mediados de esta década, se formó un corredor urbano constituido por la unión de Santa Rosa Jáuregui y Juriquilla, que abarcó las zonas alta, media y baja. Esto, a su vez, incitó la construcción de pozos y canales pluviales, así como la adaptación de otros recursos hidráulicos, por ejemplo, se modificó la forma de la presa Dolores y se adaptó para ser parte de un parque de atracciones; pero, a diferencia de la presa El Cajón, en sus inmediaciones se distingue vivienda autoconstruida y comercios locales, así como algunas áreas agrícolas y naturales. Así, a finales de dicho lapso, se tuvieron 69 pozos distribuidos por toda la subcuenca (figura 3-A), donde uno de los propósitos fue dotar de agua a los núcleos urbanos, representados por la producción de vivienda en serie y autoconstruida.

Al 2024, la SSRJ tenía 88 719 habitantes y la superficie urbana era de 24 km². Por su parte, en Santa Rosa Jáuregui y Juriquilla se identificaron 74 pozos (figura 3-B) y 6 puntos de descargas de aguas residuales directas a canales pluviales. Es notorio cómo esos núcleos urbanos acentúan la

urbanización de la SSRJ, en correspondencia con el corredor urbano, dirigido por la proliferación de vivienda.

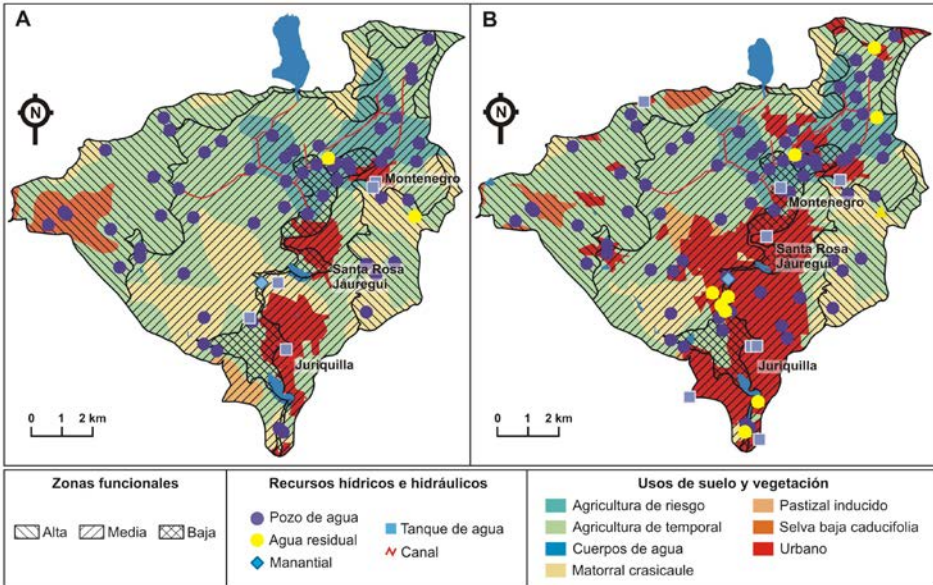
Figura 3. Área urbana y recursos hídricos e hidráulicos en la SSRJ, 2010-2024



Fuente: Elaboración con datos base del INEGI (2010 y 2024b).

Entre 1990 y 2024, la SSRJ estaba constituida por 6 usos de suelo y vegetación, de cuales sobresalen, por su extensión, el agrícola (riego y temporal) y el urbano, así como vegetación de matorral, que, al 2024, representan el 75 % de la superficie de la SSRJ. Además, la proliferación de recursos hidráulicos se localiza sobre esos usos de suelo y vegetación, con una tendencia hacia el urbano (Figura 4).

Figura 4. Uso de suelo y vegetación en la SSRJ, 1997-2024



Fuente: Elaboración con datos del INEGI (1997, 2017, 2024b).

En la tabla 1, se observa que, a excepción del uso urbano, el resto de usos de suelo y vegetación perdió superficie; el urbano incrementó su superficie en 35 %, lo cual representa 3 veces su extensión. Asimismo, la pérdida de superficie del matorral y pastizal, comúnmente, se incorpora al terreno urbano, a través de malas prácticas como incendios intencionales, retiro clandestino de vegetación y facilidad de compraventa de suelo. En suma, la ganancia de superficie urbana equivale a una tercera parte de la SSRJ, pero las acciones y consecuencias negativas abarcan casi toda la dinámica hídrica de la subcuenca: proliferan los recursos hidráulicos, se reduce la infiltración e incrementa la escorrentía superficial del agua.

