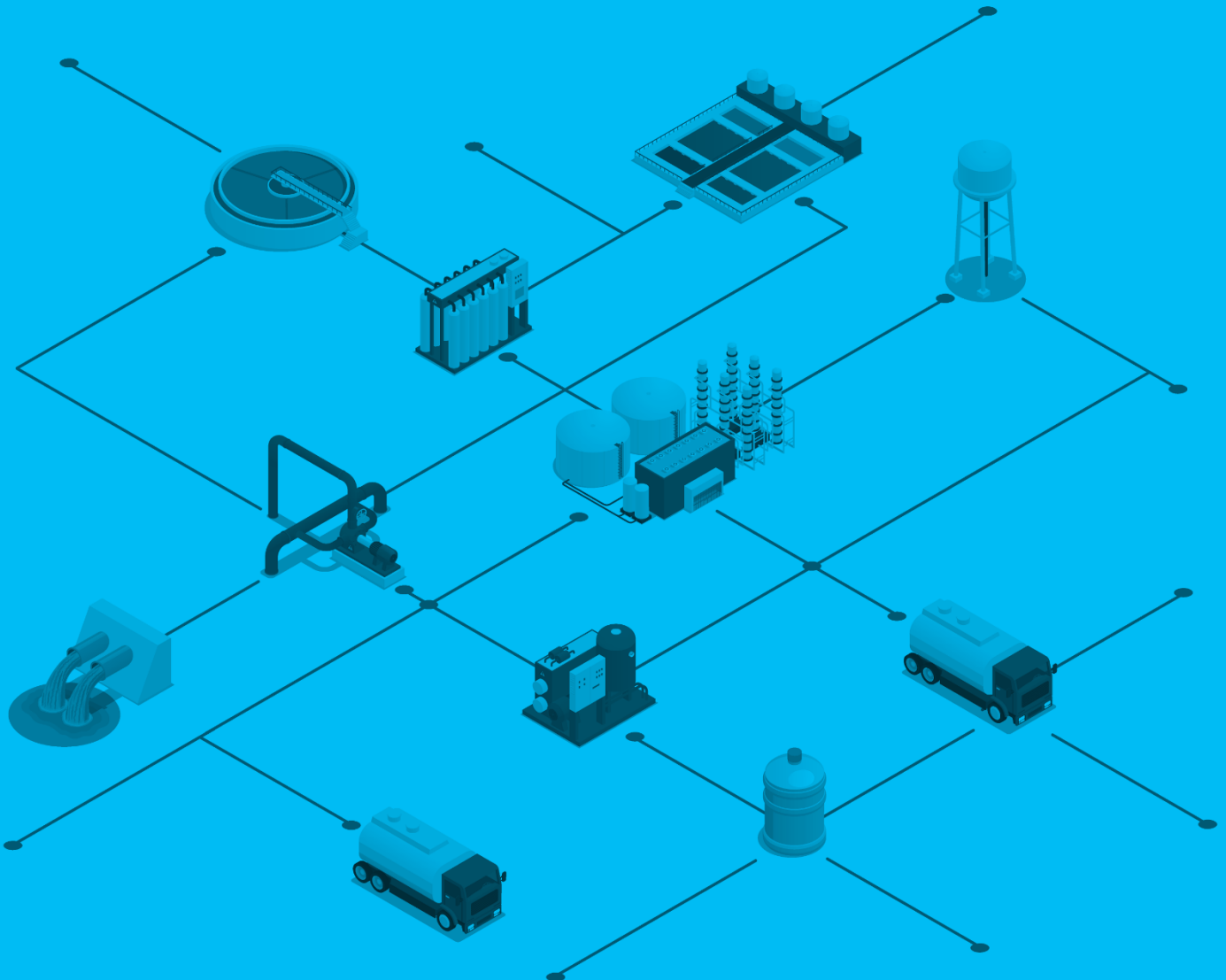


AGUAS EN MÉXICO, ¿ESCASEZ O MALA GESTIÓN?



Aguas en México: ¿escasez o mala gestión?

Resumen ejecutivo

El agua es necesaria para la subsistencia de todas las formas de vida, para el buen funcionamiento de los ecosistemas y para la obtención de recursos naturales. **Además, es un factor estratégico para el desarrollo económico**. Su correcta gestión es indispensable para garantizar un suministro de calidad, sostenible, ininterrumpido, que minimice pérdidas, y cuente con la capacidad de responder a los cambios de la oferta y demanda.

En términos generales, la gestión del agua se sustenta en un conjunto de políticas, atribuciones y responsabilidades mediante las cuales el Estado, los sectores económicos (principalmente agropecuario, industrial, y energético) y la sociedad en general deben promover coordinadamente el control y manejo de este recurso.

Durante las últimas décadas, la disponibilidad anual por habitante en México ha pasado de 10 mil metros cúbicos (m³) promedio en 1960, a 4 mil m³ en 2000 y 3.2 mil m³ en 2020. El deterioro y explotación de los cuerpos de agua, sumado al aumento de la población y al incremento de las sequías, provocará que para 2030, la disponibilidad en México descienda por debajo de los 3 mil m³ por habitante al año.

Un factor adicional que afecta la disponibilidad de recursos hídricos es el cambio climático. El incremento de la temperatura y la variación en las precipitaciones han afectado las principales cuencas hidrológicas del país, por lo que se requieren modelos basados en escenarios climáticos y la actualización de las regulaciones de las regiones hidrológicas más vulnerables para lidiar con estos efectos.

El norte y centro de México han sido las regiones más afectadas, donde **la temperatura media anual ha incrementado entre 1.2 y 2.4 °C de 2000 a 2020**.¹ Esto ha propiciado la variación de lluvias en el país y, con ello, la baja de la capacidad de las principales presas. El gobierno mexicano debe actualizar las políticas para la correcta gestión del agua con el objetivo de abastecer a la población mexicana, y para dar cumplimiento a los acuerdos transfronterizos que se tienen con Estados Unidos, Belice y Guatemala.

Ante este panorama, el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) desarrolló un diagnóstico sobre la problemática del agua en el país, con el objetivo de aportar una serie de propuestas de política pública que permitan transitar hacia una mejor y más eficiente gestión de los recursos hídricos, a través de las siguientes acciones:

- Evaluar y actualizar la delimitación de los acuíferos en que se encuentra dividido el país con criterios geofísicos en vez de geopolíticos.
- Actualización de los reglamentos municipales para un mejor cumplimiento de sus atribuciones con el objetivo de proveer a la población los servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales.
- Mejorar el monitoreo del uso del agua, principalmente en el sector ganadero y agricultor (actualmente no está basado en mediciones precisas, sino en estimaciones), con el objetivo de contar con datos e indicadores que permitan una más eficiente gestión del agua en el país.
- Desarrollo e implementación de proyectos dentro del sector ganadero, aprovechando la compra y venta de bonos de carbono² o bien financiamientos climáticos como el Fondo Verde

¹ Comisión Nacional del Agua CONAGUA 2021, temperatura promedio de 1985 a 2021.

² Un bono de carbono o crédito de compensación se genera en proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), impactando al lugar donde se aplica el proyecto con distintos co-beneficios.

del Clima (GCF por sus siglas en inglés), al tiempo que se mejora o se desarrolla infraestructura para la gestión del agua.

- Mejorar la planificación de la gestión del agua, principalmente en el norte del país, lo que requiere replantear lineamientos regulatorios a fin de dar cumplimiento al acuerdo transfronterizo con Estados Unidos y asegurar el abastecimiento público.
- Actualizar el marco regulatorio de los “Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación a la Sequía” (PMPMS), por cada Consejo de Cuenca de acuerdo con el aumento en cantidad e intensidad de las sequías.
- Fortalecer el componente de adaptación al cambio climático en materia de agua, de acuerdo con las problemáticas presentes en cada región del país.
- Invertir en modernización y conservación de infraestructura. México necesita mejorar su infraestructura hídrica para una gestión más eficiente, principalmente para atender el problema que representan las tomas clandestinas y fugas.

Contenido

Listado de siglas, acrónimos y abreviaturas	5
1. Introducción	6
2. El agua en el mundo	7
3. Población y agua en México	8
3.1. Crecimiento de las zonas metropolitanas del país	9
3.2. Regiones hidrológico-administrativas (RHA)	10
3.3. El ciclo del agua en México	12
4. ¿Dónde y cómo se consume el agua en México?	13
4.1. Agua por tipo de fuente	13
4.2. Usos consuntivos y no consuntivos	15
4.2.1. Energía hidroeléctrica (uso no consuntivo)	15
4.2.2. Uso por sectores (uso consuntivo)	16
5. ¿Cuál es la situación actual de los recursos hídricos en México?	18
5.1. Aguas superficiales	18
5.2. Aguas subterráneas	19
5.3. Precipitación	21
5.4. Sequías	22
6. Acuerdos transfronterizos	28
7. ¿A quién afecta la escasez de agua en México?	29
8. Conclusiones	31
9. IMCO propone	32
Referencias	34
Anexo I. Marco regulatorio del agua en México	37
Anexo II. Principales características de las 13 regiones hidrológico-administrativas	38
Anexo III. Principales presas por capacidad de almacenamiento	40

Listado de siglas, acrónimos y abreviaturas

°C	Grado centígrado
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAPO	Consejo Nacional de Población
hm ³	Hectómetros Cúbicos
IMCO	Instituto Mexicano para la Competitividad
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
Km	kilómetros
LAN	Ley de Aguas Nacionales
m ³	Metros Cúbicos
MSM	Monitor de Sequía en México
MW	Megawatt
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PMPMS	Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación a la Sequía
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
REPDA	Registro Público de Derechos de Agua
RHA	Regiones Hidrológico Administrativas
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
SINA	Sistema Nacional de Información del Agua
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

1. Introducción

El acceso al agua es un tema de seguridad nacional, un pilar de la política ambiental, y un factor clave en la política social y económica. Su disponibilidad condiciona las posibilidades de crecimiento y desarrollo del país y su calidad es factor determinante para la salud y bienestar de la población.

La demanda de agua en el mundo ha aumentado por un factor de seis en los últimos 100 años. En 2017, la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OCDE) concluyó que la demanda aumentaría un 55% a nivel mundial entre 2000 y 2050. Aún cuando el tema se ha centrado principalmente en las necesidades humanas, el agua también es necesaria para el funcionamiento de los ecosistemas. Sin el agua suficiente, estos se degradan, pierden su biodiversidad y con ello se afecta su funcionalidad y equilibrio.

El fenómeno del cambio climático es una de las principales preocupaciones, pues afecta el funcionamiento de dichos ecosistemas, aumenta la frecuencia e intensidad de las tormentas, inundaciones y sequías, y provoca variaciones en la disponibilidad del agua en el planeta. El volumen de agua para la población se ha visto afectado durante los últimos años: según el Informe Mundial de las Naciones Unidas (ONU) sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos señala que en 2050 la escasez de agua afectará a alrededor de la mitad de la población mundial, que vive en regiones con estrés hídrico.³

Además, **la contaminación puede agravar el problema de la escasez**, debido a que el agua de los cuerpos superficiales y subterráneos puede ser contaminada por las descargas de aguas residuales, sin tratamiento previo, tanto de aguas municipales, industriales, así como de zonas que practican actividades agrícolas y ganaderas.

Por su orografía y clima, México también es susceptible a la escasez de agua. Aunado a ello, el país ha enfrentado problemas de sequías por efectos del aumento de la temperatura, así como sobreexplotación de los mantos acuíferos, problemas en la red de distribución, contaminación, y falta de control sobre las concesiones (particularmente del sector agrícola).

La administración pública debe considerar las distintas características y desafíos que presenta actualmente el país en materia hídrica. **El uso de este recurso natural debe contar con regulación eficiente, gestión e inversión en infraestructura que garanticen el acceso y saneamiento de agua para consumo personal, doméstico, agrícola e industrial. Su uso debe ser equitativo y sostenible**, lo cual implica la participación coordinada del Gobierno Federal, las entidades federativas y la ciudadanía.⁴

Este documento tiene como objetivo ofrecer **un diagnóstico de la situación del agua en el país, para posteriormente hacer propuestas que abonen al desarrollo de lineamientos de política pública a nivel nacional que resuelvan los problemas actuales y prevean los riesgos futuros en la materia.**

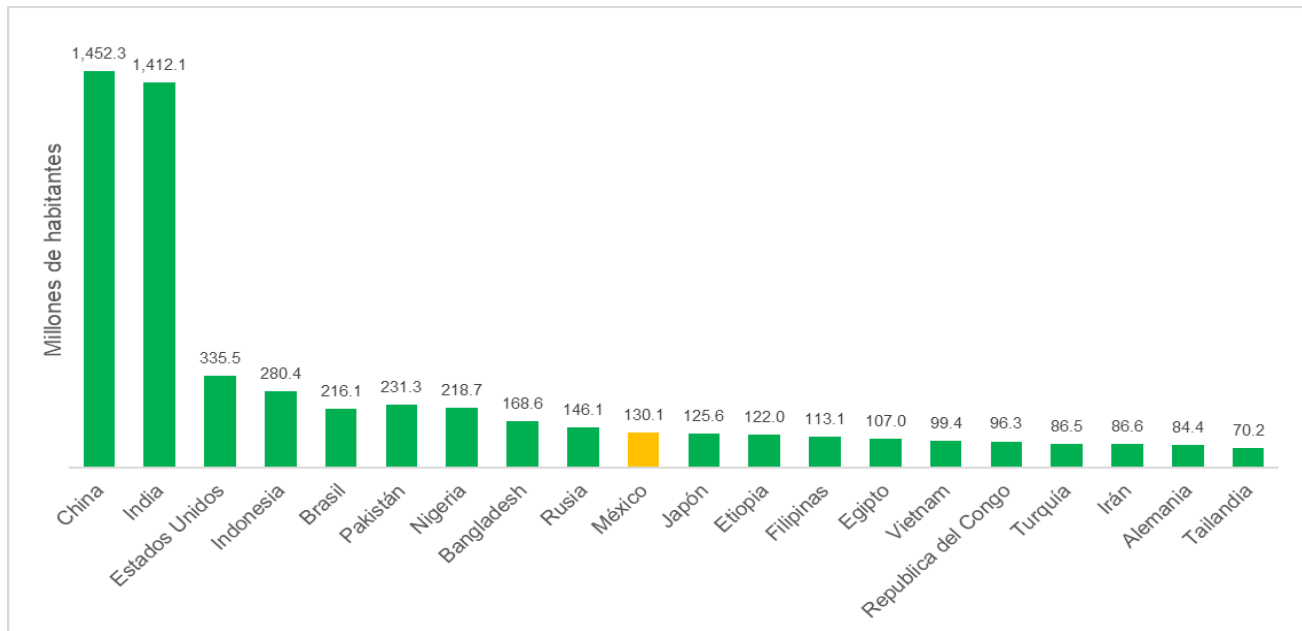
³ Regiones semiáridas, zonas interiores costeras y áreas montañosas en donde la demanda de agua es más alta que la cantidad disponible o donde su uso se ve restringido por contaminación.

⁴ Artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que establece: *“Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible...”*

2. El agua en el mundo

Entre 1950 y 2022 la población mundial incrementó de 2.6 mil millones a **8 mil millones de personas, y se estima que para 2050 llegue a 10 mil millones.**⁵ Actualmente, México es el décimo país más poblado en el mundo con 130.1 millones de habitantes (gráfica 1).

Gráfica 1. Países con mayor población en el mundo 2021 (millones de habitantes)



Fuente: Elaborado por el IMCO con información de la OCDE 2021, top 20 de los países más grandes del mundo por población.

