

PERSPECTIVAS

DEL AGUA EN MÉXICO

propuestas hacia la seguridad hídrica



CONTENIDOS

Introducción		5
Capítulo 1	Contextos	9
Capítulo 2	Ocurrencia, disponibilidad y usos del agua	19
Capítulo 3	Desafíos	45
Referencias		63
Anexo	Taller de Expertos: Panorama del agua en México	67
Anexo	Infografías	77

FIGURAS

Figura 1	Ubicación de la República Mexicana	11
Figura 2	Precipitación media anual	11
Figura 3	Población en zonas metropolitanas al 2030	13
Figura 4	Composición del PIB y la PEA por sectores, 1950 y 2017	15
Figura 5	Distribución espacial de las actividades económicas	17
Figura 6	Municipios con condiciones sociodemográficas adversas	18
Figura 7	Productividad del agua en los DR por año agrícola (kg/m ³)	25
Figura 8	Contraste regional entre agua renovable y actividad económica	30
Figura 9	Grado de presión hídrica regional, 2018	31
Figura 10	Acuíferos sobreexplotados y disponibilidad de aguas subterráneas	32
Figura 11	Resultados promedio por RHA para el periodo 2012 a 2018, que incluye los datos con calidad del agua, excelente, buena calidad y aceptable	37

TABLAS

Tabla 1	<u>Ubicación y extensión territorial de México</u>	10
Tabla 2	<u>Población (Censo, 2020)</u>	12
Tabla 3	<u>Agua renovable total y per cápita, 2020</u>	21
Tabla 4	<u>Títulos de concesión y asignación de aguas nacionales, 2020</u>	22
Tabla 5	<u>Usos del agua consuntivos por tipo de fuente, 2020</u>	23
Tabla 6	<u>Balance y disponibilidad de aguas subterráneas, 2021</u>	33
Tabla 7	<u>Distribución por uso de aguas subterráneas concesionadas (en %)</u>	34
Tabla 8	<u>Aportación de las aguas subterráneas concesionadas para cada uso (en %)</u>	35
Tabla 9	<u>Áreas Naturales Protegidas de competencia federal, 2018</u>	42

Autores

Fernando J. González Villarreal
Eduardo Vázquez Herrera
Enrique Aguilar Amilpa
Jorge Alberto Arriaga Medina

Revisión y edición de infografías

Jorge Fuentes Martínez
Piedad Gómez Sánchez

Diseño gráfico y editorial

Jorge Cornejo Martínez

Directorio CERSHI

Fernando J. González Villarreal, *Director General*
Jorge Alberto Arriaga Medina, *Coordinador Ejecutivo*
Enrique Aguilar Amilpa, *Coordinador de Proyectos*
Ana Gabriela Piedra Miranda, *Subcoordinadora de Investigación*
Marie Claire Mendoza Muciño, *Subcoordinadora de Comunicación y Difusión*
Joel Santamaría García, *Subcoordinación de Comunicación y Difusión*

Directorio Agua Capital

Juan Pablo del Valle Perochena, *Presidente del Consejo Directivo*
Eduardo Vázquez Herrera, *Director Ejecutivo*
Piedad Gómez Sánchez, *Coordinadora de proyectos*

INTRODUCCIÓN

El uso eficiente, la gestión efectiva y la conservación de los recursos hídricos son factores determinantes para el desarrollo social y económico del país. De su aprovechamiento adecuado dependen, en muchos sentidos, aspectos prioritarios como la seguridad alimentaria, la salud pública, la seguridad energética, la protección de los ecosistemas, el combate a la pobreza, las actividades productivas, la equidad de género, así como la igualdad de oportunidades para la población.

No obstante, el incremento poblacional; el crecimiento desordenado; la falta de planeación y ordenamiento territorial; la ausencia de inversiones; y la afectación de los ecosistemas y las fuentes de agua, han contribuido a la sobreexplotación; la contaminación del recurso; deficiencias en la gestión; y la generación de conflictos sociales por acceso al agua, afectando de manera significativa su disponibilidad, en cantidad y calidad adecuadas. Todo ello se agrava por los efectos del cambio climático que, de manera creciente, generan escenarios complejos derivados de la incertidumbre climática, afectando el ciclo hidrológico y provocando mayores sequías e inundaciones.

México tiene una disparidad geográfica entre la disponibilidad de agua y la distribución de la población y sus actividades económicas: en el norte, centro y noroeste del país, que ocupan el 78% del territorio, habita el 77% de la población y se genera el 83% del PIB, aunque únicamente se tiene el 33% del agua renovable; mientras tanto, en el sureste, que ocupa el 22% del territorio, habita el 23% de la población y se genera el 17% del PIB, se cuenta con el 67% del agua renovable.

Algunos datos oficiales ilustran la magnitud de los desafíos:

- A nivel nacional, sólo el 58% de la población del país tiene agua diariamente en su domicilio y cuenta con saneamiento básico mejorado.
- Aproximadamente 6 millones de personas carecen de acceso al agua potable y 11 millones de acceso al saneamiento.
- Únicamente 14% de la población recibe agua 24 horas al día.
- Sólo 50% del volumen recolectado en alcantarillado recibe algún tipo de tratamiento.
- 60% de los cuerpos de agua presenta algún grado de contaminación.
- 157 de los 653 acuíferos están sobreexplotados.
- Aproximadamente, el 40% del agua se pierde en fugas en los sistemas municipales de distribución.
- En la agricultura de riego persisten pérdidas de agua del orden del 50%.
- 50% del territorio nacional ha perdido su cobertura vegetal y sufrido afectaciones a sus ecosistemas y fuentes de agua.
- 71% del territorio nacional presenta grado de presión hídrica alto o muy alto.

Asimismo, las condiciones de cambio climático presentan retos puntuales, siendo que el incremento de la temperatura y la alteración de las lluvias afectan la disponibilidad y calidad del agua. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua, 24% de los municipios del país registran una vulnerabilidad climática alta o muy alta; 106 municipios tienen alta vulnerabilidad a las sequías, y 17 entidades federativas, que albergan al 62% de la población, concentran una alta propensión a inundaciones.

Escenarios como los que se vivieron en 2021 en el Valle de México y el estado de Hidalgo, y que se están presentando en el curso de este año en el norte del país, en ciudades como Monterrey y Mexicali, dejan ver con claridad una tendencia que se está convirtiendo en una constante.

Por otro lado, los distintos usos tienen grandes brechas de eficiencia en el uso del recurso hídrico. El campo es el principal usuario del agua en el país, concentrando el 76% de los usos consuntivos, por lo que ofrece mayores áreas de oportunidad para liberar volúmenes para los demás usos; sin embargo, presenta eficiencias del 50%, por lo que se debe invertir en la tecnificación del riego y el mejoramiento de las prácticas agrícolas. Las ciudades, por su parte, deben abatir las fugas y el agua no contabilizada, y mejorar la eficiencia física y la calidad en la prestación del servicio. Finalmente, la industria requiere operar con mayores eficiencias en sus procesos, promover el intercambio y reúso del agua, y disminuir los niveles de contaminación en sus descargas. Todas estas acciones deben estar orientadas a proteger los ecosistemas, áreas naturales y fuentes de agua, como principales abastecedores de agua para todos los usos y usuarios.

Asimismo, es importante reconocer que se debe trabajar aún más para garantizar el acceso universal al agua y al saneamiento, estableciendo un marco regulatorio y políticas adecuadas, pero sumado a los recursos, capacidades y herramientas que las autoridades y prestadores del servicio requieren para atenderlo de manera eficiente.

En suma, el incremento desmedido en las extracciones de agua en las cuencas y acuíferos; las deficiencias en la gestión del recurso; el debilitamiento de las instituciones; la falta de planeación, políticas e inversiones adecuadas; la ausencia de incentivos para promover la eficiencia; y los efectos del cambio climático, han generado un aumento significativo del grado de presión y la falta de disponibilidad del recurso hídrico. Éstos, necesariamente, generan condiciones para potenciales conflictos y disputas sociales por el acceso al agua para los distintos usos.

Este contexto tan complejo para el país, sus regiones y comunidades demanda un proceso colectivo de diagnóstico, análisis y reflexión, así como el planteamiento de propuestas enfocadas a nuevas estrategias, políticas y modelos de gestión del recurso hídrico que permitan atender estas realidades, contribuir a cerrar las brechas existentes y propiciar condiciones adecuadas para lograr la seguridad hídrica a largo plazo para todos los usos y la población.

Para contribuir en la solución de los principales desafíos en materia hídrica que México atraviesa, la Universidad Nacional Autónoma de México, a través de la Red del Agua UNAM, el Centro Regional de Seguridad Hídrica bajo los auspicios de la UNESCO y Agua Capital, el Fondo de Agua de la Ciudad de México, realizaron el presente documento de análisis denominado *“Perspectivas del Agua en México: propuestas hacia la seguridad hídrica”*. Su principal objetivo es identificar los retos y soluciones ante la situación del agua que enfrentamos en nuestro país.

Este documento genera un diagnóstico actualizado que parte de fuentes de información actualizadas y aborda múltiples dimensiones del problema en el contexto nacional. Además, considera la ocurrencia, disponibilidad y usos del agua, así como sus desafíos y tendencias, para plantear una serie de propuestas y orientaciones estratégicas que, consideramos, contribuyen a la discusión pública de esta agenda, a una mejor toma de decisiones, a la difusión de información y sensibilización de la ciudadanía, y a una mejor comprensión del problema al que nos enfrentamos en materia de agua en el país.

Por otro lado, comprendiendo la importancia de la participación social, así como la habilitación de mayores espacios inclusivos y funcionales para dialogar, intercambiar ideas y propuestas, para la elaboración de este documento se organizó un taller participativo con especialistas y técnicos de amplia experiencia en materia de agua, representando a múltiples disciplinas y sectores, nacionales e internacionales, con el fin de recabar sus perspectivas y recomendaciones y nutrir, de manera informada, con base en los datos y estadísticas, las orientaciones y conclusiones de este documento.

Debemos comprender que el reto del agua es ya una problemática del presente, que requiere atención y toma de decisiones y acciones inmediatas de todas las partes con una perspectiva de largo plazo, de lo contrario, enfrentaremos cada vez más problemas y complejidades con grandes afectaciones a las personas, comunidades y regiones, así como al desarrollo económico y social de nuestro país.

Esperamos que esta publicación y esfuerzo de las distintas organizaciones y especialistas participantes, refleje el interés y la voluntad de sumar esfuerzos con el ánimo de facilitar la difusión de información, formar una visión común del problema, ofrecer insumos para un debate informado y promover una mejor toma de decisiones y acción colectiva en beneficio de una adecuada gestión del agua y lograr, con ello la seguridad hídrica para nuestro país a largo plazo.

CAPÍTULO 1

CONTEXTOS

México está conformado por 31 estados y la Ciudad de México. A su vez, éstos se integran por 2,471 municipios y 16 alcaldías, respectivamente¹. La entidad federativa con mayor número de municipios es Oaxaca, con 570, y la que tiene menor cantidad es Baja California Sur, con cinco.

¹ <https://cuentame.inegi.org.mx/territorio/division/default.aspx?tema=T>

1.1 Geografía

La extensión territorial de los Estados Unidos Mexicanos es de 1.964 millones de km², de los cuales 1.959 millones corresponden a la superficie continental y el resto a las áreas insulares (**Tabla 1**).

Extensión Territorial	
Superficie Territorial	1964375 Km ²
Continental	1959248 Km ²
Insular	5127 Km ²
Límites Internacionales del territorio Continental	
Con Estados Unidos de América	3152 Km
Con Guatemala	956 Km
Con Belice	193 Km
Línea de Costa	
Longitud Total	11 122 Km
Océano Pacífico	7 828 Km
Golfo de México y Mar Caribe	3 294 Km



Tabla 1. Ubicación y extensión territorial de México
Fuente: CONAGUA, 2018

Por su parte, la extensión de la Zona Económica Exclusiva del país (ZEE²) se estima en, aproximadamente, tres millones de km². El país se localiza a la misma latitud que los desiertos del Sahara y el Árabe (**Figura 1**). La porción sur de México se encuentra en la zona intertropical del planeta, en tanto que la porción norte se localiza en la zona templada.

Dos terceras partes del territorio se consideran áridas o semiáridas, mientras que una tercera parte, en el sureste, es húmedo.

² Definida internacionalmente como la franja de mar contigua al mar territorial, que se extiende hasta 370.4 Km (200 millas náuticas) contados desde la línea de costa continental e insular.

CAPÍTULO 1. CONTEXTOS

La ubicación geográfica y el relieve inciden directamente en las condiciones climáticas del país. Dos terceras partes del territorio se consideran áridas o semiáridas, con precipitaciones anuales menores a los 500 mm, mientras que

una tercera parte, en el sureste, es húmedo, con precipitaciones anuales que superan los 2,000 mm por año (**Figura 2**). En la mayor parte del territorio la lluvia es más intensa en verano, principalmente de tipo torrencial.

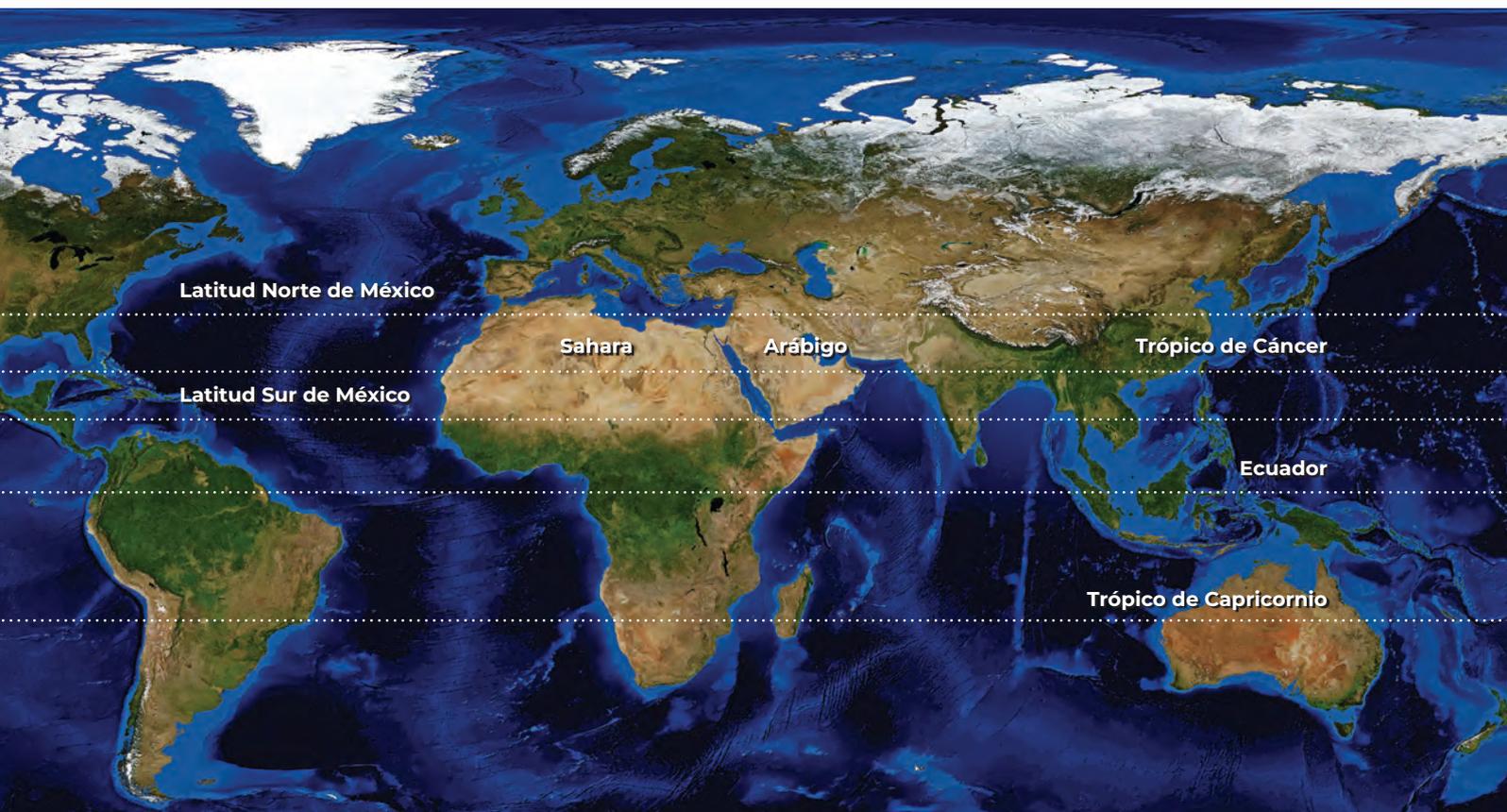


Figura 1. Ubicación de la República Mexicana
Fuente: CONAGUA, 2018

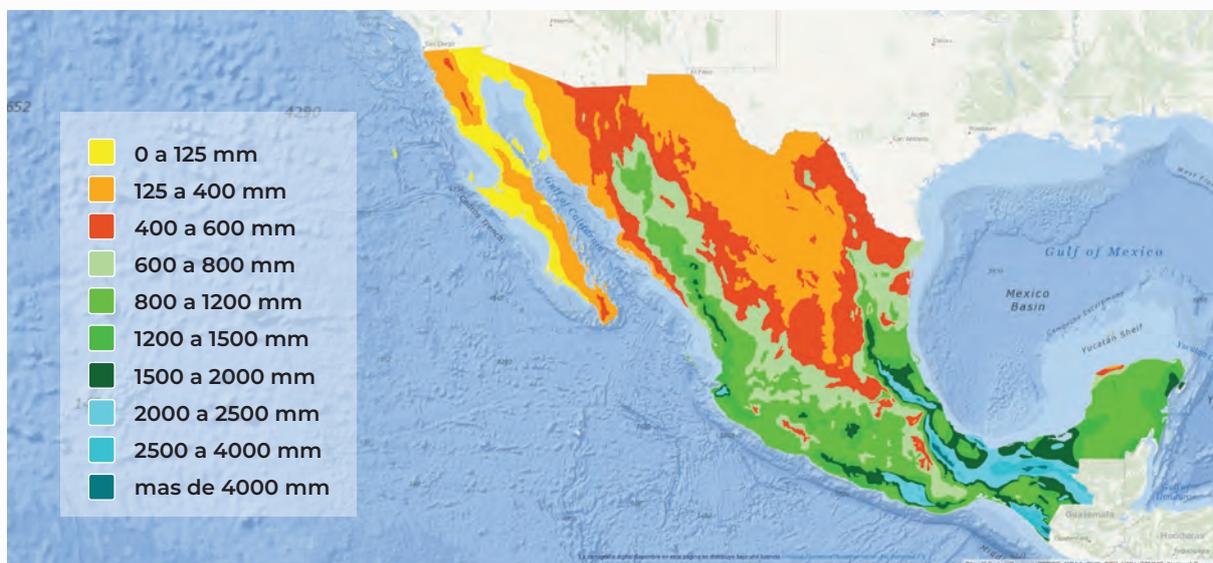


Figura 2. Precipitación media anual
Fuente: www.conabio.gob.mx

1.2 Población

1.2.1 Dinámica poblacional

De 1950 a 2020, la población prácticamente se quintuplicó y pasó de ser predominantemente rural a urbana.

De acuerdo con la información censal posterior al periodo revolucionario, y a partir de los años cincuenta y sesenta, la población en México muestra una marcada tendencia a abandonar las pequeñas localidades rurales y concentrarse en zonas urbanas como resultado de las políticas de industrialización del país. De 1950 a 2020, la población prácticamente se quintuplicó y pasó de ser predominantemente rural a urbana.

Con poco más de 126 millones de habitantes en el año 2020, el 79% de la población se asentaba en 4,189 pobla-

ciones mayores de 2,500 habitantes, mientras que el resto habitaba en más de 185 mil localidades con menos de 2,500 habitantes (**Tabla 2**). El 90% de la población rural estaba localizada en los estados de Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Tabasco, Veracruz y Zacatecas, y el 37% de la población urbana se encontraba en la Ciudad de México y los estados de México, Jalisco y Nuevo León. Mientras que el 21.3% de la población urbana se asentaba en las zonas costeras del país, otro 49.2% lo hacía en localidades situadas por arriba de los 2,000 metros sobre el nivel del mar.

Tamaño de localidad	Localidades	%	Población Total	%
Estados Unidos Mexicanos	189 432	100.00%	126,014,024	100.00%
1-249 habitantes	155 562	82.10%	5,608,325	4.50%
250-499 habitantes	13 649	7.20%	4,838,272	3.80%
500-999 habitantes	9 551	5.00%	6,709,875	5.30%
1 000-2 499 habitantes	6 481	3.40%	9,827,056	7.80%
2 500-4 999 habitantes	2 034	1.10%	7,040,160	5.60%
5 000-9 999 habitantes	1 053	0.60%	7,286,065	5.80%
10 000-14 999 habitantes	361	0.20%	4,387,069	3.50%
15 000-29 999 habitantes	353	0.20%	7,356,476	5.80%
30 000-49 999 habitantes	156	0.10%	5,856,438	4.60%
50 000-99 999 habitantes	87	0.00%	6,077,483	4.80%
100 000-249 999 habitantes	65	0.00%	10,134,079	8.00%
250 000-499 999 habitantes	40	0.00%	14,315,969	11.40%
500 000-999 999 habitantes	29	0.00%	20,631,270	16.40%
1 000 000 y más habitantes	11	0.00%	15,945,487	12.70%

Tabla 2. Población (Censo, 2020)
Fuente: INEGI, 2020

De acuerdo con Hiriart (2019)⁵, entre el 70 y el 80% de la población en México vivirá en asentamientos urbanos para 2050, lo que implica una importante transformación en la fisonomía de las urbes y en la distribución de metros cuadrados por habitante. Esa nueva organización espacial también significará un cambio de vida para los pobladores, por la relación del territorio con la arquitectura, economía, política, geografía, ecología y cultura, entre otros aspectos que se integran a su entorno. En este sentido, el especialista enfatiza en que *“lo idóneo sería crecer en altura; sin embargo, nos hemos dispersado sobre el territorio. Algunas zonas de desarrollo urbano están planificadas; pero otras requieren de la participación de arquitectos y urbanistas, a fin de integrarlas a la estructura de las urbes... El buen desarrollo de las metrópolis dependerá de la distribución de la población, y también de la capacidad gubernamental para formular planes económicos, sociales y espaciales realistas. Pero lo esencial es el compromiso social y ambiental de la arquitectura para repensar el papel de las metrópolis en el país. Por ejemplo, en México se edifica mucha vivienda y entre 60 y 70 por ciento es autoconstrucción; lo mismo sucede con el crecimiento de las ciudades, más allá de los procesos de planeación”*.

1.2.3 Periurbano

Zubicaray et al (2021), en su estudio sobre las ciudades mexicanas, señalan que, a partir del año 2000, el crecimiento de las manchas urbanas ha sido generalizado y ha impactado a las localidades periféricas rurales de las zonas metropolitanas con mayor intensidad que a las localidades urbanas consolidadas, con ritmos de crecimiento entre cuatro y siete veces superior en las primeras que en las segundas.

Por su parte, González-Arellano et al (2021) muestran que el Periurbano en México alojaba en 2010 a poco más de 15 millones de habitantes.