Tabla 1. Superficie por uso de suelo y vegetación en la SSRJ, 1997-2024

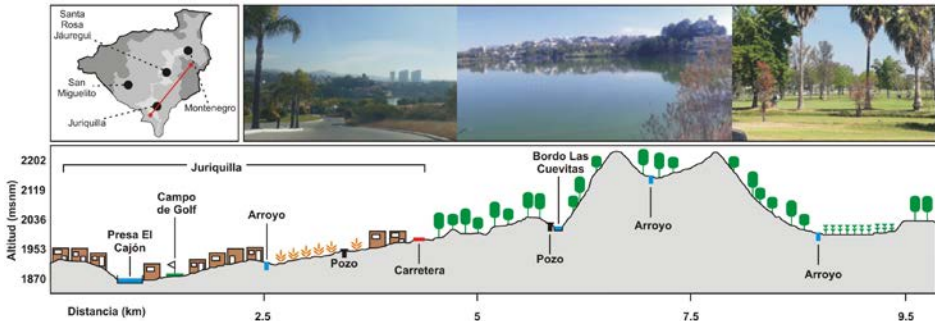
Uso de suelo y vegetación	1997		2024	
	Ha	%	Ha	%
Agrícola	6756,58	39,83	6180,08	37,71
Cuerpo de agua	56,04	0,55	0,86	0,01
Matorral crasicaule	2114,38	20,71	1203,26	11,79
Pastizal inducido	121,29	1,19	107,93	1,06
Selva baja caducifolia	391,81	3,84	204,82	2,01
Urbano construido	768,15	7,52	2511,29	24,60

Fuente: Elaboración con datos del INEGI (1997, 2017, 2024b).

Consecuencias del impacto urbano en el paisaje hídrico

La primera sección transversal muestra la superficie urbana construida, concentrada alrededor de la presa El Cajón y el campo de golf (figura 5). Asimismo, incluye el encausamiento de escurrimientos y la retención de agua para fines recreativos, hecho que provee un paisaje hídrico de diseño estético, asociado a la plusvalía de lugar, no así para fortalecer la dinámica hídrica y la distribución equitativa del agua. Además, la dotación del recurso se lleva a cabo mediante pozos localizados cuenca arriba, esto es, en las zonas funcionales donde se capta e infiltra el agua de la precipitación pluvial.

Figura 5. Primera sección transversal del paisaje hídrico de la SSRJ.

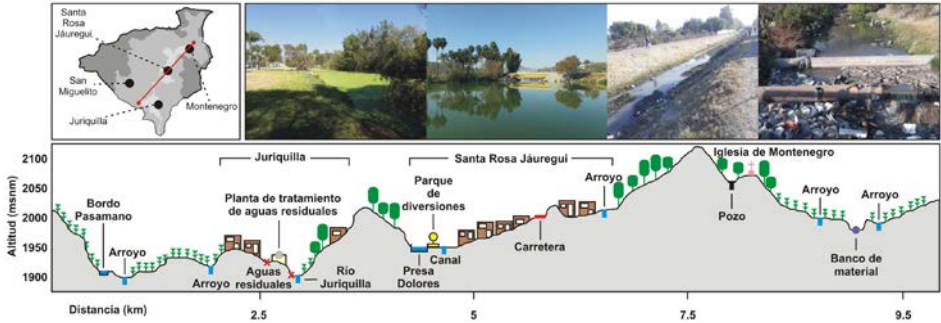


Fuente: Elaboración con datos del INEGI (2024a).

La segunda sección transversal muestra las condiciones más representativas de la SSRJ, donde sobresalen recursos hidráulicos como pozos y bordos, mientras que aguas abajo los recursos están sujetos a zonas habitacionales y descargas residuales (figura 6). Aunado a lo anterior,

llama la atención que el agua sin tratamiento llega a canales pluviales y atraviesa la presa Dolores, hasta llegar al río Juriquilla, que dota a la presa el Cajón. Por ende, se trata de un sector de atención prioritaria en torno a contaminantes del agua, lo cual involucra áreas recreativas, el club náutico, zonas comerciales y sitios habitacionales, sin dejar de lado que este proceso continúa y afecta cuencas vecinas.

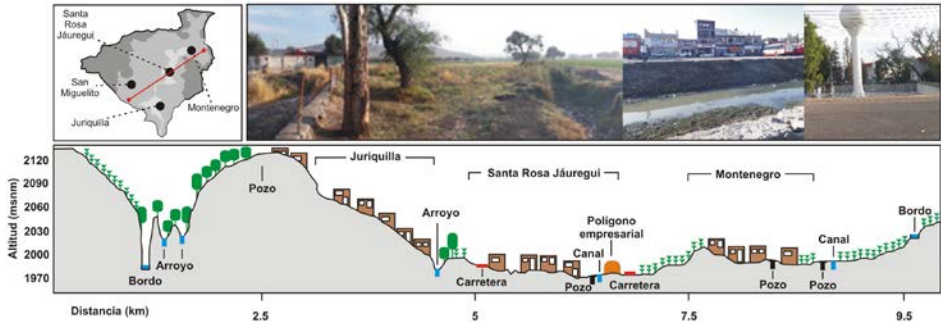
Figura 6. Segunda sección transversal del paisaje hídrico de la SSRJ



Fuente: Elaboración con datos del INEGI (2024a).

La tercera sección incluye áreas naturales, agrícolas y la periferia del polígono urbano de Santa Rosa Jáuregui y Juriquilla, donde nuevamente destaca la presencia de pozos y bordos para el abastecimiento de agua (figura 7). También, se identificó un sector empresarial que involucra un pozo y un canal para el abastecimiento y la descarga de agua, respectivamente. Asimismo, destaca el uso de pozos para abastecer áreas agrícolas que, en relación con las áreas habitacionales, alteran la escorrentía e infiltración y, en consecuencia, la dinámica hídrica.