Debido a este crecimiento demográfico, al crecimiento económico y al cambio en los patrones de consumo humano, el uso global de agua ha aumentado a un ritmo constante de 1% anual.⁶

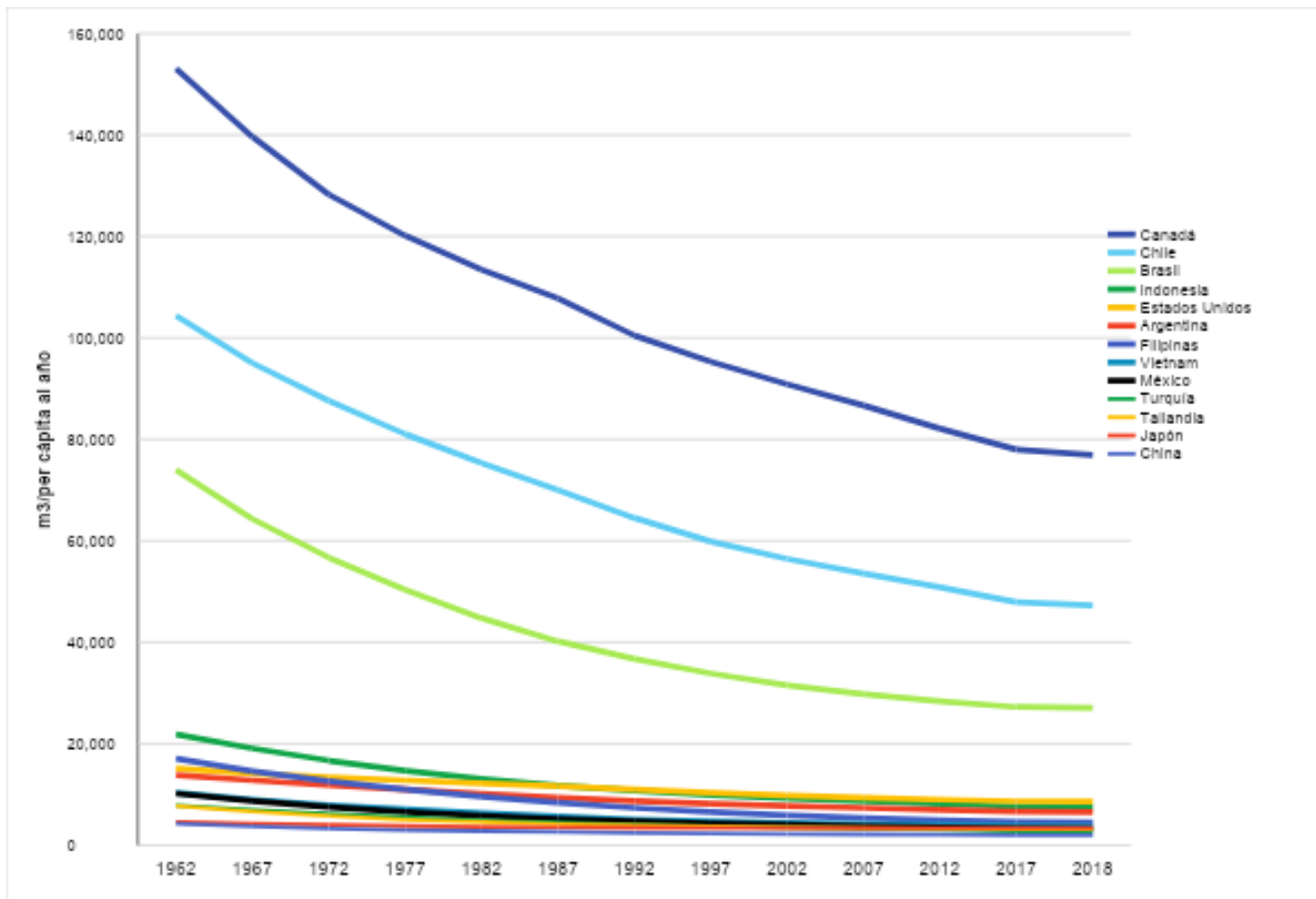
Los países más poblados del mundo han experimentado una disminución del agua disponible per cápita en las últimas décadas. **De acuerdo con datos del Banco Mundial**, en México el promedio de agua por persona ha pasado de **10 mil m³ en 1960, a 4 mil en 2000, y actualmente ronda los 3.2 mil m³**. Esta se encuentra por debajo de la disponibilidad de países como Estados Unidos (8.6 mil m³), Brasil (27 mil m³) y Chile (47 mil m³) (gráfica 2).⁷ Como consecuencia del deterioro de los cuerpos de agua, **se estima que para 2030 la disponibilidad en México descienda por debajo de los 3 mil m³ por habitante al año.**

⁵ United Nations, "World population to reach 8 billion on 15 November 2022", <https://www.un.org/en/desa/world-population-reach-8-billion-15-november-2022>, (Consultado el 21/11/2022).

⁶ UNESCO, Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2020: agua y cambio climático, <https://es.unesco.org/themes/water-security/wwap/wwdr/2020> (Consultado el 20/10/22).

⁷ Banco Mundial, Recursos de agua dulce internos renovables per cápita (metros cúbicos), [Recursos de agua dulce internos renovables per cápita \(metros cúbicos\) | Data \(bancomundial.org\)](https://datos.bancomundial.org/indicadores/SH.UW.SRVS.CV) (Consultado el 20/10/22).

Gráfica 2. Recursos de agua dulce internos renovables per cápita para los países más poblados de 1962 a 2018, metros cúbicos (m³)



Fuente: Elaborado por el IMCO con información del Banco Mundial. Recursos de agua dulce internos renovables per cápita (metros cúbicos).

3. Población y agua en México

Durante los últimos 70 años, la población en México se ha cuadruplicado; **79% de la población vive en localidades urbanas y 21% en rurales.**⁸

Es necesario considerar la distribución de la población y su economía por región para definir su asignación por tipo de uso; ya sea para el abastecimiento público⁹, para el sector agrícola, la industria, o para la generación de energía eléctrica.

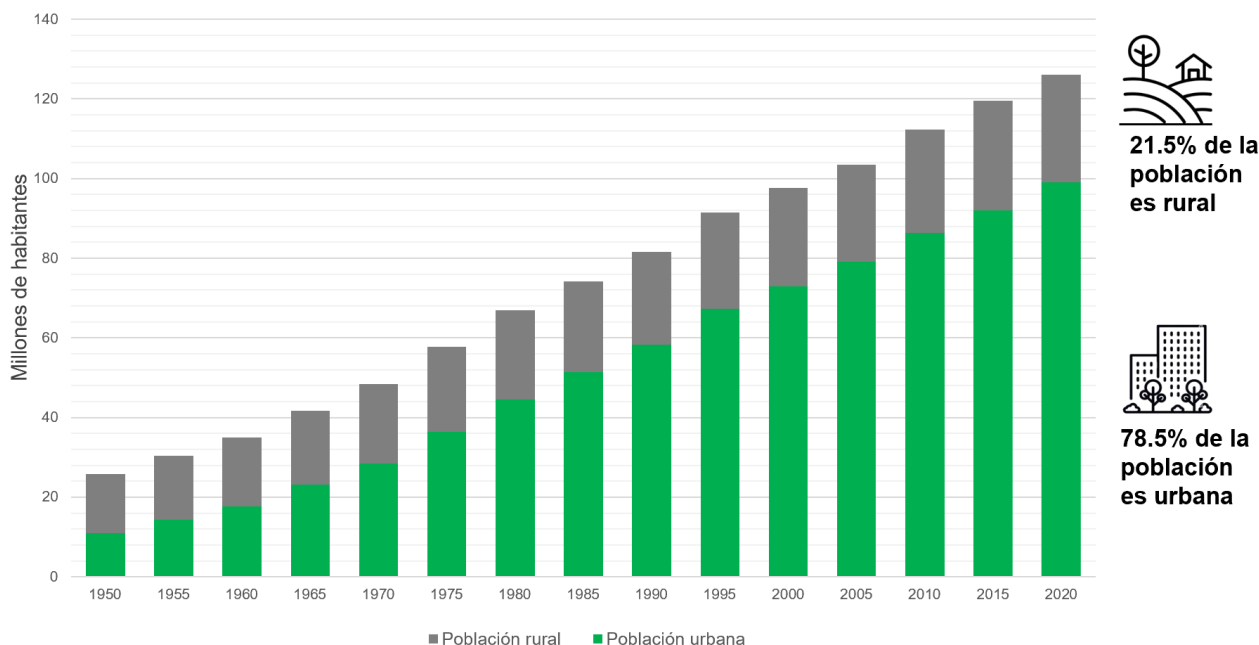
Las zonas metropolitanas cobran gran importancia al ser las regiones donde se da una actividad económica dinámica y creciente entre un grupo de municipios que interactúan entre sí. Además, es

⁸ INEGI, Población Rural y Urbana, https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P, (Consultado el 20/10/22).

⁹ Entrega de agua a través de redes de agua potable, tanto a usuarios domésticos como a industrias y servicios conectados a dichas redes.

donde se conglomerara la mancha urbana, lo que ayuda a identificar las regiones que son focos de interés en materia de aguas.

Gráfica 3. Evolución de la población urbana y rural en México de 1950 a 2020 (millones de habitantes)



Fuente: Elaborado por el IMCO con información de INEGI 2020. Censos y encuestas de población y vivienda 1950 a 2020 y encuesta intercensal 2020.

3.1. Crecimiento de las zonas metropolitanas del país

Las zonas metropolitanas se definen como el **conjunto de dos o más municipios donde se localiza una ciudad de 100 mil o más habitantes. Están altamente interrelacionados funcionalmente, pues las áreas urbanas y las actividades rebasan los límites físicos del municipio, por lo que existe un alto grado de integración socioeconómica.**¹⁰

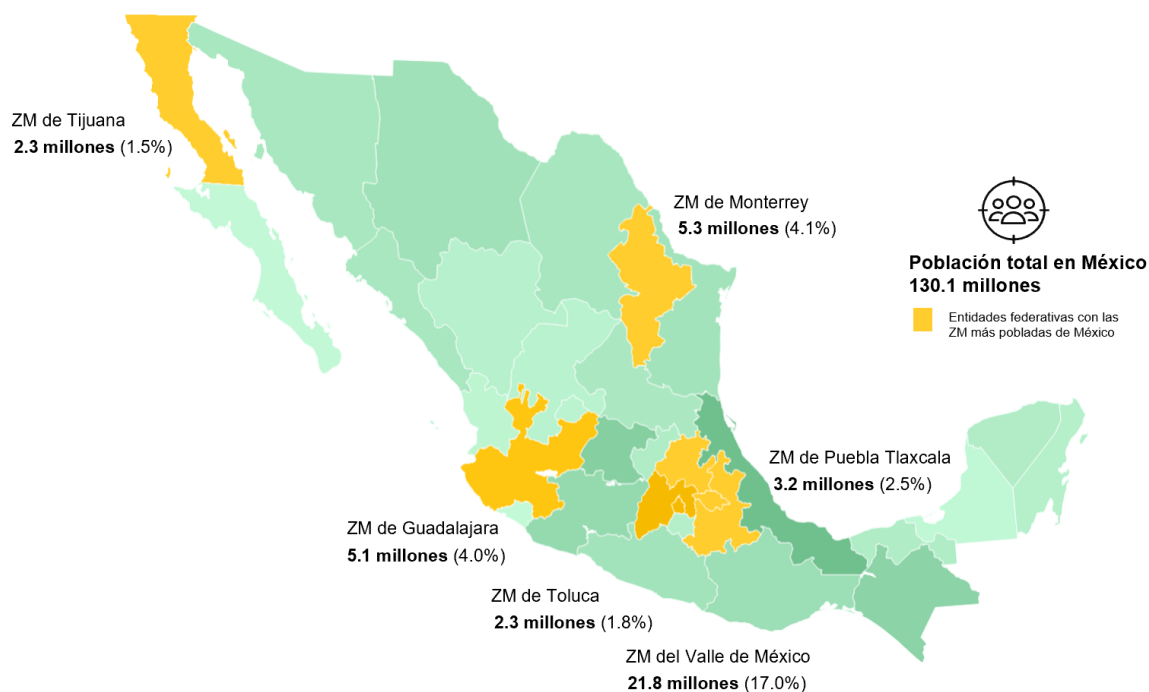
Las zonas metropolitanas con mayor número de habitantes en México son el Valle de México, la zona metropolitana de Monterrey y de Guadalajara, ciudades que han padecido de escasez de agua durante los últimos años.

Las **15 zonas metropolitanas más habitadas del país**¹¹ se ubican en la región norte y centro, y allí habita **41% de la población total de México.**

Tabla 1. Población de las principales Zonas Metropolitanas en México (millones de habitantes)

¹⁰ Definición determinada por el grupo interinstitucional encargado de delimitar las zonas metropolitanas de México, integrado por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), el Consejo Nacional de Población (CONAPO) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

¹¹ De acuerdo con el Consejo Nacional de Población (CONAPO) en total hay 79 zonas metropolitanas en México, estas agrupan a poco más del 60% de la población mexicana.



Fuente: Elaborado por el IMCO con información de CONAPO 2018 y de SEMARNAT 2020.

3.2. Regiones hidrológico-administrativas (RHA)

Mejorar la gestión del agua implica conocer con cuánta agua disponemos por tipo de fuente y por región, en qué situación se encuentran los cuerpos de agua, cuál es su ciclo en nuestro país y quiénes la usan más.

Las regiones hidrológico-administrativas (RHA) son agrupaciones geográficas definidas por criterios hidrológicos que obedecen a la división política municipal para la **administración e integración de la información socioeconómica**. Son consideradas **unidades básicas para la gestión de los recursos hídricos**, y su definición es una de las cuestiones centrales para la gestión adecuada del agua.

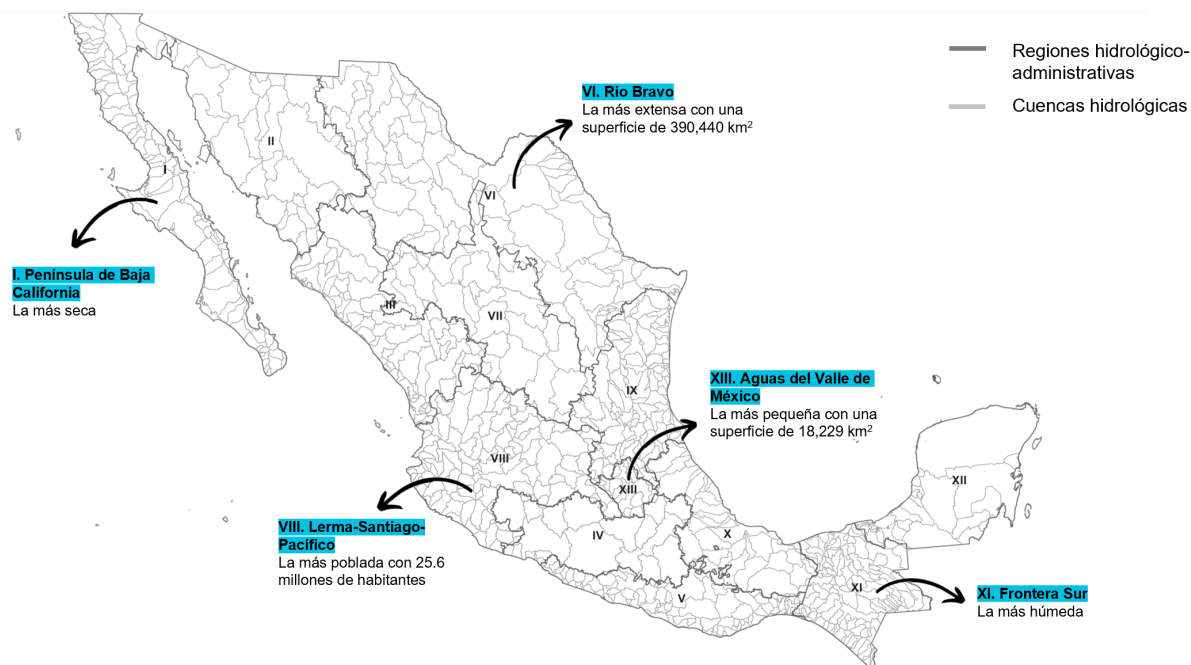
En México existen **13 RHA**, integradas por **37 regiones hidrológicas**. Estas últimas son porciones territoriales definidas en función de sus características orográficas¹² e hidrológicas, por lo que sus límites son distintos a la división política de estados y municipios.

A su vez, estas regiones están integradas por alrededor de **1,471 cuencas hidrográficas**, unidades territoriales definidas para una gestión integrada de los recursos hídricos, cada una con sistemas físicos y bióticos característicos de la cuenca.

En cada una de las **37 regiones hidrológicas** está contenida al menos una cuenca y, a su vez, no existe cuenca que esté en más de una región hidrológica.

Figura 1. Regiones hidrológico-administrativas y cuencas hidrológicas

¹² La orografía es parte de la geografía y se dedica a la descripción de montañas.



Fuente: Elaborado por el IMCO con información de CONAGUA 2022. Cuencas.

La RHA más extensa en el país corresponde a la del **Río Bravo**, con una superficie de **390 mil 440 km²**, en contraste con la de **Aguas del Valle de México**, cuya superficie es de **18 mil 229 km²**. Sin embargo, esta última es la **región más densamente poblada** y con la **menor disponibilidad de agua renovable¹³ anual con 150 m³/habitante**, que contrasta con la **región Frontera Sur**, la cual cuenta con **19 mil 078 m³/habitante**. Las RHA que se integran por un mayor número de municipios son **Golfo Centro con 432** y **Balsas con 420**.

Por su parte, **Lerma-Santiago-Pacífico es la región con mayor número de habitantes con 25.6 millones** y también es la que cuenta con mayor número de acuíferos, con **128**.

