

Estrategias para mitigar el estrés hídrico y alejar la amenaza inminente del día cero en la Ciudad de México: hacia un futuro sostenible

Rojacques Mompremier *, Héctor Hugo León-Santiesteban, Jersain Gómez-Núñez y Jorge Ramírez-Muñoz

Departamento de Energía, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, CDMX, México.

* Autor de correspondencia: rojacques@azc.uam.mx, Tel.: +52 5564132213

Artículo de divulgación científica

Recibido: 15 de septiembre de 2024

Aceptado: 8 de noviembre de 2024

Publicado: 19 de noviembre de 2024

DOI: <https://doi.org/10.56845/terys.v3i1.187>

Resumen: La Ciudad de México (CDMX) atraviesa actualmente una situación crítica en cuanto al abastecimiento de agua potable. En los últimos años, la población en diversas alcaldías de la capital ha enfrentado dificultades para contar con suficiente suministro de este recurso vital para cubrir sus necesidades, lo cual ha generado un estrés hídrico. Sin embargo, en los últimos años, se ha mencionado un nuevo concepto denominado "día cero", que señala la posibilidad de que la CDMX se quede sin agua para abastecer a la población. En este artículo se presentan los resultados de una encuesta realizada para recopilar propuestas con la finalidad de mejorar la gestión del agua en la capital del país. También se ofrecen sugerencias para la detección y reparación de fugas en la red de distribución, así como en los hogares. Estas iniciativas son fundamentales para abordar la problemática del suministro de agua en una ciudad tan densamente poblada como la CDMX.

Palabras clave: Día cero, red de distribución, estrés hídrico, Ciudad de México.

Introducción

El agua desempeña un papel fundamental en el funcionamiento y desarrollo de un país. Su importancia se extiende a diversas áreas y aspectos que afectan tanto a los ciudadanos como al entorno urbano en general. El suministro de agua potable es esencial para la supervivencia y el bienestar de los habitantes de un país y esencial para el funcionamiento eficiente de una ciudad en aspectos que abarcan desde la salud y la higiene hasta la economía y el medio ambiente. La Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) clasifica los usos del agua en dos categorías principales: el uso consuntivo y el uso no consuntivo. El uso consuntivo se refiere a la cantidad de agua que se extrae y no regresa al sistema del que fue tomada en su forma original. Este tipo de consumo se observa principalmente en actividades como agricultura, abastecimiento público, industria autoabastecida y generación de energía eléctrica, mientras que el uso no consuntivo es la utilización de agua que permite su devolución al sistema hídrico en condiciones similares a las originales, sin una reducción significativa en su volumen o calidad. Este tipo de uso es común en actividades como la generación de energía hidroeléctrica (CONAGUA, 2021). Cada país puede explotar anualmente una cantidad máxima de agua sin afectar su ecosistema, y esta cantidad renovable de agua proviene de la precipitación pluvial, siendo denominada "agua renovable" (CONAGUA, 2021).

La gestión responsable del agua se vuelve crucial para garantizar un desarrollo urbano sostenible y mejorar la calidad de vida de los habitantes. Para fines de administración y preservación de las aguas nacionales, a partir de 1997, el territorio nacional se ha dividido en trece Regiones Hidrológico-Administrativas (RHA), las cuales están formadas por agrupaciones de cuencas, consideradas las unidades básicas de gestión de los recursos hídricos. Los límites de las RHA respetan los municipales para facilitar la integración de la información socioeconómica (CONAGUA 2021).

Grado de presión sobre los recursos hídricos en México

El grado de presión sobre los recursos hídricos (GPRH) mide el porcentaje del agua renovable disponible que es destinada a los usos consuntivos. Desde 2020, México presentó un grado de presión del 19.7%, clasificado como bajo. Sin embargo, las regiones centrales, norte y noroeste albergan el 77% de la población y disponen del 33% del suministro de agua, experimentando un nivel significativamente alto de presión. En contraste, el sureste cuenta con un menor porcentaje de población (23%), pero posee un mayor porcentaje de agua disponible (67%) (CONAGUA, 2021). Los detalles de este indicador para cada una de las RHA se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Grado de presión sobre el recurso hídrico en México (año 2020)

