

A topographic map of the Paso del Norte region, showing the border between the United States and Mexico. The map features a color gradient from green (low elevation) to brown (high elevation). Labels for 'New Mexico', 'Texas', and 'UNITED STATES' are visible. The map is partially obscured by a green vertical bar on the right side.

Agua en la región Paso del Norte (PdN): futuro y retos

Por Alfredo Granados Olivas (IIT-UACJ) y
Alexander *Sam* Fernald (NMWRR).

Introducción

El agua es el recurso natural más importante para la supervivencia del ser humano. Las diversas actividades que se desarrollan para alcanzar la calidad de vida en las sociedades están entorno a la disponibilidad de agua, tanto en calidad como en cantidad. Contar con suficiente agua de buena calidad es clave para que las sociedades prosperen y mejoren sus condiciones de vida. En México, la Ley de Aguas Nacionales (LAN) establece que el uso doméstico representa la primera prioridad en derecho de acceso al agua; esto es, antes de los usos agrícolas, industriales, mineros o ambientales, las personas tienen prioridad. Por otro lado, los datos proporcionados por las autoridades responsables de la administración del agua establecen que el país tiene una cobertura nacional promedio de suministro de agua potable para las comunidades de aproximadamente 92 %. Esto es, a nivel nacional, aproximadamente 9 de cada 10 personas tienen alguna forma de suministro de agua potable [1]. Sin embargo, las estimaciones futuras al respecto establecen que la disponibilidad se irá reduciendo conforme se vaya incrementando la demanda. Por ejemplo, se proyecta que del año 2000 al 2030, se reducirá la disponibilidad hasta en casi 1000 m³/hab/año [2].

Bajo este marco, el tema del agua toma su respectiva relevancia debido al futuro que se prevé en donde los modelos de predicción de cambio climático establecen que en la región Paso del Norte [PdN] (Cd. Juárez, Chih., -El Paso, Tx-Las Cruces NM) las lluvias serán escasas y las temperaturas se

pudieran incrementar substancialmente por encima de los promedios normales; aunado a esto, el incremento de las demandas por el recurso para cubrir las necesidades de una población en expansión se presentará en constante aumento debido a la tasa de crecimiento poblacional. Por otro lado, el Monitor de la Sequía (<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>) registra una sequía en expansión territorial continua en todo el país, acentuando las clasificaciones de “sequía severa” en el territorio de Chihuahua, sosteniéndose durante todo lo que va del año 2023. Esto presiona en las disponibilidades de agua superficial en las represas del Estado de Chihuahua y subterránea de los diferentes acuíferos de la región, generando conflicto y problemas sociales que son utilizados generalmente con fines políticos por encima de los intereses de lo social-ambiental-económico [3].

En este artículo, se estarán revisando datos concretos respecto a la disponibilidad de agua subterránea en la región PdN sustentados en publicaciones arbitradas y textos especializados en la temática, centrando el enfoque en documentar los datos con información actualizada para generar conocimiento general en la materia que ocupa este trabajo. Se darán antecedentes concretos específicamente en tres áreas: 1) gobernanza en los acuíferos transfronterizos en la región PdN; 2) estimación de volúmenes de almacenamiento de agua subterránea para los acuíferos transfronterizos del Bolsón del Hueco

(Valle de Juárez) y El Bolsón de Conejos-Médanos-La Mesilla; y finalmente, 3) las estrategias y retos que se tienen para el futuro del agua subterránea en PdN.