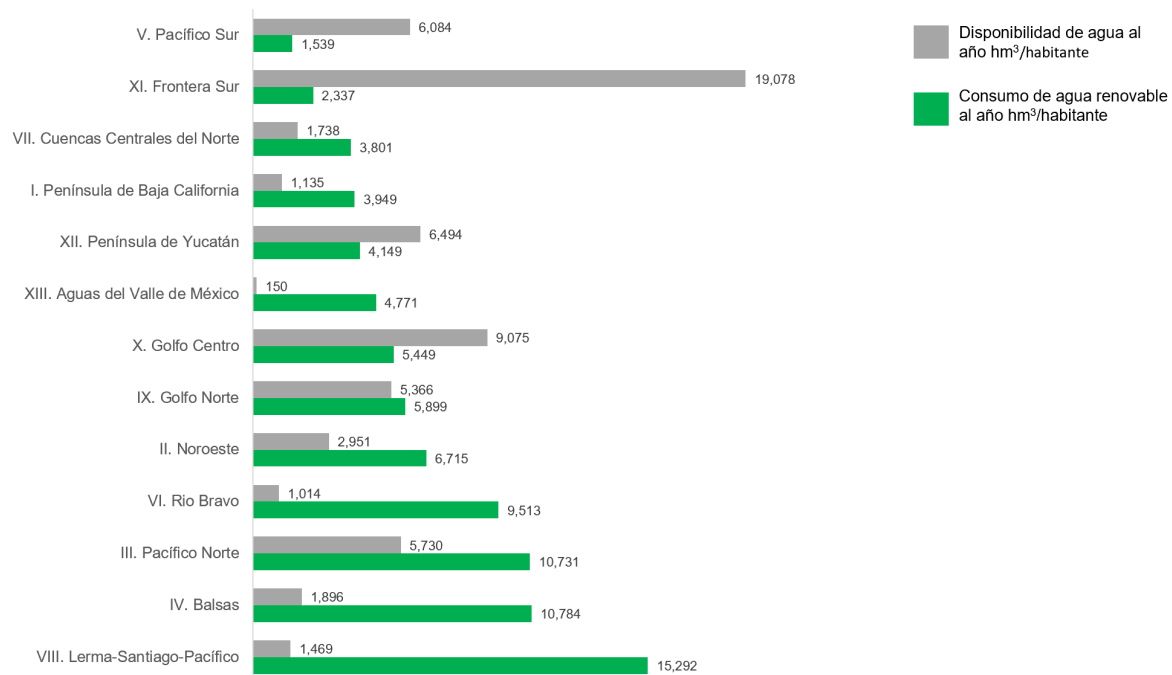
La RHA de la **Península de Yucatán es la más dependiente de las aguas subterráneas**. El 96.6% del agua consumida proviene de sus 4 acuíferos.

Por su parte, la RHA **Frontera Sur** es la más húmeda con una precipitación normal anual de **1,842 mm**, mientras que la **Península de Baja California es la más seca con solo 168 mm** de precipitación normal anual. El Anexo II de este documento presenta las principales características de las 13 RHA.

La gráfica 4 muestra la correlación entre la disponibilidad de agua anual por RHA y el consumo de agua per cápita. Las regiones **Lerma-Santiago-Pacífico, Balsas, Pacífico Norte, y Río Bravo** son las que **presentan un mayor consumo anual de agua**, sin embargo, también son las que cuentan con la **menor disponibilidad del recurso**. En total son **8 regiones** las que **presentan mayor consumo de agua que la disponible**. Estas se ubican en el norte y centro de México (en donde también reside la mayor parte de la población).

¹³ El agua renovable es la cantidad máxima de agua que es factible explotar anualmente en un país, sin alterar el ecosistema y que se renueva por medio de la lluvia.

Gráfica 4. Correlación entre la disponibilidad de agua y consumo anual por RHA



Fuente: Elaborado por el IMCO con información del CONAGUA, 2022. Cuencas.

3.3. El ciclo del agua en México

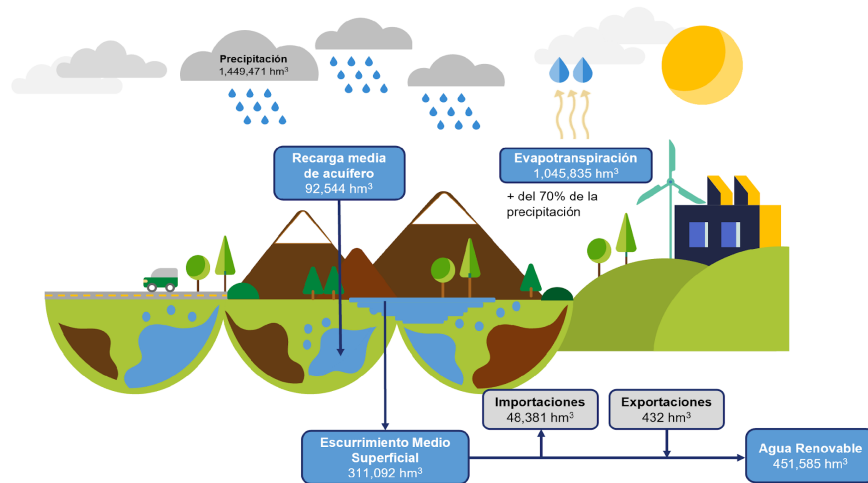
El agua está en perpetuo movimiento y cambio de estado, desde líquido, a vapor, a hielo, y viceversa. Además, el ciclo del agua incluye procesos termodinámicos y químicos vinculados con los seres vivos y a la vegetación que integran cada cuenca hidrográfica.¹⁴

Anualmente, México recibe **aproximadamente 1.5 millones hm^3 de agua en forma de precipitación**. 67% cae entre junio y septiembre, sobre todo en la región sur-sureste (Chiapas, Oaxaca, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz y Tabasco), **donde se precipita 50% total de la lluvia. Se estima que 72.5% se evapora y regresa a la atmósfera (este porcentaje puede variar dependiendo la temperatura anual del país), 21.2% escurre por ríos o arroyos, y 6.3% restante se infiltra al subsuelo de forma natural y recarga los acuíferos¹⁵ (como se muestra en la Figura 2).**

Figura 2. Media anual de los componentes del ciclo del agua en México 2018

¹⁴ Una cuenca hidrográfica es toda el área de terreno que contribuye al flujo de agua subterránea o superficial.

¹⁵ CNDH. Protección de ríos, lagos y acuíferos desde la perspectiva de los derechos humanos, Disponibilidad del agua, https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Informes/Especiales/ESTUDIO_RIOS_LAGOS_ACUIFEROS.pdf, (Consultado el 02/11/22).



Fuente: Elaborado por el IMCO con información de la CONAGUA, 2019. Valores medios anuales de los componentes del ciclo del agua en México, de 2016 a 2018.

El agua disponible para uso en las actividades diarias, para la producción de alimentos, la generación de energía eléctrica, entre otras actividades, es aquella que escurre por ríos o arroyos, se deposita en lagos o presas, y la que se infiltra hacia el subsuelo.

4. ¿Dónde y cómo se consume el agua en México?

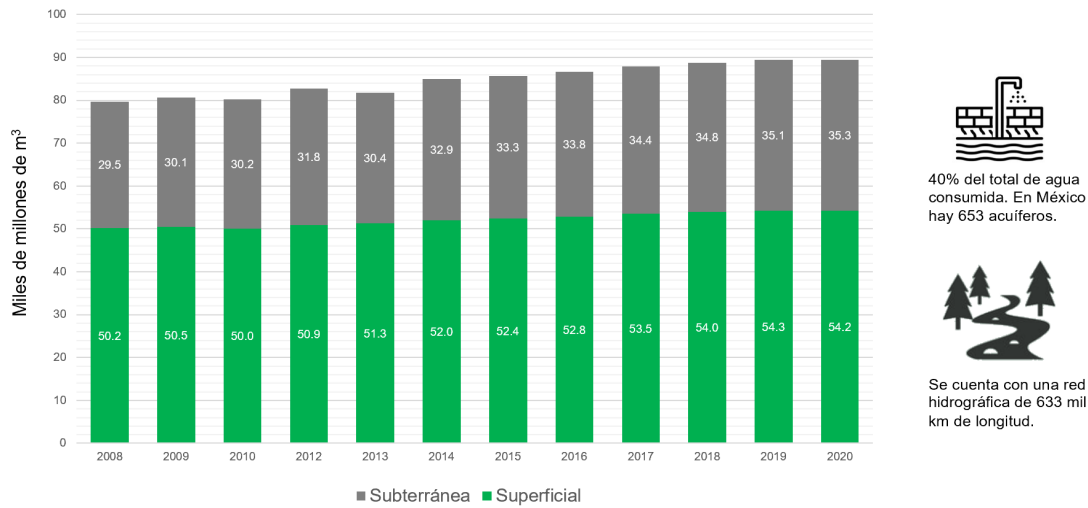
De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) una persona requiere de 100 litros de agua al día (5 o 6 cubetas grandes) para satisfacer sus necesidades básicas (tanto de consumo como de higiene). Sin embargo, en México, principalmente **en las regiones del centro del país el consumo promedio de agua por persona es de 380 litros de agua al día.**¹⁶

4.1. Agua por tipo de fuente

Al evaluar el volumen concesionado de agua por tipo de fuente, se observa que **la extracción subterránea aumentó 5.8 millones de m³ anuales de 2008 a 2020. Actualmente, 40% del agua proviene de los 653 acuíferos existentes en México (agua subterránea), y 60% proviene de las aguas superficiales (gráfica 5).**

Gráfica 5. Evolución del volumen concesionado para usos consuntivos por tipo de fuente (miles de millones de m³ por año) de 2008 a 2020

¹⁶ Día Mundial del Agua: ¿Cuánto cuesta en CDMX? y ¿Cuánta gasta una persona a diario?, <https://www.elfinanciero.com.mx/nacional/2022/03/22/dia-mundial-del-agua-cuanto-cuesta-en-cdmx-y-cuanta-hasta-una-persona-a-diario/> (Consultado el 22/11/22).



40% del total de agua consumida. En México hay 653 acuíferos.

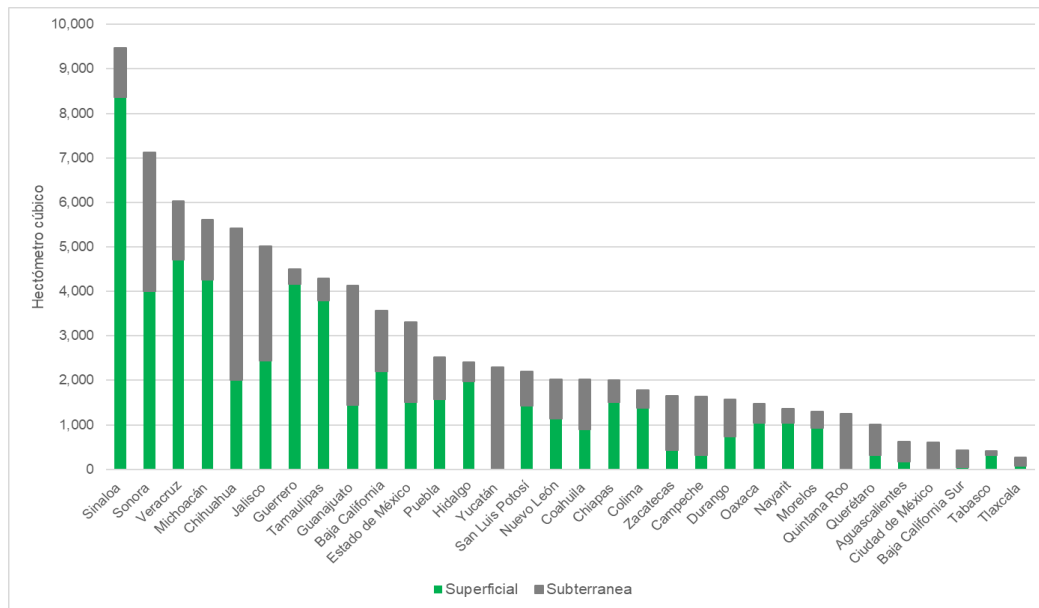
Se cuenta con una red hidrográfica de 633 mil km de longitud.

Fuente: Elaborado por el IMCO con información de la CONAGUA 2021. Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), volúmenes Inscritos.

Las entidades federativas con mayor volumen concesionado corresponden a Sinaloa, Sonora, Veracruz, Michoacán y Chihuahua; y las de menor volumen son Aguascalientes, Ciudad de México, Baja California Sur, Tabasco y Tlaxcala (gráfica 6).

Destacan ciertos municipios por su alto consumo de agua, en específico para actividades del sector agrícola. Estos son Ahome, El Fuerte, Guasave, y Culiacán en Sinaloa; Cajeme, Álamos, Navojoa, Etchojoa en Sonora; y Mexicali en Baja California.

Gráfica 6. Volumen concesionado por fuente y por entidad federativa 2020



Fuente: Elaborado por el IMCO con información de la CONAGUA 2021. Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) / Volúmenes Inscritos.

4.2. Usos consuntivos y no consuntivos

Los usos del agua, ya sea superficial o subterránea, se clasifican en dos grandes grupos, el **consuntivo -que se refiere al consumo de agua por parte de los diferentes sectores- y el no consuntivo -que involucra el uso de la energía motriz del agua para producir electricidad mediante las hidroeléctricas-**.

La autoridad responsable de la administración del agua en México es la CONAGUA, quien publica datos sobre el volumen concesionado por tipos de uso, tipo de fuente -superficial o subterránea- entidad federativa y región, entre otras clasificaciones. **Aún cuando estos son los datos oficiales, el volumen autorizado en una concesión no representa el volumen real de uso, ya que existen usos sin título de concesión¹⁷ que no logran ser estimados con exactitud, por lo que se dificulta la obtención de datos más precisos sobre el volumen real de uso. A pesar de esto, la información presente en los títulos de concesión permite hacer comparaciones entre sectores, usos y tipo de extracciones.¹⁸**

4.2.1. Energía hidroeléctrica (uso no consuntivo)

La energía hidroeléctrica se genera al transformar la fuerza del agua en electricidad. En México existen un total de 731 centrales hidroeléctricas¹⁹ destinadas a la generación de energía eléctrica -incluyendo mini y pequeñas centrales con menos de 10 MW de capacidad instalada-. Estas se encuentran distribuidas en 16 entidades federativas y **en conjunto suman una capacidad de 12 mil 614 MW²⁰ (14.6% de la capacidad total instalada en el país en 2021)²¹, y consumen un volumen de agua de alrededor de 134²² mil hm³.²³ Una vez que el agua ha generado dicha energía, es conducida al río de procedencia a través de un canal de desagüe sin haber sido contaminada y puede ser utilizada para otros usos.**

La capacidad instalada se concentra en las cuencas del Lerma Santiago, Grijalva y Balsas, siendo esta última la de mayor riesgo de disponibilidad de agua para la generación eléctrica. Destacan por su alta generación las centrales de La Angostura, Malpaso e Infiernillo (ver Anexo III).

¹⁷ Entre 2012 y 2018 la CONAGUA detectó 2,280 tomas clandestinas de agua en México. Es decir, pozos abiertos por usuarios individuales o empresas que extraen el líquido sin contar con los permisos correspondientes, contribuyendo a la sobreexplotación de los acuíferos. <https://agua.org.mx/tag/tomas-clandestinas/>, (Consultado el 22/11/22).

¹⁸ Agua.org, Visión general del agua en México, <https://agua.org.mx/cuanta-agua-tiene-mexico/>, (Consultado el 22/11/22).

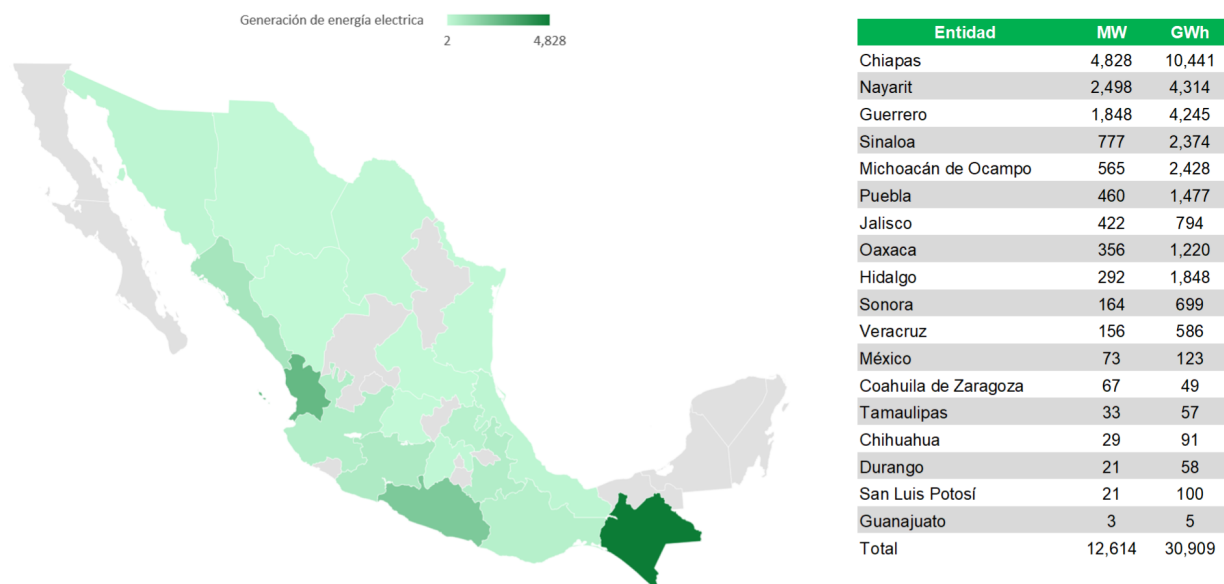
¹⁹ SENER, Datos sobre el parque de generación hidroeléctrico en México, <https://www.gob.mx>, (Consultado el 24/01/23).

²⁰ SENER, Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2022-2036, <https://www.altonivel.com.mx/wp-content/uploads/2022/06/PRODESEN-2022-2036.pdf> (Consultado el 28/11/22)

²¹ Capacidad instalada de la CFE y del resto de los permisionarios, al 31 de diciembre de 2021.