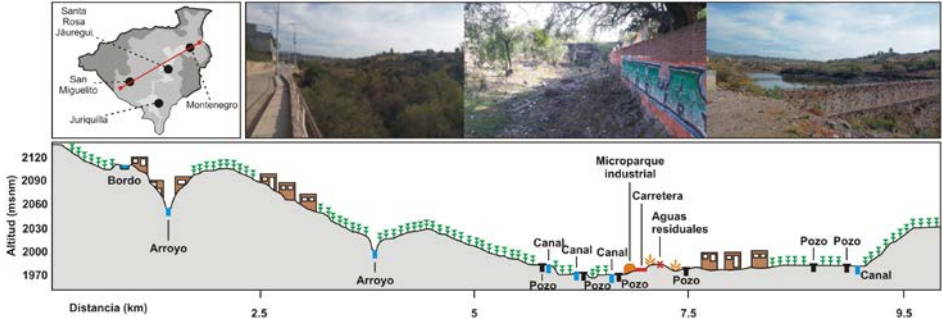
Figura 7. Tercera sección transversal del paisaje hídrico de la SSRJ



Fuente: Elaboración con datos base del [INEGI \(2024a\)](#).

La cuarta sección transversal se encuentra entre las zonas funcionales alta y media, se caracteriza por la captación y el transporte de agua; también, por tener suelos agrícolas, naturales y asentamientos rurales, además de incluir un polígono industrial (figura 8). El paisaje hídrico de esta zona se acompaña de mecanismos y ductos de distribución de agua que, en su mayoría, son rudimentarios y construidos con materiales frágiles. A pesar de esto, se mantiene un paisaje que denota el flujo de agua y, por ende, favorece tanto la dinámica como las funciones hídricas, aunque, igualmente, trajo consigo la extracción acuífera para el abastecimiento de las zonas media y baja (concentra vivienda y comercios).

Figura 8. Cuarta sección transversal del paisaje hídrico de la SSRJ.



Fuente: Elaboración con datos base del INEGI (2024a).

RELACIONES SOCIALES QUE INTERVIENEN EN EL IMPACTO URBANO DEL PAISAJE HÍDRICO

En el tema de impacto urbano al paisaje hídrico en la SSRJ, se identificaron 49 participantes clave, sobresalen 17 de inmobiliarias y constructoras; 15 con actividades productivas (ganadería y agricultura); 6 representantes de ejidos; 5 de corporativos industriales, y 2 de asociaciones de riego. Asimismo, se identificó la participación de instancias públicas administradoras del agua que intervienen en las negociaciones y trámites para las concesiones del preciado líquido, sea el caso de la CONAGUA y la CEA. También, se determinó la intervención de instituciones académicas que han desarrollado estudios para generar información y conocimiento sobre el tema.

De manera específica, en la zona alta y una parte de la media, las personas del ejido utilizan y manejan el agua de bordos y pozos para actividades del hogar, mientras que la administración del líquido para actividades agropecuarias es compartida con la CEA. En ambos casos, las decisiones se toman a través de asamblea, en la cual se discute y se define tanto la cantidad como la distribución de agua, igual que la conexión y reconexión de esta a las viviendas.

Por su parte, en la zona media y baja, la administración del agua está relacionada con inmobiliarias y constructoras de vivienda. Así, en la zona media, sobresalen tanques elevados y pozos para el suministro de agua; también, se identificaron descargas de agua residual contiguas a sitios

habitacionales. En el caso de los tanques y pozos, el 60 % es administrado por la CEA y el 40 %, por la compañía Hidro-sistemas Juriquilla, S. A. de C. V., perteneciente a la empresa Fraccionamientos Selectos S. A. de C. V., que, de la misma manera, es concesionaria de pozos de agua en otros lugares de la ZMQ.

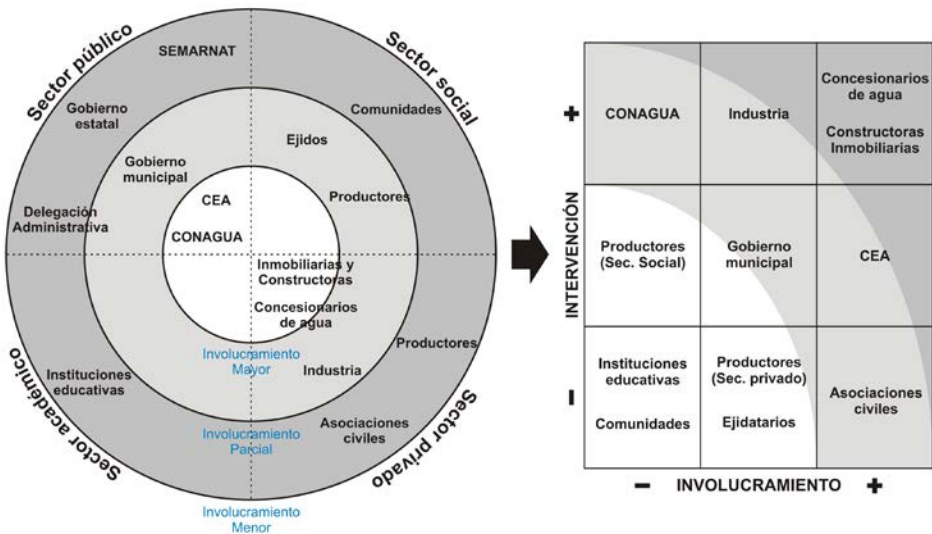
De forma particular, en la zona baja destacan las operaciones de la inmobiliaria Bienes Raíces Juriquilla S. A. de C. V., que tiene a su cargo el organismo operador Agua potable y Alcantarillado Provincia Juriquilla y es concesionaria de pozos para uso público urbano, entre ellos, destacan los localizados en la zona funcional media, para abastecer a fraccionamientos de la baja. La presencia de esta inmobiliaria es fundamental en el cambio del paisaje hídrico, pues, aunada a la construcción de vivienda y disposición de pozos, también influye en la administración de la presa El Cajón y está involucrada en el manejo del campo de golf, así como en el desarrollo de restaurantes y bares aledaños. Por lo anterior, la compañía tiene un papel importante en el mercadeo y acaparamiento de agua, para atender a la población que resulta de la venta de vivienda que construyen.