La gobernanza de los Acuíferos Transfronterizos de la Región PdN

Los recursos de agua subterránea en la frontera entre México y los Estados Unidos son binacionales por su naturaleza de formación hidrogeológica y la extensión geográfica del acomodo de sus acuíferos. Aún y cuando ha habido iniciativas puntuales al respecto del manejo de agua subterránea, ese único esfuerzo no se considera como un ejercicio extrapolable hacia las otras regiones transfronterizas en donde se ubican los 36 acuíferos compartidos

entre México y los Estados Unidos quedando pendiente la agenda de un tratado internacional de agua subterránea entre México y los Estados Unidos [4,5]. En el caso particular de la distribución, acomodo de los acuíferos que almacenan el agua subterránea en la región PdN y su administración, es conocido y ha sido documentado ampliamente que la meta de la gobernanza binacional del agua subterránea implica complejos acuerdos diplomáticos para su administración, manejo y explotación que, a la fecha del presente trabajo, no se tienen acordados a nivel de gobierno central entre los dos países

debido a la falta de caracterización física de su extensión territorial y de su volumetría [6,7]. En el caso de la extensión geoespacial subterránea de los paquetes sedimentarios que componen los acuíferos en la región PdN, su distribución entre los dos países en donde se pueden observar “trasvasando” el límite geopolítico entre los dos países se presenta en la Figura # 1.

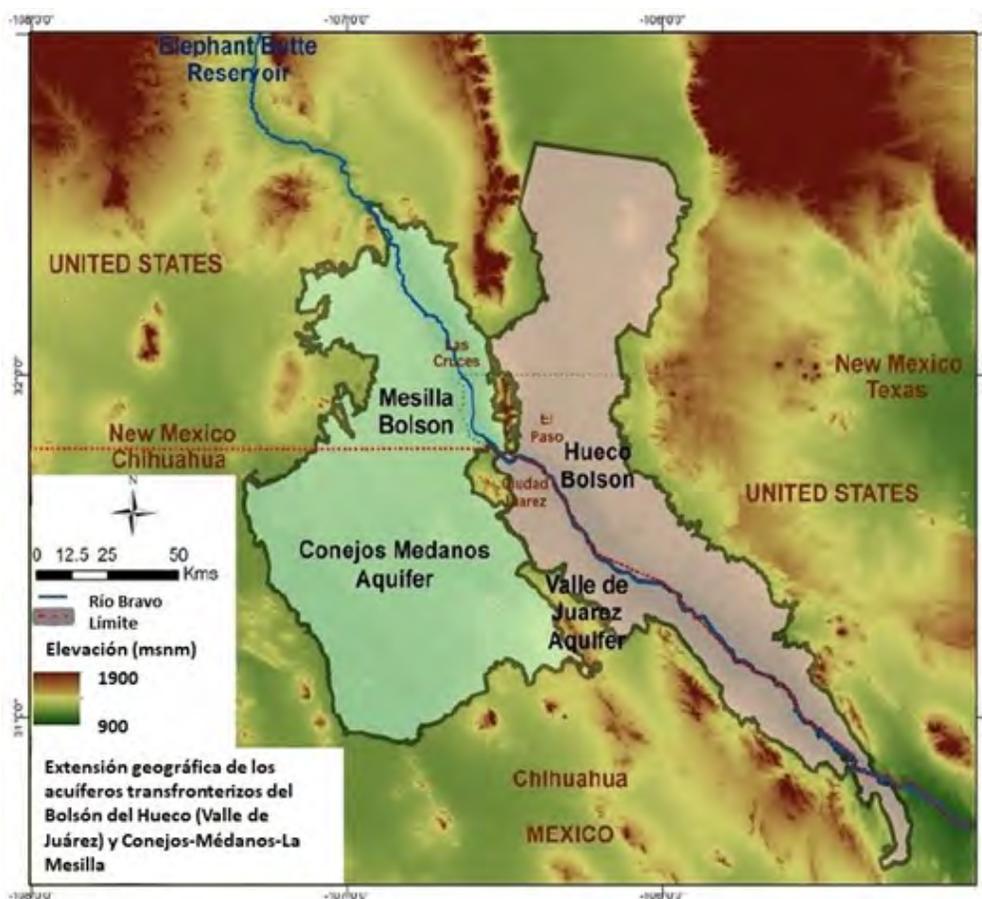


Figura # 1 Extensión geográfica de los acuíferos transfronterizos en el área de estudio [12].