Un ajuste conservador con datos del Censo 2020, indica que la población periurbana supera los 16 millones de habitantes y experimenta condiciones de vulnerabilidad respecto a su acceso a los servicios básicos de salud, agua potable y saneamiento.

La metropolización del país, aunado a su localización en la geografía mexicana, impondrán un reto significativo para atender las demandas de infraestructura para proveer los servicios de agua, saneamiento y drenaje.

⁵ <https://www.gaceta.unam.mx/ochenta-por-ciento-de-mexico-estara-urbanizado-en-2050/>

1.3 Desarrollo económico

El comportamiento de la economía mexicana ha evolucionado conforme a distintos estadios de la vida nacional e internacional. Ha transitado de la organización y tradiciones del mundo prehispánico, hasta las modalidades impuestas a lo largo del siglo XX, con la política de sustitución de importaciones y la inserción del país en los esquemas de globalización, para llegar a los retos del siglo XXI caracterizados por los avances tecnológicos, el cambio climático, la recuperación post-COVID-19 y las presiones ambientales.

A lo largo del siglo XX y hasta la actualidad, la aportación de las actividades primarias al Producto Interno Bruta (PIB) nacional, así como su participación en la población ocupada, han disminuido progresivamente de manera opuesta a las secundarias y terciarias, que se han expandido (**Figura 4**). Los cambios más abruptos se registraron a partir de los años setenta, cuando se pasó del entorno rural al urbano y, por tanto, de una economía predominantemente agrícola a otra basada en los procesos industriales tradicionales y en la maquila, así como en el crecimiento acelerado del sector terciario.

De este modo, México es actualmente una economía con especial fortaleza en el sector de servicios. En el 2º trimestre de 2021, este sector representó el 64.07% del PIB y el 61.07% de la fuerza laboral, seguido por el sector industrial, con el 28.33% del PIB y el 25.12% de la fuerza laboral, y el sector primario, con el 3.37% del PIB y el 13.25% de la fuerza laboral⁶.

Entre 1990 y 2020, el crecimiento económico alcanzó un promedio anual de un 2.1%, que es una tasa relativamente modesta para un país con las características económicas y sociales de México. En términos del PIB por habitante para el mismo periodo, el crecimiento se situó, en promedio, en torno al 1.0%.

Entre 2010 y 2018, la economía mexicana creció a un promedio de 2.8%. Debido a la crisis económica global ocasionada por el COVID-19, así como por las fluctuaciones en los precios del petróleo y las presiones sobre los mercados de bienes y servicios derivados de los conflictos geopolíticos recientes, la economía se ha visto afectada en los últimos dos años, tanto en términos del PIB, como de la fuerza laboral y de la lucha contra la pobreza y la desigualdad.

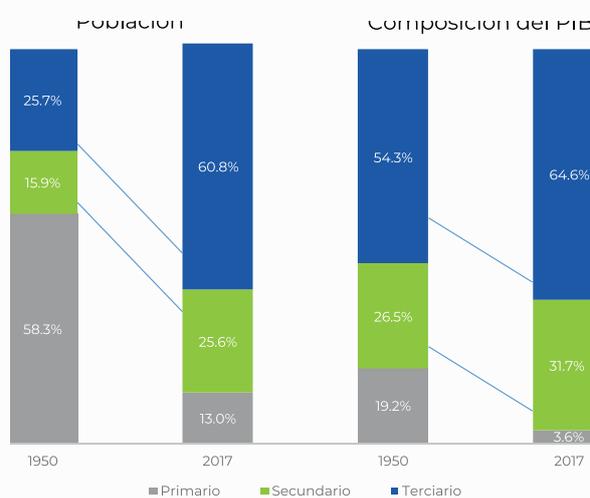


Figura 4. Composición del PIB y la PEA por sectores, 1950 y 2017
Fuente: CONAGUA, 2018

⁶ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), PIB y Cuentas Nacionales, 2021.

1.3.1 Localización de la actividad económica

La orientación y tamaño de las actividades económicas, así como su localización en el territorio, influida por el acceso a materias primas, infraestructura y mercados de consumo, juegan un papel determinante en la presión que se pueda ejercer sobre los recursos naturales, entre ellos el agua y los ecosistemas asociados. En el caso de México (**Figura 5**), destaca el desarrollo de la agricultura de riego en el norte y centro del país. La mayor cantidad de petróleo y gas se extrae en Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Campeche. El estado de Durango destaca por la extracción de carbón, mientras que en otros 20 estados predomina la extracción de minerales metálicos. Por su parte, los estados aledaños al Golfo de California

destacan por su alto nivel de producción pesquera y acuícola.

Aunque el espacio geoeconómico nacional ha cambiado a lo largo del tiempo y las actividades que hoy se llevan a cabo han modificado el paisaje y los patrones de aprovechamiento del territorio y sus recursos naturales, aún quedan áreas en las que prevalece la economía tradicional y de subsistencia, en particular en las regiones con predominio de población indígena. México ocupa el octavo lugar en el mundo de los países con la mayor cantidad de pueblos indígenas. El 75% de las personas indígenas se concentran en ocho estados: Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Estado de México, Puebla, Guerrero, Hidalgo y Yucatán (INEGI, 2015).

1.4 Desigualdad, marginación y pobreza

Los niveles actuales en el combate a la pobreza y la desigualdad de México son similares a los observados hace décadas, pero son considerados altos en comparación con países de similar desarrollo en América Latina y en el mundo. Las brechas de productividad entre las entidades federativas del país se han ensanchado. De acuerdo con la CEPAL, que divide al país en cuatro regiones, existe una marcada amplitud de las desigualdades entre la población urbana y rural, y categoriza esta desigualdad socioeconómica como de naturaleza estructural (Rivas Valdivia, J. C. y Gaudin, Y. 2021)⁷.

A pesar de que algunas de las brechas se están reduciendo, no se ha dado a la velocidad esperada y se observa una diferencia en la atención entre áreas urbanas y rurales y entre diferentes territorios del país.

Desde 2020, la pandemia generada por COVID-19 ha agravado la problemática, al ocasionar una de las caídas económicas más profundas en los últimos 100 años, lo que tendrá un impacto importante en el desarrollo económico y social del país en el mediano y largo plazo, y podría incrementar las brechas estructurales existentes.

⁷ El análisis de brechas define 12 dimensiones o brechas estructurales que miden la desigualdad en términos de, entre otros aspectos: ingreso, género, pobreza, educación, salud, infraestructura y etnicidad.

CAPÍTULO 1. CONTEXTOS

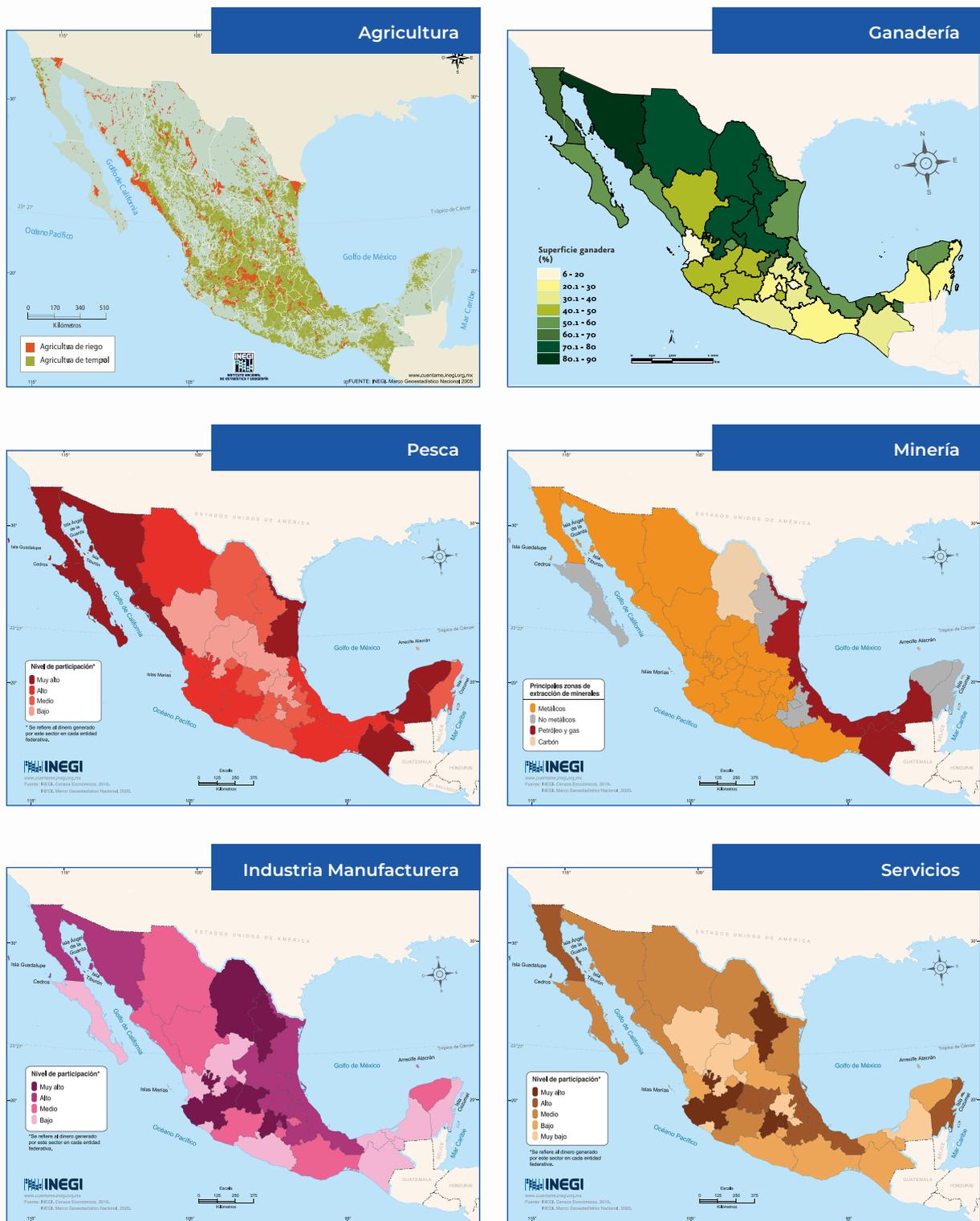


Figura 5. Distribución espacial de las actividades económicas
Fuentes: cuentame.inegi.org.mx/Economia/ mapasinteractivos.didactalia.net/

Zubicaray et al (2021) señalan que hay una aguda desigualdad en el acceso a los satisfactores urbanos entre los estratos socioeconómicos más altos y bajos. En promedio, la falta de acceso a empleos formales, escuelas públicas de educación básica, consultorios públicos de salud, equipamientos de abasto y espacio público, agudizan la precarización de los grupos socioeconómicos más bajos.

De acuerdo con los datos de CONEVAL (2018), al 2015 se estimó que más de

53.4 millones de personas (44% de la población) se encontraban en situación de pobreza a nivel nacional, 9.6 millones de las cuales estaban en situación de pobreza extrema. Las condiciones de marginación y pobreza pueden identificarse mediante el Índice de Rezago Social, así como el Índice de Marginación, elaborado por el CONAPO, que incorporan indicadores de educación, activos en el hogar y calidad y servicios en la vivienda. **(Figura 6).**

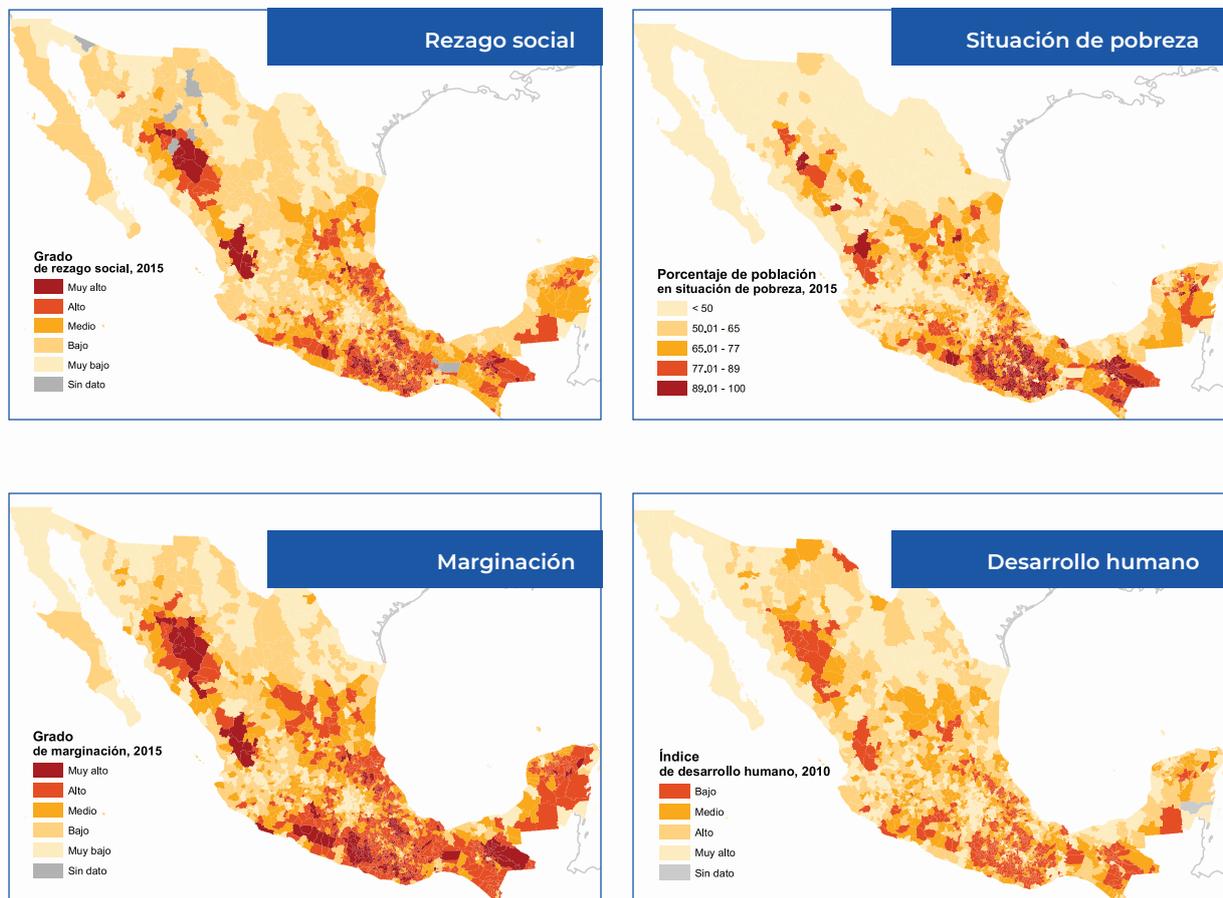


Figura 6. Municipios con condiciones sociodemográficas adversas
Fuentes: CONAGUA, 2019

CAPÍTULO 2

OCURRENCIA, DISPONIBILIDAD Y USOS DEL AGUA

En México, el 72% de la precipitación pluvial (740 mm/año) se concentra entre los meses de junio y septiembre. Después de la evapotranspiración, el resto escurre por corrientes y cuerpos de agua, siguiendo la conformación del terreno. El escurrimiento constituye las aguas superficiales (25%), o bien, se infiltra al subsuelo como agua subterránea (3%).

2.1 Agua renovable

Considerando el ciclo hidrológico, el agua renovable⁸, que es factible explotar anualmente de manera sustentable en México, asciende a 461,640 hm³ (SINA⁹, 2021). El 20% del agua renovable está distribuida en 653 acuíferos, de los cuales, 157 se encuentran sobreexplotados, 32 presentan suelos salinos y agua salobre, y otros 18 se ven afectados por

intrusión marina (SINA, 2021). Por otro lado, el 80% restante del agua renovable se distribuye en 757 cuencas, ocho de ellas transfronterizas, que están organizadas en 13 regiones hidrológico-administrativas, con 51 ríos principales, que generan el 87% del escurrimiento y ocupan el 65% del territorio nacional (CONAGUA, 2019).

2.2 Estrés hídrico

De acuerdo con el índice de estrés hídrico de Falkenmark¹⁰, un país o región experimenta “*estrés hídrico*” cuando los volúmenes anuales de agua renovable caen por debajo de los 1,700 m³/persona/año. Como se muestra en la **Tabla 3**, las regiones hidrológico-administrativas I (Península de Baja California), VI (Río Bravo), VII (Cuencas Centrales del Norte), VIII (Lerma-Santiago-Pacífico) y XIII (Aguas del Valle de México), que cubren el 39% del territorio nacional y alojan al 54% de la población, se encuentran en condición de estrés hídrico, únicamente por efecto de la relación agua renovable/población. Es de esperarse que, bajo esta misma definición, en el corto plazo la región IV (Balsas), otro 15% del territorio y 13% de la población, caerán en esta condición.

Por su parte, se considera que un país se enfrenta a una situación de escasez de agua cuando el nivel cae debajo de 1,000

m³/persona/año. En la actualidad, a nivel nacional México cuenta con 3,620 m³/persona/año, por lo que no se encuentra en esta condición ni experimentará esta realidad hacia el año 2050, sin embargo, a nivel regional, se observan áreas en situación de escasez de agua, en particular las regiones I (Península de Baja California), VI (Río Bravo), VII (Cuencas Centrales del Norte), y XIII (Aguas del Valle de México).

Desde la perspectiva anterior, reducir o evitar el estrés hídrico implicaría, además de alcanzar mayores eficiencias de uso, alentar políticas de descentralización que impulsen el crecimiento y/o la movilización poblacional, junto con la demanda de agua correspondiente, hacia regiones con mayores cantidades de agua renovable, junto con medidas que induzcan el uso eficiente del agua y la adopción de enfoques de economía circular en su aprovechamiento.

⁸ Cantidad de agua máxima que es factible explotar anualmente en una región, es decir, la cantidad de agua que es renovada por la lluvia y el agua proveniente de otras regiones o países (importaciones). Se calcula como el escurrimiento natural medio superficial interno anual, más la recarga total anual de los acuíferos, más los flujos de entrada menos los flujos de salida de agua a otras regiones (Gleick 2002)

⁹ <http://sina.conagua.gob.mx/sina/>

¹⁰ https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/water-exploitation-index-1/wq1_waterexploitationindex_130504.pdf

	Región hidrológico-administrativa	Agua renovable total (hm ³ /año)	Población (millones de habitantes)	Agua renovable per cápita 2020 (m ³ /hab/año)	Escurrimiento natural medio superficial total (hm ³ /año)	Recarga media total de acuíferos (hm ³ /año)
I	Península de Baja California	4,959.96	4.766	1,040.59	3,312	1,648
II	Noroeste	8,274.83	2.834	2,920.27	5,068	3,207
III	Pacífico Norte	26,630.02	4.556	5,845.55	23,570	3,061
IV	Balsas	23,445.62	12.241	1,915.36	18,575	4,871
V	Pacífico Sur	31,309.80	5.168	6,057.85	29,374	1,936
VI	Río Bravo	13,045.02	13.296	981.16	6,675	6,370
VII	Cuencas Centrales del Norte	4,667.43	4.756	981.47	2,206	2,462
VIII	Lerma Santiago Pacífico	35,247.02	25.649	1,374.20	25,416	9,831
IX	Golfo Norte	28,695.05	5.2	5,518.08	24,596	4,099
X	Golfo Centro	95,022.22	10.653	8,919.73	90,424	4,599
XI	Frontera Sur	158,020.79	7.973	19,818.84	135,303	22,718
XII	Península de Yucatán	28,877.87	5.107	5,654.29	3,562	25,316
XIII	Agua del Valle de México	3,444.33	23.815	144.63	1,155	2,289
	Total Nacional	461,640.00	126.014	3,663.40	369,236	92,404

Tabla 3. Agua renovable total y per cápita, 2020

Fuente: SINA, 2021. Subdirección General de Administración del Agua. Elaborado con base en datos de: Subdirección General Técnica. CONAPO. Proyecciones de población 2010-2030.

2.3 Usos del agua

De acuerdo con la información disponible en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), durante el periodo 2006-2020 la demanda de agua para satisfacer las necesidades de la población y sus actividades económicas se incrementó a un ritmo promedio de poco más del 1% anual.

2.3.1 Derechos de uso

En 2020, los volúmenes concesionados de agua para los distintos usos consuntivos y no consuntivos¹¹, con base en los más de 421 mil títulos de derechos de agua registrados en el REPDA (**Tabla 4**), ascendieron a

Región Hidrológico-Administrativa		Concesiones y/o asignaciones aguas subterráneas	Concesiones y/o asignaciones aguas superficiales
I	Península de Baja California	9,589	2,500
II	Noroeste	18,651	3,985
III	Pacífico Norte	14,320	12,253
IV	Balsas	15,281	14,917
IX	Golfo Norte	16,092	10,005
V	Pacífico Sur	21,137	10,579
VI	Río Bravo	39,091	6,257
VII	Cuencas Centrales del Norte	29,432	3,728
VIII	Lerma Santiago Pacífico	63,401	19,361
X	Golfo Centro	20,605	13,435
XI	Frontera Sur	10,230	25,667
XII	Península de Yucatán	36,669	229
XIII	Aguas del Valle de México	2,604	1,171
Total general		297,102	124,087

Tabla 4. Títulos de concesión y asignación de aguas nacionales, 2020
Fuente: SINA, 2022.

¹¹ Las estadísticas oficiales sobre los volúmenes de agua utilizados por los distintos usuarios corresponden a los volúmenes de agua registrados como derechos de uso en el REPDA.

CAPÍTULO 2. OCURRENCIA, DISPONIBILIDAD Y USOS DEL AGUA

89,548 hm³, que equivalen al 19.4% del volumen total de agua renovable del país. En ese mismo año, la generación de hidroelectricidad utilizó 183,075 hm³, es decir, el 40.5% de las aguas nacionales renovables.

El 61% del volumen total concesionado a nivel nacional para usos consuntivos proviene de aguas superficiales y el 39% corresponde a aguas subterráneas (**Tabla 5**). Lo anterior implica que únicamente se utiliza el 15% de las aguas superficiales disponibles a nivel nacional, mientras que se aprovecha el 34% de las aguas subterráneas renovables del país. El 76% del agua concesionada se destina a usos agrícolas -agrícola, pecuario y acuacultura-, un 15% al uso público urbano -doméstico y otros usos conectados a las redes de agua potable-, un 5% al uso no doméstico autoabastecido -industria, comercio

y servicios- y el 4% a la generación de electricidad -excluida la hidroelectricidad-.

El 52% del volumen concesionado para usos agrícola se concentra en los estados de Chihuahua, Guanajuato, Jalisco, Hidalgo, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Veracruz. Cerca del 70% de las concesiones para uso industrial se concentran en 7 estados, destacando Puebla, Quintana Roo y Veracruz, que acumulan el 50% del volumen concesionado para estos usos. Por lo que toca al uso público urbano, la Ciudad de México junto con los estados de México, Jalisco y Nuevo León acumulan el 32% de los volúmenes concesionados/asignados para este uso. Finalmente, el 75% del volumen concesionado para generación de electricidad, excluida la hidroeléctrica, se ubica en el estado de Guerrero.