Otra inmobiliaria y constructora que tiene presencia en las zonas funcionales media y baja es el grupo Desarrollos Residenciales Turísticos S. A. de C. V. Esta, además de contar, entre sus proyectos, con fraccionamientos cerrados y exclusivos, también posee plazas comerciales y parques industriales que se encuentran en Juriquilla y Santa Rosa Jáuregui, lo cual quiere decir que tiene garantizada el agua, pues forma parte de los procesos normativos para el desarrollo urbano. Asimismo, la empresa, con los mismos beneficios hídricos, tiene vínculos con otras inmobiliarias como Casas Ponti (que construyó secciones del fraccionamiento La Pradera, localizado fuera de la SSRJ, pero que tiene múltiples problemas de acceso al agua) y One Bienes Raíces del Bajío (desarrollo de viviendas y comercios dentro y fuera de la SSRJ).

Con base en los hallazgos anteriores, las inmobiliarias, las constructoras y las empresas concesionarias de agua son las principales instancias involucradas en intervenir directamente en la presión urbana sobre el paisaje hídrico dentro de la SSRJ (figura 9). Igual es necesario considerar la industria, pues, en los últimos 5 años, su presencia ha ejercido presión sobre el agua de la SSRJ, situación que es un tema delicado en otros sectores de la ZMQ. Por el contrario, se identificó que

tanto habitantes como personas productoras tienen escaso involucramiento e intervención, aun cuando son quienes padecen directamente el efecto de las alteraciones sobre los recursos hídricos, a la vez que en sus tierras se lleva a cabo la perforación de pozos para extraer agua subterránea. Por otro lado, la participación del gobierno estatal y municipal, así como de otras instancias locales, tiene un involucramiento e intervención parcial, ya sea mediante procesos normativos y administrativos, pero, como se ha visto en este trabajo, las prácticas administrativas del agua no han sido adecuadas, continúa la proliferación de pozos en sitios clave para la recarga, el transporte y el depósito, escenario asociado a la construcción de vivienda.

Figura 9. Intervención e involucramiento sobre el impacto urbano en el paisaje hídrico



Fuente: Elaboración propia.

La tabla 2 muestra que el impacto urbano sobre el paisaje hídrico en la SSRJ está en función de relaciones políticas e incentivos económicos, mientras que los beneficios hídricos y fuentes de agua se consideraron poco importantes, aun cuando son parte fundamental en las interacciones de la dinámica del paisaje hídrico. Por lo tanto, sumado a las acciones de intervención e involucramiento, este resultado reitera que la alteración de la dinámica hídrica beneficia monetariamente a inmobiliarias y

concesionarias, mientras que la mayoría de las personas padecen las consecuencias negativas de un paisaje hídrico susceptible al cambio.

Tabla 2. Factores sociales que promueven al impacto urbano en el paisaje hídrico

Factores sociales e hídricos	Ponderación	
	Juriquilla	Santa Rosa Jáuregui
Relaciones políticas	0,30523047	0,35678635
Plusvalía	0,15437507	0,03644427
Incentivo económico	0,30523047	0,32042271
Estética del lugar	0,163147	0,03644427
Fuentes de agua	0,04788308	0,18877005
Beneficios hídricos	0,02413391	0,06113233
Total	1	1
RC	0,086	0,072

Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El impacto urbano en el paisaje hídrico de la SSRJ, para el periodo 1990-2024, se resume en la acelerada urbanización; recursos hidráulicos proliferados, inmobiliarias y constructoras de vivienda que intervienen, y el involucramiento del sector privado en la administración del agua para algunos sectores. Los hallazgos demostraron que estas situaciones se acentuaron desde el 2000, cuando los núcleos urbanos de la SSRJ expandieron su superficie, en correspondencia al desarrollo de una periferia urbana que, en palabras de [Martner-Peyrelongue \(2020\)](#), es dispersa, fragmentada y difusa, promovida por el propósito de competitividad económica de la ZMQ. Esto implica menor vigilancia y la posibilidad de compra y venta de suelo susceptible con la dinámica hídrica.