Número de RHA	RHA	Volumen de agua concesionado (hm ³ /año)	Agua renovable (hm ³ /año)	Grado de presión (%)	Clasificación del grado de presión
I	Península de Baja California	4,462	4,960	90.0	Alto
II	Noroeste	6,871	8,275	83.0	Alto
III	Pacífico Norte	10,712	26,630	40.2	Alto
IV	Balsas	11,264	23,446	48.0	Alto
V	Pacífico Sur	1,704	31,310	5.4	Sin estrés
VI	Rio Bravo	9,713	13,045	74.5	Alto
VII	Cuencas Contrales del Norte	3,775	4,667	80.9	Alto
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	16,085	35,247	45.6	Alto
IX	Golfo Norte	6,303	28,695	22.0	Medio
X	Golfo Centro	6,419	95,022	6.8	Sin estrés
XI	Frontera Sur	2,658	158,021	1.7	Sin estrés
XII	Península de Yucatán	5,178	28,878	17.9	Bajo
XIII	Aguas del Valle de México	4,403	3,444	127.8	Muy alto
Total		89,548	461,640	19.4	Bajo

Elaborado con base en CONAGUA (Estadística del Agua 2021)

Siete RHA de México (I, II, III, IV, VI, VII y VIII) presentan un grado de presión elevado, mientras que las regiones IX y XII muestran niveles medio y bajo, respectivamente. Las regiones V, X y XI, en cambio, tienen un grado de presión nulo. No obstante, es importante señalar que la región XII, experimenta actualmente un grado de presión muy elevado. De acuerdo a los datos concentrados en la Tabla 1, la CDMX, que pertenece a la RHA de XIII, tiene un grado de presión muy alto lo que genera un estrés hídrico considerable. En una condición de muy alto estrés hídrico, la demanda de agua excede la disponibilidad del recurso, lo que puede conducir a problemas de escasez y afectar negativamente a los ecosistemas y a las comunidades. En la CDMX, hay varios factores que favorecen el estrés hídrico, por ejemplo, el acelerado crecimiento poblacional, urbano e industrial. El desarrollo urbano sin una planificación adecuada es otro factor que intensifica el estrés hídrico en la CDMX. En la Figura 1 se puede observar el crecimiento poblacional paulatino en la CDMX desde 1895 hasta el 2020, además de los valores promedio de la tasa de crecimiento poblacional anual.

Históricamente, la población de la Zona Metropolitana de la CDMX ha aumentado con los años, sin embargo, las fuentes principales de abastecimiento de agua, como el Sistema Cutzamala, responsable del 33% del suministro de agua en el Valle de México, han experimentado niveles de almacenamiento por debajo del

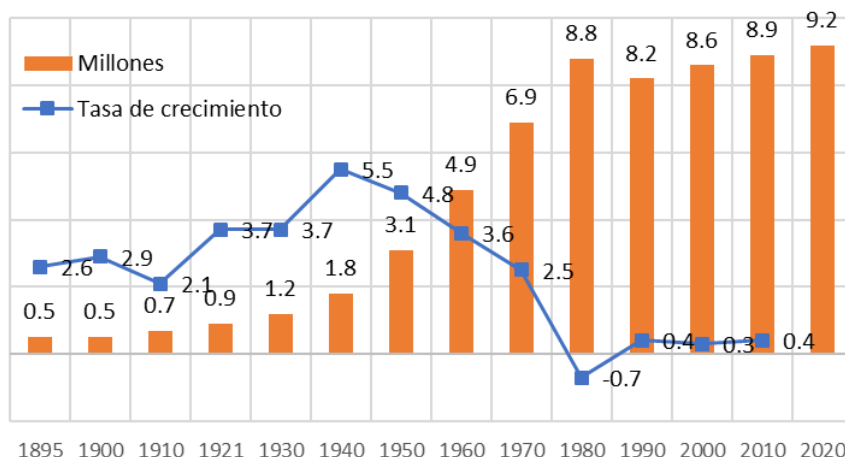


Figura 1. Población total y tasa de crecimiento promedio anual de la CDMX (1895-2020) (INEGI, 2020)

promedio histórico. Este fenómeno representa el nivel más bajo de su historia según el informe semanal del Comité Técnico de Operación de Obras Hidráulicas (CTOOH) de la CONAGUA. Además, el problema de sobreexplotación de acuíferos también ha contribuido notablemente al estrés hídrico de la CDMX.