²² Dato de 2017 estimado por la CONAGUA.

²³ De acuerdo con la Prospectiva de Energías Renovables 2022-2036 de SENER el gobierno mexicano busca aumentar la capacidad instalada de energía hidroeléctrica en 434 MW hacia 2025.

Figura 2. Generación de energía por las presas hidroeléctricas del país, por Entidad Federativa


Fuente: Elaborado por el IMCO con información del IMTA, 2017. Generación de energía por las presas hidroeléctricas del país.

4.2.2. Uso por sectores (uso consuntivo)

El volumen de agua consumida por los distintos sectores en México es reportado a través del Registro Público de Derechos de Agua (REPGA). Sin embargo, no es posible identificar el consumo real, ya que no existe un control puntual sobre los títulos de concesión, sino únicamente estimaciones.

En 2020 el sector agropecuario reportó el mayor uso del agua con 76% del total concesionado para riego de cultivos y ganadería (gráfica 7). De acuerdo con el Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria de la Cámara de Diputados, en 2019 se otorgaron 332.9 mil títulos inscritos en el REPGA para uso agrícola. 373 corresponden a títulos otorgados a distritos de riego para la extracción de 25.9 mil hm³ de agua, es decir, que el 0.1% de los títulos representaron 38.3% del volumen total concesionado de agua para uso agrícola.

Por parte del sector ganadero, México carece de monitoreo y datos concretos sobre el consumo²⁴. La producción ganadera, especialmente en granjas industrializadas, requiere agua tanto para el consumo animal, como para limpieza de las unidades de producción, lavado de los animales, subproductos y eliminación de los desechos.

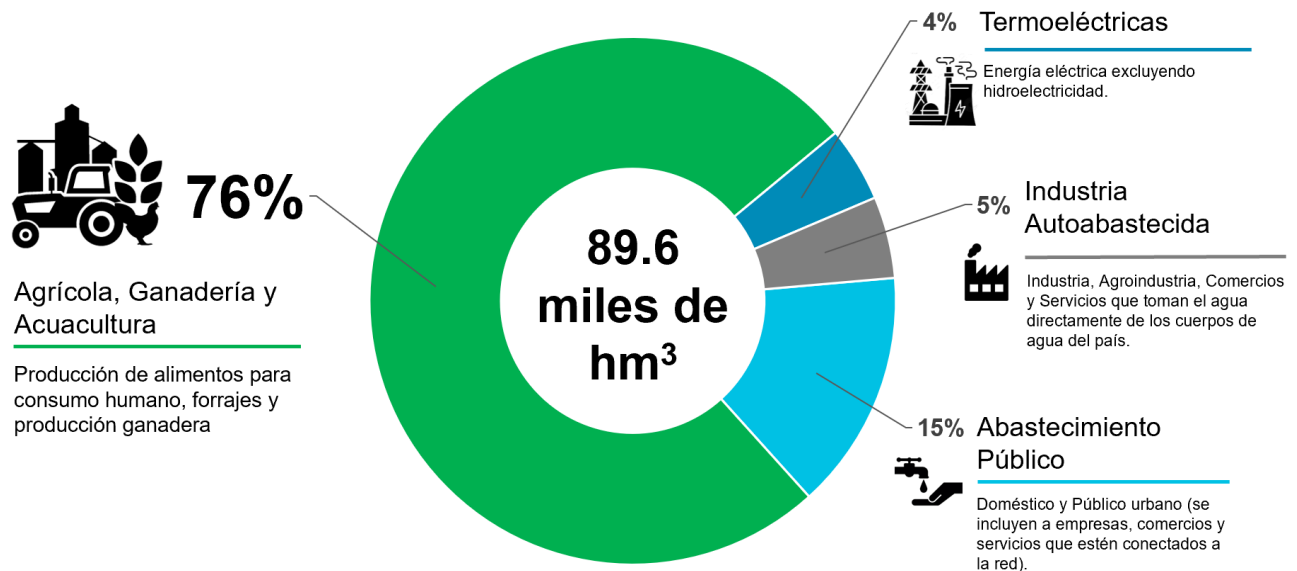
En segundo lugar, se encuentra el **abastecimiento público, con 15% del total concesionado**, el cual se distribuye a través de las redes de agua potable (tanto a domicilios, industrias y a otros usuarios que estén conectados a dichas redes).

²⁴ Estimaciones que señalan que el 66% del agua destinada al sector agropecuario es para uso exclusivo de la ganadería. Esto significa que la mitad del agua concesionada en México se destina únicamente a la ganadería. <https://igualdadanimal.mx/noticia/2019/03/22/dia-mundial-del-agua-la-ganaderia-secara-al-planeta/#:~:text=En%20M%C3%A9xico%20donde%20la%20industria,siendo%20este%20un%20derecho%20fundamental>. (Consultado el 28/11/22)

La participación de la industria autoabastecida -las empresas que toman el agua directamente de los ríos, arroyos, lagos y acuíferos del país- **representa 5% entre el volumen concesionado**.

Finalmente, la generación de energía eléctrica a partir de **centrales termoeléctricas representa el 4% del agua en títulos de concesión**. Esta se ocupa para los procesos de enfriamiento del vapor que sale de las turbinas. Una vez usada, esta agua regresa al cuerpo hídrico de donde fue extraída, generando contaminación térmica, ya que las centrales termoeléctricas impregnan el agua de enfriamiento con cloro, así como otras sustancias tóxicas que evitan el crecimiento de algas dentro de la infraestructura, y por ende, terminan contaminando los cuerpos de agua.²⁵

Gráfica 7. Distribución porcentual del agua concesionada por tipo de uso



Fuente: Elaborado por el IMCO con información del SINA, 2020. Distribución de volúmenes concesionados para uso consuntivo.

Uso por entidad federativa

Sinaloa es la entidad que mayor cantidad de agua consume por la actividades agrícolas y ganaderas que desarrolla (8.9 mil hm³); ocupa el tercer lugar a nivel nacional como productor agrícola²⁶ en especial por la producción de maíz grano y jitomate (gráfica 8).

Sonora es el segundo consumidor de agua, principalmente para la actividad ganadera (6.1 mil hm³), ya que genera 2.5 millones de unidades de ganado. En tercer lugar se encuentra Veracruz, que la emplea principalmente para la producción anual de 30 millones toneladas de productos agrícolas, en su mayor parte de caña de azúcar y naranja.

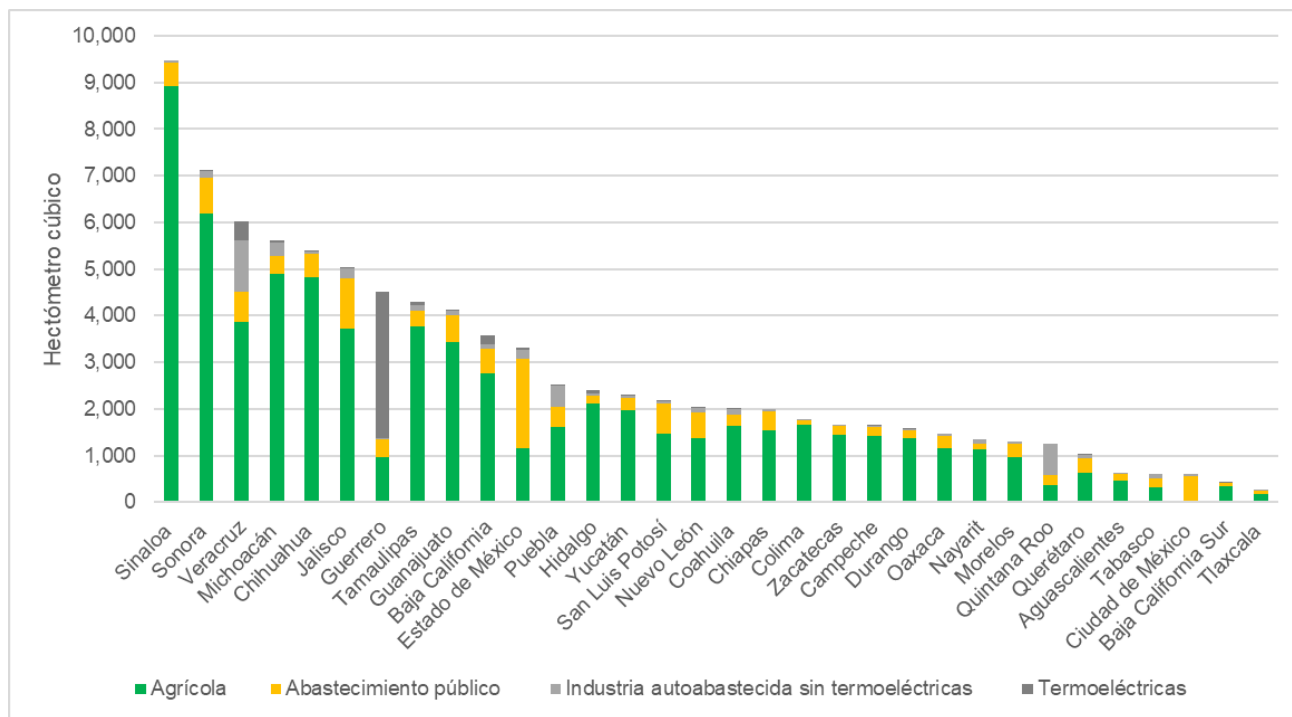
²⁵ SEMARNAT, El nexo agua-energía en plantas termoeléctricas, <https://www.gob.mx/imta/es/articulos/el-nexo-agua-energia-en-plantas-termoelectricas?idiom=es> (Consultado el 28/11/22)

²⁶ CODESIN, Sinaloa en números, <https://codesin.mx/sinaloaennumeros/agricultura-en-sinaloa-2020?ct=t%28Agricultura%202020%29> (Consultado el 28/11/22)

En Guerrero -séptima posición- el principal uso es para la generación de energía eléctrica (3.1 mil hm³), principalmente por el consumo de la Central Termoeléctrica Presidente Plutarco Elías Calles en Petacalco.

El Estado de México, por su parte, es el estado que más agua consume para el abastecimiento público con 1.8 mil hm³, mientras que Veracruz, Quintana Roo y Puebla son los estados con mayor consumo para uso exclusivo de la industria autoabastecida.

Gráfica 8. Volumen concesionado para usos consuntivos por entidad federativa durante 2020



Fuente: Elaborado por el IMCO con información del SINA, Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) / Volúmenes Inscritos (estatal), 2021. Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) / Volúmenes Inscritos (estatal).

5. ¿Cuál es la situación actual de los recursos hídricos en México?

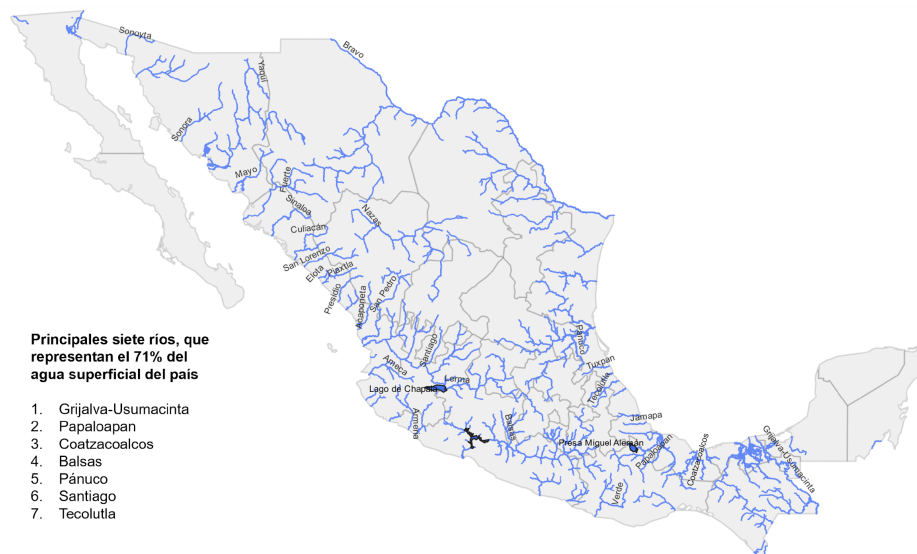
5.1. Aguas superficiales

En México, 60% del agua potable proviene de los cuerpos de agua superficiales. Se cuenta con una red hidrográfica de 633 mil km de longitud, en la que destacan 51 ríos por los que fluye 87% del escurrimiento superficial.²⁷ Por su superficie destacan las cuencas de los ríos Bravo y Balsas, y por su longitud los ríos Bravo y Grijalva-Usumacinta.

²⁷ CONAGUA, Principales ríos de México, http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/agua_rios.html#:~:text=PRINCIPALES%20R%C3%8DOS%20Y%20LAGOS%3A&text=En%20longitud%20los%20r%C3%ADos%20Bravo,el%20Papaloapan%20y%20el%20Coatzacoalcos, (Consultado el 25/10/22)

De los principales ríos, 7 representan 71% del agua superficial del país, distribuidos en la zona centro y sur del país, mientras que sólo 29% del agua superficial se ubica en la zona norte por lo que, al no disponer de la suficiente agua superficial, el norte es una región altamente dependiente de sus aguas subterráneas.

Figura 3. Principales ríos de México



Fuente: Elaborado por el IMCO con información de la CONAGUA, 2019. Principales ríos de México.

El agua superficial en México enfrenta el problema de la contaminación, en particular por las aguas residuales, ya sean domésticas, industriales, agrícolas o ganaderas, que en la mayoría de los casos son vertidas sin tratamiento previo y que contienen elementos y sustancias contaminantes disueltas. Esto reduce la disponibilidad para la población, y deja como opción al agua subterránea, misma que tiene problemas no solo de contaminación, sino también de sobreexplotación del manto acuífero.

5.2. Aguas subterráneas

El agua subterránea es toda aquella que cae sobre la tierra y desciende hasta encontrar un terreno o asiento impermeable. La acumulación de este recurso conforma una capa de agua debajo de la superficie del terreno (acuífero). El líquido fluye en el subsuelo y eventualmente sale a la superficie de manera natural a través de manantiales, áreas de humedales, cauces fluviales o de forma directa hacia el mar. También puede dirigirse artificialmente a pozos o a otros tipos de captaciones de agua.

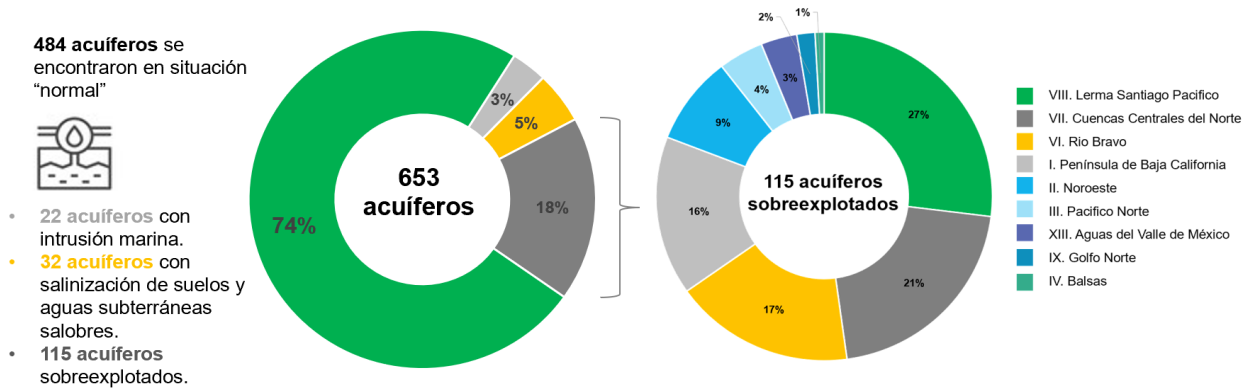
40% del agua concesionada es subterránea, de acuíferos, de los cuales algunos ya se encuentran sobreexplotados.²⁸ **En 2018, 18% de los acuíferos subterráneos estaban sobreexplotados (gráfica 9).** Esta sobreexplotación afecta el abasto humano y las actividades agropecuarias e industriales, lo que eleva los costos de extracción del líquido y ocasiona hundimientos del terreno.

Por su parte, **5% de los acuíferos tuvo problemas de salinización del suelo, proceso por el cual se incrementa la concentración de sales y minerales de las aguas subterráneas y se deterioran los parámetros de calidad.** Este fenómeno se da en periodos de sequía o en regiones con climas secos, donde la evapotranspiración es superior a la precipitación anual, aumentando la acumulación de sales y minerales en el agua.

²⁸ De acuerdo con datos de INEGI durante 2018 el volumen de recarga media de agua subterránea fue de 92,404 hm³ <https://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/cuerpos.aspx?tema=T> (Consultado el 29/01/2023)

Aunado a ello, **3% de los acuíferos en México tiene problemas de intrusión marina**, la cual se da cuando el agua salada tierra adentro desplaza al agua dulce. Como consecuencia de la **disminución del flujo de agua dulce**, que a su vez se debe a la explotación del acuífero en las **zonas costeras**, se ocasiona el deterioro de la calidad del agua subterránea. Un total de 22 acuíferos presentan este problema, y es necesario realizar estudios que definan la evolución del aumento del nivel del mar en los acuíferos costeros.