Cabe decir que en la SSRJ se mantienen en práctica actividades de uso y manejo que derivaron del cambio acontecido al marco administrativo del agua en México a mediados de los años 80, el cual suscitó descentralizar la gestión del agua e incursionar en la iniciativa privada, con notoria intención económica y empresarial. En este contexto, la CONAGUA, como órgano superior en materia hídrica en México, tiene entre sus atribuciones la administración, la regulación, el control y la protección de las aguas nacionales. Asimismo, la empresa aprueba obras hidráulicas y concesiones

para la explotación, el uso, el manejo o el aprovechamiento del agua; por ende, puede derogar la gestión y administración del recurso a organismos estatales y municipales que, a su vez, se apoyan de otros autónomos locales (Jacobo-Marín, 2020). De esta forma, la proliferación, concentración y adaptación de obras hidráulicas, las cuales recrean el paisaje hídrico en la SSRJ, es resultado de acciones “autorizadas y planificadas”, que derivan de intereses particulares y con conocimiento de causa. Urbanizar secciones susceptibles a las funciones hídricas y construir infraestructura hidráulica en zonas funcionales media y baja implica un ejercicio planeado en la SSRJ, no es casual, pues el uso y manejo del agua, así como el paisaje hídrico, son excelentes ejercicios para generar capital, ya que forman parte del valor agregado a la producción de vivienda y condiciones del lugar.

Por otro lado, en la ley que regula la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en Querétaro, la relación entre paisaje hídrico y cuenca solo incluye el tema de cultura del agua, el cual señala el fomento de aparatos, tecnologías y sistemas para el uso eficiente del agua (Secretaría de Gobierno de Querétaro, 2022). En contraparte, el Código Urbano del Estado de Querétaro sí incluye el tema del paisaje, pero no relacionado con el agua, pues está orientado al diseño e imagen urbana, así como a la admiración del entorno (Secretaría de Gobierno de Querétaro, 2023). En el caso del último plan parcial de desarrollo urbano de Santa Rosa Jáuregui, el asunto del agua se centraliza en la dotación del servicio público (Municipio de Querétaro, 2008), no así en priorizar la función hídrica, menos aún relacionado con cuencas hidrográficas. Cabe decir que ese plan parcial tiene más de 15 años sin actualizar; aun así, se identificaron secciones no aptas para uso urbano en las zonas funcionales de la subcuenca, las mismas que, actualmente, se están urbanizando (la media y la baja son las de mayor impacto urbano al paisaje hídrico). Al respecto, el discurso político señala la urbanización de la SSRJ como parte de los beneficios a la hora de generar empleo, vivienda y capital, todo ello acompañado del propósito de competitividad, sustentabilidad y sostenibilidad que se espera en la ZMQ.

Respecto a lo anterior, resulta interesante incluir la postura de Butsch y Heinkel (2020), ya que el flujo de agua en espacios periurbanos conlleva fluctuar entre progreso, desarrollo y protección. Tal proceso se aborda desde la construcción de infraestructura y esto, a su vez, se vincula con

relaciones públicas y privadas, pero se corre el riesgo de incitar o fortalecer disputas por el agua. Así, en la SSRJ se fomentó la proliferación de obras hidráulicas enmarcadas con una perspectiva de progreso y abundancia de agua, simultánea a que el flujo de agua se utiliza como un recurso de mercado con valor de oferta y demanda, promovido por el capital y enlaces sociales de poder. En este sentido, se demuestra lo manifestado por [Budds \(2011\)](#): las relaciones de poder intervienen en el control del agua y forman paisajes físicos compuestos de tecnologías acuíferas; ello, en ligamen con el paisaje hídrico de la SSRJ, se percibe como un paisaje hidráulico, donde las obras se suman al diseño urbano para mantener o incrementar plusvalía, o bien se instauran otras sin un diseño particular, rudimentarias y frágiles, que atienden necesidades inmediatas y temporales. Por lo tanto, también se evidencia el planteamiento de [Rusca y Cleaver \(2022\)](#): el paisaje hídrico recrea imágenes poco armónicas en la interacción agua-sociedad, al tiempo que acentúa o propicia inequidad y constata el estilo de hacer ciudad con escasa visión del agua como bien común.

Con base en los hallazgos del presente estudio, es importante reducir el ritmo de urbanización en la zona alta y el segmento de transición con la media, fundamentales en la captación y el transporte de agua en la SSRJ. Este ejercicio requiere acompañarse de la noción de paisaje hídrico en cuencas hidrográficas, para que las intervenciones consideren el flujo de agua como parte de un sistema y se reconozca que cualquier alteración en alguna de las zonas funcionales repercute en el resto de ese sistema y en cuencas vecinas. Respecto a la zona funcional baja, es importante concientizar sobre un paisaje hídrico armónico, donde no solo se promueva la generación de capital y el acaparamiento inmobiliario, sino que igual se reduzcan las autorizaciones para la construcción de vivienda, cuando no se cuente con el abastecimiento acuífero, según la normativa vigente. En este contexto, precisa la generación de políticas y estrategias que brinden beneficios a las funciones hídricas de la SSRJ. Para este propósito, se puede utilizar la cartografía del presente trabajo, pues muestra los sitios prioritarios que pueden servir para minimizar la construcción de recursos hidráulicos de manera descontrolada y temporales (se construyen y después se dejan de utilizar, para luego ir a otro sitio a perforar, a la vez que dejan obras poco útiles u obsoletas que terminan por formar parte del paisaje hídrico).