USO CONSUNTIVO	ORIGEN		Volumen total	
	Subterránea	Superficial	hm ³	%
	hm ³	hm ³		
Abastecimiento público	7,464	5,701	13,165	15%
Agrícola	25,007	42,820	67,827	76%
Energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad	447	3,648	4,095	4%
Industria autoabastecida	2,396	2,064	4,460	5%
Total	35,315	54,233	89,548	100%

Tabla 5. Usos del agua consuntivos por tipo de fuente, 2020

Fuente: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=usosAgua&ver=reporte&o=0&n=regional>

Las regiones hidrológico-administrativas II (Noroeste), III (Pacífico Norte), IV (Balsas), VI (Río Bravo) y VIII (Lerma Santiago Pacífico) concentran cerca del 62% de los volúmenes concesionados, principalmente porque es ahí donde se localiza la mayor parte de las áreas bajo riego. El volumen concesionado en la región Balsas se ve influido por la demanda de agua de la termoeléctrica Petacalco, que representa alrededor del 40% del volumen concesionado en la región.

2.3.2 Eficiencias de uso

Las bajas eficiencias de uso contribuyen a agravar los problemas de escasez y competencia por el recurso hídrico.

Agricultura

La agricultura de riego es el uso del agua que tiene los mayores volúmenes concesionados en todas las regiones hidrológico-administrativas. En este sentido, y sin dejar de reconocer su relevante papel en materia de soberanía alimentaria, destaca:

- Las eficiencias de uso se sitúan todavía en niveles que están por debajo de lo que es posible y deseable. Las eficiencias globales en los distritos y unidades de riego fluctúan entre el 40% y 60%.
- Una buena parte de la superficie de riego en zonas de escasez se destina a la siembra de cultivos de bajo valor que demandan volúmenes de agua considerables.

- Una reducción del 10% en el volumen destinado al riego superaría la mitad del uso destinado al abasto de agua potable, o sería equivalente al uso destinado para fines industriales, incluidas las plantas termoeléctricas.

Sistemas de agua potable

Por otro lado, aún y cuando las demandas para el abasto de agua a las poblaciones son relativamente bajas, además de su alta dependencia de las aguas subterráneas en zonas de fuerte competencia por el uso del recurso, su problemática se agrava por las bajas eficiencias físicas que registran la mayoría de los sistemas de agua potable del país. Las pérdidas por fugas superan el 40% del volumen de agua que ingresa en la mayoría de los sistemas de agua potable (PIGOO¹², IMTA).

2.3.3 Productividad del agua

La productividad del agua, medida como la relación entre el valor del producto sobre el valor del agua consumida o desviada, se expresa por la razón siguiente:

$$\text{Productividad del agua} = \frac{\text{producción}}{\text{cantidad de agua}}$$

¹² <http://www.pigoo.gob.mx/index.jsp>

De acuerdo con la definición de productividad, su valor está relacionado con la eficiencia. Es decir, a mayor eficiencia, menor cantidad de agua necesaria y, consecuentemente, mayor productividad. Lo anterior aplica para todos los usos; por ejemplo, kWh generado por cada metro cúbico o personas con acceso suficiente al agua potable por metro cúbico suministrado.

En el caso del uso agrícola, la productividad física del agua en los distritos de riego (DR) mide la relación entre la producción agrícola y el agua distribuida en ellos, con el propósito de incidir en el mejoramiento de la eficiencia en el uso del recurso hídrico. La **figura 7** muestra la evolución de la productividad del agua en los DR a partir del ciclo agrícola 2008-2009, expresada en Kg/m³.

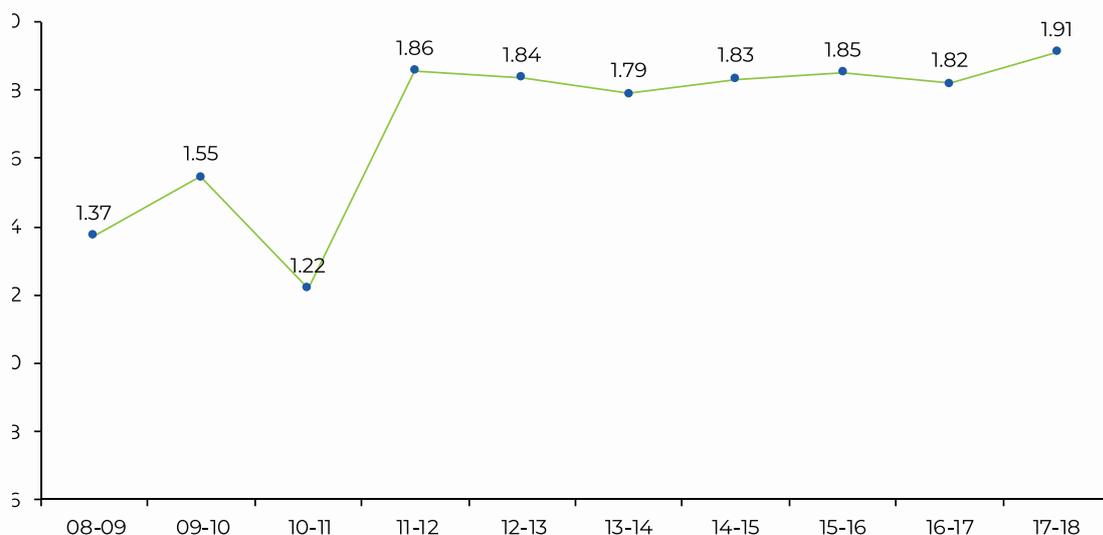


Figura 7. Productividad del agua en los DR por año agrícola (kg/m³)
Fuente: CONAGUA, 2018.

2.4 Infraestructura hidráulica

Las políticas públicas implementadas a partir del fin de la Revolución Mexicana han evolucionado para atender distintos estadios de desarrollo y han permitido construir la infraestructura hidráulica que ha demandado el país. Así, México cuenta actualmente con (CONAGUA, 2019):

- Más de 5 mil presas y bordos de almacenamiento.
- Alrededor de 6.5 millones de hectáreas para la producción de alimentos, divididas en 86 distritos de riego y más de 40,000 unidades de riego, así como 2.8 millones de hectáreas en 23 distritos de temporal tecnificado.

- Generación de energía hidroeléctrica, que constituye el 22% de la capacidad de generación instalada a nivel nacional, proveniente de presas y grandes obras hidráulicas que permiten el riego y la protección ante sequías e inundaciones.
- Más de 3,000 km de acueductos.
- 965 plantas potabilizadoras en operación.
- 43% de capacidad instalada para el tratamiento de las aguas residuales municipales.
- 2,540 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en operación (123.6 m³/s).
- 3,144 plantas de tratamiento de aguas residuales industriales en operación.
- Reutilización directa de aguas residuales (antes de su descarga a un cuerpo receptor) de 28.5 m³/s y 78.9 m³/s en forma indirecta (después de su descarga a un cuerpo receptor, principalmente para riego agrícola).

A pesar de los avances en el desarrollo de infraestructura hidráulica, este esfuerzo no ha llegado todavía a todos los mexicanos ni a todo el territorio nacional. El crecimiento poblacional de las grandes ciudades y la dispersión poblacional que aún persiste en las pequeñas localidades presentan retos técnicos y financieros significativos. Otros factores, como los derivados de la crisis energética o de la competitividad asociada a la comercialización de productos agropecuarios, obligan volver la vista hacia la tarea constructiva, que hoy debe darse en el marco de un mayor número de consideraciones sociales,

ambientales, tecnológicas y políticas. Por lo anterior, resulta indispensable incrementar el ritmo de construcción de infraestructura, entre otros, para avanzar en el mandato constitucional sobre el derecho humano al agua y al saneamiento, mejorar los servicios de riego y de agua potable, y abatir la contaminación.

2.4.1 Infraestructura actual

De acuerdo con diversos especialistas, existe un rezago acumulado en el mantenimiento de la infraestructura hidráulica por falta de recursos provenientes de tarifas y de fondos fiscales, en el caso de las presas y las obras de control de inundaciones. Una parte importante de los componentes de la infraestructura hidráulica han sobrepasado su vida útil o han sido superados por los avances tecnológicos, por lo que es necesario reemplazarlos o sustituirlos por equipo más moderno y eficiente. De no emprender estas acciones en el corto plazo, se pondría en riesgo la totalidad de la infraestructura existente, independientemente de los altos costos que se pagarían por presentarse fallas en los sistemas.

En diversos foros se ha señalado *“la urgente necesidad de mantener o rehabilitar, según sea el caso, la infraestructura existente que tiene años de haber sido construida y que, por deficiencias en su mantenimiento, ya no tiene la capacidad para satisfacer las demandas actuales, no cumple las condiciones operativas necesarias o, incluso, se está colapsando y puede representar un verdadero peligro para la población al presentarse fallas estructurales”* (Red del Agua UNAM, 2009).

2.4.2 Nueva infraestructura

El abastecimiento de agua potable en muchas ciudades y zonas metropolitanas, requiere buscar nuevas fuentes de abasto y construir acueductos cada vez más largos y costosos; una situación semejante se presenta en el drenaje pluvial de las ciudades, pues la creciente urbanización cambia las condiciones naturales por áreas con menor permeabilidad. Asimismo, se necesita infraestructura para el desarrollo regional, como las centrales hidroeléctricas, los sistemas de riego, los distritos de temporal tecnificado en el sureste del país, y las protecciones contra inundaciones que permitan defender a la población de fenómenos hidrometeorológicos extremos, que el cambio climático hace cada vez más frecuentes e intensos. El desarrollo de este tipo de infraestructura implica fuertes inversiones y los nuevos proyectos deben ser rentables, sustentables y aceptados por la población.

2.4.3 Inversiones

Los principales factores que han limitado el acceso al agua en México están asociados a la insuficiente inversión en infraestructura hidráulica, misma que ha decrecido paulatinamente, aunado al desperdicio del agua derivado de las bajas eficiencias de uso.

Los análisis de prospectiva que dieron lugar a la Agenda del Agua 2030 (CONAGUA, 2011) señalaban que, para lograr cuencas y acuíferos en equilibrio, ríos limpios, cobertura universal de agua y saneamiento, y asentamientos seguros

contra inundaciones, sería necesario invertir anualmente más de 50,000 millones de pesos de 2010 durante el periodo 2010-2030. Lo anterior plantea la necesidad de duplicar los recursos de inversión que se dedican actualmente al sector hídrico para atender las nuevas demandas. Entre ellas se encuentran:

- Incrementar la modernización y tecnificación en distritos y unidades de riego hasta el nivel parcelario, junto con el desarrollo del potencial agrícola del trópico húmedo; todo ello en apoyo a las políticas de seguridad alimentaria.
- Continuar con la construcción de infraestructura hidráulica para garantizar el abasto de agua y el saneamiento en zonas urbanas en crecimiento y en las comunidades rurales.
- Impulsar la eficiencia de los sistemas de agua potable y saneamiento, entre otras cosas, a través de proyectos de sectorización, programas de reparación de fugas y adopción de tecnologías que favorezcan la economía circular, lo cual permitirá una mayor racionalidad en las inversiones para la expansión de dichos sistemas.
- Alcanzar niveles aceptables en el control de la contaminación, el reúso de aguas residuales y la recarga de acuíferos que fortalezcan la seguridad hídrica en las cuencas y acuíferos con mayor grado de presión o estrés.
- Fortalecer la resiliencia de los sistemas hídricos frente a la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos y los impactos del cambio climático.

2.4.4 Cartera de proyectos

Uno de los mayores retos que enfrenta el país es el de contar con una cartera de proyectos de infraestructura hidráulica lo suficientemente amplia, que permita opciones económica, social y ambientalmente viables para alcanzar sus objetivos de desarrollo y sustentabilidad. Actualmente, la cartera de opciones es exigua y, en muchos casos, no existen

los proyectos ejecutivos que permitan iniciar las obras para las cuales fueron aprobados los presupuestos correspondientes. En gran medida, esta situación tiene su origen en el deterioro de la capacidad de ingeniería de proyecto, tanto en las instituciones del sector público, como en las empresas privadas.

2.4.5 Limitaciones financieras

La falta de pago o las tarifas inadecuadas para el cobro de los servicios hidráulicos limita la capacidad financiera para ampliar y mantener los sistemas existentes. En este sentido, es necesario impulsar esquemas de financiamiento y nuevos proyectos con la intervención del gobierno federal y estatal, pero además con el apoyo de la iniciativa privada.

Entre otros, destacan los acueductos para el abasto de agua a las grandes zonas metropolitanas del país y a otras ciudades medias que enfrentan un crecimiento poblacional importante, así como la infraestructura necesaria para controlar y abatir la contaminación del agua.

2.5 Soluciones basadas en la naturaleza (SBN) y economía circular

Los rápidos procesos de urbanización y el aumento del número de personas que viven en las ciudades agudizan los problemas urbanos como la contaminación del aire, el manejo de los residuos sólidos, el acceso al agua potable, entre muchos otros. Ello, a su vez, contribuye a incrementar los desequilibrios ambientales a nivel global como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la contaminación y la sobreexplotación del capital natural. Las ciudades se han diseñado transformando y, en muchos casos, excluyendo los entornos naturales. Sin

embargo, los problemas actuales han llevado a enfatizar sobre el rol de la naturaleza en los entornos urbanos. Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) emergen como una herramienta para integrar a la naturaleza en la planificación territorial, con grandes oportunidades para mejorar la calidad de vida y la salud de los ecosistemas. Asimismo, la naturaleza juega un papel fundamental para que contar con agua en cantidad y calidad suficientes y para lograr comunidades resilientes a los fenómenos hidrometeorológicos extremos.

De acuerdo con el proyecto CityAdapt, las SBN se integran por “*acciones duras o estructurales (infraestructuras verdes, grises y mixtas) y blandas o no estructurales (gestión, políticas y educación) que mejoran el uso y conservación de los servicios ecosistémicos en las áreas urbanas, periurbanas y rurales de las ciudades para facilitar adaptarse a los impactos del cambio climático*”¹³. En México, la aplicación de este enfoque es reciente, pero muestra ya algunos resultados. Entre ellos destacan el Programa Protección del Clima en la Política Urbana de México (CiClim), el Programa para el medio ambiente: CityAdapt Xalapa, y el conjunto de acciones que promueve Agua Capital en el Valle de México.

Economía circular

La economía circular suele definirse como un sistema económico diseñado con la intención de extraer el máximo provecho de los recursos y generar el mínimo de residuos para su eliminación. Actividades relacionadas con reducción, reutilización y reciclaje de recursos son las que normalmente describen la realidad operativa de la economía circular. Consecuentemente, el objetivo de la economía circular es que los procesos de producción eliminen el concepto de desperdicio; lo que se convierte en desecho en una parte del proceso, debería convertirse en insumo durante otra etapa de la cadena de valor. La economía circular supone entonces transitar de la lógica de obtener-transformar-desperdiciar a la de re-imaginar los procesos de innovación desde su origen.

Las oportunidades de implementar acciones bajo este enfoque en el sector hídrico son amplias y de muy diversa naturaleza. Las plantas de tratamiento de aguas residuales pueden ser renovadas e integradas para convertirse en biorefinerías; el agua potable utilizada para la producción de alimentos puede ser intercambiada por agua tratada; los lodos generados por las aguas residuales pueden ser empleados como fertilizantes en la agricultura; la operación de pozos y plantas de tratamiento puede emplear energías renovables; la captación de agua de lluvia puede ser promovida para disminuir las presiones sobre otras fuentes de abastecimiento. Transitar hacia una economía circular en el sector hídrico no es tarea sencilla, pues se requieren cambios profundos en el diseño de los productos, los modelos de negocios, la gestión de los desechos, la formulación de instrumentos económicos, hasta transformaciones en los patrones de consumo y la formulación de políticas públicas.

Algunos ejemplos de los esfuerzos para impulsar el desarrollo de la economía circular en México incluyen la reutilización de residuos sólidos en los procesos de tratamiento de aguas residuales para la producción de fertilizantes, gas y energía eléctrica -por ejemplo, en la PTAR de Hermosillo, Sonora-, la captación de agua de lluvia que promueve la CONAGUA y distintos gobiernos locales u organizaciones no gubernamentales -por ejemplo, el programa PROCAPTAR de la CONAGUA o el programa cosecha de lluvia de la CDMX-, entre otros.

¹³ <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2021/06/CityAdapt-Guias-Sbn-Completas.pdf>

2.6 Balances hídricos y sus consecuencias

Uno de los principales retos que ha enfrentado el desarrollo del país ha sido la disparidad geográfica entre la disponibilidad de agua y la distribución de la población y sus actividades económicas (**Figura 8**). Mientras que en el norte, centro y noroeste del país,

que ocupan el 78% del territorio, habita el 77% de la población y genera el 83% del PIB, sólo se tiene el 33% del agua renovable; en el sureste, que representa el 22% del territorio, habita el 23% de la población y genera el 17% del PIB, está el 67% del agua renovable.

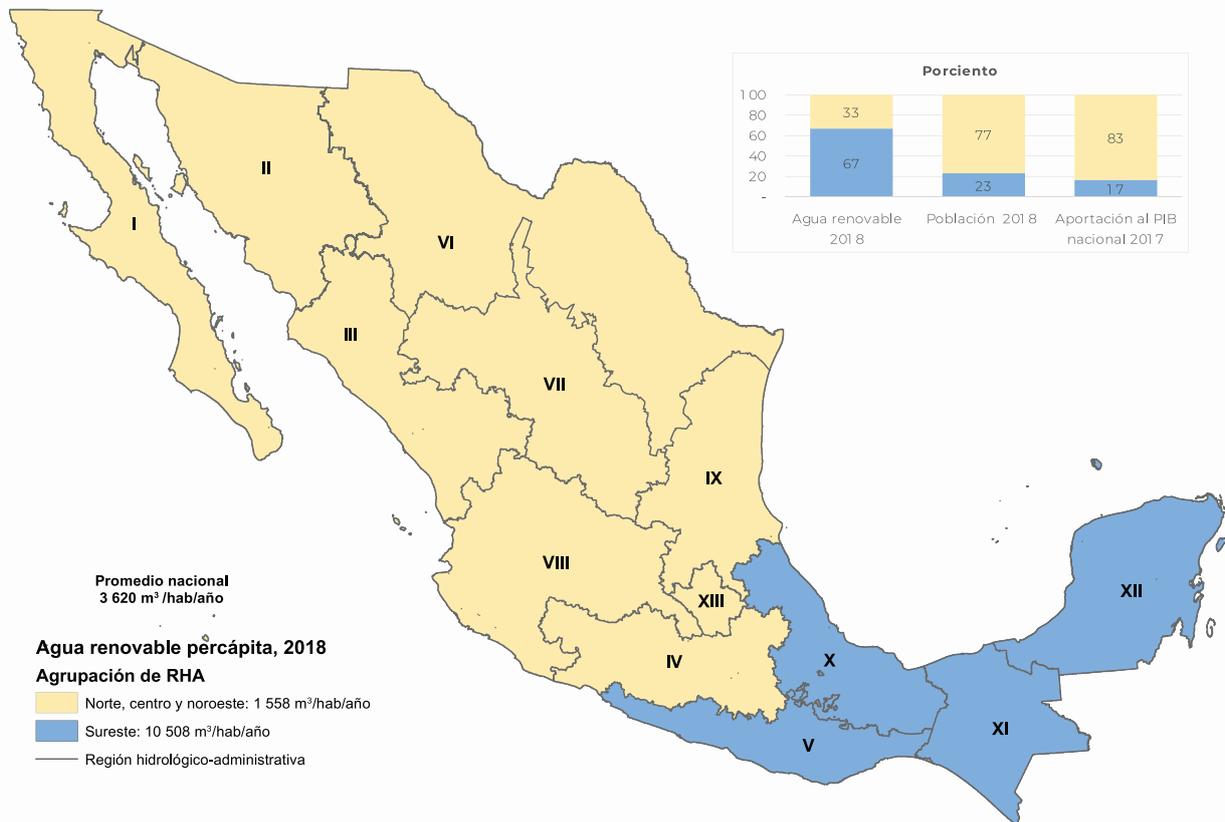


Figura 8. Contraste regional entre agua renovable y actividad económica
Fuente: CONAGUA, 2019.

2.7 Grado de presión hídrica

A nivel país, el grado de presión sobre el recurso hídrico, entendido como el cociente del volumen de agua que se extrae de ríos y acuíferos entre el volumen de agua renovable, es bajo, pues en 2018 rondaba el 19.6%. Sin embargo, en 7 de las 13 regiones hidrológico-administrativas, que cubren el 71% del territorio nacional, el grado de presión hídrica es alto (mayor de 40%) y en la región XIII Valle de México es muy alto (140%).

Las estadísticas disponibles¹⁴ muestran que las regiones con mayor grado de presión, especialmente la región Aguas del Valle de México, tienden a incrementar sus índices de extracción respecto del agua renovable disponible. Esta tendencia se desprende de la ubicación geográfica e intensidad de los procesos de metropolización, así como de la evolución de las estrategias que adopten los distintos sectores de la economía y de las políticas de desarrollo regional que adopta el Gobierno.

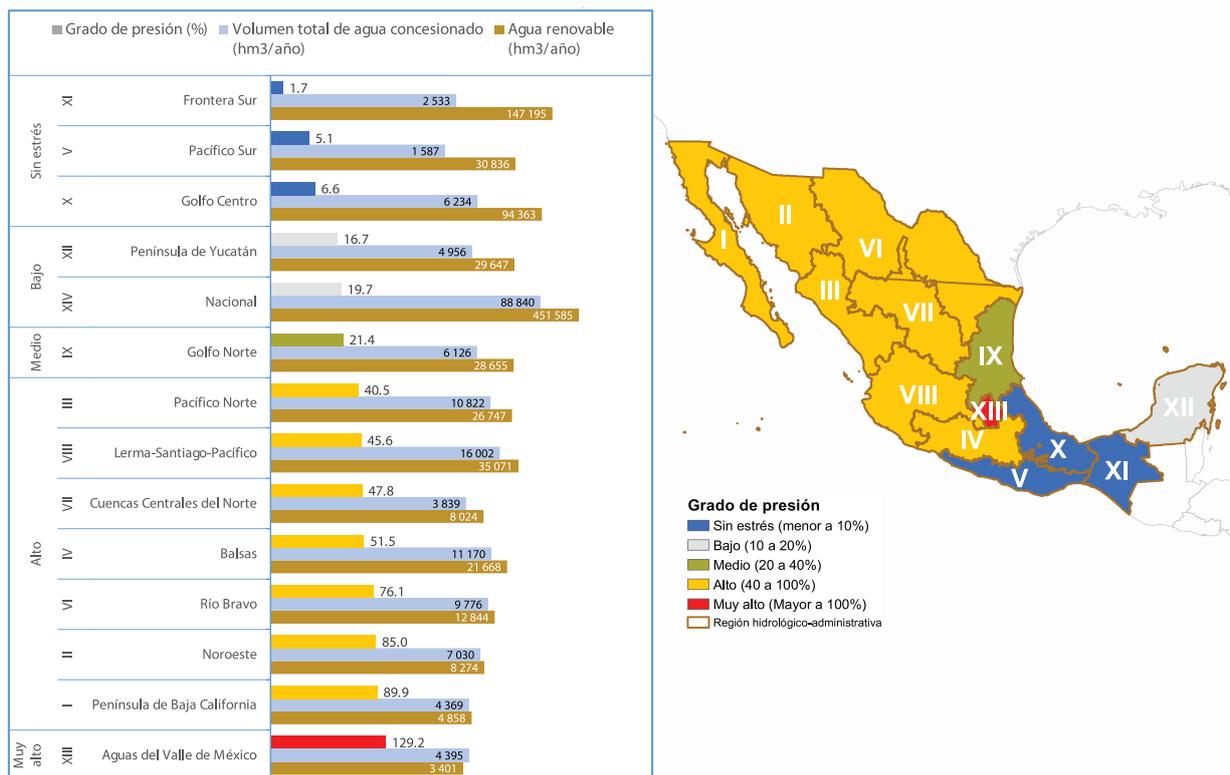


Figura 9. Grado de presión hídrica regional, 2018
Fuente: CONAGUA, 2019.