Gráfica 9. Situación de los acuíferos en México durante 2018

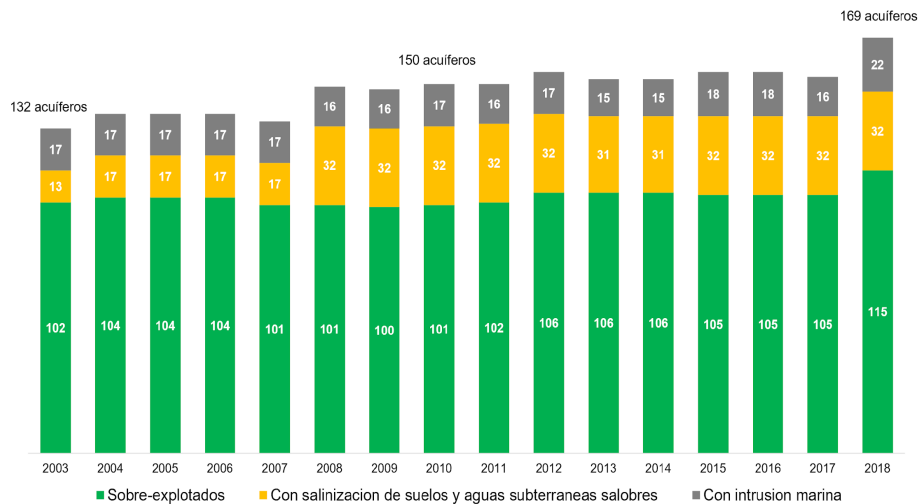


Nota: Los datos disponibles más recientes sobre la situación de los acuíferos en México son del 2018.
Fuente: Elaborado por el IMCO con información de SEMARNAT, 2018.

Del total de acuíferos sobreexplotados, 31 se ubican en la región **Lerma-Santiago-Pacífico** (cuenca que alimenta a la región centro del país), 24 en las **Cuencas Centrales del Norte**, 20 en la región **Río Bravo** y 18 en la **Península de Baja California** (estas últimas tres alimentan la frontera del país).

Como se observa en la gráfica 10, la sobreexplotación de los acuíferos ha evolucionado a través del tiempo, al pasar de 102 acuíferos sobreexplotados en 2003 a 115 acuíferos en 2018, lo cual se puede agravar con la mala gestión del recurso.

Gráfica 10. Evolución de la sobreexplotación de los acuíferos en México de 2003 a 2018



Fuente: Elaborado por el IMCO con información de SEMARNAT, 2018.

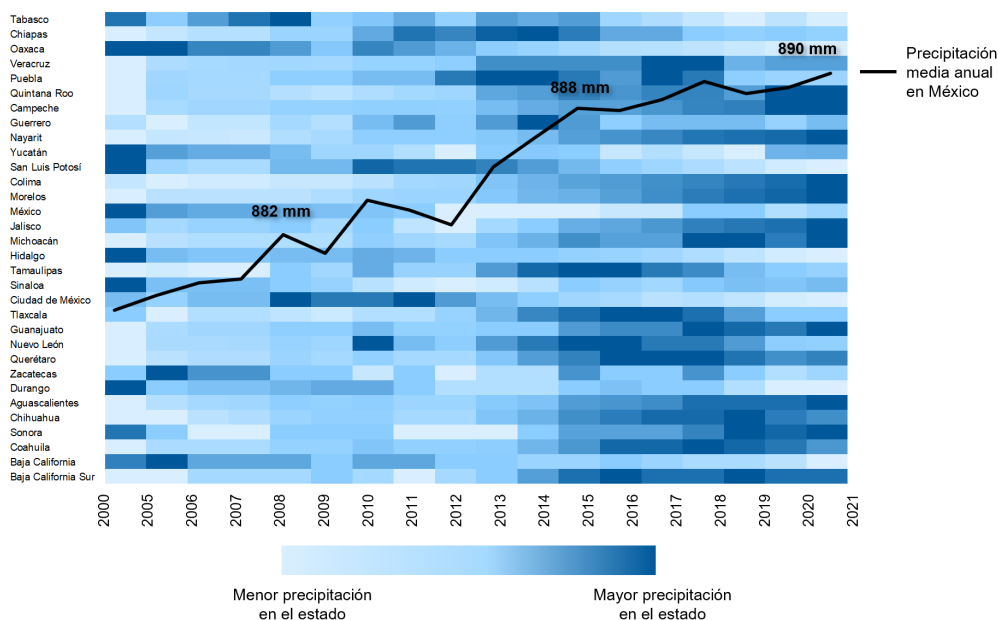
La recarga de acuíferos depende de las condiciones de la cuenca hidráulica, del suelo y de las precipitaciones, y se ve afectada por el aumento de sequías. Dicho aumento es uno de los efectos del cambio climático, y aunque en el país se tiene la presencia de inundaciones, el aumento de dichas sequías dificulta el almacenamiento de agua en acuíferos por la rápida evaporación del líquido.

5.3. Precipitación

En promedio México **recibe alrededor de 1.5 millones de hm³ de agua al año en forma de precipitación**. Del total, 67% cae entre junio y septiembre, en su mayoría en la región sur-sureste -donde tiene lugar el 50% de las lluvias-. De acuerdo con datos de la SEMARNAT, la precipitación promedio anual a nivel nacional ha aumentado a través del tiempo, presumiblemente debido al cambio climático, fenómeno que también incrementa la temperatura en el país.²⁹

Sin embargo, este fenómeno no se ha presentado en todas las entidades federativas con la misma intensidad. Tal es el caso de la Ciudad de México, donde la precipitación se ha reducido 13 mm de, en el Estado de México ha disminuido 28 mm (reducción dada de 2000 a 2021). Las entidades que han tenido un aumento drástico de sus precipitaciones durante este mismo periodo son Chiapas con 27mm, Quintana Roo con 32 mm, Campeche con 71 mm, Veracruz con 32 mm, Guanajuato con 29 mm, Chihuahua con 11 mm, y Coahuila con 22 mm.

Gráfica 11. Precipitación promedio en México a través de tiempo de 2000 a 2021 (mm)



Fuente: Elaborado por el IMCO con información de la SEMARNAT, 2021.

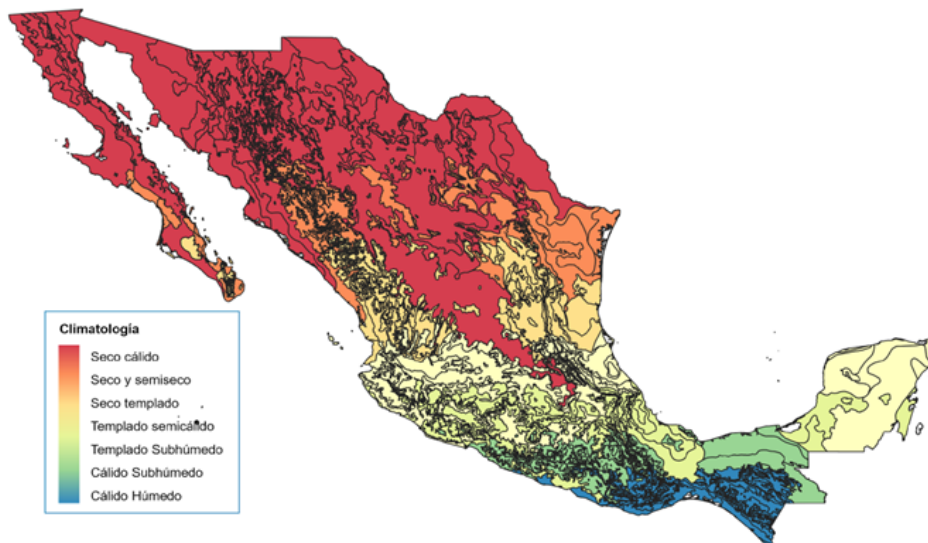
El cambio en la variación e intensidad de lluvias en México, sumado a la presencia de sequías dificulta la captación de agua tanto en cuerpos de agua superficiales como subterráneos e inclusive en presas. Esto debe tomarse en cuenta para la gestión, regulación e implementación de infraestructura.

²⁹ SEMARNAT, Precipitación media histórica por entidad federativa (milímetros), http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_AGUA01_01&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREENTIDAD=* &NOMBREANIO=*, (Consultado el 25/10/22).

5.4. Sequías

México se caracteriza por su variedad de climas, desde cálido subhúmedo, hasta desértico. Los climas secos y desérticos se encuentran principalmente en las regiones norte del país, donde las sequías son un fenómeno común.³⁰

Figura 4. Climas de México



Fuente: Elaborado por el IMCO con información de CONABIO, Catálogo de metadatos geográficos.

Debido a que poco más de la mitad del país (52%) tiene un clima árido o semiárido, México es vulnerable a las sequías. Este tipo de climas concentran 14 estados, como Chihuahua y Coahuila, que tienen promedios anuales de lluvia de 462 y 379 mm respectivamente, que comparados con Tabasco (2,102 mm) resultan índices pluviales bajos.

Una sequía se define como la disminución o ausencia de precipitaciones respecto al índice pluvial anual. Es un evento recurrente que se presenta de forma cíclica en todo el mundo, aunque con mayor intensidad y recurrencia en zonas áridas y semiáridas, como es el caso de México. Cuando se presentan provocan un desbalance, pues la disponibilidad del recurso es insuficiente para satisfacer las necesidades de los seres vivos. Una sequía puede durar en promedio de uno a tres años y termina cuando las lluvias regresan y se recupera el índice normal de precipitación.³¹

Si bien las sequías son fenómenos recurrentes en México, **la tendencia de la última década muestra que han aumentado en duración y se han hecho más intensas a través del tiempo** (gráfica 12).

En las últimas dos décadas, el país ha experimentado episodios de sequía con impactos severos. En particular, en 2011 se registraron las peores sequías desde 1941³² y casi todo el territorio nacional padeció en algún grado este fenómeno, siendo las zonas norte y centro las más afectadas.

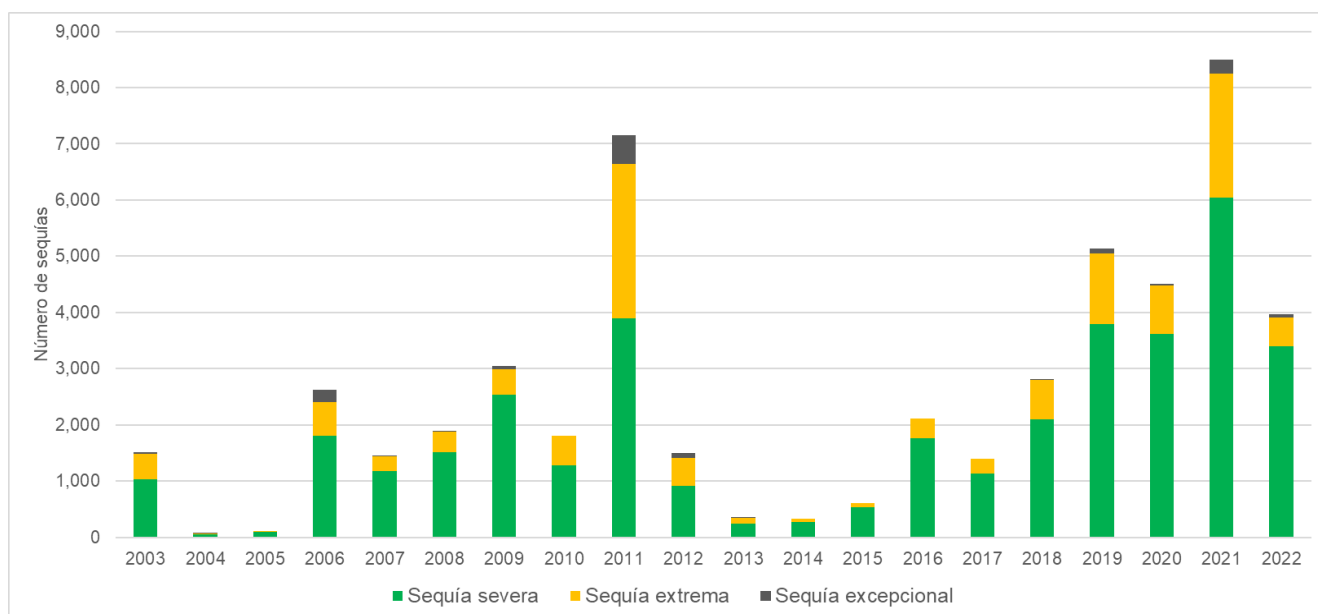
³⁰ De acuerdo con la CONAGUA México se encuentra a la misma latitud que los desiertos del Sahara y el Arábigo, por lo que en la mayor parte de su territorio destacan los climas cálidos.

³¹ FAO, Estado mundial de la agricultura y la alimentación, <https://www.fao.org/3/cb1441es/CB1441ES.pdf>, (Consultado el 16/11/22).

³² CONAGUA, Política Pública Nacional para la Sequía, <https://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/Pol%C3%ADtica%20P%C3%BAblica%20Nacional%20para%20la%20Sequ%C3%ADa%20Documento%20Rector.pdf>, (Consultado el 16/11/22)

Un segundo año con sequías muy importantes fue 2021³³ con 71% de sequías severas, que representaron un riesgo de pérdidas en cultivos; 26% fueron sequías extremas,³⁴ caracterizadas por pérdidas mayores en cultivos, y riesgo de incendios forestales. Por último, 3% fueron sequías excepcionales, con las que hay riesgos con mayores impactos como pérdidas generalizadas de cultivos o pastos, riesgo mayor de incendios, escasez total de agua en embalses, arroyos y pozos, y alta probabilidad de una situación de emergencia debido a la ausencia de agua (gráfica 12).

Gráfica 12. Evolución de las sequías en México de 2012 a 2022 (número de sequías al año)



Fuente: Elaborado por el IMCO con información de CONAGUA, Monitor de Sequía en México (MSM), 2022

La región con mayor impacto es **Lerma Santiago Pacifico** con casi 30% de las sequías, seguida de **Río Bravo** con 14.3%. Asimismo, las regiones que integran la frontera norte suman casi 40% de las sequías en México, lo que vuelve a la frontera una región que requiere de gran atención en la gestión de sus recursos hídricos.

La gráfica 13 muestra que 95% de las sequías se concentran en el norte y centro de México, lo que pone en riesgo a 46% del total del agua subterránea del país.

De acuerdo con el atlas de riesgo hídrico elaborado por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y el World Resources Institute (WRI),³⁵ **dos terceras partes del país están marcadas como áreas de estrés hídrico**. Estas se ubican en las zonas norte y centro, en donde reside la mayor parte de la población y se concentran las principales actividades productivas.

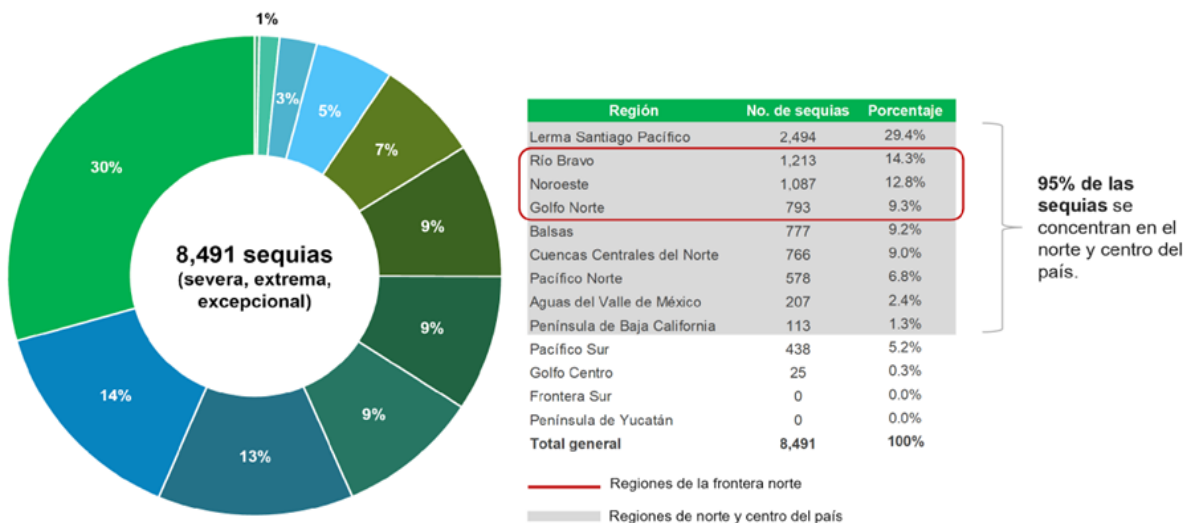
³³ UNAM, Sequía 2020-2021: La segunda más severa del registro reciente, <https://www.atmosfera.unam.mx/sequia-2020-2021-la-segunda-mas-severa-del-registro-reciente/> (Consultado el 30/11/22)

³⁴ Se considera que existe una escasez extrema cuando la disponibilidad de agua es menor a mil metros cúbicos por habitante al año, valor que limita drásticamente las posibilidades de desarrollo.

³⁵ WRI, Launch Water Risk Atlas, <https://www.wri.org/aqueduct> (Consultados el 11/11/22).