En lo que respecta a los métodos utilizados, cabe resaltar que, en lo general, se trata de procesos descriptivos, los cuales requirieron información documental; datos digitales; mapas y planos; uso de SIG, así como la opinión de personas expertas y participantes clave. En cuanto a la opinión de participantes clave, fue complicada la obtención de información; sin embargo, se subsanó a partir de lo obtenido en medios impresos y digitales, así como de pláticas informales en los lugares. En otra arista, el procedimiento de las secciones transversales y el análisis de comparación pareada produjeron argumentos novedosos que articulan la dinámica del paisaje hídrico y la urbanización, a la vez que simplifican la complejidad del problema, para que no represente un ejercicio confuso, costoso y de larga duración, y pueda ser integrado al desarrollo de planes, programas y formulaciones de políticas públicas. Por su parte, el uso y manejo de SIG permitió representar fenómenos concretos, así como posibilitó actualizar datos y participar en otros problemas transversales, los cuales influyen de manera negativa en la dinámica del paisaje hídrico: contaminación, transformación de suelos productivos, regulación microclimática, erosión, transporte de sedimentos, reducción de biodiversidad y formación de riesgos socionaturales.

CONCLUSIONES

El impacto urbano que ha influido en la alteración del paisaje hídrico de la SSRJ se relaciona con la construcción y proliferación de recursos hidráulicos dirigidos, entre otros, por las acciones de inmobiliarias y constructoras de vivienda, desde el 2000. En este sentido, el rasgo distintivo fue la elaboración de pozos para extraer agua, especialmente, a lo largo del corredor urbano formado entre Juriquilla y Santa Rosa Jáuregui, esto es, entre las zonas media y baja de la SSRJ, las cuales corresponden al área de transporte y depósito de agua, respectivamente. También, cabe destacar la modificación y adaptación de 2 presas para uso recreativo y de ocio, circunstancias que producen escenarios diferentes o adicionales a sus principales usos, sean actividades productivas, habitacionales o reguladoras de inundaciones y avenidas torrenciales.

Así, la construcción y el diseño de canales, pozos y bordos en los núcleos urbanos de la SSRJ responden a las condiciones del lugar y la plusvalía. La zona baja de la subcuenca denota un paisaje hídrico

de amplios jardines, campo de golf y canales con plantas ornamentales, mientras que la media presentó canales con exceso de basura, descarga de aguas residuales, fugas y pozos con escaso mantenimiento.

Finalmente, el impacto urbano en el paisaje hídrico es una preocupación en la agenda pública de diversos países, en el nivel mundial; se trata de un problema manifestado de manera tangible e intangible. A pesar de este contexto, la solución está lejos de ser una realidad; en las metas del milenio, estos inconvenientes se han abordado mediante múltiples y complejas escalas, propósitos, opiniones y lugares, pero los efectos han sido poco alentadores, aunque se espera que mejoren con los objetivos de desarrollo sostenible. De tal forma, el presente trabajo contribuye con información y conocimiento novedoso del tema, pues, a través de la literatura científica, no se han obtenido resultados con la interacción de los métodos utilizados. Por ende, esta investigación puede ser de utilidad en el ámbito académico, así como en el desarrollo de planes y programas asociados a paisajes hídricos en cuencas hidrográficas de similares condiciones, en beneficio de objetivos globales con énfasis en lo local.

AGRADECIMIENTOS

Las personas autoras del presente artículo, agradecen al Fondo para el Fortalecimiento de la Investigación, Vinculación y Extensión de la Universidad Autónoma de Querétaro por el financiamiento del proyecto “Transformaciones al paisaje hídrico y formación de inundaciones en la periferia urbana de la zona metropolitana de Querétaro”. Así también, el apoyo económico para estudios de posgrado obtenido por la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad-Auquilla, K. (2020). El cambio de uso del suelo y la utilidad del paisaje periurbano de la cuenca del río Guayllabamba en Ecuador. *Revista de Ciencias Ambientales*, 54(2), 68-91. <https://doi.org/10.15359/rca.54-2.4>
- Aguilar, A., Flores, M. y Lara, L. (2022). Peri-urbanization and land use fragmentation in Mexico City. Informality, Environmental deterioration, and ineffective urban policy. *Frontiers in Sustainable Cities*, 4, 790474. <https://doi.org/10.3389/frsc.2022.790474>