14 <http://sina.conagua.gob.mx/sina/>

2.8 Sobreexplotación de acuíferos

La importancia del agua subterránea se manifiesta en la magnitud del volumen utilizado por los principales usuarios. En el caso de México, el 39% del volumen total concesionado para usos consuntivos procede de agua subterránea. Las características físicas de las aguas subterráneas les permiten ser aprovechadas de manera flexible, funcionan como presas de almacenamiento y red de distribución, siendo posible extraerla en cualquier época del año de prácticamente cualquier punto de la superficie del acuífero; funcionan, además, como filtros purificadores, preservando la calidad del agua (CONAGUA, 2019).

Para fines de administración, el país se ha dividido en 653 acuíferos¹⁵, de los cuales el 68% se concentra en las regiones I (Península de Baja California), II (Noroeste), VI (Río Bravo), VII (Cuencas Centrales del Norte) y VIII (Lerma Santiago Pacífico). De acuerdo con los balances de aguas subterráneas actualizados por la CONAGUA (SINA, 2021), se registran 157 acuíferos sobreex-

plotados; el 89% de ellos se encuentra en las mismas regiones de mayor grado de estrés o presión hídrica.

Las aguas subterráneas presentan también una gran disparidad geográfica entre los volúmenes de recarga natural, la dinámica poblacional y la actividad económica del país. La **Tabla 6** muestra que el 52% de la recarga media anual se ubica en las regiones XI (Frontera Sur) y XII (Península de Yucatán) y, con excepción de la región XII (Lerma Santiago Pacífico), el resto de las regiones hidrológico-administrativas comparten este recurso renovable en porciones menores al 5% del total nacional. En la misma Tabla 6 se observa que los mayores problemas de sobreexplotación, por su volumen, se ubican en las regiones VI (Río Bravo), VII (Cuencas Centrales del Norte) y VIII (Lerma Santiago Pacífico). El caso de la región XIII (Aguas del Valle de México) constituye un caso crítico muy especial por su impacto en el desarrollo futuro de la Zona Metropolitana del Valle de México.

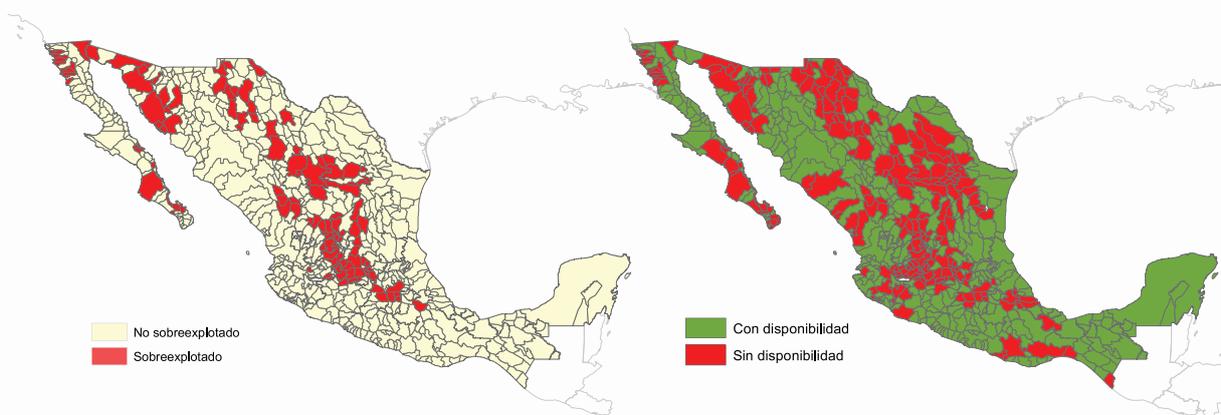


Figura 10. Acuíferos sobreexplotados y disponibilidad de aguas subterráneas
Fuente: CONAGUA, 2019.

¹⁵ Sus nombres oficiales fueron publicados en el DOF el 5 de diciembre de 2001

Región Hidrológico-Administrativa		VOLÚMENES EN hm ³					
		Recarga Natural		Descarga Natural Comprometida ¹⁶	Volumen Concesionado	Volumen Sobreexplotado	Volumen Disponible
I	Península de Baja California	1,648	2%	75	2,101	601	74
II	Noroeste	3,207	3%	430	2,949	435	264
III	Pacífico Norte	3,061	3%	1,735	1,527	374	173
IV	Balsas	4,871	5%	2,340	1,886	69	714
V	Pacífico Sur	1,936	2%	900	529	61	569
VI	Río Bravo	6,370	7%	5,412	4,722	4,350	586
VII	Cuencas Centrales del Norte	2,462	3%	678	2,532	1,049	301
VIII	Lerma Santiago Pacífico	9,831	11%	2,712	8,172	1,520	467
IX	Golfo Norte	4,099	4%	2,589	1,177	238	571
X	Golfo Centro	4,599	5%	2,329	1,601	75	744
XI	Frontera Sur	22,718	25%	11,672	735	0	10,311
XII	Península de Yucatán	25,316	27%	17,668	4,639	0	3,009
XIII	Aguas del Valle de México	2,289	2%	676	2,268	837	182
TOTAL		92,407	100%	49,216	34,838	9,611	17,964

Tabla 6. Balance y disponibilidad de aguas subterráneas, 2021
Fuente: sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=acuiferos&n=regional

¹⁶ La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero.

Con excepción de la región XIII (Aguas del Valle de México), en todas las regiones hidrológico administrativas predomina el uso de las aguas subterráneas para fines agrícolas (**Tabla 7**), seguido del uso

público urbano, excepto en la región XII, donde destaca la industria autoabastecida, debido a la influencia del desarrollo turístico.

Región hidrológico-administrativa		Agrícola	Público Urbano	Industria autoabastecida	Termoeléctricas
I	Península de Baja California	71%	18%	1%	10%
II	Noroeste	85%	10%	5%	0%
III	Pacífico Norte	76%	22%	2%	0%
IV	Balsas	60%	33%	5%	1%
V	Pacífico Sur	54%	43%	4%	0%
VI	Río Bravo	80%	15%	4%	1%
VII	Cuencas Centrales del Norte	82%	14%	3%	1%
VIII	Lerma Santiago Pacífico	73%	20%	7%	1%
IX	Golfo Norte	82%	14%	4%	0%
X	Golfo Centro	71%	18%	11%	0%
XI	Frontera Sur	69%	20%	11%	0%
XII	Península de Yucatán	71%	13%	15%	0%
XIII	Aguas del Valle de México	16%	72%	8%	3%

Tabla 7. Distribución por uso de aguas subterráneas concesionadas (en %)
Fuente: sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=usosAgua&ver=reporte&o=0&n=regional

CAPÍTULO 2. OCURRENCIA, DISPONIBILIDAD Y USOS DEL AGUA

Para destacar la importancia del agua subterránea respecto de las aguas superficiales para la satisfacción de las demandas, la **Tabla 8** evidencia que en cuatro regiones (I, II, VI y VIII) la importancia de las aguas subterráneas es similar a la de las aguas superficiales para la agricultura, mientras que en dos regiones (VII y XII), el agua subterránea es más importante que el agua superfi-

cial como fuente de abasto para la agricultura. Con respecto al agua para consumo humano (uso público urbano), el agua subterránea es fundamental en las regiones VII (Cuencas Centrales del Norte), VIII (Lerma Santiago Pacífico), XII (Península de Yucatán) y XIII (Aguas del Valle de México), mientras que para la industria destaca su importancia para las regiones II, V, VI, VII, VIII, VI, XII y XIII.

Región hidrológico-administrativa		Agrícola	Público Urbano	Industria autoabastecida	Termoeléctricas
I	Península de Baja California	43%	45%	26%	100%
II	Noroeste	42%	50%	94%	6%
III	Pacífico Norte	12%	51%	37%	0%
IV	Balsas	18%	42%	28%	6%
V	Pacífico Sur	23%	55%	96%	0%
VI	Río Bravo	48%	54%	78%	22%
VII	Cuencas Centrales del Norte	62%	96%	98%	38%
VIII	Lerma Santiago Pacífico	47%	61%	89%	7%
IX	Golfo Norte	21%	16%	9%	1%
X	Golfo Centro	29%	35%	15%	1%
XI	Frontera Sur	29%	26%	60%	0%
XII	Península de Yucatán	92%	100%	100%	2%
XIII	Aguas del Valle de México	16%	96%	88%	32%

Tabla 8. Aportación de las aguas subterráneas concesionadas para cada uso (en %)
Fuente: sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=usosAgua&ver=reporte&o=0&n=regional

Es importante destacar que, aún y cuando la recarga natural media anual a nivel nacional es de 92,407 hm³, solo el 47% de este volumen es susceptible de ser concesionado para los distintos usos, pues el 53% de la recarga -descarga natural comprometida- se considera como un volumen reserva-

do para garantizar la sustentabilidad de los acuíferos, los flujos base hacia los ríos y los derechos adquiridos en los acuíferos adyacentes. Asimismo, cabe señalar que 320 de los 653 acuíferos se encuentran totalmente vedados, incluyendo reglamentos o reservas, para el otorgamiento de concesiones.

2.9 Calidad del agua

Todos los usos del agua alteran la calidad de las aguas que retornan al medio ambiente, sean cuerpos de aguas superficiales, en su tránsito hacia los océanos, o subterráneos al infiltrarse hacia los acuíferos. En 1993, conforme a estudios realizados en 218 cuencas que cubrían el 77% del territorio, donde se asentaba el 93% de la población y se ubicaba el 72% de la producción industrial y el 98% de la superficie bajo riego, la CONAGUA estableció una primera clasificación de las cuencas del país en función del grado de alteración de su calidad natural. De acuerdo con dichos estudios, en 20 cuencas se generaba el 89% de la carga contaminante total, medida como DBO. Sólo en cuatro cuencas -Pánuco, Lerma, San Juan y Balsas- se recibía el 50% de las descargas de agua residual, incluidas las descargas de las principales ciudades (CEMDA, 2006). Las medidas regulatorias y de control, junto con algunos instrumentos económicos, han incidido en la prevención de la contaminación, aunque los esfuerzos realizados todavía no son suficientes.

2.9.1 Aguas superficiales

A nivel de las regiones hidrológico-administrativas (CONAGUA, 2019), los resultados promedio del monitoreo para el periodo 2012-2018 (**Figura 11**), respecto del parámetro Coliformes Fecales (CF), muestran que el porcentaje de la calidad del agua que califica dentro de las categorías de aceptable, buena calidad y excelente en las regiones Aguas del Valle de México (26.4%), Lerma-Santiago-Pacífico (41.5%), Península de Baja California (49%) y Balsas (54.3%), se ubica por debajo de la media nacional (63.9%) que, en sí mismo, es un valor crítico.

2.9.2 Aguas subterráneas

Además de las descargas de aguas residuales puntuales que se vierten a los cuerpos receptores en el territorio continental, debe atenderse la contaminación difusa o no puntual generada en el medio acuático y que deriva de las actividades agropecuarias, sea por la aplicación de fertilizantes (nutrientes) y plaguicidas en las zonas de riego¹⁷, o por prácticas pecuarias inadecuadas. Contaminantes como nitratos y fósforo son arrastrados por las corrientes

¹⁷ Asimismo, se estima que cerca del 80 % de los sedimentos finos que llegan a las aguas superficiales, son movilizados por prácticas agrícolas y cambios en la cobertura vegetal agrícolas y cambios en la cobertura vegetal (De la Lanza Espino, G., y F.J. Gutiérrez Mendieta, 2019)

CAPÍTULO 2. OCURRENCIA, DISPONIBILIDAD Y USOS DEL AGUA

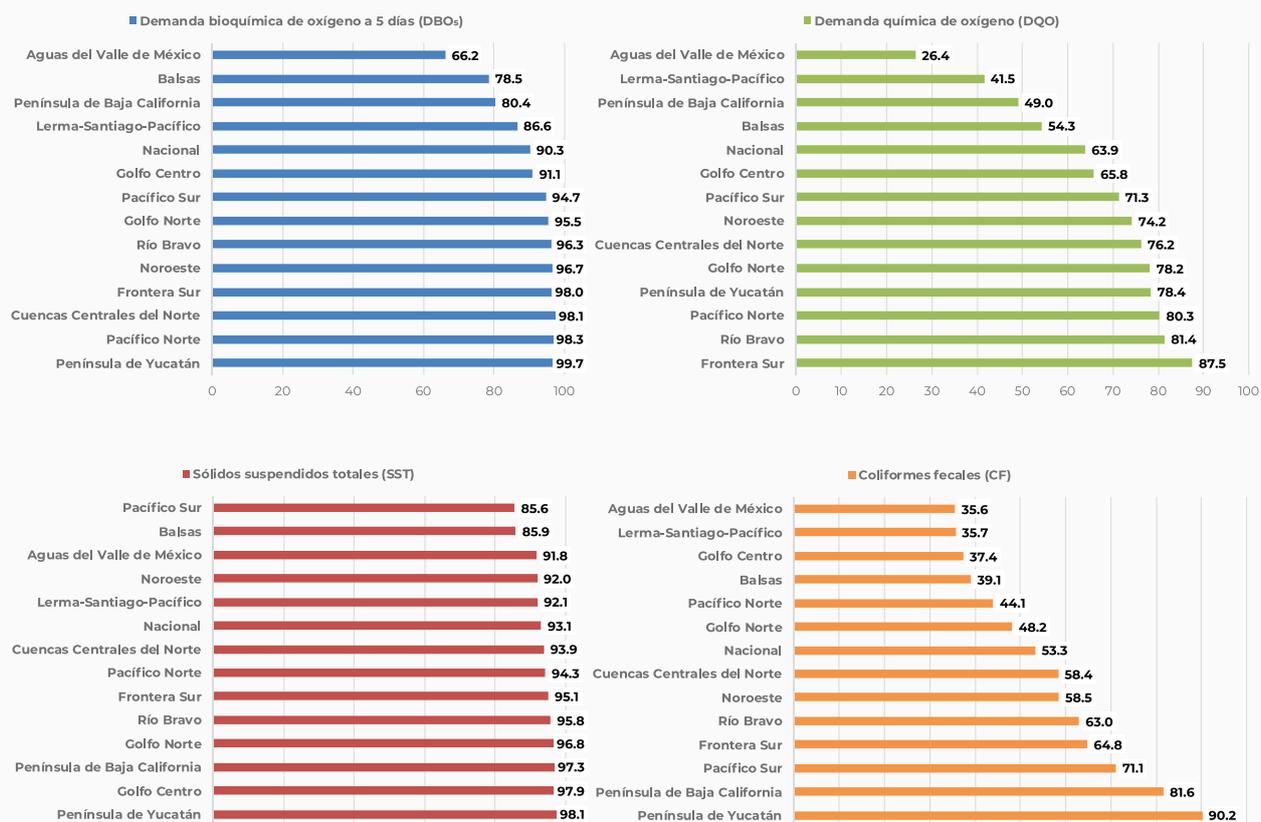


Figura 11. Resultados promedio por RHA para el periodo 2012 a 2018, que incluye los datos con calidad del agua, excelente, buena calidad y aceptable.
Fuente: CONAGUA, 2019

superficiales hasta las zonas costeras y el mar, pero también pueden introducirse en el acuífero gracias a la lixiviación o infiltración de las aguas superficiales.

2.9.3 Zonas costeras

Algunos autores estiman que el consumo nacional de fertilizantes ronda los 4.5 millones de toneladas (García-Salazar et al, 2018)¹⁸ y, por su parte Aguilar y Pérez-Espejo (2017) señalan que dos terceras partes del nitrógeno en el agua provienen del sector agropecuario:

un tercio corresponde a desechos animales y otro tanto a la escorrentía de agroquímicos procedente de los cultivos. Estimaciones empíricas indican que entre un 20% y 30% del nitrógeno aplicado por medio de fertilizantes se infiltra y llega a los acuíferos subyacentes (Pratt, 1984).

Una de las principales críticas a las que la actividad acuícola es objeto se asocia a sus impactos ambientales (Páez-Osuna, 2001). Entre ellos destacan los siguientes:¹⁹

¹⁸ www.redalyc.org/journal/339/33957461007/html

¹⁹ http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992009000300006

- Destrucción de bosques de manglar y marismas²⁰.
- Contaminación de fuentes de agua para consumo humano.
- Eutrofización de cuerpos de agua receptores de las descargas²¹.
- Modificación o destrucción del hábitat de animales acuáticos y terrestres.
- Modificación del paisaje y del patrón hidrológico.
- Trampa y muerte de larvas y huevos de peces y otros organismos del medio natural.

(ii) variabilidad climática y cambio climático;

(iii) la contaminación que resulta del desarrollo de actividades económicas y la presencia de la población humana; y (iv) daño y/o alteración del hábitat.

Los peces se hacen daño, caen enfermos y se convierten fácilmente en víctimas de parásitos cuando están en cuevas. Para contrarrestar estos efectos, los piscicultores utilizan pesticidas y antibióticos que contaminan el agua. Las aguas residuales están llenas de residuos alimentarios, antibióticos y excrementos y crean espacios muertos en el fondo y en el entorno natural de estas piscifactorías.

Por ejemplo, las actividades agrícolas y acuícolas en los estados que circundan el Golfo de California tienen un impacto significativo en la producción primaria que sostiene los ecosistemas marinos del mismo. De acuerdo con Páez-Osuna et al (2019), en el Golfo de California se pueden identificar al menos cuatro grandes problemas ambientales:

(i) sobrepesca de algunas especies de camarón y peces, incluyendo el impacto a la fauna de acompañamiento;

A menudo, los ecosistemas se destruyen por completo para crear un espacio para la acuicultura intensiva. Esto sucede con los estanques que se construyen para criar camarones tropicales: se talan los manglares, lo cual lleva a la desaparición de todas las especies que se refugiaban en estos árboles, incluyendo pescado de valor comercial, ostras y pájaros entre otros, arrebatándoles además la protección frente a tormentas y tsunamis.

²⁰ En México, esta situación no se ha dado de manera tan severa; en 1990 se documentó una superficie de manglares en de 985,600 ha, mientras que en 2005 se reportaron 820,000 ha (CONABIO, 2007). El impacto por la acuicultura no ha sido significativo y esto se debe a que los mayores polos de desarrollo de la actividad se encuentran en el noroeste del país, donde los bosques de manglar son realmente escasos. Berlanga-Robles y Ruiz-Luna (2006) indican que, en el sistema estuarino de San Blas, Nayarit, México, la cobertura de manglar no ha sido desplazada por estanques camaronícolas en forma significativa.

²¹ Esto puede causar serios problemas en los ecosistemas receptores de las descargas, como florecimientos explosivos de fitoplancton, algunas veces de especies tóxicas, enterramiento y muerte de comunidades bentónicas en las áreas cercanas a la descarga, olores indeseables y probable presencia de organismos patógenos. Existen datos para el caso del cultivo intensivo de camarón en que se reporta que, si el manejo es muy eficiente, por cada tonelada de camarón producida se vierten al ambiente 500 kg de materia orgánica, 26 kg de nitrógeno y 13 kg de fósforo. En contraparte, si el manejo es muy ineficiente la cantidad de materia orgánica desechada por cada tonelada de camarón producida será de 1,625 kg, la de nitrógeno de 117 kg y la de fósforo de 38 kg.

2.10 Cuencas y servicios ambientales

El papel de las externalidades generadas por distintas actividades humanas y, por ende, de cada actor, es diferente en relación con su posición en cada cuenca hidrográfica (cuenca arriba o aguas arriba o cuenca abajo o aguas abajo). Los movimientos de agua, suelos, nutrientes y contaminantes provenientes de distintas partes de una cuenca crean una conexión física entre poblaciones distantes unas de otras hasta su conexión con las zonas costeras y marinas.

2.10.1 Impactos sobre las cuencas hidrográficas

De acuerdo con Cotler (2010), el deterioro potencial de las cuencas hidrográficas del país está determinado, entre otros, por: la presión hídrica, el estado de saneamiento en las cuencas, los procesos de cambio de uso de suelo, la degradación de la vegetación natural y de suelos, el estado de alteración eco-hidrológica de los ríos, el riesgo potencial de las actividades del sector económico sobre la biodiversidad y la salud humana, y la contaminación potencial difusa por actividades agrícolas.

En el análisis de la problemática que enfrentaban las cuencas, Cotler (2010) resume las siguientes cuestiones prioritarias:

- Los registros de los últimos 40 años señalan que la temperatura media anual registró un incremento en las zonas medias y bajas de varias cuencas situadas en la península de Baja California, desde el sur de la cuenca Santa Rita a la cuenca Santa Gracia, así como La Laguna y El Peyote, en

el extremo sur de la península. Varias cuencas costeras también mantienen esta tendencia, como el río Matape, en el estado de Sonora; estero La Inicial, bahía Ohuira y río San Lorenzo, en Sinaloa; río Acaponeta y Baluarte entre Sinaloa y Durango, así como varias zonas funcionales de cuencas a lo largo del Pacífico.

- En algunas de las cuencas más pobladas, principalmente en las situadas en el centro y norte del país, como la Lerma-Chapala, de México, río Nazas, río Bravo y río Tijuana, ya se observa una fuerte presión hídrica como resultado de una baja oferta natural de agua y una intensa actividad productiva. Este fenómeno está siendo patente también, aunque con menor intensidad, en las cuencas de los ríos Balsas, Santiago y Pánuco.
- A lo largo del territorio se presenta un patrón distintivo de oferta y distribución de agua, en el que las cabeceras de las cuencas caracterizadas por cursos de aguas temporales e incipientes difícilmente pueden mantener actividades agrícolas intensas; es decir que, a pesar de constituir ámbitos de infiltración y recarga, los pobladores, mayoritariamente indígenas, en situación de alta y muy alta marginación no pueden beneficiarse del valor agregado que otorga el agua. El agua capturada en estas regiones abastece presas, sistemas hidroeléctricos, distritos de riego, ciudades y centros turísticos, que ofrecen mejores condiciones económicas a los pobladores de las zonas bajas, los que a su vez presentan un menor grado de marginación. Esta situación es patente en cuencas

que albergan distritos de riego en las zonas bajas. Lo mismo se observa en cuencas donde se ha privilegiado el desarrollo turístico en las partes bajas.

- El 35% de la población del país se asienta en las partes bajas de las cuencas, a pesar de que sólo ocupan 19% del territorio nacional. En ellas, la confluencia de los ríos aumenta su capacidad de almacenamiento y hace posible la realización de múltiples actividades productivas. Sin embargo, esta condición se encuentra amenazada por los graves problemas de contaminación que presentan los ríos, lagos y acuíferos, y por los cambios climáticos que se prevé modificarán los patrones de precipitación y temperatura actuales, lo cual repercutirá en el balance hídrico de las cuencas.
- Tomando en cuenta el nivel de fragmentación de los ríos y el estado ecológico de las zonas riparias, las cuencas con mayores niveles de deterioro eco-hidrológico son la cuenca de México, el río Balsas, el lago de Cuitzeo, el río Bravo, el río Santiago, el río Pánuco y el río de San Luis Potosí. El conjunto de ríos que forman parte de las cuencas mencionadas equivale al 31% de la longitud total de ríos de México y en sus alrededores reside más de la mitad de la población del país.