Volumetría y distribución de agua subterránea en la Región PdN

La profundidad y extensión tridimensional de los acuíferos de la región PdN es ampliamente conocida y los volúmenes de agua disponible en ellos también ha sido documentada. De igual manera, se ha datado el tiempo de residencia (edad del agua) en los acuíferos y se ha medido su equilibrio (balance hídrico) entre lo que se extrae de ellos y lo que recarga por efecto de las lluvias de la región, el riego agrícola o las fugas en el sistema de distribución de agua potable. Por ejemplo, se ha documentado a través de medios de exploración geofísica la profundidad de los acuíferos del Bolsón del Hueco (Valle de Juárez) reportando un “doble” paquete sedimentario conocido como “acuífero somero” con poco más de 70 m de espesor; seguido de capas intercaladas de material permeable y semipermeable con más de 3 000 m de profundidad al basamento (roca sólida impermeable) conocido como acuífero semi-confinado [8]. Por otro lado, se ha reportado en el acuífero de Conejos-Médanos-La Mesilla grandes volúmenes de agua, los que pudieran llegar a ser potencialmente recuperables con calidades que varían de agua dulce a ligeramente salobre (presencia de sal en el agua) y que ha sido estimada en 82 600 hectómetros cúbicos (hm³) en la parte estadounidense de la cuenca y 69 100 hectómetros cúbicos en su porción mexicana [1 hm³ = 1 000 000 m³] [9]. Sin embargo, también se conoce que en la región PdN y en este acuífero en particular, la recarga por efecto de la precipitación y riego es prácticamente nula indicando que el agua subterránea en este acuífero no es reciente y que se recargó hace miles de años cuando el clima era más húmedo [10].

Estrategias y retos para la sustentabilidad de acuíferos en la región PdN

Los retos para la sustentabilidad hídrica de los acuíferos en la región PdN son enormes y de grandes complejidades. Por un lado, tenemos la distribución geográfico-espacial de los acuíferos en cuestión, con la particularidad de ser transfronterizos en su origen y formación lo que implica la necesidad de acuerdos bilaterales que no siempre son fáciles de conciliar. En segundo término, se tienen los marcos jurídicos que gobiernan dichos recursos en cada uno de los países en donde; por el lado mexicano, se cuenta con una ley que gobierna las estructuras administrativas para lograr la sustentabilidad del recurso (LAN) en donde el empoderamiento social se distribuye en base a los consejos de cuenca que están representados por todos los usuarios del recurso que se localizan dentro de la cuenca. Por ejemplo, para el caso de la región PdN, el Consejo de Cuenca Río Bravo (<https://www.cuencariobravo.org/>), es la autoridad civil responsable de lograr los acuerdos entre las partes para el buen uso de los recursos de agua (ambos, subterránea y superficial). En su contraparte, en la sección estadounidense para lograr la administración del agua (ambos, subterránea y superficial) los acuerdos se rigen por marcos legales estatales que se disputan en lo particular para la utilidad del recurso. Esto trae como consecuencia largos procesos de conciliación entre las partes para llegar a

consensos en los procedimientos para administrar sus recursos de agua.

Otro reto clave para ambos territorios, es la necesidad de infraestructura sanitaria para el cuidado de la calidad del agua y para conciliar acuerdos binacionales holísticos en donde se discutan estrategias en conjunto a través de talleres informativos y colaborativos en donde se contienden las estrategias y se analizan los datos de la situación actual del recurso. Por ejemplo, Mayer y otros colaboradores [11], realizaron un ejercicio de empoderamiento social binacional llamado “Juegos Serios”, los cuales aplicaron técnicas de colaboración participativa empática para “ponerse en los zapatos” de las contrapartes. En este ejercicio encontraron que las partes representativas de ambos países estuvieron de acuerdo en que el escenario de “seguir haciendo lo mismo” con respecto al uso del agua, no era sustentable. Aún, sin embargo, cuando se trató el tema de quien debería de reducir sus extracciones del acuífero para ayudar en la preservación del recurso no renovable, no se logró consenso entre las partes pues ninguna de las agencias participantes y los representativos comunitarios de ambos países estuvieron dispuestos a reducir el volumen comprometido para sus respectivas comunidades.