En este contexto, el estrés hídrico cobra aún más relevancia, ya que tan solo los estados fronterizos del país generan 21%³⁶ del Producto Interno Bruto (PIB), y el Valle de México genera casi 25%, por lo que la falta de agua puede afectar gravemente a la economía del país.

Gráfica 13. Sequías (severa, extrema y excepcional) por región en México durante 2021



Fuente: Elaborado por el IMCO con información CONAGUA, Monitor de Sequía en México (MSM), 2022.

Cuadro 1. Acciones del gobierno federal ante las sequías

Derivado de las sequías presentadas en 2011, el Gobierno Federal otorgó a CONAGUA la facultad para atender las consecuencias de este fenómeno. A partir del seguimiento de indicadores hidrometeorológicos y del estado de los recursos hídricos, la CONAGUA monitorea el estado de la sequía por municipio,³⁷ y declara un estado de emergencia si detecta la presencia de sequías severas, extremas o excepcionales.

Para ello, México se divide geográfica y administrativamente en 26 Consejos de Cuenca (CC), cada uno establece y aplica sus respectivas medidas ante las sequías, mismas que están contenidas en los Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación a la Sequía (PMPMS).³⁸

Estos programas establecen que una cuenca se encuentra en estado de sequía cuando la demanda de agua supera significativamente la oferta, de modo que **las medidas de respuesta buscan reducir la demanda del recurso, y privilegia el acceso a los usos en el siguiente orden: doméstico o público, agrícola y ganadero, industrial, ambiental y recreativo.**

Sin embargo, hay que precisar que se requiere de una evaluación específica para la actualización de estos programas con el fin de mejorar la gestión del agua considerando el aumento de sequías.

³⁶ Centro de Estudios Internacionales del Senado de la República, Panorama actual de la frontera entre México y Estados Unidos, <https://centrogilbertobosques.senado.gob.mx>, (consultado el 18/01/2023).

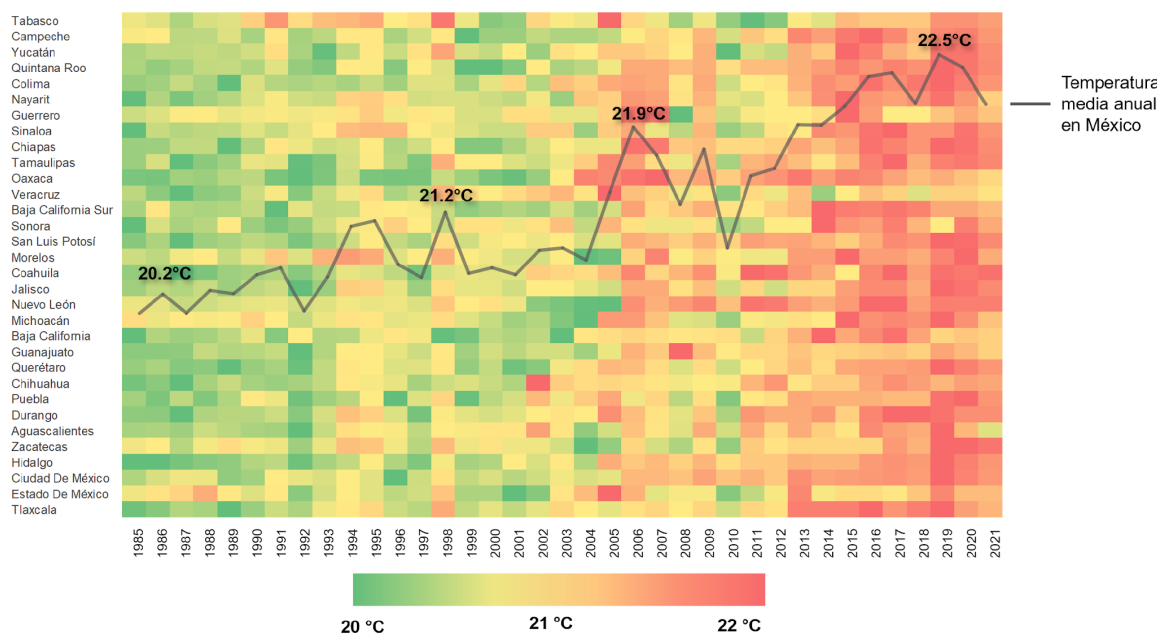
³⁷ Monitoreo realizado por el Monitor de Sequía en México (MSM) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

³⁸ Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación a la Sequía (PMPMS) por Consejo de Cuenca. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

La importancia de las sequías crece debido al aumento de la temperatura anual en el país y en el mundo a causa del cambio climático. En promedio, la temperatura anual de México ha pasado de 20.8 °C en 2000 a 22.1 °C en 2021, es decir, un incremento de 1.3 °C.

Los estados más afectados por este incremento de temperatura están situados en el norte del país -San Luis Potosí, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Baja California- donde la temperatura media anual ha incrementado entre 1.2 y 2.4°C de 2000 a 2020.

Gráfica 14. Aumento de la temperatura en México de 1985 a 2021



Fuente: Elaborado por el IMCO con información de CONAGUA, Temperatura promedio, 2021.

El cambio climático puede afectar no solo la disponibilidad y cantidad del agua, sino también su calidad. Con el aumento de la temperatura, el agua tiene una menor cantidad de oxígeno disuelto y por consiguiente, una menor capacidad de autodepuración de los depósitos de agua.³⁹

Además del aumento anual de la temperatura y de las sequías, también se observa el aumento de la precipitación media anual en México, lo que ocasiona inundaciones y huracanes que pueden llegar a afectar la productividad y las vidas humanas (gráfica 15). Un ejemplo es el huracán Alex en el estado de Nuevo León en el año de 2010, fenómeno catalogado como el más devastador de los últimos 50 años de la región, con una estimación de \$20.5 mil mdp en costos por daños⁴⁰.

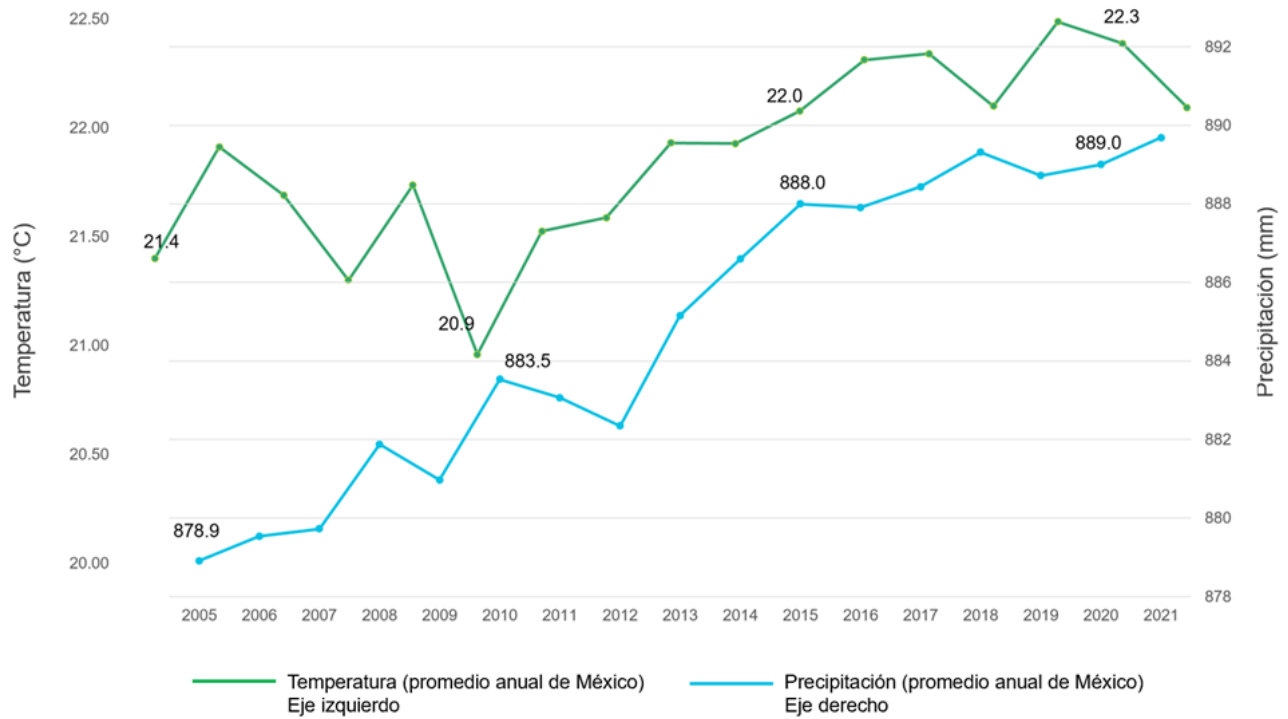
³⁹ UNESCO, La gestión del agua, elemento clave para afrontar el cambio climático <https://es.unesco.org/news/gestion-del-agua-elemento-clave-afrontar-cambio-climatico#:~:text=El%20aumento%20de%20la%20temperatura%20del%20agua%20y%20la%20disminuci%C3%B3n.los%20recursos%20h%C3%ADdricos%20de%20C3%A9stas.>, (consultado el 18/01/2023).

UNESCO, Agua y Cambio Climático 2020, https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372882_spa, (consultado el 05/12/2023).

⁴⁰ Colegio de México, A.C. y UNAM, Costos económicos del huracán Alex en Nuevo León, México, [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362019000300003#:~:text=Los%20resultados%20estiman%20MXN%2420.5.millones\)%20corresponden%20a%20costos%20indirectos.](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362019000300003#:~:text=Los%20resultados%20estiman%20MXN%2420.5.millones)%20corresponden%20a%20costos%20indirectos.) (consultado el 07/02/2023).

Asimismo, las inundaciones y una mayor concentración de contaminantes durante las sequías aumentan el riesgo de contaminación patogénica, es decir, aquella que puede causar enfermedades y provocar infecciones graves en las personas a través del consumo de agua contaminada.

Gráfica 15. Aumento de la temperatura y de la precipitación en México de 2005 a 2021



Fuente: Elaborado por el IMCO con información de CONAGUA, Temperatura promedio, 2021.

Cuadro 2. Escasez del agua en las principales presas de México debido a sequías

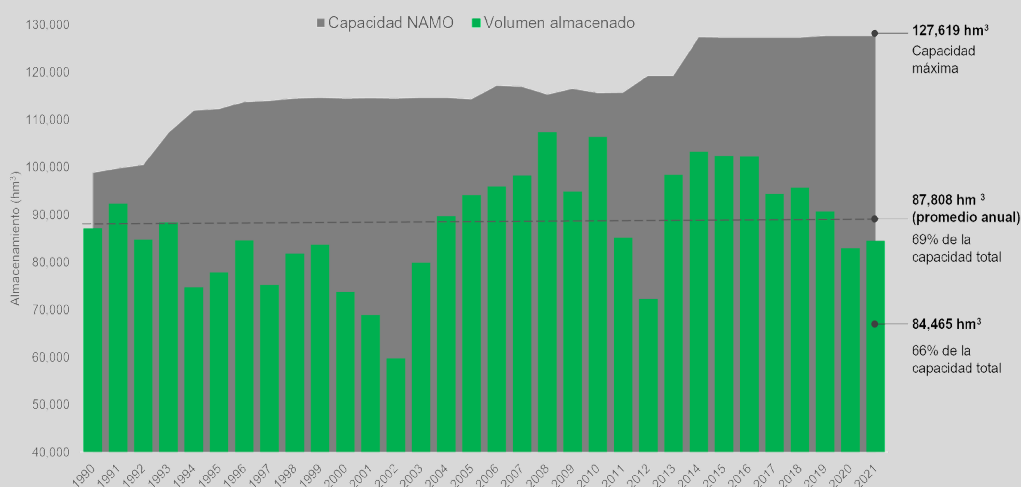
El problema de las sequías en México durante la última década ha propiciado que las principales presas del país comiencen a reducir su nivel de almacenamiento, exhibiendo una tendencia a la baja acentuada desde 2017 (gráfica 16).

En México, existen más de 5 mil presas y bordos; de estas, 209 representan 82% de la capacidad de almacenamiento total de agua.⁴¹ **La presa de mayor capacidad es la Belisario Domínguez ubicada en el estado de Chiapas, le sigue Netzahualcóyotl localizada en la misma entidad** (ver Anexo III).

Aunque la capacidad máxima de las principales presas a nivel nacional es de 127.6 mil hm³, el promedio anual de volumen almacenado representa apenas 69% de este nivel⁴² (gráfica 16).

Durante 2021, debido a las sequías, las principales presas del país presentaron niveles por debajo del 66% de su capacidad. La región norte presentó los niveles más bajos de volumen almacenado con 40%.⁴³

Gráfica 16. Capacidad y almacenamiento de las principales presas a nivel nacional



Nota: Capacidad de nivel de aguas máximas ordinarias (NAMO). Máximo nivel con que se puede operar la presa para satisfacer las demandas totales.

Fuente: Elaborado por el IMCO con información del SINA, 2021.

Las sequías y el aumento poblacional hacen patente la necesidad de invertir en proyectos de infraestructura de almacenamiento de agua. Y aunque se ha tenido un aumento de las precipitaciones, el efecto de la evaporación por aumento de la temperatura se vuelve un factor crítico para el nivel de almacenamiento en las presas.

⁴¹ INEGI, Principales presas según capacidad de almacenamiento, 2018

<https://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/presas.aspx?tema=T> (Consultado el 09/11/22).

⁴² Dato obtenido con información del Sistema Nacional de Información del Agua (SINA), 2021 <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=presasPrincipales&ver=grafica&o=2&n=nacional> (Consultado el 09/11/22).

⁴³ SINA, Principales presas (nacional),

<http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=presasPrincipales&ver=grafica&o=0&n=nacional>, (Consultado el 09/11/22).

6. Acuerdos transfronterizos

Aunado a los cambios en la oferta y demanda, así como en las precipitaciones y sequías, el país debe cumplir con sus acuerdos transfronterizos en materia hídrica. México comparte ocho cuencas con los países vecinos, tres con los Estados Unidos de América (Bravo, Colorado y Tijuana), cuatro con Guatemala (Grijalva-Usumacinta, Suchiate, Coatán y Candelaria) y una con Belice y Guatemala (Río Hondo).

En específico, México y Estados Unidos comparten 72 unidades hidrogeológicas, y 2,053 km que conforman la frontera pluvial de los cuales Río Bravo tiene una longitud de 1,074 km y 160 km Río Colorado.

Tabla 5. Regiones y ríos transfronterizos de México

Río	RHA	País	Escorrentamiento natural medio superficial (millones m ³ /año)	Longitud del río (km)
Bravo	VI Río Bravo	México	5,588	1,074
		Estados Unidos	502	1,074
Colorado	I Península de Baja California	México	13	160
		Estados Unidos	17,885	2,140
Coatán	XI Frontera Sur	México	354	75
		Guatemala	397	12
Tijuana	I Península de Baja California	México	78	186
		Estados Unidos	92	9
Grijalva-Usumacinta	XI Frontera Sur	México	71,716	1,521
		Guatemala	43,820	390
Candelaria	XI Frontera Sur	México	1,750	150
		Guatemala	261	8
Hondo	XII Península de Yucatán	México	533	115
		Guatemala	NA	45
		Belice	NA	16
Suchiate	XI Frontera Sur	México	184	75
		Guatemala	2,553	60

Fuente: Elaborado por el IMCO con información del SINA, 2021.

Existen dos acuerdos de aguas internacionales: el primero es la **Convención para la Equitativa Distribución de las aguas del Río Grande (también conocida como la convención de 1906)** en la que se asigna un volumen de agua del Río Bravo para el Valle de Juárez. El segundo es el **tratado sobre la distribución de aguas internacionales entre México y Estados Unidos de 1944** que distribuye las aguas de los ríos Colorado, Tijuana y Bravo.

El primer acuerdo establece las atribuciones de la Comisión Internacional de Límites creada en 1889, y que cambió su nombre en 1944 por Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA). Sus atribuciones son resolver cualquier conflicto que surja entre ambos países respecto al uso y aprovechamiento de las aguas internacionales en la frontera México-Estados Unidos, y supervisar el desarrollo de proyectos de infraestructura, diseñados de manera conjunta, construidos y operados por ambos países.⁴⁴

Estos acuerdos regulan cómo los dos países deben repartir el agua de los ríos Bravo y Colorado. Dicho compromiso indica la obligación de México para entregar a Estados Unidos una tercera parte

⁴⁴ CILA, Portal de la Sección Mexicana de la CILA, <http://www.cila.gob.mx/> (Consultado el 17/11/22).

de las aguas que escurren por el río Conchos, en Chihuahua, al Río Bravo. **El volumen no debe ser menor a 432 millones de m³ anuales promedio, contabilizados en un periodo de 5 años.**⁴⁵

El acuerdo también estipula que, en el caso de déficit en la entrega de agua, éste se deberá cubrir en el siguiente periodo inmediato, aunque México podría posponer entregas en caso de presentarse una situación de sequía extraordinaria.

Durante 2020, el gobierno de México tuvo como fecha límite el mes de octubre para entregar a Estados Unidos la parte que le correspondía.⁴⁶ Para ello, se utilizó el agua almacenada en la presa la Boquilla, que se ubica en el estado de Chihuahua, alimentada por la corriente del Río Conchos, que a su vez desemboca en el Río Bravo. Sin embargo, el país experimentó una serie de sequías durante 2019 y 2020 que dificultaron la entrega del agua a Estados Unidos, al mismo tiempo que se suministraba agua a la población de la zona norte de México.