2.10.2 Servicios ambientales

Los beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas pueden ser de dos tipos: directos e indirectos. Se consideran

beneficios directos la producción de provisiones, agua y alimentos (servicios de aprovisionamiento), o la regulación de ciclos como las inundaciones, degradación de los suelos, desecación y salinización (servicios de regulación). Los beneficios indirectos se relacionan con el funcionamiento de procesos del ecosistema que genera los servicios directos (servicios de apoyo), como el proceso de fotosíntesis y la formación y almacenamiento de materia orgánica, el ciclo de nutrientes, la creación y asimilación del suelo y la neutralización de desechos tóxicos. Los ecosistemas también ofrecen beneficios no materiales, como los valores estéticos y espirituales y culturales, o las oportunidades de recreación (servicios culturales). Estos servicios ecosistémicos se denominan comúnmente servicios ambientales²².

2.10.3 Biodiversidad

México es un país con una gran riqueza natural, sin embargo, se conoce únicamente una fracción del total de especies existentes. A pesar de los esfuerzos emprendidos para su protección y conservación, la diversidad biológica se está perdiendo, aumentando la tasa de extinción de especies en órdenes de magnitud mayores que las tasas naturales. En particular, la pérdida de áreas naturales es un problema central en la conservación de la biodiversidad. En el país se han extinguido por lo menos 135 especies, incluyendo 26 plantas, 15 mamíferos, 19 aves, 43 peces, 29 anfibios y 3 crustáceos; más de la mitad de éstas eran endémicas, lo que significa que su pérdida es definitiva.

²² <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.300.aspx.pdf>

De acuerdo con Challenger y Soberón (2008), alrededor del 50% del territorio ya ha perdido su cobertura vegetal original; de estas zonas perturbadas, el 22% presenta cobertura de vegetación secundaria, es decir, cerca del 27% del territorio ya ha sido profundamente transformado a zonas agrícolas, pastizales para el ganado o zonas urbanas. Los tipos de vegetación más afectados por la deforestación son los bosques tropicales perennifolios, los humedales y los bosques mesófilos de montaña, con más del 40% de su superficie totalmente transformada; mientras que los matorrales xerófilos son los menos impactados.

Entre las principales amenazas para la biodiversidad y que han provocado la extinción de especies se encuentran: la transformación de sus hábitats, la sobreexplotación, la contaminación, la introducción de especies exóticas y, más recientemente, el cambio climático.

Lo anterior destaca la relevancia de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), que son porciones terrestres o acuáticas representativas de los diversos ecosistemas, que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados, por lo cual están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo (CONAMP, 2016).

En 2018, México registró 90.8 millones de hectáreas de Áreas Naturales Protegidas, conforme a las seis categorías u objetivos que se muestran en la **Tabla 9**. De la superficie total de Áreas Naturales Protegidas, 21.9 millones de hectáreas

corresponden a superficie terrestre protegida, lo que representa el 11.14% de la superficie terrestre nacional. En lo que respecta a superficie marina, se protegen 69.5 millones de hectáreas, lo que corresponde al 22.05% de la superficie marina del territorio nacional.

2.10.4 Conflictos

De acuerdo con los análisis de las últimas tres décadas²³, se han registrado un total de 1,542 casos de conflictos por el agua, aunque sus motivaciones y dinámicas han variado a través del tiempo. Mientras que en los noventa la principal demanda era por más infraestructura, dos décadas después, las fuentes de conflicto eran la distribución y el uso del agua. Como tendencia general, se aprecia un incremento en los conflictos permanentes entre 1990 y 2010, no sólo en el número, sino también en la radicalización de las luchas. En la década de los 90, las manifestaciones del conflicto se traducían en demandas y denuncias; veinte años después las respuestas se caracterizaron, entre otras acciones no convencionales, por paros, secuestro de autoridades y tomas de oficinas municipales, estatales y a nivel nacional.

Por su parte, The Pacific Institute²⁴ da cuenta de 1,297 conflictos registrados alrededor del mundo a partir del año 2,500 AC hasta nuestros días. De ellos, se registraron 121 en América Latina y el Caribe durante el periodo de 1802 a 2021, correspondiendo 20 a México de 2004 a 2021.

²³ Torregrosa, M.L, 2019, en <http://www.agua.unam.mx/assets/pdfs/eventos/COUS2019/Memoria.pdf>

²⁴ Pacific Institute (2022) Water Conflict Chronology. Pacific Institute, Oakland, CA. <https://www.worldwater.org/water-conflict/>. Consultado el 15 de abril de 2022.

Categoría	Descripción	Cantidad	Superficie	
			ha	%
Reservas de la Biósfera	Ecosistemas no alterados o que requieran ser preservados o restaurados, con especies representativas de la biodiversidad nacional.	44	62 952 750	69.3
Parques Nacionales	Ecosistemas con belleza escénica, valor científico, educativo, recreo, histórico, especies o aptitud para el desarrollo del turismo. 67 16 220 099 Monumentos naturales Áreas con	67	16 220 099	17.86
Monumentos Naturales	Áreas con elementos naturales únicos o excepcionales con valor estético, científico o histórico. No requiere la variedad de ecosistemas o superficie de otras categorías.	5	16 269	0.02
Áreas de Protección de Recursos Naturales	Áreas destinadas a la preservación y protección del suelo, cuencas hidrográficas, aguas y recursos en terrenos forestales (que no estén comprendidos en otras categorías).	8	4 503 345	4.96
Áreas de Protección de Flora y Fauna	Lugares con los hábitat de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de las especies silvestres.	40	6 996 864	7.7
Santuarios	Áreas con considerable riqueza de flora y fauna o especies, subespecies o hábitat de distribución restringida.	18	150 193	0.17

Tabla 9. Áreas Naturales Protegidas de competencia federal, 2018
Fuente: CONAMP, 2018

Además, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA, 2015) señala que *“al convertirse el agua en un bien no solo económico sino cada vez más estratégico para el gobierno, este siempre ha sido objeto de control, por la disponibilidad en las fuentes tanto superficiales como subterráneas. Por ejemplo, en el caso de las concesiones de pozos en los estados del norte o la construcción de infraestructura hidráulica como la Presa el Zapotillo en Jalisco o acueducto Monterrey VI, con el objetivo de abastecer a las ciudades y áreas metropolitanas, a raíz de estos proyectos se han generado inconformidades y conflictos, no solo a nivel local con las poblaciones directamente implicadas, sino también ambientales. Ahora temas como la disponibilidad, el acceso, la calidad, la escasez y planteamientos como la gobernanza del agua tienen más relevancia y difusión, pasando del orden privado al público”*. Finalmente, el IMTA (2020) identifica tres causas como las principales generadoras de conflictos por el agua:

Trasvases. En el país, los proyectos de trasvase de agua han sido impulsados como una solución para el abastecimiento del líquido a las grandes ciudades y complejos industriales y turísticos, que han visto rebasada su capacidad para abastecerse por cuenta propia y requieren importar agua de cuencas vecinas o más lejanas, desencadenando

grandes afectaciones a las zonas rurales y regiones indígenas, así como a los sistemas hidrológicos que dan soporte a los ecosistemas.

Sobreexplotación. La falta de rigor técnico en el cálculo de los balances hídricos y la poca vigilancia de las extracciones fomentan un uso no sostenible y poco transparente del agua, generando conflictos²⁵.

Degradación. Disminución en la calidad de agua y salud de los ecosistemas debido a la contaminación, canalización, represamiento y otras alteraciones. De acuerdo con datos actuales, gran parte del territorio muestra una degradación de las cuencas hidrológicas y el 45% de los cuerpos de agua carecen de una buena calidad, aspecto que constituye un riesgo para la salud de la población.

²⁵ Paradjicamente, estas prácticas se han presentado en todo el mundo, porque los marcos jurídicos que definen la manera en que se toman las decisiones relativas al agua promueven su sobreexplotación y degradación. Tal y como sucedió hace cien años en el río Colorado, EUA, donde a través del ejercicio de una decisión política se ignoró la evidencia científica que indicaba un menor volumen de agua al que se había repartido en papel entre los involucrados. Esto abrió de forma inmediata la puerta del sobreconcesionamiento de las aguas superficiales del río.

2.11 Gestión de riesgos y cambio climático

La ubicación geográfica de México hace que el país esté expuesto al impacto de fenómenos hidrometeorológicos extremos, sequías e inundaciones, y se prevé sea exacerbado por el cambio climático. La disponibilidad del agua se afectará de manera considerable al modificarse los patrones de temperatura y pluviales; de igual forma, se incrementará la competencia entre usos y usuarios, lo que puede provocar inestabilidad social y económica.

Tanto la sequía como las precipitaciones pluviales intensas, aunadas a factores como la topografía, el uso del suelo y el estado de la cubierta vegetal, pueden ocasionar afectaciones a la sociedad y a las actividades económicas.

Un fenómeno oceánico-atmosférico de gran importancia en los fenómenos hidrometeorológicos que afectan a México es el Niño-Oscilación del Sur (ENOS). Éste es un patrón de variabilidad natural que forma parte del sistema global climático. El ENOS se puede presentar en un ciclo irregular de 2 a 7 años y tiene tres distintas fases: **1) Neutral; 2) Fría** o “La Niña”, y **3) Cálida** o “El Niño”. La duración de un episodio El Niño típicamente es de 9 a 12 meses, mientras que un evento La Niña puede durar de 1 a 3 años. Por lo tanto, el ENOS es un fenómeno de escala interanual y sus fases extremas, El Niño o La Niña, pueden comenzar a desarrollarse en los meses de abril a julio, alcanzando su máxima intensidad en los meses de diciembre a abril.

A los efectos propios del desarrollo nacional y de la vulnerabilidad del país frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos, habrá que sumar aquellos derivados del calentamiento global. Si se consideran los escenarios para la climatología del 2030, se estima que la disponibilidad natural de agua disminuirá por el aumento de la temperatura y evapotranspiración, además de una ligera disminución en la precipitación anual, lo que lleva a una reducción anual de aproximadamente un 10% a la disponibilidad natural de agua con respecto del 2000. Esto significa un aumento en la demanda de agua en el sector agrícola en un 10%, pues al disminuir la humedad en el suelo (como se proyecta) se tendrá que extraer más agua para riego (FGLEZ, 2011). Así, los escenarios con cambio climático para el 2030 muestran que Baja California y el Noreste pasarán a una situación muy crítica. La región de Sinaloa y las Cuencas Centrales del Norte alcanzarán un grado de fuerte presión sobre el recurso. Incluso las zonas del sur de México y la Península de Yucatán podrían comenzar a experimentar una presión media sobre el recurso.

Además de los riesgos derivados de eventos hidrometeorológicos extraordinarios, los riesgos hídricos se asocian a la vulnerabilidad humana, socioeconómica y de género; se relacionan también con la depredación de otros recursos naturales y, finalmente, con la combinación de factores que dan origen a los conflictos por el agua.

CAPÍTULO 3

DESAFÍOS

Además de garantizar el acceso al agua segura para todos los mexicanos, como un derecho fundamental, los esfuerzos necesarios para satisfacer las necesidades sanitarias, alimentarias y energéticas del país, revelan la magnitud del desafío que enfrenta el sector hídrico mexicano.

Estereto, que incluye eliminar las brechas existentes en el acceso al vital líquido y en los requerimientos nutricionales y de salud de toda la población, se agudiza frente a prácticas de uso cuya eficiencia se encuentra muy por debajo de lo que es posible y deseable, además de la contaminación que las mismas generan, la cual reduce el potencial de uso múltiple del recurso. Los impactos del cambio climático afectarán las condiciones hidrológicas del país y, por ende, los balances oferta-demanda de agua y intensificarán las posibles afectaciones asociadas a la ocurrencia de sequías e inundaciones.

A partir de los elementos del diagnóstico que se han resumido²⁶, es posible afirmar que el manejo y la conservación de los recursos hídricos del país se han convertido en un factor determinante del desarrollo sostenible. El uso y aprovechamiento del agua impacta en temas prioritarios de la agenda pública, como la salud, los derechos humanos, la equidad, la conservación del ambiente, la seguridad alimentaria, la producción de energía limpia y la economía, entre otros.

En este contexto, el concepto de seguridad hídrica, entendida como “la capacidad de una población para salvaguardar, a nivel de cuenca, el acceso al agua en cantidades adecuadas y con la calidad apropiada para sostener la salud de la gente y de los ecosistemas, así como para asegurar la protección eficaz de vidas y bienes durante desastres hídricos”, se torna un objetivo estratégico para resolver los retos impuestos por el crecimiento económico y poblacional

y por la creciente contaminación del recurso.

Tendencias

Dada la relación entre la disponibilidad de agua de buena calidad y las actividades fundamentales para el desarrollo, el sector hídrico seguirá siendo estratégico para el desarrollo saludable del país. Sin embargo, las tendencias que resultan de los diagnósticos y prospectivas realizadas indican:

- Expansión acelerada de las áreas urbanas para conformar áreas metropolitanas que seguramente rebasarán las fronteras geopolíticas, mientras persiste el reto de garantizar el acceso al agua y saneamiento básico en las zonas rurales.
- Incremento en la escasez del agua en las zonas áridas que son de rápido crecimiento, afectadas en forma importante por el cambio climático.
- Mayor dependencia de la explotación de acuíferos, muchos de ellos ya sobreexplotados, para satisfacer necesidades futuras de las ciudades y la industria.
- Aumento de la contaminación del agua por distintas actividades.
- Mayor competencia por el uso del agua y en los conflictos asociados.
- Riesgo y vulnerabilidad crecientes ante fenómenos meteorológicos extremos.

²⁶ Existen numerosos diagnósticos que describen con detalle la situación actual de los recursos hídricos en México y los retos que enfrenta su aprovechamiento y gestión. Destacan, por ejemplo, los diagnósticos que establecen con detalle la problemática que enfrentan las regiones que constituyen el ámbito geográfico de cada uno de los 13 Organismos de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). En el ámbito nacional, además del diagnóstico que se desprende del Programa Hídrico Nacional 2020-2024, existe un gran cúmulo de referencias y estadísticas a las que se puede acceder a través del portal de Internet de la propia CONAGUA y de otras instituciones.

Condicionantes

A pesar de que algunos de los logros alcanzados en materia hídrica mantienen a México en condiciones por encima de la media a nivel internacional, y de que el país ha sido reconocido internacionalmente en asuntos como la reforma de los sistemas de riego y la adecuación al marco jurídico e institucional, contenido en la ley de 1992 y su reglamento, persisten todavía problemas que es necesario resolver para que la gestión de sus recursos hídricos se transforme en un verdadero agente impulsor del bienestar, desarrollo y cooperación entre los municipios, los estados y la federación. Entre otros:

- Es imperativo contar con información de libre circulación y transparente, pero sobre todo confiable. La confiabilidad de la información es baja a pesar de las innovaciones tecnológicas y mejores instrumentos como radares, satélites y telecomunicaciones. Los problemas de confiabilidad se extienden a otros sistemas informáticos, como el asociado al Registro Público de Derechos de Agua: instrumento fundamental para la determinación de la disponibilidad de agua y las políticas de asignación del recurso.
- Se requiere completar y fortalecer el Registro Público de Derechos de Agua²⁷ y transformarlo en un elemento efectivo de control y regulación de los derechos de uso, ajustado a la realidad mexicana. Lo anterior junto con la modernización de los procesos administrativos asociados a la administración de las aguas nacionales.
- A pesar de los esfuerzos realizados, la contaminación de los ríos, acuíferos, lagos, humedales y otros cuerpos de agua, superficiales y subterráneos, continúa en aumento. La experiencia adquirida debe ahora plantear un impulso que permita avanzar y resolver este problema fundamental para la protección del ambiente.
- Es necesario reconocer la necesidad de integrar la gestión de los recursos hídricos continentales con la gestión de las zonas costeras y marinas.
- Un tema de alta prioridad es la prevención de daños por fenómenos hidrometeorológicos extremos, mediante una mezcla de medidas estructurales y no estructurales, incluidas las acciones basadas en la naturaleza. Como primera tarea está la atención a la vulnerabilidad de la población en condición de pobreza, que sufre las mayores pérdidas y cuyos activos difícilmente se reponen después de una catástrofe.
- Los sismos del 7 y 19 de septiembre del 2017 en la Ciudad de México han puesto a prueba la capacidad institucional y social de organización para atender las emergencias. De manera específica, el abastecimiento de agua es uno de los servicios que se afecta de manera importante, su restablecimiento demanda la elaboración de protocolos para reparar la infraestructura dañada y asegurar que la población tenga acceso al líquido vital.

²⁷ Un análisis que explica algunos problemas que se presentan se encuentra en: Aguilar E. 2013. Transmisión de derechos de uso del agua en México: Diagnóstico preliminar. Preparado para el Taller sobre el Sistema Mexicano de Derechos para la Gestión del Agua.

- En la gestión del recurso hídrico, la visión sobre su explotación está desligada del manejo de los ecosistemas, de manera que las consecuencias son poco analizadas.
- Un obstáculo para consolidar la administración del agua es la escasa disponibilidad de recursos humanos capacitados, lo que también afecta al desarrollo y adaptación de tecnología en México.
- El esfuerzo recaudatorio de la CONAGUA está desligado de los procesos presupuestarios para la asignación de recursos, de forma tal que permitan fortalecer los programas y acciones asociadas a la administración del agua y la seguridad hídrica.
- Además de las restricciones financieras actuales, la construcción de

infraestructura, enfrenta un problema fundamental que ha frenado su ejecución: la aparente desarticulación del “ciclo de proyecto de inversión pública” y la correspondiente toma de decisiones, lo cual no permite dar continuidad a la ejecución de los proyectos, desde su concepción y diseño, hasta su construcción y puesta en marcha. Lo anterior se ocasiona principalmente por la complejidad del marco legal vigente que norma distintas fases del desarrollo de un proyecto, así como por los aspectos técnicos y administrativos inherentes.

Conforme a lo anterior y dentro del marco establecido por la Constitución, es posible sintetizar los desafíos que habrá de enfrentar el sector hídrico nacional en torno a cinco orientaciones estratégicas, con visión de largo plazo.

3.1 Satisfacer las demandas de agua del país en condiciones de mayor estrés hídrico

La concentración poblacional que ha acelerado los procesos de metropolización, a la par de las necesidades de acceso al agua y al saneamiento básico de las localidades rurales, presentan retos técnicos, institucionales y financieros significativos. Otros factores, como la necesidad de garantizar para el país los márgenes de maniobra necesarios para enfrentar la crisis energética o la competitividad en los mercados de productos agrícolas, donde, además las nuevas demandas de agua se presentarán en situaciones de fuerte estrés hídrico, requiere atender el incremento en los servicios asociados al agua con medidas que comprendan, simultáneamente, el manejo de la demanda para inducir mayores eficien-

cias de uso y el aumento de la oferta mediante la planeación, desarrollo y construcción de nueva infraestructura. Consecuentemente, las estrategias del sector a mediano y largo plazos debieran encaminarse a gestionar la demanda y la oferta.

3.1.1 Gestionar la demanda

- Incrementar las eficiencias de uso para reducir las demandas actuales y futuras para el abasto de agua a la población, la agricultura, la industria y el resto de los sectores productivos, a través de medidas estructurales y tecnológicas, así como de incentivos económicos y motivacionales.

- Asegurar la sustentabilidad de las fuentes de abasto. Uno de los requisitos para garantizar el derecho humano al agua se refiere a la existencia de fuentes de abastecimiento seguras y de calidad adecuada. En este sentido, la política pública se orienta a la emisión de normas, el establecimiento de mecanismos de monitoreo y la implementación de los instrumentos disponibles por ley, como las reservas de agua, que permitan proteger la calidad de las fuentes de abastecimiento actuales y asegurar el abasto de agua para las generaciones futuras.
- Impulsar la implementación de sistemas de economía circular en el desarrollo y gestión de sistemas hídricos, que permitan reducir las presiones sobre el agua de primer uso, contribuir a reducir las externalidades ocasionadas por la generación de aguas residuales y generar modelos económicos con beneficios sociales y ambientales compartidos. En particular, se requiere incentivar la recarga artificial de acuíferos y el reúso bajo una visión de modelos de ciclo cerrado, tanto en pequeñas unidades como a nivel de cuenca. Para alcanzar este objetivo, es necesario fomentar las innovaciones científicas, tecnológicas y sociales.
- Particular atención merece el mantenimiento y rehabilitación de las presas de almacenamiento, no solo por su importancia para la regulación del abasto, sino también por cuestiones de seguridad estructural.
- Retomar el ritmo de construcción de nueva infraestructura hidráulica, que permita cerrar las brechas existentes y satisfacer, entre otras, las nuevas demandas asociadas a la universalización del acceso al agua para consumo humano, la producción de alimentos, la generación de energía y el sostenimiento de los ecosistemas.
- Contar con una cartera de proyectos de infraestructura hidráulica, incluidos los de infraestructura verde, como base para la integración de un programa de corto y mediano plazos que resulte de considerar diferentes opciones de proyectos de inversión, sujetos a una estricta evaluación económica, social y ambiental, así como al análisis de su viabilidad financiera. Para ello, se requiere adecuar el proceso de preparación de proyectos que trate por separado la fase de construcción de infraestructura de la fase de desarrollo de ingeniería (estudios y proyectos), además de fortalecer la planeación y el ciclo de proyectos, dar certidumbre y continuidad al presupuesto federal y desarrollar capacidades humanas, técnicas y tecnológicas consistentes con los programas de infraestructura de largo plazo.

3.1.2 Gestionar la oferta

- Garantizar el sostenimiento de la capacidad útil que proporciona la infraestructura hidráulica existente, mucha de la cual ha rebasado su vida útil, para lo cual es indispensable elaborar un diagnóstico de necesidades de mantenimiento y priorizar su ejecución en el tiempo, garantizando los flujos presupuestales que permitan su debida continui-
- Además de las restricciones financieras actuales, la construcción de infraestructura enfrenta un problema fundamental que ha frenado su ejecución: la aparente desarticulación del “ciclo de proyecto de inversión pública” y la correspondiente toma de decisiones, lo cual no permite

dar continuidad a la ejecución de los proyectos, desde su concepción y diseño, hasta su construcción y puesta en marcha. Atender aspectos críticos que, con frecuencia, entorpecen el desarrollo de la construcción de las obras implica, entre otras cosas: mejorar las bases y documentos de concurso de obra, dar prioridad a la

atención de criterios ambientales y sociales, modificar la forma en que se realiza la adquisición de terrenos y derechos de paso, diseñar nuevos mecanismos de compensación por afectaciones ocasionadas por las obras y, por último, asignar recursos suficientes a la mitigación de impactos ambientales y sociales.