El "día cero" de la Ciudad de México

El término "día cero" se utiliza para describir el momento en el cual una ciudad, país o región alcanzará un nivel crítico de escasez de agua, al punto de no contar con suficiente suministro para satisfacer las necesidades básicas de la población. En ese día, las autoridades podrán verse obligadas a implementar restricciones significativas en el suministro de agua, lo que impactaría directamente en la vida cotidiana de las personas. El concepto de "día cero" destaca la urgencia de abordar y gestionar de manera sostenible los recursos hídricos para prevenir una crisis hídrica severa. En vista de la situación crítica que enfrenta actualmente la CDMX, es imperativo tomar medidas para mitigar el estrés hídrico en la capital del país.

Con la finalidad de identificar propuestas destinadas a mitigar el estrés hídrico y postergar la llegada del "día cero" para la CDMX, se llevó a cabo una encuesta con alumnos de la licenciatura en Ingeniería Civil que cursaron las Unidades de Enseñanza y Aprendizaje "Aprovechamientos Hidráulicos" y "Sistemas de Alcantarillado" durante el 2023 en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

Desarrollo

La metodología del estudio se basó en formular propuestas para evitar la eventualidad del "día cero" en la CDMX. Las propuestas se clasificaron en tres categorías: Mantenimiento y Reparación de la red de distribución de la CDMX, Desarrollo de Tecnología e Infraestructura, y Educación y Concientización Social.

De acuerdo con el total de propuestas formuladas, el 49% de ellas establecen que el estrés hídrico de la CDMX puede reducirse al educar y concientizar a la población capitalina acerca del uso responsable de los recursos hídricos disponibles. En cambio, el 51% de las propuestas siguen que el desabasto de agua en la CDMX tiene que resolverse a través del mejoramiento de la infraestructura de la red de distribución, aplicando tecnologías de vanguardia para la captación, limpieza y reúso del agua, además de un oportuno mantenimiento y reparación de la obra civil establecida actualmente para la distribución de agua potable y agua residual (Figura 2).

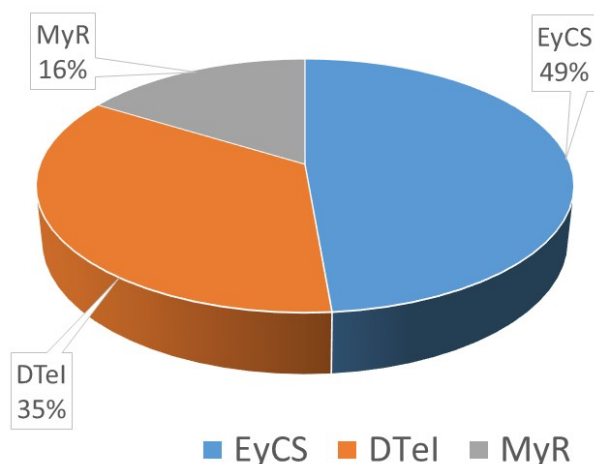


Figura 2. Clasificación de las estrategias propuesta por estudiantes de Ingeniería Civil para reducir el estrés hídrico de la CDMX. Mantenimiento y Reparación (MyR); Desarrollo de Tecnología e Infraestructura (DTel); Educación y Concientización Social (EyCS).

A partir de la frecuencia de mención de palabras o conceptos relacionados con las estrategias para la disminución del estrés hídrico de la CDMX reportados por los estudiantes se desarrolló una nube de palabras. Las palabras o conceptos mencionados con mayor frecuencia en las propuestas presentan un mayor tamaño de fuente en la nube (Figura 3).

De acuerdo a los resultados obtenidos en la nube de palabras, las cuatro propuestas más recurrentes para disminuir el estrés hídrico de la CDMX, y por lo tanto prolongar la llegada del "día cero", son las siguientes:

1. Captación de agua de lluvia
2. Mantenimiento y reparación de la red de agua potable
3. Ahorro de agua en los hogares
4. Educación y Concientización de la población



Figura 3. Nubes de palabras para identificar propuestas claves para alejar la amenaza del día cero en la CDMX