El segundo acuerdo -que distribuye las aguas del río Colorado- define la entrega anual de 1,850 millones de m³ de los cuales 1,677 millones de m³ se entregan en la Presa Morelos, y 172 millones de m³ a través del Canal Sánchez Mejorada, en San Luis Río Colorado.⁴⁷

7. ¿A quién afecta la escasez de agua en México?

México enfrenta retos importantes para la gestión del agua. Es necesario evaluar el actual esquema de administración, y tener en cuenta las áreas de estudio más afectadas del país (norte y centro). Además, deben considerarse factores como el crecimiento de las zonas metropolitanas, la evolución del número de habitantes, los usos del agua por sector (tanto los concesionados como los usos clandestinos), el crecimiento económico y el aumento de sequías e inundaciones.

El siguiente análisis presenta los aspectos más relevantes que impactan a la disponibilidad del agua en las regiones más afectadas en México.

Zona Norte

Durante 2020, el norte del país experimentó dos situaciones traslapadas que agravaron la disponibilidad de agua en esta región. **En 2019 y 2020 se tuvieron los años con el mayor número de sequías después de 2011, lo que propició que los niveles de las presas durante 2020 estuvieran por debajo del 40% de su capacidad máxima.** Por otra parte, el país tenía hasta el mes de octubre para hacer entrega del agua correspondiente a Estados Unidos para dar cumplimiento al acuerdo transfronterizo con dicho país (figura 6), lo cual dejó un problema de escasez de agua en la región norte, y afectó a 90% del territorio de Sonora, Baja California, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León y Tamaulipas.

La frontera norte tiene un clima seco y semiseco, por lo que la escasez de agua es común, además de acuerdo con el análisis de sequías, **las regiones Río Bravo, Noroeste y Pacífico Norte son aquellas con el mayor porcentaje de sequías;** a ello se le suma la problemática del aumento de la temperatura por el cambio climático. Asimismo, la frontera norte **cuenta con algunas de las zonas**

⁴⁵ México debe entregar a Estados Unidos la tercera parte del agua del Río Bravo cada 5 años.

⁴⁶ CILA, México y los Estados Unidos firman acuerdo sobre las entregas de agua del río bravo por parte de México, <https://cila.sre.gob.mx/cilanorte/index.php/prensa/161-prensa130#:~:text=El%20acuerdo%20asegura%20que%20M%C3%A9xico,24%20de%20octubre%20de%202020> (Consultado el 24/11/22).

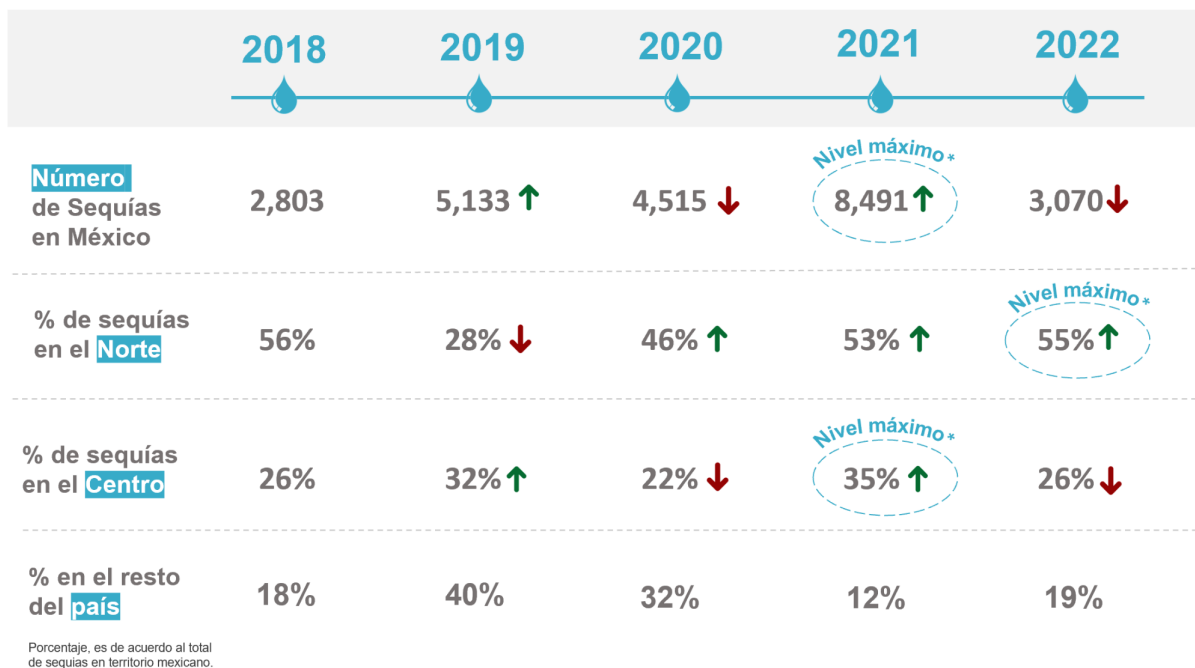
⁴⁷ Entregas de Agua a México del Río Colorado <https://cila.sre.gob.mx/cilanorte/index.php/avisos/116-entregasagua-rc> (Consultado el 24/11/22).

metropolitanas con mayor crecimiento poblacional en México, con 15% del total de los habitantes del país.

Específicamente, la cuenca del río Colorado (ubicada en la Región de la Península de Baja California) ha experimentado sobreexplotación, mientras que Río Bravo ha sido la región con mayor número de cuencas con sequías excepcionales, por lo que los niveles de las presas situadas en dicha región presentaron niveles de entre 23% y 40% de los niveles máximos de capacidad.

En 2019 la UNESCO catalogó a la Cuenca del Río Bravo como la Cuenca con mayor estrés hídrico del mundo; situación grave porque provee agua a 7 estados, tanto en México como en Estados Unidos.

Figura 5. Análisis de la falta de agua en la zona norte de México de 2018 a 2022



Fuente: Elaborado por el IMCO con información de CONAGUA, Monitor de Sequía en México (MSM), 2022.

Zona Centro

Las regiones Lerma-Santiago-Pacífico y Aguas del Valle de México abastecen a la zona centro del país, donde se ubica el 17% de la población nacional, con una tasa de crecimiento anual del 4%.

Por su parte, la región Lerma-Santiago-Pacífico, es la de mayor consumo del agua en México, con el 20% del agua, y solo dispone con el 2% del agua renovable de las cuencas del país. También es la región con mayor número de cuencas sobreexplotadas con 27%, y es una de las más afectadas por las sequías con el 30% a nivel nacional.

El Sistema Cutzamala (ubicado en la cuenca Lerma-Santiago-Pacífico), que abastece agua a parte de la Ciudad de México y del Estado de México, se encontró en su menor nivel de los últimos 10 años durante junio en 2021, con únicamente 35% de su nivel máximo.

La región **XIII. Aguas del Valle de México** es la más densamente poblada y con la menor disponibilidad de agua renovable anual con 150 m³/habitante. **El consumo de agua de esta región es del 6% a nivel nacional, sin embargo, solo dispone con el 0.02% del agua renovable de México.**

A esta región del país se le suman los problemas por inundaciones que se dan por la falta de infraestructura para drenaje y falta de mantenimiento a estaciones de bombeo, problemas que requieren de un análisis particular y profundo que excede a los alcances de este documento.

8. Conclusiones

Las diferencias en el abasto y demanda del agua en México, su contaminación, y la falta de una mejor gestión, regulación y mantenimiento de las infraestructuras hidráulicas son responsables de la escasez de este recurso.

La falta de agua tiene efectos negativos sobre la calidad de vida de las personas. Durante los últimos años **las regiones centro y norte de México han experimentado problemas de escasez debido al aumento de las sequías**, y aunque dichas afectaciones no han impactado de manera importante al sector energético o la industria, de seguir el aumento de este fenómeno, se podrían tener importantes impactos en la producción de energía a nivel nacional, lo que dañaría a la población y la economía del país.

El incremento de **la temperatura y la consecuente variación en las precipitaciones ha afectado la disponibilidad de agua en las principales cuencas hidrológicas del país**. Aún más, los fenómenos de sobreexplotación, salinización del suelo e intrusión marina se han agravado a través de la última década.

Como se menciona en este estudio, **México es un país vulnerable al cambio climático y a los fenómenos extremos que este provoca**, lo que reduce la capacidad de previsión de la disponibilidad de los recursos hídricos. Esto, en cambio, disminuye el acceso y la calidad del agua, volviéndose una amenaza para el desarrollo económico y social.

El país requiere una actualización de los marcos legales que rigen la gestión y distribución del agua. Estos fueron instaurados bajo condiciones distintas a las actuales, y deben de actualizarse con base en criterios como el aumento de la población, la mancha urbana, la evolución de las sequías y la variación en las precipitaciones.

Asimismo, se requiere **invertir en infraestructura y planeación** para asegurar la disponibilidad del recurso tanto para la población creciente, como para el cumplimiento de los acuerdos transfronterizos. Riesgos adicionales como el aumento en cantidad e intensidad de las sequías, el uso concesionado y el uso clandestino de agua deben tomarse en consideración.

México deberá trabajar de manera conjunta e involucrar a actores relevantes tanto a nivel federal como con los gobiernos locales, el sector privado, la academia y la población en general para solventar la demanda creciente y la escasez del agua en distintas regiones.

9. IMCO propone

México necesita acciones ante la actual problemática del agua. Para ello, debe abordar el tema desde distintos ejes: desde el uso eficiente del agua en el sector agricultura hasta el marco normativo para la gestión del recurso, el cual deberá actualizarse de acuerdo con los puntos antes mencionados. Por ello, el IMCO propone:

- **Evaluar y actualizar la delimitación de los acuíferos en que se encuentra dividido el país con criterios geofísicos en vez de geopolíticos.** El cambio de clima, y el ciclo del agua en el país, son elementos que deben ser considerados para la correcta distribución del recurso, por lo que hace falta evaluar si dichos límites son adecuados para la actual distribución del agua o se requiere un replanteamiento.
- **Actualización de los reglamentos municipales para un mejor cumplimiento de sus atribuciones** con el objetivo de proveer a la población los servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales de manera continua y de calidad, que involucre sinergias con los otros órdenes de gobierno.

Una mejor gestión en el nivel municipal es imprescindible para una buena prestación de los servicios de agua potable, de manera que se garantice que el volumen asignado corresponda realmente al uso.

- **Mejorar el monitoreo del uso del agua, principalmente para el sector ganadero y agrícola.** El sector agrícola es el principal consumidor de agua en México, sin embargo, no se cuenta con mediciones precisas sobre sus necesidades hídricas actuales y futuras. Es necesario actualizar su regulación para un uso eficiente del agua. En un contexto de creciente demanda por parte tanto de la ganadería y agricultura, es necesario realizar cambios en las asignaciones de agua. Sin un monitoreo puntual y confiable esto no será posible.
- **Desarrollo e implementación de proyectos dentro del sector ganadero.** Mediante la compra y venta de bonos de carbono (créditos de compensación) es posible financiar proyectos para el sector ganadero, por ejemplo, proyectos de captura de carbono en pastizales o proyectos que mitiguen las emisiones de metano, gas de efecto invernadero (GEI) con mayor poder de calentamiento que el dióxido de carbono. A su vez, dicho financiamiento puede atender aspectos del proyecto que incrementen el uso eficiente del agua.

Otra fuente de financiamiento es el Fondo Verde del Clima (GCF por sus siglas en inglés), creado en 2010 por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), con el fin de ser el principal mecanismo financiero internacional que apoye a los países en desarrollo a reducir sus emisiones de GEI y a mejorar su capacidad para responder y adaptarse ante los efectos del cambio climático.

- **Planificar de forma más eficiente la gestión de los recursos hídricos para asegurar el abastecimiento nacional al mismo tiempo que se da cumplimiento al acuerdo transfronterizo con Estados Unidos.** El norte del país requiere replantear lineamientos regulatorios para la gestión del agua a fin de dar cumplimiento con el acuerdo transfronterizo, sin afectar el abastecimiento público de México, en el que se incluya la gestión de las 72 unidades hidrogeológicas entre ambos países, y se robustezca el marco legal en materia de

las aguas subterráneas de la región. El agua superficial no es una opción para las nuevas demandas de agua en esta región, incluso para cumplir con los compromisos del tratado.

- **Actualizar el marco regulatorio de los “Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación a la Sequía” (PMPMS) por cada Consejo de Cuenca.**⁴⁸ México requiere la actualización de los PMPMS debido a que estos fueron diseñados con base en datos de la década pasada, y tanto por la evolución de la población como por el aumento de las temperaturas, se requiere de la implementación de nuevas medidas que aseguren el abastecimiento del agua en México, aún en episodios de sequías extremas, las cuales han aumentado su frecuencia y duración durante los últimos años.
- **Fortalecimiento del componente de adaptación al cambio climático en materia de agua, de acuerdo con las problemáticas por región del país.** La Primera Comunicación sobre la Adaptación de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (INECC, 2020) presentada por el INECC y la SEMARNAT, muestra las acciones ante el cambio climático que el país se compromete a implementar. Sin embargo, este documento requiere del fortalecimiento de las medidas en materia de agricultura, ganadería e industria para el uso eficiente de agua. Por ello, se requieren acciones para atender la problemática del abastecimiento de agua de acuerdo con las condiciones sociales, geográficas y climatológicas de las principales regiones del país. Esta debe incluir indicadores anuales que permitan evaluar la eficiencia de las acciones de acuerdo con la disponibilidad del recurso por habitante, lo cual requerirá robustecer el sistema de monitoreo del agua en México.
- **Invertir en modernización y conservación de infraestructura.** México necesita atender su infraestructura hídrica para una gestión y monitoreo más eficiente del uso concesionado del agua para consumo. No se trata únicamente de construir nuevas presas o acueductos, sino de utilizar de forma eficiente la infraestructura existente. Una mayor infraestructura no traerá por sí misma un mejor servicio. El reto está en mejorar la gestión. Esto se puede lograr mediante tecnologías de monitoreo en tiempo real que permita atender el problema de las tomas clandestinas y fugas a un costo asequible para las autoridades municipales.

Asimismo, hay que asegurar que el mantenimiento de presas sea el óptimo, así como su rehabilitación en caso de ser necesario, siempre y cuando existan estudios que aseguren el éxito de dicha rehabilitación. Además se deben repotenciar las centrales hidroeléctricas existentes, con objetivo de generar una mayor eficiencia energética, con base en aspectos tanto económicos como ambientales.

Referencias

⁴⁸ Por cada cuenca en México, existe un “Consejo” establecido por la CONAGUA, como instancias de coordinación y concertación. Responden a metas generales derivadas de la problemática asociada al uso y administración del agua. Por ejemplo, ordenar los diversos usos del agua, o fomentar su eficiencia en los usos actuales.

- Banco Mundial. 2018. «Recursos de agua dulce internos renovables per cápita.»
<https://datos.bancomundial.org/indicador/ER.H2O.INTR.PC?end=2018&start=2018&view=map&year=2018> (último acceso: 20 de octubre de 2022).
- CEDRSSA. *Los Distritos de Riego y las Concesiones de Agua*. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria, 2021.
http://www.cedrssa.gob.mx/post_los_-n-distritos_de_riego-n-_y_las_concesiones_y_de_agua.htm (último acceso: 24 de noviembre de 2022).
- CILA. *México y los Estados Unidos firman un acuerdo sobre las entregas de agua del río Bravo por parte de México*. 22 de octubre de 2020.
<https://cila.sre.gob.mx/cilanorte/index.php/prensa/161-prensa130#:~:text=El%20acuerdo%20a%20segura%20que%20M%C3%A9xico,24%20de%20octubre%20de%202020> (último acceso: 24 de noviembre de 2022).
- . *Portal de la Sección Mexicana de la CILA*. 2020. <http://www.cila.gob.mx/> (último acceso: 17 de noviembre de 2022).
- CNDH. «Protección de ríos, lagos y acuíferos desde la perspectiva de los derechos humanos.» 2018.
- CODESIN. *Agricultura en Sinaloa*. 2020.
<https://codesin.mx/sinaloaennumeros/agricultura-en-sinaloa-2020?ct=t%28Agricultura%202020%29> (último acceso: 28 de noviembre de 2022).
- CONABIO. *Portal de Geoinformación*. 2022.
http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?fbclid=IwAR2wvaeDPPvDn5PBK6w71RSI5b5ZVm-OE_IXMFh7xuahh75Yt3XNAUtg3m0 (último acceso: 07 de noviembre de 2022).
- CONAGUA. «Estadísticas del agua en México.» México, 2019.
- . *Monitor de Sequía en México (MSM)*. 2022.
<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico> (último acceso: 27 de 10 de 2022).
- . *Sistema Nacional de Información del Agua*. 2022.
http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=cuencas&fbclid=IwAR1wrMNXgmF_UpijV5lpIENY15LDt6Eu78UsIxFEoL7XEtG2Hs34GwXzIE (último acceso: 07 de Noviembre de 2022).
- . *Sistema Nacional de Información del Agua*. 2020.
<http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=divisionHidrologicaAdministrativa&ver=reporte&o=0&n=nacional> (último acceso: 08 de noviembre de 2022).
- . *Sistema Nacional de Información del Agua*. 2021.
<http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=usosAgua&ver=grafica&o=0&n=nacional> (último acceso: 08 de noviembre de 2022).