3.2 Garantizar la sostenibilidad financiera del sector hídrico nacional

En 2011, la CONAGUA (2011) estimaba que el balance nacional entre la oferta y la demanda sustentable de agua arrojaba un déficit estimado en 11.5 millones de m³ para todos los usos, mismo que se preveía alcanzaría los 23 millones de m³ hacia el año 2030, esto es, más del doble. Consecuentemente, el faltante para cubrir la demanda de agua en forma sostenible pasaría de 17% al 34%. Cerrar la brecha existente requeriría, además de ampliar la infraestructura hidráulica, llevar a cabo una serie de medidas no estructurales para incrementar las eficiencias de uso y la circularidad en su aprovechamiento. Para cerrar la brecha, se estimaba que se requerirían 79 mil millones de pesos (precios de 2021) para implementar las acciones y estrategias de la Agenda del Agua al 2030.

Lo anterior contrasta con una participación decreciente por parte del Gobierno Federal, así como el debilitamiento financiero de los organismos operadores de agua potable y saneamiento y la restringida participación financiera de los gobiernos estatales y municipales. Igualmente, se ha limitado el acceso a la banca de desarrollo y a la participación del sector privado. Todo lo anterior apunta a limitaciones financieras importantes

para garantizar la sostenibilidad financiera del sector, no solo para alcanzar las metas planteadas para el 2030, sino también para operar, mantener y reponer la infraestructura existente. Por lo mismo se plantean los siguientes lineamientos de estrategia.

3.2.1 Sistema Financiero del Agua

Es posible hablar de la existencia de un sistema financiero del agua que, sin una definición operativa formal, se ha desarrollado y fortalecido a lo largo del tiempo para enfrentar los retos del sector, cada vez más complejos. Para dar respuesta a los desafíos financieros del sector hídrico nacional se propone:

- Formalizar el Sistema Financiero del Agua previsto en la Ley de Aguas Nacionales que permita la concurrencia y diversificación de las fuentes de financiamiento públicas y privadas, conforme a criterios de eficiencia, equidad y sustentabilidad, a partir de proyectos y programas debidamente consensuados, evaluados y monitoreados para garantizar la transparencia y rendición de cuentas en el ejercicio de los recursos.

- Promover la adecuación de la Ley Federal de Derechos para otorgar destino específico a los ingresos recaudados por el pago de derechos por el uso del agua y la descarga de aguas residuales para su transferencia a los programas de gestión del agua en las cuencas y acuíferos prioritarios, con criterios de equidad y justicia social, así como de protección al ambiente.
- Incrementar y diversificar las fuentes de financiamiento. La construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura son intensivas en el uso de recursos financieros, por lo tanto, es necesario revertir la tendencia de los últimos años de disminuir el presupuesto hacia el sector. Las inversiones en infraestructura tendrían que distinguir entre aquellas que se destinan a los objetivos de sostenibilidad, como uso eficiente, modernización, recarga de acuíferos, reúso de aguas residuales, entre otros, y las que permiten superar rezagos o ampliar la oferta para cubrir nuevas necesidades y propósitos. Para cada tipo de inversiones es posible diseñar mezclas o esquemas de financiamiento que favorezcan la concurrencia de distintos actores.
- Revisar la estructura programática de la CONAGUA, para garantizar la asignación de recursos presupuestales congruentes con su tarea principal de administración del agua y de generación de un mayor conocimiento del ciclo hidrológico, así como de los fenómenos asociados a la variabilidad hidrológica y los impactos del cambio climático.
- Esclarecer objetivamente el papel del sector privado y diseñar esquemas de asociaciones público-privadas, con reglas bien definidas y sobre las que exista un monitoreo robusto que permita garantizar el bienestar social y la rendición de cuentas.
- Propiciar los esquemas de crédito internacional, cuya ventaja principal ha sido la de dar una relativa continuidad a los programas financiados, por ser compromisos asumidos por la Federación y, en su caso, los gobiernos estatales.

3.2.2 Autosuficiencia financiera

- Establecer los mecanismos necesarios para favorecer la autosuficiencia financiera de los organismos operadores de agua potable y saneamiento, así como la sostenibilidad de los sistemas comunitarios de agua y saneamiento básico. En este sentido, es necesario romper el círculo vicioso “*bajas tarifas - bajo nivel de servicio - imposibilidad de subir tarifas*”, mediante un plan racional de uso temporal de subsidios acordado dentro de un pacto de las fuerzas políticas con participación pública y metas concretas de corto y mediano plazos.
- Diseñar mecanismos de subsidios que beneficien progresiva y únicamente a la población cuyo nivel socioeconómico así lo requiera. Lo anterior implica eliminar de la política de subsidios los efectos perversos que inhiben la voluntad política de establecer tarifas que cubran los costos reales de los servicios, así como aquellos que inducen distintas ineficiencias en la prestación de los mismos.
- Fortalecimiento de la dupla tratamiento y reúso. La precaria situación financiera de la mayor parte de los organismos financieros inhibe la

efectividad y eficacia de los programas de tratamiento de aguas residuales, lo que resulta en un dispendio de recursos de inversión. La tendencia global actual se orienta a convertir a las aguas residuales en un recurso adicional para aliviar las condiciones de escasez, así como un medio para abatir los costos de energía eléctrica asociados a la operación de las plantas de tratamiento de las aguas residuales al producir electricidad a través del procesamiento de los lodos producto del tratamiento. De ahí la conveniencia de orientar la política pública en la materia a efecto de:

(i) adecuar la normatividad existente y establecer los incentivos necesarios para alentar un mayor reúso de las aguas residuales tratadas; (ii) apoyar el financiamiento para reacondicionar, donde sea viable técnica y financieramente, las plantas de tratamiento de aguas residuales que operan actualmente para incorporar sistemas de cogeneración de energía eléctrica; e (iii) inducir la instalación de sistemas de reúso y prever su obligatoriedad en aquellos proyectos que reciban apoyos gubernamentales.

3.3 Fortalecer la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

Algunas de las características que hacen única y compleja la tarea de diseñar estrategias para la gestión integrada de los recursos hídricos en México incluyen, por un lado, la existencia de desiertos y zonas tropicales, cuencas internacionales y cuencas interestatales; y, por otro lado, la ocurrencia de inundaciones y sequías en buena parte del territorio. A lo anterior se suman los efectos de la dinámica poblacional y del comportamiento de las actividades económicas, entre otros: mayores dificultades en la provisión de servicios de agua y saneamiento en grandes ciudades y comunidades rurales; creciente competencia por un recurso escaso; incremento de los niveles de contaminación, de acuíferos sobreexplotados y de sistemas acuáticos alterados; e inequidad en el acceso al recurso y a los servicios, que afecta especialmente a regiones en condición de pobreza y marginadas.

3.3.1 La tarea del Gobierno

En México, la gestión de los recursos hídricos tiene como marco instrumental cuatro condicionantes que la hacen única. Primero, el régimen establecido por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), que señala que la propiedad de las aguas comprendidas dentro de los límites del territorio mexicano corresponde originariamente a la Nación. Segundo, la organización política del país como una República Federal, integrada por estados soberanos y municipios libres. Tercero, la variabilidad hidrológica en el tiempo y el espacio, que se ve impactada por los efectos del cambio climático. Cuarto, las condiciones geográficas de la disponibilidad, demanda y uso del agua, que en muchas cuencas y acuíferos han generado condiciones de estrés hídrico, conflictos por el uso del agua y contaminación del recurso.

De acuerdo con la norma Constitucional, *“el dominio de la Nación sobre las aguas es inalienable e imprescriptible y su explotación, uso o aprovechamiento, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrá realizarse sino mediante concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes”*. La Ley de Aguas Nacionales vigente es reglamentaria de lo dispuesto por este mandato Constitucional, a partir del cual, la tarea del Gobierno en relación con el agua puede definirse de la manera siguiente:

“Administrar las aguas nacionales y adecuar su ocurrencia a las distintas necesidades de la sociedad, en cantidad y calidad, en tiempo y espacio, proveyendo además lo necesario para conservar el recurso y los ecosistemas vitales, proteger a la población y sus bienes frente a la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos, y mantener su papel como soporte del desarrollo socioeconómico del país”.

La definición anterior implica, por una parte, el manejo de un conjunto de sistemas físicos delimitados en forma natural por las cuencas hidrológicas y subterráneas que integran el territorio. Por otra parte, en cada cuenca, con un volumen de agua disponible finito, se establecen diversos sistemas usuarios, como los distritos y unidades de riego, los sistemas municipales de agua potable y alcantarillado, las industrias, los desarrollos acuícolas, las plantas hidroeléctricas y otros aprovechamientos que, junto con los ecosistemas, utilizan el agua conforme a distintas condiciones técnicas, sociales y económicas, las cuales determinan

los volúmenes y la calidad del agua que entra a cada sistema, así como los volúmenes y la calidad del agua que retorna al medio físico.

Al definir la tarea del Gobierno en relación con el agua como una actividad de regulación, se pretende enfatizar que la intervención gubernamental obedece al propósito superior de garantizar condiciones de equidad y justicia en el uso de un patrimonio de la Nación. Así, el agua debe beneficiar a todos los mexicanos, al hacer de su aprovechamiento soporte del desarrollo rural, del desarrollo social y económico, así como de los programas necesarios para combatir la marginación y la pobreza, y para mantener la soberanía alimentaria y energética. Esta es la esencia de la tarea del Gobierno en relación con el agua.

3.3.2 Sistema Hídrico Nacional

Más allá de la descentralización política que define a México como una República Federal, se identifica un Sistema Hídrico Nacional fuertemente descentralizado, al cual concurren cientos de miles de organizaciones encargadas de proveer los servicios de agua y saneamiento, más de un millón de productores que se benefician con los sistemas de riego y drenaje, miles de empresas que se abastecen del líquido para llevar a cabo sus procesos productivos y otros usuarios que utilizan el agua para distintos fines. A estos se suman los miles de servidores públicos que atienden los asuntos relacionados con el agua y la protección de los ecosistemas en los tres órdenes de gobierno, las empresas constructoras y los proveedores de bienes y servicios relacionados con el agua, los

académicos y las organizaciones de la sociedad civil con intereses legítimos sobre el recurso y la protección de los ecosistemas. De ahí la complejidad implícita en el entramado institucional que se involucra en los asuntos del agua y la tarea de liderazgo que debe asumir, a nombre del Ejecutivo Federal y conforme al mandato Constitucional, la Autoridad del Agua del país.

3.3.3 Modernizar la administración del agua

La modernización de la administración del agua supone fortalecer todos sus aspectos, desde las redes de medición de todas las variables del ciclo hidrológico, hasta la revisión y actualización de los mecanismos de ordenamiento y regulación, la descentralización de la administración del agua y el fortalecimiento de los mecanismos de participación y resolución de conflictos. Lo anterior acompañado de un programa permanente para el desarrollo de capacidades. Así, en consonancia con la problemática específica del país, se requiere:

- Hacer efectiva la coordinación entre el ordenamiento del territorio y la gestión de los recursos hídricos. En las últimas décadas, las ciudades han crecido a un ritmo acelerado y esta dinámica se ha llevado a cabo de manera desordenada. Como resultado, se ha incrementado la construcción de unidades habitacionales e, incluso, de unidades productivas en zonas de alto riesgo ante fenómenos hidrometeorológicos extremos, pero también en espacios con baja disponibilidad de agua. Ello, a su vez, ha dificultado la construcción de infraestructura para dotar de los servicios de agua potable y saneamiento con los más altos

estándares a la población asentada en las áreas periurbanas, en su lugar, se desarrollan estructuras provisionales que, en la mayoría de los casos, imponen importantes presiones sobre la calidad de los cuerpos de agua y pueden poner en riesgo la salud de las personas y de los ecosistemas. Por otro lado, el crecimiento de las ciudades se ha realizado a costa de las áreas naturales de recarga, disminuyendo las posibilidades de infiltración y aumentando los volúmenes de agua en los drenajes. Los nuevos desarrollos inmobiliarios y productivos deberían privilegiarse en zonas con mayor disponibilidad de recursos hídricos y limitarse en aquellos espacios donde el estrés hídrico es ya una realidad, además, debería promoverse el desarrollo de organismos operadores con enfoque metropolitano para potenciar los beneficios de las economías de escala.

- Frente a posibles restricciones presupuestarias será necesario mantener un mínimo de capacidad de gestión hídrica a lo largo y ancho del país. Sin embargo, por cuestiones de estrés hídrico, sobreexplotación o impactos derivados del cambio climático, es indispensable priorizar la atención y la asignación de recursos hacia cuencas vulnerables o estresadas y acuíferos “críticos”, determinados por los altos costos económicos y sociales de no hacer nada al respecto.
- Es primordial destinar los recursos necesarios para contar con mediciones y bases de datos suficientes y confiables de las variables que caracterizan el comportamiento de la atmósfera, del escurrimiento superficial y del movimiento del agua subterránea, así como reforzar

su monitoreo sistemático en el corto, mediano y largo plazos. Esta información permitirá actualizar los indicadores de disponibilidad, calidad y uso del agua, así como generar un mejor conocimiento de los niveles de riesgo ante amenazas de eventos extremos, tanto inundaciones como sequías, para desarrollar atlas de riesgos y establecer las medidas correspondientes de prevención, mitigación y adaptación al cambio climático. La modernización y fortalecimiento del Sistema Nacional de Información del Agua debe emprenderse bajo el criterio de constituir una inversión prioritaria para proteger el capital natural, como base del bienestar y el progreso. Es necesario también establecer mecanismos para modernizar y agilizar el acceso a los datos producidos por las redes y sistemas de información del agua, además de facilitar el uso sistemático de modelos de apoyo para la toma de decisiones de corto y mediano plazos.

- Regularizar y reasignar los derechos de agua. Ante el aumento del estrés hídrico y de la competencia entre usos y usuarios, es necesario analizar la posibilidad de reasignar los derechos de agua de aquellos usos con poco valor social, económico y ambiental hacia aquellos con mayor valor. Para ello, es indispensable regularizar los derechos de agua y los permisos de descarga, así como su inscripción al Registro Público de Derechos de Agua, y modernizar los procedimientos asociados a la administración de las aguas nacionales. La reasignación y posible transferencia de derechos puede realizarse a través de los mecanismos ya establecidos en la Ley de Aguas Nacionales, para lo cual sería necesario, en primer lugar, contar con un sistema robusto de medición

y monitoreo como base para la toma de decisiones y, posteriormente, establecer las reglas de operación con estricto apego a los principios de certeza jurídica, transparencia, rendición de cuentas y participación ciudadana.

3.3.4 Mejorar la calidad de los cuerpos de agua.

Si bien los distintos usos del agua demandan calidades diferentes, toda vez que los problemas de calidad son muy específicos en términos de localización y naturaleza, en todos los casos el monitoreo y control de la calidad se convierten en medidas estratégicas, junto con un buen análisis para detectar los problemas y orientar las acciones a su solución. Considerando las presiones sobre la disponibilidad del agua, la gestión y el reúso de las aguas residuales se convierte en una fuente de abasto estratégica; lograrlo requiere cambiar el paradigma de “*usar y desechar*” por “*reducir, reutilizar, reciclar, restaurar y recuperar*”, basado en un enfoque de economía circular. En su construcción, será necesario considerar el reúso no intencional que ya ocurre y crear la demanda adicional que lo haga viable.

3.3.5 Enfrentar la sobreexplotación de los acuíferos.

Actualmente, solo menos del 20% de la recarga natural media anual está disponible para nuevos aprovechamientos, mientras que la explotación excesiva de aguas subterráneas en los 157 acuíferos sobreexplotados equivale a poco más del 10% de la recarga natural media anual. También por su magnitud, resulta conveniente explorar alterna-

tivas de gestión para la denominada recarga natural comprometida. Por otro lado, se requiere reconocer el potencial de cada región para inducir, por un lado, mayores eficiencias de uso en la agricultura y, por otro, el potencial de intercambio de aguas subterráneas extraídas para la agricultura por aguas residuales tratadas.

3.3.6 Gestionar los riesgos y construir resiliencia

Como un elemento fundamental para la seguridad hídrica, es indispensable mantener la estructura y funcionamiento de las cuencas para seguir disfrutando de los servicios que provee el ciclo hidrológico. El ordenamiento territorial es un factor clave en la gestión del agua y la mejor política de prevención del riesgo para generar resiliencia implica tener una política de ordenamiento territorial.

Las acciones en materia de seguridad hídrica incluyen el establecimiento de un sistema de alerta temprana que, además de preservar las vidas humanas, incluyan los impactos en los bienes materiales que constituyen no sólo las pérdidas de vivienda, infraestructura de transporte, generación de energía y daños en el sector productivo en general, sino también pérdidas en el patrimonio cultural e histórico de los sitios afectados.

En el marco del Programa Nacional Contra Contingencias Hidráulicas (PRONACCH), los programas hídricos regionales requieren formular planes por cuenca hidrológica, especificando las responsabilidades de cada nivel de gobierno y las medidas de coordinación necesarias para la gestión integral de

control de inundaciones que consideren evitar, en lo posible, pérdidas de vidas y activos. Estos planes deben incluir procedimientos de contingencia y atención en caso de desastre y establecer medidas que permitan enfrentar las sequías en el abastecimiento de agua a las zonas urbanas, a los sistemas de riego y a los ecosistemas.

De igual manera, los planes por cuenca habrán de aprovechar los avances del Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE), que incluyen la información generada por el monitoreo de sequías y los planteamientos derivados de los Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación a la Sequía (PMPMS), que buscan contar con planes y acciones que se aplicarían ante eventuales situaciones de escasez temporal de agua con el objetivo de minimizar impactos ambientales, económicos y sociales.

La comunidad científica internacional coincide en que el 90% de los efectos del cambio climático se experimentan en el ciclo hidrológico, por lo que resulta indispensable impulsar estrategias de adaptación y mitigación específicas para el sector hídrico, entre otras:

- Para avanzar en materia de seguridad hídrica es primordial destinar los recursos necesarios para contar con mediciones y bases de datos suficientes y confiables de las variables que caracterizan el comportamiento de la atmósfera, del escurrimiento superficial y del movimiento del agua subterránea, así como reforzar su monitoreo sistemático en el corto, mediano y largo plazos. Esta información permitirá actualizar los indicadores de disponibilidad, calidad y distribución del agua, así como generar un mejor

conocimiento de los niveles de riesgo ante amenazas de eventos extremos, tanto inundaciones como sequías, para establecer las medidas correspondientes de prevención, mitigación y adaptación al cambio climático.

- Fortalecer los Programas Nacionales contra Sequías e Inundaciones. A pesar de la importancia de estos instrumentos de política pública, han disminuido su importancia en los últimos años. Para revitalizarlos, podrían ser dependientes de una comisión intersecretarial con mayores atribuciones y presupuestos. Además, para ser más efectivos, requieren nutrirse de información más robusta, por lo que es recomendable fortalecer también al Sistema Meteorológico Nacional y los sistemas de alerta temprana. Para ello, es necesario ampliar la red hidrometeorológica e incorporar innovaciones tecnológicas, como la predicción en tiempo real y la inteligencia artificial, para dar mayor confiabilidad a la información. Junto con lo anterior, es conveniente estudiar el establecimiento de un programa de seguros que contribuya a la prevención y mitigación de daños.
 - El ordenamiento territorial constituye una pieza clave de una política de prevención del riesgo para generar resiliencia, debidamente acoplada con una política de uso sustentable del agua en términos de saneamiento y de consumo, así como una política de restauración y conservación de los recursos naturales. El respeto al ordenamiento territorial y a los planes de desarrollo urbano permitirán también conservar la infraestructura natural que es esencial en la prevención de riesgos de desastres, además de asumir una política
- proactiva de prevención en lugar de una reactiva de atención y reparación.
- Dentro de los programas y medidas para enfrentar los efectos de inundaciones y sequías, es necesario privilegiar la restauración y conservación de los ecosistemas, como un mecanismo efectivo para proteger la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos. Estas acciones constituyen medidas de adaptación fundamentales, pues aun cuando exista incertidumbre en las proyecciones de cambio climático, ningún escenario socioeconómico o climático indica que México tendrá mayor disponibilidad del recurso hídrico. Los programas que se diseñen tendrían que incluir elementos estructurales y no estructurales de manejo adaptativo, así como de conservación y restauración de cuencas donde se consideren los elementos del cambio ambiental global.
 - Monetizar el valor económico de los daños. Entre los principales problemas relacionados con la gestión integral de los riesgos se encuentra la falta de un lenguaje común entre los distintos actores involucrados en su atención, por ello, se propone calcular los impactos de los fenómenos hidrometeorológicos extremos en términos monetarios. Ello permitiría, por ejemplo, que los actores privados asumieran una mayor responsabilidad al comprender las posibles afectaciones en sus activos y en sus operaciones. Además, aumentaría la conciencia sobre la necesidad de contratar seguros contra daños, especialmente en aquellos lugares en los que permanece un riesgo residual.

3.4 Fortalecer la gobernanza del agua

Para una gobernanza hídrica efectiva, es imperativo contar con una visión apropiada del agua en el contexto de una estrategia nacional de largo plazo. Para ello, es necesario configurar un pacto social e integral del agua en donde se considere que la función principal de la autoridad del agua es la conciliación de los intereses de los diferentes grupos sociales a los que regula, todos ellos usuarios del agua en alguna de sus formas o destinos, procurando atender sus condiciones específicas y sus requerimientos, con especial atención a los grupos marginados y minoritarios, los cuales usualmente no tienen capacidad de hacer valer sus derechos.

De ahí que se plantean algunas interrogantes básicas sobre el papel del Estado en la gestión de las aguas nacionales y las transformaciones que requiera la Comisión Nacional del Agua como brazo ejecutor de la tarea del Estado. La respuesta a estas cuestiones, debiera sustentarse en lo dispuesto por la norma Constitucional sobre la propiedad de las aguas y en la potestad que sobre de ellas le corresponde al Ejecutivo Federal. A partir de estas dos premisas, es posible atender distintos aspectos específicos. Destacan, entre otros temas: marco jurídico, participación, fortalecimiento de asociaciones de usuarios, consejos de cuenca, rendición de cuentas, solución de conflictos, revisión de estructura federal, y acuerdos delegatorios. Respecto de lo anterior, el fortalecimiento de la gobernanza del agua debiera involucrar los siguientes elementos.

3.4.1 Arreglo institucional

Por su naturaleza transversal, la GIRH requiere una definición clara de fronteras institucionales que acoten funciones y responsabilidades y que, al mismo tiempo, permitan una cooperación y coordinación adecuadas entre las instituciones involucradas, que no se sometan a ciclos políticos o a un liderazgo individual. Por lo mismo, la materialización de la GIRH depende, en gran medida, de los arreglos institucionales que permitan conciliar los criterios de delimitación de la gestión del agua por cuencas y acuíferos, en cuyo entorno se facilita la concepción de soluciones técnicas integrales para la gestión de los recursos hídricos, con los procesos de descentralización política y que, además, establezcan claramente los límites funcionales de la autoridad del agua en un marco de coordinación eficiente y cooperación institucional.