Estos talleres demostraron que las comunidades están conscientes de la importancia del recurso de agua subterránea; sin embargo, se requiere de una continuidad de concientización hacia las sociedades de ambos países para ir informando y educando a la ciudadanía para avanzar en la agenda de la sustentabilidad hídrica binacional.

Conclusión

En este artículo se revisó el tema de los acuíferos transfronterizos que se localizan en la región PdN. En esta región, la disponibilidad de agua subterránea es clave para el desarrollo social, económico y ambiental pues es el recurso inmediato que se encuentra con posibilidades de ser aprovechado de manera sustentable considerándose más importantes y por encima de las prioridades que pudieran tener las represas que almacenan agua superficial y que existen localizadas en territorio estadounidense, las cuales están sujetas a diversos acuerdos binacionales para su usufructo y además con serios impactos por la recurrencia del cambio climático en la región. De igual forma, se ha demostrado que la disponibilidad de volumetría en los acuíferos binacionales son considerablemente grandes y que con un manejo sanitario adecuado y con la tecnología apropiada, éstas aguas ligeramente salobres que se encuentran a mayores profundidades (>450 m) pudieran ser aprovechadas si se logran consensos para generar e invertir en la infraestructura hidráulica apropiada para la potabilización (por ejemplo, desalinización, tecnología que actualmente se encuentra ya funcionando en la Ciudad de El Paso, Texas en los Estados Unidos).

De igual manera, se explicó en este artículo la

importancia del empoderamiento social basado en ciencia e información fiable que producen las universidades locales y regionales en ambos países, pues producen datos de relevante importancia para reducir y eliminar el síndrome del “mapa en blanco”. Este fenómeno de carencia de información hacia ambos lados de la frontera en donde los datos de un lado de los límites territoriales del país por lo general no eran compartidos a las contrapartes produciendo este “síndrome” en donde en la línea divisoria geopolítica de ambos países, solo se mostraban los mapas en blanco de ambas partes de la vecindad territorial, esto es, los mapas mexicanos de disponibilidad, no incluían información del lado norte de la imagen, y viceversa, los mapas estadounidenses no contaban con la información del lado mexicano.

Como reflexión final podemos comentar que, es de relevante importancia seguir el ejercicio democrático de la socialización de la información técnica basada en la mejor ciencia posible y explicada de manera sencilla y sin tecnicismos que pudieran confundir a la audiencia. De esta forma, las decisiones consensadas permitirán la gobernanza del recurso contribuyendo con la autoridad para tomar acciones clave para la sustentabilidad del recurso, en donde los acuerdos se socialicen reduciendo o eliminando el autoritarismo que pudiera en su momento presentarse al imponer alguna acción o peor

aún, forzar alguna decisión centralista en donde no se anticipe el acuerdo con la sociedad en su conjunto.

En este artículo, se estarán revisando datos concretos respecto a la disponibilidad de agua subterránea en la región PdN sustentados en publicaciones arbitradas y textos especializados en la temática, centrando el enfoque en documentar los datos con información actualizada para generar conocimiento general en la materia que ocupa este trabajo. Se darán antecedentes concretos específicamente en tres áreas: 1) gobernanza en los acuíferos transfronterizos en la región PdN; 2) estimación de volúmenes de almacenamiento de agua subterránea para los acuíferos transfronterizos del Bolsón del Hueco (Valle de Juárez) y El Bolsón de Conejos-Médanos-La Mesilla; y finalmente, 3) las estrategias y retos que se tienen para el futuro del agua subterránea en PdN.