- . *Temperatura promedio*. 2021. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/temperatura-promedio-excel> (último acceso: 27 de 10 de 2022).
- CONAPO. «Delimitación de las zonas metropolitanas de México.» 2018. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2020/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/approot/dgeia_mce/html/RECUADROS_INT_GLOS/D1_SISTEMA_URBANO/D1_R_SISCDSD0_01.htm (último acceso: 27 de 10 de 2022).
- FAO. «Estado mundial de la agricultura y la alimentación.» 2020. <https://www.fao.org/publications/sofa/sofa-2021/es/> (último acceso: 22 de noviembre de 2022).
- Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C. *Visión general del agua en México*. 2018. <https://agua.org.mx/cuanta-agua-tiene-mexico/> (último acceso: 22 de noviembre de 2022).
- IGUALDADANIMAL. *Día Mundial del Agua: ¿la ganadería secará al planeta?* 22 de Marzo de 2019. <https://igualdadanimal.mx/noticia/2019/03/22/dia-mundial-del-agua-la-ganaderia-secara-al-planeta/#:~:text=En%20M%C3%A9xico%2C%20donde%20la%20industria,siendo%20este%20un%20derecho%20fundamental> (último acceso: 28 de noviembre de 2022).
- IMTA. «Infraestructura Hidroeléctrica Actual.» 2017. <https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros/Potencial-Hidroelectrico-Mexico-1era-Parte.pdf> (último acceso: 20 de Octubre de 2022).
- INECC. «Primera Comunicación sobre la Adaptación de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.» 2020. <https://cambioclimatico.gob.mx/comunicaciones-de-mexico-ante-la-convencion-marco/> (último acceso: 20 de Octubre de 2022).
- INEGI. *Población Rural y Urbana*. 2020. https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P (último acceso: 20 de Octubre de 2022).
- OCDE. *Población Mundial*. 2021. <https://www.oecd.org/centrodemexico/estadisticas/poblacion.htm> (último acceso: 14 de noviembre de 2022).
- ONU-Agua. «Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos.» Francia, 2020.
- SEMARNAT. *1.1.3 Acuíferos sobreexplotados*. Metadato. 2018. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores_verdes16/indicadores/03_capital/1.1.3.html (último acceso: 27 de 10 de 2022).
- SEMARNAT. «Población en municipios de zonas metropolitanas.» México, 2020.

- . *Precipitación media histórica por entidad federativa*. 2021.
http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=d3_agua01_01_R1&VL_FORMAT=AHTML&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREENTIDAD=* &NO MBREANIO=* (último acceso: 04 de noviembre de 2022).
- SENER. «PRODESEN.» 2022.
<https://www.gob.mx/sener/articulos/programa-para-el-desarrollo-del-sistema-electrico-nacional-304042> (último acceso: 04 de noviembre de 2022).
- SINA. *Características de ríos con cuenca transfronteriza (2021)*. Editado por CONAGUA. 2021.
<http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=ríosPrincipales&ver=reporte&o=0&n=nacional> (último acceso: 14 de noviembre de 2022).
- . *Principales presas (nacional)*. Editado por CONAGUA. 2021.
<http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=presasPrincipales&ver=grafica&o=2&n=nacional> (último acceso: 07 de noviembre de 2022).
- . *Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) / Volúmenes Inscritos (estatal)*. 2021.
<http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=usosAgua&n=estatal> (último acceso: 03 de noviembre de 2022).
- . *Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) / Volúmenes Inscritos (estatal)*. 2020.
<http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=usosAgua&ver=reporte&o=0&n=estatal> (último acceso: 02 de noviembre de 2022).
- UN. *World population to reach 8 billion on 15 November 2022*. 15 de noviembre de 2022.
<https://www.un.org/en/desa/world-population-reach-8-billion-15-november-2022> (último acceso: 21 de noviembre de 2022).
- UNAM. *Sequía 2020-2021: La segunda más severa del registro reciente*. 14 de mayo de 2021.
<https://www.atmosfera.unam.mx/sequia-2020-2021-la-segunda-mas-severa-del-registro-reciente/> (último acceso: 30 de noviembre de 2022).
- UNAM, Colegio de México, A.C. 2019. «Costos económicos del huracán Alex en Nuevo León, México»
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362019000300003#:~:text=Los%20resultados%20estiman%20MXN%2420.5,millones\)%20corresponden%20a%20costos%20indirectos.](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362019000300003#:~:text=Los%20resultados%20estiman%20MXN%2420.5,millones)%20corresponden%20a%20costos%20indirectos.) (último acceso: 07 de febrero de 2023).
- UNESCO. 2020. <https://es.unesco.org/themes/water-security/wwap/wwdr/2020> (último acceso: 20 de octubre de 22).
- WRI. *Aqueduct*. 2021. <https://www.wri.org/aqueduct> (último acceso: 11 de noviembre de 2022).

Anexo I. Marco regulatorio del agua en México

No	Instrumento regulatorio	Fecha de Publicación	Última Reforma
1	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, artículo 115, modificado en 1987	1987	Sin reforma
2	Ley de Aguas Nacionales	01-12-1992	24-03-2016
3	Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales	12-01-1994	25-08-2014
4	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal	29-12 -1976	09-09-2022
5	Decreto por el que se crea la Comisión Nacional del Agua (CNA)	16-01-1989	Sin reforma
6	Ley Federal de Derechos en Materia de Agua	31-12-1981	28-12-2018
7	Ley de Ingresos de la Federación	12-11-2021	14-11-2022
8	Ley de Contribución de Mejoras por Obras Públicas Federales de Infraestructura Hidráulica	26-12-1990	Sin reforma
9	Leyes Estatales en materia de agua potable y alcantarillado	NA	NA
10	Ley General de Bienes Nacionales	20-05-2004	14-09-2021
11	Ley Federal de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	28-01-1988	05-06-2018
12	Tratado sobre la distribución de aguas nacionales entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de Norteamérica	1944	Sin reforma
13	Decreto Presidencial de creación del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).	07-08-1986	30-10-2001
14	Ley Agraria	26-02-1992	25-06-2018
15	Ley General de Salud	07-02-1984	12-07-2018
16	Ley General de Cambio Climático	06-06-2012	11-05-2022
17	Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios	18-01-1988	28-12-2004
18	Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación a la Sequía (PMPMS) por Consejo de Cuenca	2018	Sin reforma
20	Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales de las 757 cuencas hidrológicas que comprende las 37 Regiones Hidrológicas en que se encuentran divididos los Estados Unidos Mexicanos.	21/09/2020	Sin reforma

NA: No aplica

Fuente: Elaborado por el IMCO con información de CONAGUA, IMTA, SEMARNAT y de la Cámara de Diputados.

Anexo II. Principales características de las 13 regiones hidrológico-administrativas

Región	Descripción	Región	Descripción
I. Península de Baja California	Sede: Mexicali, Baja California N° Municipios: 12 Superficie: 154,279 km ² Habitantes: 4,766,488 Población Urbana: 91.3% Población Rural: 8.7% Precipitación anual: 168 mm Agua renovable per cápita: 1,135 m ³ /hab/año Grado de Presión: 80% (alto) Consumo de Agua: 3,949 hm ³ /año Aporte de Agua superficial: 49.5% Aporte de Agua subterránea: 50.5% Acuíferos: 88	II. Noroeste	Sede: Hermosillo, Sonora N° Municipios: 78 Superficie: 196,326 km ² Habitantes: 2,833,584 Población Urbana: 83.9% Población Rural: 16.1% Precipitación anual: 428 mm Agua renovable per cápita: 2,951 m ³ /hab/año Grado de Presión: 81% (alto) Consumo de Agua: 6,715 hm ³ /año Aporte de Agua superficial: 60.9% Aporte de Agua subterránea: 39.1% Acuíferos: 62
III. Pacífico Norte	Sede: Culiacán, Sinaloa N° Municipios: 51 Superficie: 152,007 km ² Habitantes: 4,555,601 Población Urbana: 69.1% Población Rural: 30.9% Precipitación anual: 765 mm Agua renovable per cápita: 5,730 m ³ /hab/año Grado de Presión: 42% (medio) Consumo de Agua: 10,731 hm ³ /año Aporte de Agua superficial: 86.3% Aporte de Agua subterránea: 13.7% Acuíferos: 24	IV. Balsas	Sede: Cuernavaca, Morelos N° Municipios: 423 Superficie: 116,439 km ² Habitantes: 12,240,831 Población Urbana: 70.7% Población Rural: 29.3% Precipitación anual: 962 mm Agua renovable per cápita: 1,896 m ³ /hab/año Grado de Presión: 49% (alto) Consumo de Agua: 10,784 hm ³ /año Aporte de Agua superficial: 83% Aporte de Agua subterránea: 17% Acuíferos: 45
V. Pacífico Sur	Sede: Oaxaca, Oaxaca N° Municipios: 378 Superficie: 82,775 km ² Habitantes: 5,168,465 Población Urbana: 60.3% Población Rural: 39.7% Precipitación anual: 855 mm Agua renovable per cápita: 6,084 m ³ /hab/año Grado de Presión: 5% (sin estrés) Consumo de Agua: 1,539 hm ³ /año Aporte de Agua superficial: 67.5% Aporte de Agua subterránea: 32.5% Acuíferos: 36	VI. Rio Bravo	Sede: Monterrey, Nuevo León N° Municipios: 144 Superficie: 390,440 km ² Habitantes: 13,295,533 Población Urbana: 92.6% Población Rural: 7.4% Precipitación anual: 1,139 mm Agua renovable per cápita: 1,014 m ³ /hab/año Grado de Presión: 77% (Alto) Consumo de Agua: 9,513 hm ³ /año Aporte de Agua superficial: 51.9% Aporte de Agua subterránea: 48.1% Acuíferos: 102
VII. Cuencas Centrales del Norte	Sede: Torreón, Coahuila de Zaragoza N° Municipios: 78 Superficie: 187,621 km ² Habitantes: 4,755,573 Población Urbana: 74.9% Población Rural: 25.1% Precipitación anual: 372 mm Agua renovable per cápita: 1,738 m ³ /hab/año Grado de Presión: 48% (Alto) Consumo de Agua: 3,801 hm ³ /año Aporte de Agua superficial: 34.3% Aporte de Agua subterránea: 65.7% Acuíferos: 65	VIII. Lerma-Santiago-Pacífico	Sede: Guadalajara, Jalisco N° Municipios: 332 Superficie: 192,722 km ² Habitantes: 25,649,083 Población Urbana: 78.3% Población Rural: 21.7% Precipitación anual: 398 mm Agua renovable per cápita: 1,469 m ³ /hab/año Grado de Presión: 44% (Alto) Consumo de Agua: 15,292 hm ³ /año Aporte de Agua superficial: 48.6% Aporte de Agua subterránea: 51.4% Acuíferos: 128
IX. Golfo Norte	Sede: Ciudad Victoria, Tamaulipas N° Municipios: 148 Superficie: 127,064 km ² Habitantes: 5,200,192 Población Urbana: 54%	X. Golfo Centro	Sede: Xalapa, Veracruz N° Municipios: 432 Superficie: 102,354 km ² Habitantes: 10,482,417 Población Urbana: 57.8%

	Población Rural: 46% Precipitación anual: 808 mm Agua renovable per cápita: 5,366 m ³ /hab/año Grado de Presión: 21% (medio) Consumo de Agua: 5,899 hm ³ /año Aporte de Agua superficial: 81.5% Aporte de Agua subterránea: 18.5% Acuíferos: 40		Población Rural: 42.2% Precipitación anual: 1,626 mm Agua renovable per cápita: 9,075 m ³ /hab/año Grado de Presión: 6% (sin estrés) Consumo de Agua: 5,449 hm ³ /año Aporte de Agua superficial: 74.6% Aporte de Agua subterránea: 25.4% Acuíferos: 22
XI. Frontera Sur	Sede: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas N° Municipios: 143 Superficie: 99,094 km ² Habitantes: 7,973,261 Población Urbana: 52% Población Rural: 48% Precipitación anual: 1,842 mm Agua renovable per cápita: 19,078 m ³ /hab/año Grado de Presión: 2% (sin estrés) Consumo de Agua: 2,337 hm ³ /año Aporte de Agua superficial: 69.7% Aporte de Agua subterránea: 30.3% Acuíferos: 23	XII. Península de Yucatán	Sede: Mérida, Yucatán N° Municipios: 129 Superficie: 139,387 km ² Habitantes: 5,107,246 Población Urbana: 84% Población Rural: 16% Precipitación anual: 1,207 mm Agua renovable per cápita: 6,494 m ³ /hab/año Grado de Presión: 14% (bajo) Consumo de Agua: 4,149 hm ³ /año Aporte de Agua superficial: 3.4% Aporte de Agua subterránea: 96.6% Acuíferos: 4
XIII. Aguas del Valle de México	Sede: Ciudad de México N° Municipios: 121 Superficie: 18,229 km ² Habitantes: 23,815,128 Población Urbana: 94.7% Población Rural: 5.3% Precipitación anual: 649 mm Agua renovable per cápita: 150 m ³ /hab/año Grado de Presión: 138% (Muy Alto) Consumo de Agua: 4,771 hm ³ /año Aporte de Agua superficial: 50.7% Aporte de Agua subterránea: 49.3% Acuíferos: 14		

Fuente: Elaborado por el IMCO con información de CONAGUA, 2020. Características de las regiones hidrológico-administrativas 2020.

Anexo III. Principales presas por capacidad de almacenamiento

Nombre oficial	Nombre común	RH	Clave RHA	RHA	Uso	Capacidad NAMO (hm ³)
Doctor Belisario Domínguez, Chis.	La Angostura	Grijalva-Usumacinta	XI	Frontera Sur	Generación eléctrica	13,169
Netzahualcóyotl	Malpaso	Grijalva-Usumacinta	XI	Frontera Sur	Irrigación o riego, Generación eléctrica, Piscicultura y acuacultura, Navegación, Otros usos	12,373
Infiernillo	Infiernillo	Balsas	IV	Balsas	Generación eléctrica	9,340
Presidente Alemán	Temascal	Papaloapan	X	Golfo Centro	Irrigación o riego, Generación eléctrica	8,119
Lago de Chapala	Chapala	Lerma-Santiago	VIII	Lerma Santiago Pacífico	Irrigación o riego, Abastecimiento público, Piscicultura y acuacultura, Recreativo, Navegación	7,634
Aguamilpa Solidaridad	Aguamilpa	Lerma-Santiago	VIII	Lerma Santiago Pacífico	Irrigación o riego, Generación eléctrica, Otros usos	5,540
Internacional La Amistad	La Amistad	Bravo-Conchos	VI	Río Bravo	Irrigación o riego, Generación eléctrica, Abastecimiento público, Recreativo, Otros usos	4,040
Vicente Guerrero, Tamps.	Las Adjuntas	San Fernando-Soto la Marina	IX	Golfo Norte	Irrigación o riego, Abastecimiento público, Otros usos	3,910
Internacional Falcón	Falcón	Bravo-Conchos	VI	Río Bravo	Irrigación o riego, Generación eléctrica, Abastecimiento público, Piscicultura y acuacultura, Recreativo	3,265
Adolfo López Mateos	El Humaya	Sinaloa	III	Pacífico Norte	Irrigación o riego, Generación eléctrica, Piscicultura y acuacultura, Recreativo	3,086
Álvaro Obregón	El Oviachic	Sonora Sur	II	Noroeste	Irrigación o riego, Generación eléctrica, Abastecimiento público	2,989
Miguel Hidalgo, Sin.	El Mahone	Sinaloa	III	Pacífico Norte	Irrigación o riego, Generación eléctrica, Control de avenidas y protección contra inundaciones	2,921
Luis Donaldo Colosio	Huites	Sinaloa	III	Pacífico Norte	Irrigación o riego, Generación eléctrica, Piscicultura y acuacultura, Recreativo	2,908
La Boquilla	Lago Toronto	Bravo-Conchos	VI	Río Bravo	Irrigación o riego, Generación eléctrica, Recreativo	2,894
Lázaro Cárdenas	El Palmito	Nazas-Aguanaval	VII	Cuencas Centrales del Norte	Irrigación o riego	2,873
Plutarco Elías Calles, Son.	El Novillo	Sonora Sur	II	Noroeste	Irrigación o riego, Generación eléctrica	2,833
Miguel de la Madrid Hurtado	Cerro de Oro	Papaloapan	X	Golfo Centro	Generación eléctrica, Piscicultura y acuacultura	2,600
José López Portillo	El Comedero	Sinaloa	III	Pacífico Norte	Irrigación o riego, Generación eléctrica, Abastecimiento público	2,580
Leonardo Rodríguez Alcaine	El Cajón	Lerma-Santiago	VIII	Lerma Santiago Pacífico	Generación eléctrica	2,552

Fuente: Elaborado por el IMCO con información del IMTA, 2017.