Se ha reconocido la necesidad de revisar el arreglo institucional actual para la gestión de las aguas en México, no sólo por sus debilidades, sino por las transformaciones que ha experimentado el entorno político, social, económico y comercial del país. Esta realidad demanda estructurar un nuevo arreglo institucional en materia del agua. En el debate, no existe consenso sobre si la actual Comisión Nacional del Agua debe tener nivel de secretaría de estado y si su tratamiento debe ser aislado o debe estar vinculado con otros elementos relacionados, como es el ambiente. Lo que sí se reconoce es que, en cualquier arreglo institucional que se adopte, es conveniente considerar los siguientes elementos (UNAM, 2016):

- Encuadrar la estructura institucional, así como el marco normativo y operativo de todo el esquema institucional, dentro de una política incluyente - “Pacto Hídrico” / “Pacto Social Hídrico”- que considere integralmente la gestión de la oferta y la demanda, así como la necesidad de restaurar la confianza en las instituciones.
- Contemple una Autoridad del Agua que cuente con: **i)** autonomía, **ii)** autoridad real y jerarquía para coordinar asuntos relacionados con diferentes secretarías de estado, entidades federativas y municipios, y **iii)** presupuesto suficiente.
- El marco normativo y el institucional están vinculados por lo que deben considerarse en forma conjunta para: eliminar incongruencias en las responsabilidades y atribuciones de los organismos, lograr un equilibrio entre concentración y dispersión de funciones y establecer un mecanismo efectivo de participación y defensa de los usuarios.

3.4.2 Marco jurídico

La efectividad del marco jurídico actual es objeto de cuestionamientos, especialmente por la falta de cumplimiento de la ley y, a partir de 2012, por lo dispuesto en la reforma constitucional que establece el derecho humano al agua y al saneamiento. El marco jurídico y normativo es uno de los pilares de la gobernanza, de la gestión eficaz del recurso, de la prestación de

servicios eficientes y de la redistribución de funciones y responsabilidades dentro de un nuevo marco de gobernanza hídrica.

Sereconoce, en primer lugar, la necesidad de contar con una Ley General de Aguas. En torno a este debate, se argumenta que la nueva ley debiera ser sencilla, corta, clara, fácil de comprender por los usuarios y de simple aplicación, con un reglamento operativo que defina los procedimientos. Asimismo, no debiera incorporar aquellas disposiciones que en la práctica sean incumplibles (UNAM, 2016).

3.4.3 Descentralización

La descentralización es actualmente una realidad política y social del quehacer nacional que involucra una amplia participación de todos: autoridades, sectores productivos, usuarios y sociedad interesada, en un marco distributivo de funciones y responsabilidades. En la esfera gubernamental es un hecho que no todos los estados y municipios tienen la misma visión sobre la descentralización.

La descentralización es, ante todo, una cuestión de capacidades y recursos; sin estos dos elementos, cualquier esquema estaría condenado al fracaso, como lo muestran experiencias registradas en muchos países, donde el apoyo del centro es constante y no temporal²⁸.

Es necesario distinguir, por una parte, la descentralización de las tareas tradicionalmente asignadas al gobierno

²⁸ Ver por ejemplo: Blomquist W., Dinar A. y Kemper K. 2005. Comparison of institutional arrangements for river basin management in eight basins. World Bank Policy Research Working Paper 3636./Saleth R. M. y Dinar A. 2004. The Institutional Economics of Water: A Cross-Country Analysis of Institutions and Performance. Washington, DC: World Bank and Cheltenham, UK: Edward Elgar. © World Bank.

federal para el aprovechamiento de las aguas nacionales, como lo es la construcción de infraestructura y la prestación de servicios asociados; y, por otra, los quehaceres que le corresponden como administrador del patrimonio del país. En el primer caso, los límites de la descentralización están acotados por las capacidades reales y la forma en que éstas se desarrollan gradualmente por parte de los gobiernos estatales, municipios o usuarios en quienes recaen atribuciones, responsabilidades y recursos, conforme a reglas y procedimientos claros para su aplicación y para la debida rendición de cuentas. En el segundo caso, los límites y ámbitos geográficos de la descentralización están acotados por la norma Constitucional que obliga al Ejecutivo Federal a velar por el interés público y social, así como a proteger los derechos individuales de los ciudadanos, respecto de actos u omisiones de terceros.

El diseño de una política de descentralización debe considerar, entre otros elementos:

- Tomar en cuenta los recursos financieros necesarios que deben ir asociados a la misma descentralización. Este aspecto se relaciona directamente con las adecuaciones que deben hacerse al régimen fiscal, el cual debe ir más allá de la sola función recaudatoria.
- Precisar claramente los alcances y responsabilidades vinculadas a la descentralización y la desconcentración.
- Profesionalizar y capacitar a los actores en el manejo del agua.

3.4.4 Participación Social

La participación social en la toma de decisiones es un elemento esencial para alcanzar una buena gobernanza del agua; por tanto, al revitalizar las organizaciones de usuarios dentro de un marco de corresponsabilidad, transparencia y rendición de cuentas se daría un paso importante en la gobernanza hídrica. La participación informada de la sociedad permitiría también elevar el nivel de la conciencia pública sobre el valor estratégico del agua y reforzar las medidas tendientes a lograr una nueva cultura para su uso y preservación, en la que se comprenda que la solución está en la participación de todos.

Para lograr la participación social efectiva, responsable y comprometida, se requiere, en principio no confundirla con la consulta, además de resolver los problemas de legitimidad y representatividad que presentan actualmente las formas de organización previstas en la Ley de Aguas Nacionales, incluidos los Consejos de Cuenca y demás estructuras. La definición de un esquema de participación social con estas características necesita, entre otros aspectos:

- Enmarcarse dentro de una política del agua que busque democratizar efectivamente las decisiones y brinde confianza a los ciudadanos respecto a que la solución de los problemas se da mediante el diálogo, la cooperación y la conciliación de intereses.
- Abrir canales de participación individual, grupal, institucional, local y regional, utilizando un enfoque de comunicación para el desarrollo. Estos canales deben incluir esquemas de

manejo corresponsable e identificar criterios y mecanismos que permitan la representatividad de los diferentes usuarios del agua y los sectores involucrados, tales como el ambiental, el de la salud y el recreativo.

- La exigencia de la rendición de cuentas, la transparencia y el acceso a la información como parte del proceso de participación y de los mecanismos que eviten la captura de las organizaciones por élites de poder y aseguren que los grupos marginados estén representados en las instancias de decisión.

3.4.5 Acceso a la información, transparencia y rendición de cuentas

La transparencia, el acceso a la información y la rendición de cuentas son instrumentos que permiten evitar actos de corrupción y situaciones clientelares. Los instrumentos regulatorios, como el régimen de derechos de agua y los permisos de descarga de aguas residuales, conllevan el ejercicio de actos de autoridad y con ello el peligro de actos de corrupción. La asignación de recursos para la ejecución de distintos programas asociados al uso y aprovechamiento del agua o a la prestación de servicios públicos relacionados, puede también conducir a situaciones clientelares.

En general, se advierten problemas con relación a la disponibilidad, calidad, acceso y difusión de la información necesaria no sólo para la toma de decisiones sino para la elaboración de proyectos de investigación, así como para los procesos de participación, y ello redundando en falta de confianza en la autoridad.

Para mejorar estos aspectos centrales en la gestión del agua, se requiere tomar en cuenta, entre otros, los siguientes elementos:

- Diseñar una nueva arquitectura de la información que contemple todos los aspectos relacionados con la generación, procesamiento, calidad, validación, acceso y difusión en forma adecuada a los diferentes usuarios y sectores de la sociedad, así como considerar la retroalimentación de los usuarios de la información.
- Las organizaciones de usuarios y las autoridades no siempre responden a los intereses de éstos, debido, en parte, a problemas de ineficiencia y corrupción. Por ello, es necesario introducir instrumentos para la evaluación del desempeño, validación y transparencia de la información mediante procesos de benchmarking que han demostrado su utilidad en estas circunstancias.

3.4.6 Resolución de conflictos

La escasez, sobreexplotación y contaminación, junto con condiciones de inequidad y problemas de gobernanza dan origen, cada vez con mayor frecuencia, a conflictos sociales y económicos. La crisis resultante de factores internos tiende a agravarse por impactos globales que, como el cambio climático, la pandemia del COVID-19 o los conflictos geopolíticos, inciden, directa o indirectamente, en la problemática hídrica del país.

Los conflictos pueden atribuirse a una combinación de factores que incluyen vacíos de autoridad, excesos de la autoridad o debilidad institucional, que se traduce en la falta de cumplimiento

de compromisos y programas gubernamentales. La solución de los conflictos requiere estudiar los factores que han llevado a la falla de los mecanismos vigentes de conciliación y arbitraje, y considerar:

- El tipo específico de conflicto por atender: ambiental, económico o social; puede haber traslapes con otras entidades existentes.
- La resolución de conflictos de manera no violenta y efectiva donde no predomine el interés económico y que contenga un modelo de hidrodiplomacia.
- Los mecanismos de conciliación deben evolucionar y formar al personal especializado y capaz, así

como generar un lenguaje e información adecuados para dar una solución eficiente a los conflictos.

- Evitar la judicialización de todos los conflictos, que implica una abdicación de la política.
- Parece haber acuerdo en cuanto a la creación de una entidad encargada de defender a los usuarios del agua, como mecanismo de defensa de los intereses de los usuarios ante la autoridad; pero no hay una visión unificada respecto a su figura y ubicación. El derecho humano al agua puede ser el principio fundamental de esta entidad.

3.5 Construir capacidades e impulsar la innovación

El desarrollo de capacidades para enfrentar eficaz y efectivamente los retos del agua se extiende a los profesionistas y técnicos que laboran en instituciones públicas y organizaciones privadas que forman parte del sector de recursos hídricos. Incluyen las dependencias gubernamentales de los tres niveles de gobierno, que intervienen en distintas tareas del quehacer hidráulico, tales como la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), las comisiones estatales y los organismos operadores de agua potable y saneamiento en los municipios. Se añaden también distintas organizaciones y empresas del sector privado que participan en el diseño y construcción de infraestructura, en la provisión de

equipos y en la prestación de servicios de consultoría y de operación y administración de obras y servicios públicos. Finalmente, forman parte los usuarios y sus organizaciones, como las que administran las unidades y distritos de riego.

El diseño de un programa permanente para el desarrollo de capacidades requiere la concurrencia de las instituciones líderes en investigación hídrica del país para que, junto con representantes de las distintas instituciones y organizaciones del sector agua, se diseñe y ponga en marcha un programa nacional de capacitación para el trabajo, debidamente direccionado y priorizado.

REFERENCIAS

Aguilar, A. y Pérez, R. 2008. La contaminación agrícola del agua en México: Retos y perspectivas. Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía. Vol. 39, núm. 153, abril-junio.

Berlanga-Robles, CA, and A Ruiz-Luna. 2006. "Assessment of Landscape Changes and Their Effects on the San Blas Estuarine System, Nayarit (Mexico), through Landsat Imagery Analysis". Ciencias Marinas 32 (3):523-38. <https://doi.org/10.7773/cm.v32i3.1126>.

CEMDA. 2016. El agua en México: lo que todas y todos debemos saber. Centro Mexicano de Derecho Ambiental, A.C. México.

Challenger, A. y J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres. In Capital natural de México. Vol. I: Conocimiento actual de la bioiversidad. Conabio, México. p. 87-108. CONABIO. 2007. Distribución de los manglares en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

CONAGUA. 2011. Agenda del Agua 2030. México.

CONAGUA. 2019. Estadísticas del Agua en México. Edición 2019. México-

CONAMP. 2018. Áreas Naturales Protegidas. Consulta en: <https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/areas-naturales-protegidas-decretadas> , (19-jul-18)

CONAPO. 2016. Índice de marginación 2015. Consulta en: <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indice-de-marginacion-2015-284579>

CONEVAL. 2018. Pobreza en México. Consulta en https://www.coneval.org.mx/Medicion/PublishingImages/Pobreza_2008-2016/medicion-pobreza-entidades-federativas-2016.JPG

Cotler, H. (Coordinación Editorial). 2010. Las cuencas hidrográficas de México: Diagnóstico y priorización. Semarnat, INE, Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. México. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2011/02/CuencasHidrogra%C3%81ficas-1.pdf>

De la Lanza-Espino, G. y Gutiérrez-Mendieta, F.J. 2018. Intervalos de parámetros no-conservativos en sistemas acuáticos costeros de México. HIDROBIOLÓGICA. 27, 3 (feb. 2018), 369-390.

FGLEZ. 2011. Fortalecimiento del sector de la infraestructura hidráulica en México y políticas públicas asociadas. Voz Unificada de la Ingeniería. Informe Final, F Glez Consultores y Asociados S.A. de C.V. México.

García-Salazar. J. A. et al. 2018. Consumo de fertilizantes en el sector agrícola de México: Un estudio sobre los factores que afectan la tasa de adopción. Interciencia. JUNE 2018, VOL. 43 N° 7.

Gleick, P.H. 2002. Water Management: Soft Water Paths. *Nature*, 418, 373. <http://dx.doi.org/10.1038/418373a>

INEGI. 2015. Encuesta intercensal 2015. Consulta en: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/>

INEGI. 2016. Zonas metropolitanas de los Estados Unidos Mexicanos. Censos Económicos 2014. México.

IMTA. 2015. Boletín. Observatorio de Conflictos por el Agua en México (OCAM). Boletín Núm. 2, México.

IMTA. 2020. La génesis de los conflictos hídricos. Consulta en: <https://www.gob.mx/imta/articulos/la-genesis-de-los-conflictos-hidricos?idiom=es>

Martínez-Meyer, E, Sosa-Escalante, J. y Álvarez, F. 2014. El estudio de la biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección? *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: S1-S9, 2014. DOI: 10.7550/rmb.43248

Páez-Osuna, F. 2001. The environmental impact of shrimp aquaculture: causes, effects, and mitigating alternative. *Environmental Management*. Vol. 28, núm. 1, pp. 131-140. Springer-Verlag.

Páez-Osuna, F. et al, 2019. Estatus ambiental de la contaminación en el golfo de California: una síntesis actualizada. p. 71-94. En: Botello A.V., S. Villanueva y J. Gutiérrez (coord.). *Costas y Mares Mexicanos: Contaminación, Impactos, Vulnerabilidad y Cambio Climático*. UNAM, UAC. 652 p. ISBN 978-607-30-2331-3. doi 10.26359/epomex.0419

Rivas Valdivia, J. C. y Gaudin, Y. 2021. Diagnóstico de las brechas estructurales en México: una aproximación sistémica general. Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/207; LC/MEX/TS.2021/26). Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

SEDATU, CONAPO, INEGI. 2015. Delimitación de las zonas metropolitanas de México. Consulta en <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/delimitacion-de-las-zonas-metropolitanas-de-mexico-2015-149891>. México.

ANEXO

TALLER DE EXPERTOS

Panorama del Agua en México

Introducción

El pasado 6 de mayo, la Universidad Nacional Autónoma de México, a través de la Red del Agua UNAM, el Centro Regional de Seguridad Hídrica bajo los auspicios de UNESCO y Agua Capital, Fondo de Agua de la Ciudad de México, celebraron el Taller Panorama del Agua en México, teniendo como sede la Terraza de la Torre de Ingeniería UNAM.

Al taller asistieron representantes de todos los usos y usuarios del agua, como instituciones académicas (Instituto de Ecología, Facultad de Ingeniería, Instituto de Ingeniería y Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo); organismos internacionales (Instituto de Recursos Mundiales y Banco Mundial); y organizaciones de la sociedad civil (Consejo Consultivo del Agua, Consejo Coordinador Empresarial, Asociación Nacional de Entidades de Agua y Saneamiento, Centro Mexicano de Derecho Ambiental, Colegio de Ingenieros Civiles de México, Acción Climática y Asociación Nacional de Usuarios de Riego).

El objetivo del encuentro fue dialogar en torno a los temas prioritarios, retos y oportunidades de la agenda hídrica nacional, así como proponer algunas orientaciones estratégicas que permitieran avanzar en la construcción de espacios con seguridad hídrica. Los resultados de esta dinámica fueron considerados en la elaboración de la publicación de divulgación científica editada por los organizadores.

Para alcanzar este objetivo, los organizadores propusieron una dinámica de diálogo entre pares a partir de cinco preguntas generales. Éstas fueron respondidas por los asistentes, quienes fueron divididos en dos mesas, procurando en cada una la representación sectorial, disciplinaria y de género. Después del debate en mesas, se expusieron las principales conclusiones al pleno para llegar a consensos.

La presente relatoría recupera el conjunto de ideas expresadas por los participantes, enfatizando en los consensos y disensos en torno a cada uno de los planteamientos. Para ello, se presentan las preguntas y las principales conclusiones de cada una de ellas. Al final del documento se enlistan a los participantes y sus instituciones de adscripción.

Pregunta 1. ¿Cuáles son los tres principales desafíos del sector hídrico mexicano?

Identificar los tres principales desafíos que enfrenta el sector hídrico de México representó un gran reto para los asistentes pues, tal como lo expresaron, existe una amplia lista de amenazas a la seguridad hídrica. Sin embargo, los expertos coincidieron en los siguientes puntos:

1. Empatar la disponibilidad de agua con su consumo. Históricamente, en México las principales actividades económicas y las dinámicas poblaciones se intensificaron en las zonas centro y norte, donde la disponibilidad de recursos hídricos es limitada. Esta condición se expresa en un aumento del estrés hídrico, el cual se agravará en los próximos años como respuesta al cambio climático, y ello, a su vez, se

manifestará en la disminución de la oferta para satisfacer una demanda creciente de agua. No obstante, esta demanda debe ser analizada de manera diferenciada entre los distintos usuarios, con especial énfasis en la agricultura, que consume más del 76% de los usos consuntivos. Ante esta condición, se requieren impulsar medidas concretas para hacer más eficiente el uso del agua, especialmente bajo un marco de gestión del agua por cuencas. Entre estas acciones están:

- a.** Incrementar la medición y el monitoreo de la cantidad y calidad, tanto de las aguas superficiales como subterráneas, lo que permitirá realizar balances hídricos más precisos y ello, a su vez, mejorar la administración del agua.
- b.** Reducir los altos niveles de consumo de los distintos usuarios, lo que implica ejecutar acciones estructurales –reducción de fugas, tecnificación de riego, sustitución hacia equipos más eficientes- y no estructurales –readecuar tarifas para empatarlas con los costos reales de funcionamiento del sistema, repensar los esquemas de subsidios para evitar que sean regresivos, fomentar el valor y cuidado del agua-.

2. Garantizar el derecho humano al agua y al saneamiento. A pesar de los esfuerzos realizados desde diversos sectores, millones de mexicanos continúan sin tener acceso a servicios de agua potable y saneamiento manejados de forma segura, es decir, que se garantice su continuidad y calidad a un precio justo. Esta condición es resultado de una serie de problemas estructurales y no estructurales que requieren ser atendidos de manera prioritaria, entre ellos:

- a.** Aumentar los niveles de mantenimiento, renovación y resiliencia de la infraestructura hidráulica en operación, gran parte de la cual ha sobrepasado su vida útil.
- b.** Recuperar el desarrollo de nuevas infraestructuras, tanto grises como verdes, atendiendo criterios de equidad social y protección ambiental.
- c.** Incrementar y diversificar las fuentes de financiamiento, públicas, de las tarifas cobradas a los distintos usuarios e, incluso, de la iniciativa privada. Estos recursos deberán ser empleados con estricto apego a los principios de transparencia, rendición de cuentas y participación ciudadana.

Garantizar este derecho implica reconocer también su vínculo con otros derechos humanos, en particular a la salud, a la alimentación y a un ambiente sano. Asimismo, se requiere reconocer la dimensión de justicia hídrica, que implica centrar los esfuerzos en las personas que se encuentran en mayores condiciones de vulnerabilidad, así como hacer explícitos los múltiples valores del agua, que incluyen el religioso, el social, el ambiental, el productivo y el económico.

3. Repensar el modelo de gestión del sector hídrico. El sistema hídrico mexicano ha evolucionado de manera acelerada en los últimos años como respuesta a las profundas transformaciones sociales, políticas, económicas y ambientales que ha atravesado el país. Ante ello, es necesario transformar el modelo de gestión del agua en sus aspectos institucionales, legales, administrativos y financieros. En particular, se requiere:

- a. Fortalecer las instituciones encargadas de la gestión, con énfasis en la Comisión Nacional del Agua, dotándola de los recursos presupuestales y de la certidumbre jurídica necesarias para desempeñar sus funciones sustantivas, además de fortalecer las capacidades de su personal. Es necesario también debatir en torno a la necesidad de crear un órgano regulador que coadyuve en el cumplimiento de los objetivos fijados en los programas hídricos.
- b. Priorizar la planeación a largo plazo, que permita implementar políticas y programas independientes a los cambios de administración de los tres niveles de gobierno. Estos planes deben estar respaldados por un presupuesto que permita el cumplimiento de las metas establecidas.
- c. Facilitar la coordinación interinstitucional, tanto a nivel transversal –con otras dependencias gubernamentales directamente vinculadas con el agua-, como a nivel vertical –entre la Federación, los estados y los municipios-.
- d. Actualizar el marco normativo y fortalecer sus sistemas de vigilancia e inspección, para dar cumplimiento a las obligaciones desprendidas de la incorporación del derecho humano al agua y al saneamiento en la Constitución y brindar certeza jurídica a todos los usuarios del agua sobre sus derechos y obligaciones. Este marco normativo debe considerar la posibilidades presupuestales y técnicas de los encargados de su cumplimiento, de lo contrario, pueden generarse conflictos y dificultarse su aplicación.

Pregunta 2. ¿Qué políticas son necesarias para gestionar de manera integral y sustentable los recursos hídricos en un contexto de creciente estrés hídrico?

La competencia por los recursos hídricos disponibles entre los distintos usuarios es ya una realidad y se espera que esta condición se intensifique en los próximos años como consecuencia del cambio climático, sin embargo, existen políticas, programas y acciones que permitirían transitar hacia un manejo integral del agua, promovido por la adopción de nuevos enfoques. Los expertos sostuvieron las siguientes visiones:

1. Hacer efectiva la planeación del territorio. En las últimas décadas, las ciudades han crecido a un ritmo acelerado y esta dinámica se ha llevado a cabo de manera desordenada. Como resultado, se ha incrementado la construcción de unidades habitacionales e, incluso, de unidades productivas en zonas de alto riesgo ante fenómenos hidrometeorológicos extremos, pero también en espacios con baja disponibilidad de agua. Esto, a su vez, ha dificultado la construcción de infraestructura para dotar a la población asentada en las áreas periurbanas de los servicios de agua potable y saneamiento con los más altos estándares; en su lugar, se desarrollan estructuras provisionales que, en la mayoría de los casos, imponen importantes presiones sobre la calidad de los cuerpos de agua y pueden poner en riesgo la salud de las personas y de los ecosistemas. Por otro lado, el crecimiento de las ciudades se ha realizado a costa de las áreas naturales de recarga, disminuyendo las posibilidades de infiltración y aumentando los volúmenes de agua en los

drenajes. Los nuevos desarrollos inmobiliarios y productivos deberían privilegiarse en zonas con mayor disponibilidad de recursos hídricos y limitarse en aquellos espacios donde el estrés hídrico es ya una realidad, además, debería promoverse el desarrollo de organismos operadores con enfoque metropolitano para potenciar los beneficios de las economías de escala.

2. Implementar los principios de economía circular mediante acciones concretas, para reducir las extracciones a los cuerpos de agua, garantizar la calidad del agua que es vertida en ellos y generar modelos económicos con co-beneficios sociales y ambientales. En particular, se requiere incentivar la recarga artificial de acuíferos y el reúso bajo una visión de modelos de ciclo cerrado, tanto en pequeñas unidades como a nivel de cuenca. Para alcanzar este objetivo, es necesario fomentar las innovaciones científicas, tecnológicas y sociales.