1. Captación de agua de lluvia

La captación de lluvia mediante el almacenamiento y el consumo de agua para diferentes configuraciones de un conjunto de edificios donde todos los edificios recopilan, almacenan y utilizan el agua captada de lluvia es una estrategia clave para promover la gestión sostenible del agua, mitigar impactos ambientales y construir comunidades más resistentes frente a los desafíos relacionados con el suministro de agua (Gómez-Núñez et al. 2022). Con este método se puede disminuir la dependencia de fuentes convencionales de agua, lo que puede resultar en ahorros económicos a largo plazo para hogares, empresas y comunidades. Implementar sistemas de captación de lluvia en la CDMX también puede contribuir a la sostenibilidad ambiental ante posibles eventos climáticos extremos. Finalmente, la captación de agua de lluvia para usos no potables, como riego y limpieza, se reduciría la demanda de agua potable, optimizando este recurso para consumos más específicos.

2. Mantenimiento y reparación de la red de distribución de la CDMX

Es preocupante que, según expertos y autoridades capitalinas, alrededor del 40% del agua potable en la CDMX se pierda debido a fugas (López-Guerrero, 2022). Este nivel de pérdida no solo representa un derroche significativo de un recurso vital, sino que también destaca la necesidad crítica de mejorar y mantener la infraestructura de distribución de agua para evitar tales desperdicios. La gestión eficiente del agua se vuelve esencial para garantizar la disponibilidad sostenible de este recurso en una zona tan densamente poblada. A continuación, se presentan algunos métodos comunes para detectar fugas en redes de agua:

- Control de medidores de agua:
Monitorear el medidor de agua durante un período de tiempo en el que no se esté utilizando agua en la propiedad. Si el medidor sigue registrando consumo, es probable que haya una fuga.
- Inspección visual:
Buscar signos visibles de fugas, como charcos de agua inesperados, césped más verde o húmedo en ciertas áreas, o parches de suelo húmedo.
- Pruebas acústicas:
Utilizar un equipo de escucha de fugas para identificar sonidos de agua subterránea. Este método es efectivo para detectar fugas no visibles. Se escuchan sonidos anómalos utilizando equipos sensibles al sonido.
- Trazadores químicos:
Introducir trazadores químicos no tóxicos en el sistema de agua. Estos trazadores se pueden detectar en la superficie del suelo o en otras áreas donde haya una fuga.
- Cámaras termográficas:
Utilizar cámaras termográficas para detectar cambios de temperatura en la superficie del suelo. Las fugas de agua pueden afectar la temperatura del suelo, y esto puede ser captado por la cámara.
- Análisis de presión:

Controlar la presión del agua en diferentes puntos de la red. Una caída inesperada de la presión puede indicar la presencia de una fuga.

- Inspección con drones:
Usar drones equipados con cámaras y sensores para realizar inspecciones aéreas de las tuberías y buscar signos de fugas.
- Sistema de monitoreo continuo:
Implementar sistemas de monitoreo continuo que utilizan sensores para detectar cambios en el flujo de agua y alertar sobre posibles fugas.
- Pruebas de presión nocturnas:
Cerrar todas las salidas de agua antes de la noche y mide la presión. Si hay una disminución durante la noche, podría indicar una fuga.
- Reparación de las fugas en redes de distribución de agua potable:
La reparación de fugas en las redes de agua potable puede variar en complejidad, dependiendo de la magnitud y la ubicación de la fuga. La elección del método de reparación estará condicionada por la naturaleza de la fuga y el tipo de material de la tubería afectada. En muchos casos, la opción más práctica y eficiente implica el reemplazo de las secciones dañadas de las tuberías, entre otras posibles soluciones.

Es importante utilizar una combinación de estos métodos para aumentar la precisión en la detección de fugas en redes de agua potable. Además, contar con profesionales especializados en detección de fugas puede ser fundamental para realizar inspecciones más avanzadas y solucionar problemas de manera eficiente.