Referencias Bibliográficas:

- [1] CNA, "Estadísticas del Agua en México. Edición 2018," Comisión Nacional del Agua, [En línea]. Disponible en: www.gob.mx/conagua, 2018.
- [2] V. H. Esquivel, "Análisis del crecimiento urbano de Ciudad Juárez, Chihuahua, México: repercusiones sobre la demanda, disponibilidad hídrica y abatimiento del acuífero," Tesis Doctoral, DEU 2023, IADA Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 2023.
- [3] A. Granados Olivas et al., "Gobernanza en la cuenca transfronteriza del río Bravo y el tratado de 1944. Análisis de la situación en el río Conchos: datos, hidrometría y estrategias," en *Los recursos hidrológicos en cuencas transfronterizas entre México y Estados Unidos: El Paso del Norte y la gobernanza binacional del agua*, México: Universidad Autónoma de Chihuahua: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 2022, pp. 324, ISBN: 978-607-536.
- [4] F. Arreguín, M. López-Pérez y R. Galván, "Acuíferos transfronterizos en México: análisis normativo hacia una estrategia de manejo," *Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. 9, no. 2, pp. 01-38, 2018, doi: <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2018-02-01>.
- [5] A. Granados-Olivas, B. Creel, E. Sánchez-Flores, J. Chavez, y J. Hawley, "Thirty years of groundwater evolution: Challenges and opportunities for binational planning and sustainable management of the transboundary Paso del Norte watersheds," en *The US-Mexican border environment: Progress and challenges for sustainability*, E. Lee y P. Ganster, pp. 201-217, SCERP Monograph Series no. 16, San Diego State University Press, San Diego, 2012.
- [6] A. E. P. Atkins y A. G. Fernald, "Advancing Transboundary Groundwater Resiliency Research through Systems Science," en *Los recursos hidrológicos en cuencas transfronterizas entre México y Estados Unidos: El Paso del Norte y la gobernanza binacional del agua*, A. Granados Olivas, Ed. Universidad Autónoma de Chihuahua: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 2022.
- [7] J. W. Hawley y A. Granados-Olivas, "Progress report on development of an annotated bibliography for transboundary aquifer systems of the Besilla basin- El Paso del Norte region, New Mexico, Texas and Chihuahua," *GSA Abstracts with Programs*, ISSN: 0016-7592, 2012.
- [8] A. Leos Rodríguez, "Modelo conceptual geohidrológico del Bolsón del Hueco en Cd. Juárez," Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental y Ecosistemas, DICA-IIT-UACJ, Cd. Juárez, Chih., México, 2004.
- [9] A. J. Robertson, A.-M. Matherne, J. D. Pepin, A. B. Ritchie, D. S. Sweetkind, A. P. Teeple, A. Granados-Olivas, A. C. García-Vásquez, K. C. Carroll, E. H. Fuchs, et al., "Mesilla/Conejos-Médanos Basin: U.S.-Mexico Transboundary Water Resources," *Water*, vol. 14, p. 134, 2022, doi: <https://doi.org/10.3390/w14020134>.
- [10] A. C. Garcia-Vasquez, A. Granados-Olivas, Z. Samani, y A. Fernald, "Investigation of the Origin of Hueco Bolson and Mesilla Basin Aquifers (US and Mexico) with Isotopic Data Analysis," *Water*, vol. 14, p. 526, 2022, doi: <https://doi.org/10.3390/w14040526>.
- [11] A. Mayer, J. Heyman, A. Granados-Olivas, W. Hargrove, M. Sanderson, E. Martinez, A. Vazquez-Galvez, L. C. Alatorre-Cejudo, "Investigating Management of Transboundary Waters through Cooperation: A Serious Games Case Study of the Hueco Bolson Aquifer in Chihuahua, Mexico and Texas, United States," *Water*, vol. 13, no. 15, p. 2001, 2021, [Online]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/w13152001>, pp. 1-17.
- [12] A. Mayer, J. Heyman, A. Granados-Olivas, D. Pennington, W. Hargrove, L. A. Garnica Chavira, S. Mubako, S. Saúl-Solís, L. Alatorre-Cejudo, H. Rojas-Villalobos, A. Pinales-Munguía, "Colaboración científica transfronteriza en investigación sobre seguridad hídrica: un estudio de caso sobre la frontera México-Estados Unidos," en *Los recursos hidrológicos en cuencas transfronterizas entre México y Estados Unidos: El Paso del Norte y la gobernanza binacional del agua*, México: Universidad Autónoma de Chihuahua: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 2022, pp. 324, ISBN: 978-607-536-1.