- Aigo, J., Skewes, J., Bañales-Seguel, C., Riquelme Maulén, W., Molares, S., Morales, D., Ibarra, M. y Guerra, D. (2020). Waterscapes in Wallmapu: Lessons from Mapuche perspectives. *Geographical Review*, 112(5), 622-640. <https://shre.ink/Ms1s>
- Bernabeu, M. y Martín, F. (2019). El periurbano recreado. Urbanizaciones cerradas como nuevos híbridos en el paisaje hídrico del Área Metropolitana de Mendoza, Argentina. *Quid 16 Revista del Área de Estudios Urbanos*, 11, 55-85. <https://publicaciones.sociales.uba.ar/index.php/quid16/article/view/3189>
- Budds, J. (2008). Whose scarcity? The hydrosocial cycle and the changing waterscape of La Ligua river basin, Chile. En: Boykoff, M., Evered, K. y Goodman M. (eds.). *Continguous Geographies: Environmental Knowledge, Meaning, Scale* (pp. 59-68). London, England: Ashgate.
- Budds, J. (2011). Relaciones de poder y la producción de paisaje hídricos. En: Boelens, R., Cremers, L. y Zwartveen, M. (eds.). *Justicia hídrica. Acumulación, conflicto y acción social* (pp. 59-69). Lima, Perú: Instituto de Estudios Peruanos.
- Butsch, C. y Heinkel, S. (2020). Periurban transformation in the global south and their impact on water-based livelihoods. *Water*, 12(2), 458. <https://doi.org/10.3390/w12020458>
- Castelli, G., Foderi, C., Hinojosa Guzman, B. H., Ossoli, L., Kempff, Y., Bresci, E. y Salbitano, F. (2017). Planting waterscapes: Green infrastructures, landscape and hydrological modeling for the future of Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. *Forests*, 8(11), 437. <https://doi.org/10.3390/f8110437>
- del Castillo Oyarzún, M. E. y Castillo Haeger, C. A. (2016). Paisaje hídrico y sostenibilidad urbana. *Revistarquis*, 5(1). <https://doi.org/10.15517/ra.v5i1.25411>
- Diario Oficial de la Federación. (2021). Acuerdo por el que se expide la Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial 2020-2024. 9 de abril de 2021. <https://shre.ink/Ms1n>
- Goh, K. (2019). Urban waterscapes: The hydro-politics of flooding in a sinking city. *International Journal of Urban and Regional Research*, 43(2), 250-272. <https://doi.org/10.1111/1468-2427.12756>

- Granados-Muñoz, L. (2022). El acueducto II de Querétaro: obras de travesarse y escenarios de desigualdad social. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 32, 129-146. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.32.2022.5273>
- Hussein, H., Conker, A. y Grandi, M. (2020). Small is beautiful but not trendy: Understanding the allure of big hydraulic works in the Euphrates-Tigris and Nile waterscapes. *Mediterranean Politics*, 27(3), 297-320. <https://doi.org/10.1080/13629395.2020.1799167>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (1997). Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación. Serie II. Querétaro. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825228613>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación. Serie VI. Aguascalientes: INEGI. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463598459>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (1990). Cartografía urbana. Resultados por área geoestadística básica y manzana urbana. Información electrónica.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2000). Cartografía censal urbana. XII Censo general de población y vivienda 2000. Querétaro. <https://shre.ink/MsUW>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). Vectorial de localidades ameznadas y números exteriores, urbanas. Censo de Población y vivienda 2010. Querétaro. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825316624>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2024a). Conjunto nacional de información topográfica a escala 1:50000. <https://shre.ink/MsUf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2024b). Carta geoestadística histórica de México. Marco Geoestadístico. <https://shre.ink/MsUr>
- Jacobo-Marín, D. (2020). Política hídrica, propiedad nacional y derechos de agua en México: una lectura histórico-jurídica crítica. *Revista de la Facultad de Derecho de México*, 70(278), 937-964. <http://dx.doi.org/10.22201/fder.24488933e.2020.278-2.76477>

- Jujnovsky, J., Ramos, A., Caro-Borrero, A., Mazari-Hiriart, M., Maass, M. y Almeida-Leñero, L. (2017). Water assessment in a peri-urban watershed in Mexico City: A focus on an ecosystem services approach. *Ecosystem Services*, 24, 91-100. <https://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.02.005>
- Karpouzoglou, T. y Vij, S. (2017). Waterscape: a perspective for understanding the contested geography of water. *WIREs Water*, 4(3), e1210. <https://doi.org/10.1002/wat2.1210>
- Kebede Leta, M., Adugna Demissie, T. y Tränckner, J. (2021). Modeling and prediction of land use land cover change dynamics based on land change modeler (LCM) in Nashe watershed, upper Blue Nile Basin, Ethiopia. *Sustainability*, 13(7), 3740. <https://doi.org/10.3390/su13073740>
- Kliskey, A., Abatzoglou, J., Alessa, L., Kolden, A., Hoekema, D., Moore, B., Gilmore, S. y Austin, G. (2019). Planning for Idaho's waterscapes: A review of historical drivers and outlook for the next 50 years. *Environmental Science & Policy*, 94, 191-201. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.01.009>
- Lemaire, G., Rasmussen, J., Höss, S., Kramer, S., Schittich, A., Zhou, Y., Köppl, C., Traunspurger, W., Bjerg, P. y McKnight, U. (2022). Land use contribution to spatiotemporal stream water and ecological quality: Implications for water resources management in peri-urban catchments. *Ecological Indicators*, 143, 109360. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109360>
- Li, Ch., Sun, G., Caldwell, P., Cohen, E., Fang, Y., Zhang, Y., Oudin, L., Sánchez, G. y Meentemeyer, R. (2020). Impacts of urbanization on watershed water balances across the conterminous United States. *Water Resources Research*, 56(7), e2019WR026574. <https://doi.org/10.1029/2019WR026574>
- López-Mares, L., Lozano de Poo, J., Torre-Silva, F., Rodríguez-Santiago, J. y López-Fraga, J. (2019). El ciclo hidro-social de los ríos urbanos: Transformaciones al paisaje hídrico en San Luis Potosí, México. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(1), 45-69. <http://dx.doi.org/10.15359/rca.53-1.3>
- Luo, J., Zhao, T., Cao, L. y Biljecki, F. (2022). Water view imagery: Perception and evaluation of urban waterscape worldwide. *Ecological Indicators*, 145, 109615. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109615>