3. Ahorrar de agua en los hogares

Ahorrar agua en casa es esencial para conservar este recurso vital y reducir costos asociados con el consumo de agua. A continuación, se presentan algunas sugerencias para ahorrar agua en el hogar:

- Reparar fugas:
Reparar de inmediato cualquier fuga en grifos, cañerías o inodoros. Las fugas pueden desperdiciar grandes cantidades de agua.
- Instalar dispositivos de bajo flujo:
Utilizar grifos y cabezales de ducha de bajo flujo para reducir el consumo de agua sin sacrificar la presión.
- Inodoro de doble descarga:
Considerar la posibilidad de instalar inodoros de doble descarga, que permiten elegir entre una descarga completa y una parcial según la necesidad.
- Cerrar el grifo mientras no se use:
Cerrar el grifo mientras te cepillas los dientes, lavas los platos, te enjabonas las manos, etc. Esto puede ahorrar una cantidad significativa de agua.
- Lavadora eficiente:
Utilizar una lavadora de carga frontal y asegúrate de lavar cargas completas para maximizar la eficiencia del agua.
- Optimizar el riego del jardín:
Regar el jardín temprano en la mañana o al anochecer para evitar la evaporación rápida del agua. Utilizar sistemas de riego eficientes, como el riego por goteo.
- Cubrir piscinas y jacuzzis:
Cubrir piscinas y jacuzzis cuando no estén en uso para reducir la evaporación y la necesidad de rellenar con agua con frecuencia.
- Reemplazar electrodomésticos antiguos:
Considerar reemplazar electrodomésticos antiguos, como lavavajillas y lavadoras, con modelos más eficientes en términos de consumo de agua.

4. Educación y concientización

La educación y concientización relacionada con el uso del agua son fundamentales para promover prácticas sostenibles y responsables en su gestión. El agua es un recurso vital, y su uso eficiente es esencial para garantizar la disponibilidad a largo plazo y mantener la salud de los ecosistemas acuáticos. La educación y concientización de una población tan variada social, cultural y económicamente como la de la CDMX puede mejorarse tomando encuentra los siguientes puntos:

- Involucrar a la comunidad en programas de voluntariado para la conservación y limpieza de cuerpos de agua locales.
- Lanzar campañas a nivel local para sensibilizar a la población sobre la importancia de conservar el agua y los impactos positivos que pueden tener las acciones individuales y colectivas.
- Involucrar a la iniciativa privada en campañas de sensibilización donde se demuestre, en palabras y con acciones, el compromiso social de la industria para optimizar el uso del agua, minimizando la generación de residuos.
- Involucrar al gobierno en el desarrollo de políticas públicas en torno al agua es fundamental, especialmente considerando las ideas expuestas en el artículo. La participación gubernamental permite no solo regular y monitorear el uso del agua, sino también implementar y supervisar iniciativas que favorezcan una gestión sostenible del recurso en una ciudad tan poblada como Ciudad de México.

Aunque no se ha alcanzado ese nivel crítico, el riesgo es real debido a factores como el cambio climático, el crecimiento demográfico y las frecuentes sequías, que han reducido los niveles de agua en el sistema Cutzamala, una fuente clave para la ciudad.

Conclusiones

Este artículo muestra los resultados de una encuesta que busca proponer acciones para evitar la llegada del "día cero" a la CDMX. De las acciones propuestas las más destacadas fueron la educación y concientización, el aprovechamiento de agua de lluvia mediante colectores pluviales y su almacenamiento en tanques, así como la reparación de fugas en la red de distribución de la CDMX. La implementación de estas propuestas no solo contribuirá a evitar el "día cero" sino que también sentará las bases para un futuro sostenible, donde la gestión responsable del agua sea una prioridad constante. Estas propuestas pueden ser tomado en cuentas en otras ciudades de la República Mexicana como Monterrey, Guadalajara entre otras.

Bibliografía

- CONAGUA (2021). *Estadística del Agua en México*. <https://agua.org.mx/biblioteca/estadisticas-del-agua-en-mexico-2021-conagua/>.
- Gómez-Núñez, J., García-Martínez, M., Mompremier, R., González-Beltrán, B. A., & Barceló-Quintal, I. D. (2022). Methodology to Optimize Rainwater Tank-sizing and Cluster Configuration for a Group of Buildings. *Water Resources Management*. 36(13), 5191-5205, 2022.
- INEGI (2020). *Censo de Población en México*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/ResultCenso2020_CdMx.pdf.
- López-Guerrero F.M. (2022). *40 por ciento del agua de la CDMX se pierde en fugas*. UNAM GLOBAL REVISTA. https://unamglobal.unam.mx/global_revista/40-por-ciento-del-agua-de-la-cdmx-se-pierde-en-fugas/.