- Martner-Peyrelongue, C. (2020). Metamorfosis regional acelerada, articulación territorial y financiarización en una ciudad intermedia mexicana: el caso de Querétaro. *Territorios*, 43, 1-26. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.8285>
- Mitra, D. y Banerji, S. (2018). Urbanization and changing waterscapes: a case study of New Town, Kolkata, West Bengal, India. *Applied Geography*, 97, 109-118. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.04.012>
- Müller, J., Dame, J. y Nüsser, M. (2020). Urban mountain waterscapes: The transformation of hydro-social relations in the Trans-Himalayan Town Leh, Ladakh, India. *Water*, 12(6), 1698. <https://doi.org/10.3390/w12061698>
- Municipio de Querétaro. (2008). *Plan Parcial de Desarrollo Urbano para la Delegación Santa Rosa Jáuregui*. Gobierno del Estado de Querétaro/Municipio de Querétaro.
- Oreano-Hernández, D. y Hernández-Guerrero, J. (2022). Inundaciones por zonas funcionales en la subcuenca Santa Rosa Jáuregui, Querétaro, México. *Revista Geográfica de América Central*, 68(1), 238-264. <http://dx.doi.org/10.15359/rgac.68-1.9>
- Ramírez-Agudelo, N., Porcar Anento, R., Villares, M. y Roca, E. (2020). Nature-based solutions for water management in peri-urban areas: barriers and lessons learned from implementation experiences. *Sustainability*, 12(23), 9799. <https://shre.ink/MsUe>
- Romero Herrera, C. (2021). *El agua en la encrucijada de lo común: Análisis del manejo político cultural del agua en la Eco zona metropolitana de Querétaro* [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Querétaro]. México. <https://shre.ink/MsUJ>
- Rung-Jiun, Ch. (2016). Achieving successful river restoration in dense urban areas: Lessons from Taiwan. *Sustainability*, 8(11), 1159. <https://doi.org/10.3390/su8111159>
- Rusca, M. y Cleaver, F. (2022). Unpacking everyday urbanism: Practices and the making of (un)even urban waterscapes. *WIREs Water*, 9(2), e1581. <https://shre.ink/MsUb>
- Sarpong, K. A., Xu, W., Mensah-Akoto, J., Neequaye, J. K., Dazie, A. A. y Frimpong, O. (2020). Waterscape, State and Situation of China's water resources. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 8(10), 26-51. <https://shre.ink/MsUv>

- Secretaría de Gobierno de Querétaro. (2022). Ley que regula la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento del Estado de Querétaro y que deroga diversas disposiciones del Código Urbano del Estado de Querétaro. *Periódico La Sombra de Arteaga*. <https://shre.ink/MsUN>
- Secretaría de Gobierno de Querétaro. (2023). Ley que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones del Código Urbano del Estado de Querétaro. LXI Legislatura de Querétaro. <http://legislaturaqueretaro.gob.mx/codigos/>
- Sen, A., Unnikrishnan, H. y Nagendra, H. (2020). Imperilled waterscapes: the social-ecological transformation of lakes in Bengaluru. *Ecology, Economy and Society—the INSEE Journal*, 3(2), 125-134. <https://doi.org/10.37773/ees.v3i2.229>
- Valdovinos, J. y Romero, C. (2025). Los acueductos de Querétaro, México: patrimonio cultural del agua que normaliza la escasez provocada. *Agua y Territorio*, 25, 267-281. <https://doi.org/10.17561/at.25.8025>
- Vázquez García, V. (2020). Venta de tierras y transformación del waterscape en San Salvador Atenco, Estado de México. *Cuicuilco. Revista de Ciencias Antropológicas*, 27(77), 185-206. <https://shre.ink/MsUE>
- Wade, M., Julian, J., Jeffery, K. y Davidson, S. (2023). A participatory approach to assess social demand and value of urban waterscapes: A case study in San Marcos, Texas. *Land*, 12(6), 1137. <https://doi.org/10.3390/land12061137>
- Wang, H., Meijerink, S. y van der Krabben, E. (2020). Institutional design and performance of Markets for watershed ecosystem services: A systematic literature review. *Sustainability*, 12(16), 6382. <https://doi.org/10.3390/su12166382>
- Zeitoun, M., Eid-Sabbagh, K., Talhami, M. y Dajani, M. (2013). Hydro-hegemony in the Upper Jordan waterscape: control and use of the flows. *Water Alternatives*, 6(1), 86-106. <https://shre.ink/MsUi>