3. Formalizar esquemas para la reasignación de derechos. Ante el aumento del estrés hídrico y de la competencia entre usos y usuarios, es necesario analizar la posibilidad de reasignar los derechos de agua de aquellos usos con poco valor social, económico y ambiental hacia aquellos con mayor valor. Esta transferencia de derechos puede realizarse a través de mecanismos de mercado, sin embargo, primero sería necesario, por un lado, contar con un sistema robusto de medición y monitoreo como base para la toma de decisiones y, por el otro, establecer las reglas de operación con estricto apego a los principios de transparencia, rendición de cuentas y participación ciudadana.

Pregunta 3. ¿Cuáles son los principales desafíos en materia de infraestructura hidráulica y de su financiamiento?

Sin lugar a dudas, la infraestructura hidráulica, tanto verde como gris, es indispensable para alcanzar la seguridad hídrica, sin embargo, para que permita lograr este objetivo, los expertos coincidieron en que existen acciones prioritarias que requieren ser atendidas. Éstas son:

1. Asegurar la sustentabilidad de las fuentes. Esto implica llevar a cabo acciones pensadas en la ampliación de la oferta –tratamiento de aguas residuales, recarga natural y artificial de acuíferos, mantenimiento a presas azolvadas o ampliación de sus dimensiones, desarrollo de sistemas de captación de agua de lluvia-, pero también en la reducción de la demanda –reducción de fugas en las redes de distribución, tecnificación del riego, reúso de agua tratada-. Estas acciones deben estar acompañadas del fortalecimiento de los sistemas de medición y monitoreo, no solo de la disponibilidad de los recursos hídricos, sino también de su calidad.

2. Conocer el estado actual de la infraestructura hidráulica. Aun cuando se reconoce que México cuenta con un amplio sistema de infraestructura hidráulica, en la mayoría de los casos, se desconoce exactamente el número de sus componentes, sus características principales y su estado actual. Lo anterior imposibilita el desarrollo de una planeación a largo plazo, el ejecutar programas de operación, mantenimiento y sustitución bajo principios de eficiencia presupuestaria y el evaluar su resiliencia

ante los efectos del cambio climático. La inversión estimada se calcula en 20 mil millones de pesos.

3. Desarrollar nueva infraestructura. Los problemas relacionados con el agua han crecido de manera considerable en los últimos años, no obstante, el ritmo de desarrollo de la infraestructura ha decrecido. Esto se debe, en parte, a la reducción de las inversiones que ha experimentado el sector, pero también al fortalecimiento en el debate público de la idea que sostiene que no se requiere construir más infraestructura o que la infraestructura natural es suficiente para atender la problemática. La infraestructura gris sigue siendo necesaria, sin embargo, se requiere analizar puntualmente cada situación, así como incorporar criterios ambientales y sociales en su construcción para evitar el surgimiento de conflictos socioambientales asociados a su construcción, operación y mantenimiento. Asimismo, se requiere impulsar la adopción de soluciones basadas en la naturaleza y en el paisaje en donde sea técnica, económica y socialmente más efectivo.

4. Incrementar y diversificar las fuentes de financiamiento. La construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura verde y gris son intensivas en el uso de recursos financieros, por lo tanto, es necesario revertir la tendencia de los últimos años de disminuir el presupuesto hacia el sector. En un contexto internacional de escasez de recursos públicos, es deseable analizar otras fuentes de financiamiento, como las inversiones de actores privados. Una precondition para que esto se lleve a cabo es que exista una claridad conceptual en la opinión pública sobre el verdadero significado de la privatización, pues suele usarse de manera indiscriminada. Además, la posible participación del sector privado, por ejemplo, a través de asociaciones público-privadas, debe darse mediante reglas bien definidas y sobre las que exista un monitoreo robusto que permita garantizar el bienestar social.

Pregunta 4. ¿Qué estrategias deberíamos implementar para prevenir y gestionar de manera integral los impactos de los eventos hidrometeorológicos extremos en los recursos hídricos y aumentar la resiliencia?

La comunidad científica internacional coincide en que el 90% de los efectos del cambio climático se experimentan en el ciclo hidrológico, por lo que resulta indispensable impulsar estrategias de adaptación y mitigación específicas para el sector hídrico. Los participantes establecieron como prioridades:

1. Garantizar el cumplimiento del ordenamiento territorial y de los planes de desarrollo urbano. Entre las principales causas de las pérdidas humanas y materiales asociadas a los fenómenos hidrometeorológicos extremos se encuentra el establecimiento de comunidades en zonas federales y otras áreas de inundación. Si bien esta es una práctica que suele realizarse al margen de la ley, en ocasiones, las autoridades fomentan o avalan esta práctica. Ante ello, se requiere un estricto apego al Estado de Derecho. El respeto al ordenamiento territorial y a los planes de desarrollo urbano permitirán también conservar la infraestructura natural, que es

esencial en la prevención de riesgos de desastres, además de asumir una política de prevención en lugar de una reactiva.

2. Visibilizar el valor económico de los daños. Entre los principales problemas relacionados con la gestión integral de los riesgos se encuentra la falta de un lenguaje común entre los distintos actores involucrados en su atención, por ello, se propone calcular los impactos de los fenómenos hidrometeorológicos extremos en términos monetarios. Ello permitiría, por ejemplo, que los actores privados asumieran una mayor responsabilidad al comprender las posibles afectaciones en sus activos y en sus operaciones. Además, aumentaría la conciencia sobre la necesidad de contratar seguros contra daños, especialmente en aquellos lugares en los que permanece un riesgo residual.

3. Fortalecer los Programas Nacionales contra Sequías e Inundaciones. A pesar de la importancia de estos instrumentos de política pública, han disminuido su importancia en los últimos años. Para revitalizarlos, podrían ser dependientes una comisión intersecretarial con mayores atribuciones y presupuestos. Además, para ser más efectivos, requieren nutrirse de información más robusta, por lo que se recomienda fortalecer también al Sistema Meteorológico Nacional y los sistemas de alerta temprana, que deben incorporar innovaciones tecnológicas, como la predicción en tiempo real, la inteligencia artificial, entre otras.

Pregunta 5. ¿Qué cambios se requieren para fortalecer la gobernanza, la administración del agua, así como para profesionalizar al personal del sector?

La gestión del agua requiere ser reconocida como un tema estratégico y de seguridad nacional en el que se asegure la participación de todos los actores en el diseño y aplicación de la política pública que la regule. A pesar de los avances alcanzados en esta área, los expertos propusieron intensificar acciones en las siguientes áreas.

1. Redistribución de facultades entre los tres niveles de gobierno. La incorporación del derecho humano al agua y al saneamiento a la Constitución brinda una oportunidad sin precedentes para repensar las responsabilidades de los distintos niveles de gobierno en su cumplimiento. En particular, es necesario encontrar los mecanismos para resolver las importantes disparidades entre municipios para prestar los servicios de agua y saneamiento, las aportaciones presupuestales en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura, la falta de indicadores de gestión con posibilidad de ser monitoreados por autoridades y usuarios, entre otros retos. Ante ello, se propone hacer efectivo el principio de corresponsabilidad, no solo de los distintos niveles de gobierno, sino también de los usuarios, y otorgar mayores atribuciones a los estados para impulsar, por ejemplo, sistemas de gestión intermunicipal y fortalecer la visión de zonas metropolitanas.

2. Dar certidumbre jurídica y presupuestal a los sistemas comunitarios. Aun cuando en México existen miles de sistemas comunitarios de agua, éstos no se encuentran formalmente reconocidos en el marco jurídico. Este reconocimiento debería estar acompañado de reglas claras en las que se establezcan sus derechos en materia

presupuestal, de formación de capacidades, de concesiones, pero también sus responsabilidades con respecto a la autoridad y a los miembros de la comunidad en la que operan.

3. Asegurar una participación social activa en todas las etapas de la gestión del agua, utilizando para ello los mecanismos más adecuados. Por ejemplo, resulta indispensable la ciudadanización de los Consejos Directivos de los organismos operadores, con el fin de promover la transparencia y la rendición de cuentas.

Comité Organizador

Dr. Fernando González Villarreal, Director General del Centro Regional de Seguridad Hídrica bajo los auspicios de UNESCO

Mtro. Eduardo Vázquez Herrera, Director General de Agua Capital, Fondo de Agua de la Ciudad de México

M. en C. Jorge Alberto Arriaga Medina, Coordinador Ejecutivo de la Red del Agua UNAM

Arq. Piedad Gómez Sánchez, Coordinadora de Proyectos de Agua Capital, Fondo de Agua de la Ciudad de México

Lic. Jorge Fuentes Martínez, Consultor

Participantes

- Ing. José Ramón Ardavín Ituarte, Director Ejecutivo de la Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable
- Lic. Raúl Rodríguez Márquez, Presidente del Consejo Consultivo del Agua
- Dr. Daniel Alejandro González Del Rincón, Asesor de la Asociación Nacional de Usuarios de Riego
- Mtro. Pablo Lazo Elizondo, Director de Desarrollo Urbano y Accesibilidad del World Resources Institute
- Ing. Ramón Aguirre Díaz, Ex Coordinador General del Sistema de Aguas de la Ciudad de México
- Mtro. Hugo Rojas Silva, Director Ejecutivo de la Asociación Nacional de Entidades de Agua y Saneamiento de México
- Dra. Marisa Mazari Hiriart, Investigadora del Instituto de Ecología UNAM

- Dr. Jean-Martin Brault, Especialista Senior en Agua y Saneamiento del Banco Mundial
- Mtro. Enrique Aguilar Amilpa, Coordinador de Proyectos del Centro Regional de Seguridad Hídrica bajo los auspicios de UNESCO
- Mtra. Verónica Martínez David, Coordinadora del Programa de Seguridad Hídrica y Resiliencia en México del Banco Mundial
- Mtra. Claudia Lucia Hernández Martínez, Profesora de la Facultad de Ingeniería UNAM
- Dr. Felipe Arreguín Cortés, Consultor del Instituto de Ingeniería UNAM
- Lic. Alexandra González Narro, Asesora de Consejo Coordinador Empresarial
- Dr. Simon Fonteyne, Coordinador de Plataformas de Investigación del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
- Mtra. Anaid Velasco Ramírez, Coordinadora de Investigación del Centro Mexicano de Derecho Ambiental
- Dr. Adalberto Noyola Robles, Investigador del Instituto de Ingeniería UNAM
- Mtra. Gabriela Alarcón, Project Manager, Iniciativa Climática de México
- Mtro. Ricardo Sandoval Minero, Consultor Independiente

ANEXO

INFOGRAFÍAS

Tenemos una compleja distribución del agua



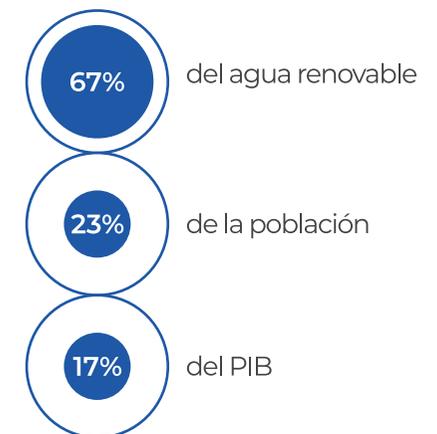
Población:
126 millones 14,024 habitantes
 (INEGI 2020)

2/3 partes del país
 se consideran áridas o semiáridas,
 con precipitación pluvial menor a 500mm/año

Centro-norte*
 1,650
 m³/hab/año

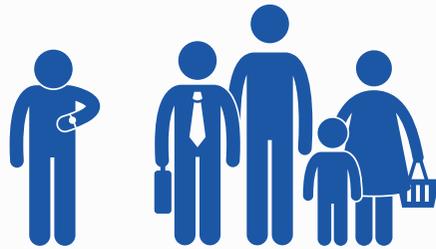
Promedio nacional*
 3,982
 m³/hab/año

Sur-sureste*
 11,768
 m³/hab/año



Fuente: CONAGUA, INEGI

Distribución de la población y necesidades de acceso al agua



79%

Población urbana



... concentrada

74

Áreas metropolitanas

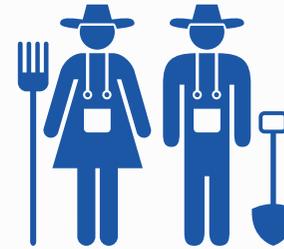


62.7%

de la población vive
en zonas metropolitanas

Esto implica una alta demanda de agua

Fuente: CERSHI, UNAM



21%

Población rural



... y dispersa

185 mil

localidades



Con poblaciones menores a

2,500

habitantes

Esto implica altas complejidades
para el desarrollo de infraestructura

Grado de presión por RHA

Grado de presión sobre el recurso hídrico 19.6% (nacional)



7 de las 13 regiones

hidrológico-administrativas (RHA), que cubren el 71% del territorio nacional, tienen un grado de presión alto o muy alto (mayor de 40%)

La región XIII, Valle de México,

sufre el mayor grado de estrés hídrico en el país



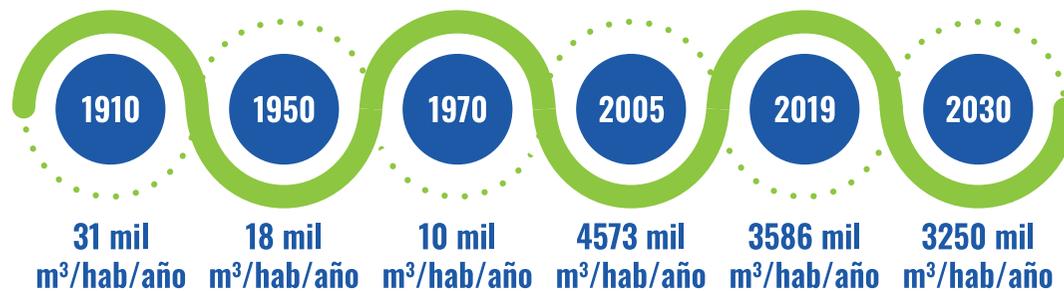
Las zonas centro y norte del país

han aumentado el grado de presión sobre el recurso

60% de los cuerpos de agua

presenta algún grado de contaminación

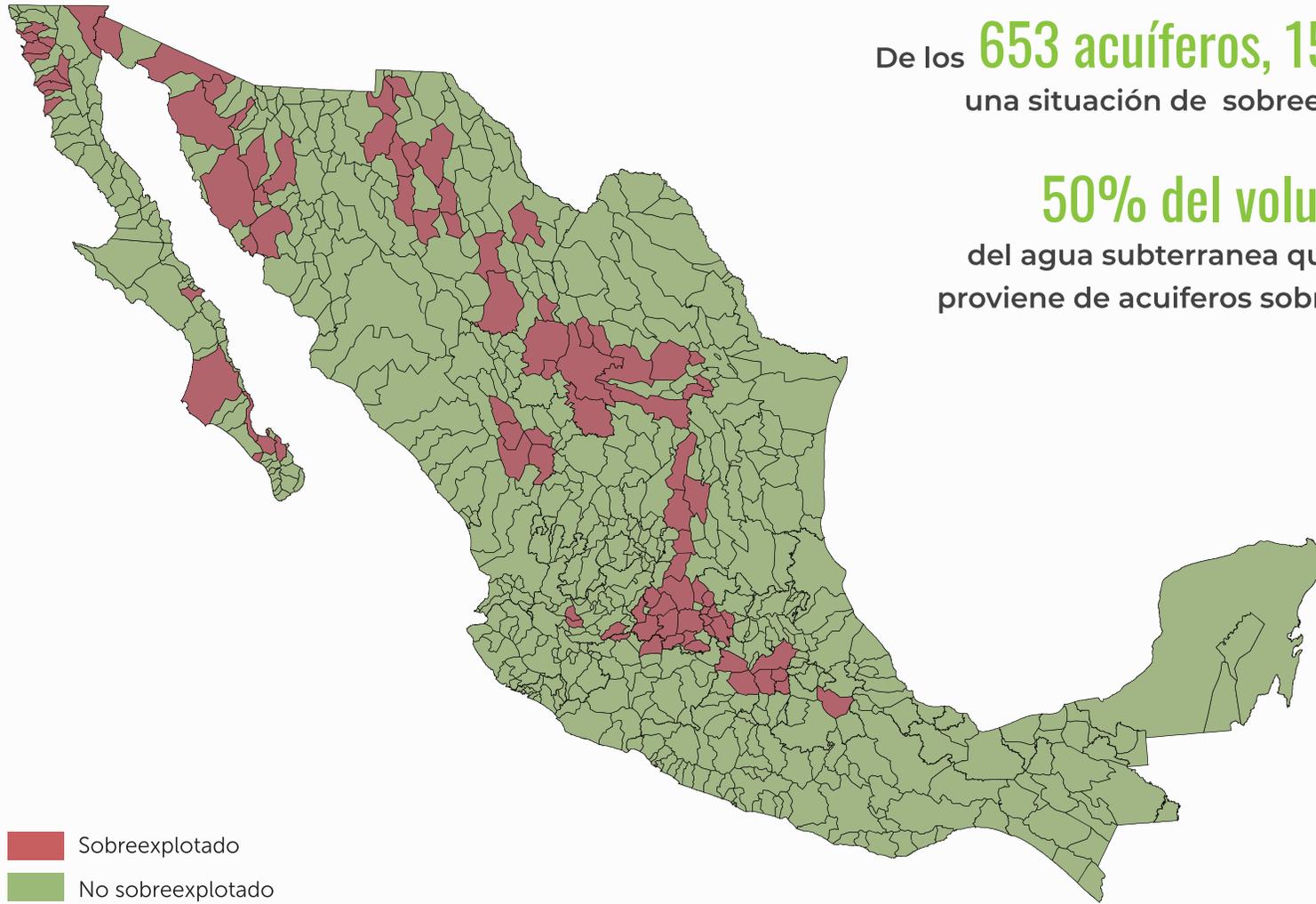
Evolución de disponibilidad de agua por habitante/año:



- Sin estrés (menor a 10%)
- Bajo (10% a 20%)
- Medio (20% a 40%)
- Alto (40% a 100%)
- Muy alto (mayor a 100%)
- Región hidrológico-administrativa

Fuente: CONAGUA

Acuíferos sobreexplotados



De los **653 acuíferos, 157** presentan una situación de sobreexplotación.

50% del volumen del agua subterránea que se utiliza proviene de acuíferos sobreexplotados.

Fuente: CONAGUA

Acceso al agua y saneamiento



A nivel nacional sólo el 58% de la población del país tiene agua diariamente en su domicilio y cuenta con saneamiento básico mejorado



6 millones

sin acceso a agua potable

11 millones

sin acceso a saneamiento

Solo 14%

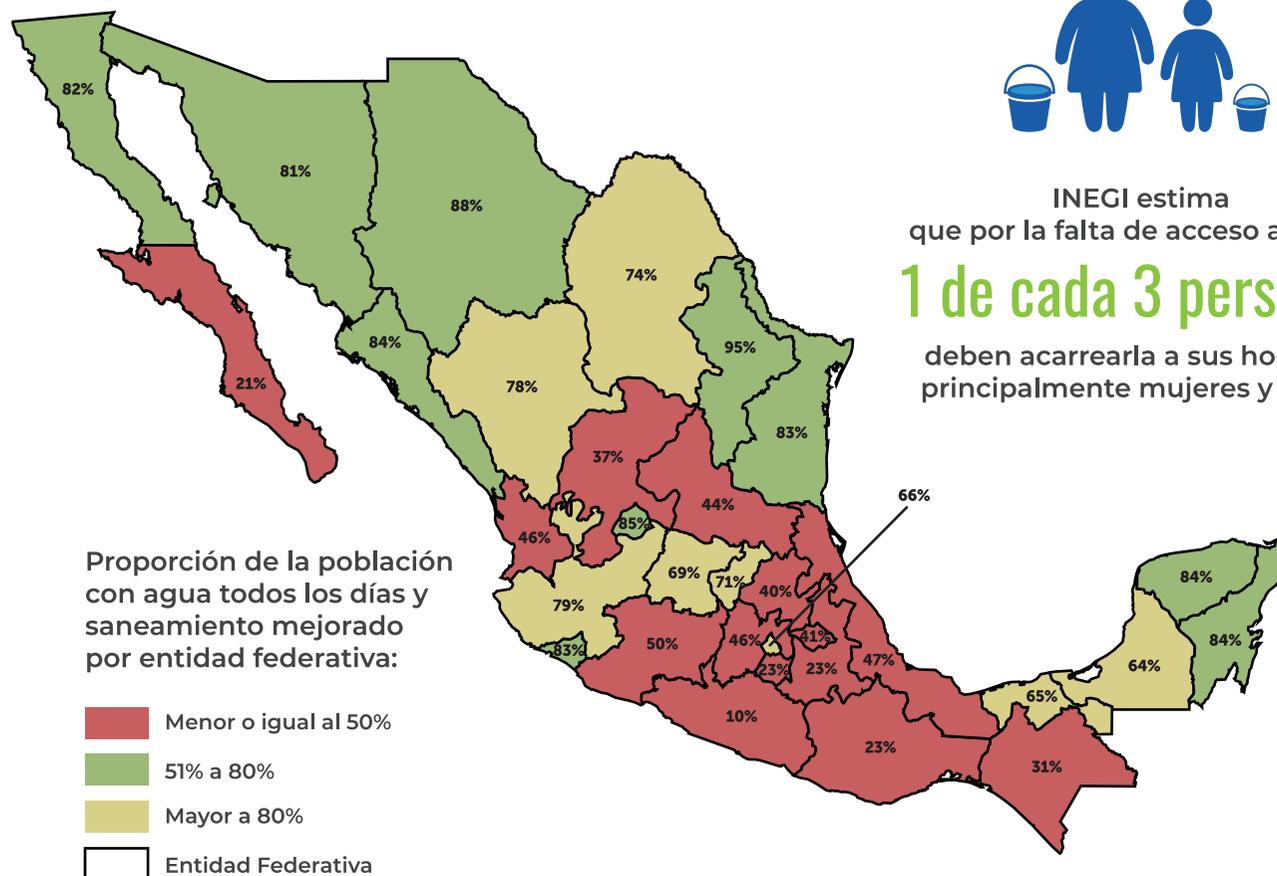
de la población recibe agua 24 horas al día



INEGI estima que por la falta de acceso al agua,

1 de cada 3 personas

deben acarrearla a sus hogares, principalmente mujeres y niños.



Fuente: CONAGUA

Usos y eficiencias del agua



El 61% del agua utilizada para uso consuntivo

proviene de fuentes superficiales (ríos, arroyos y lagos) y el 39% corresponde a fuentes subterráneas (acuíferos)



El sector agrícola utiliza el 76% de las extracciones en

- Módulos de riego
- Sociedades de responsabilidad limitada (SRLIP)
- Unidades de riego
- COTAs
- Usuarios individuales

En la agricultura de riego persisten pérdidas de agua del orden del 50%



Abastecimiento público-urbano 15%

- Cabildos
- Organismos operadores
- Organizaciones comunitarias
- Pequeñas embotelladoras
- Piperos

Aproximadamente el 40% del agua se pierde en fugas



Industria autoabastecida 5%

- Comercio
- Servicios

La industria tiene que mejorar procesos para evitar contaminación de cuerpos de agua

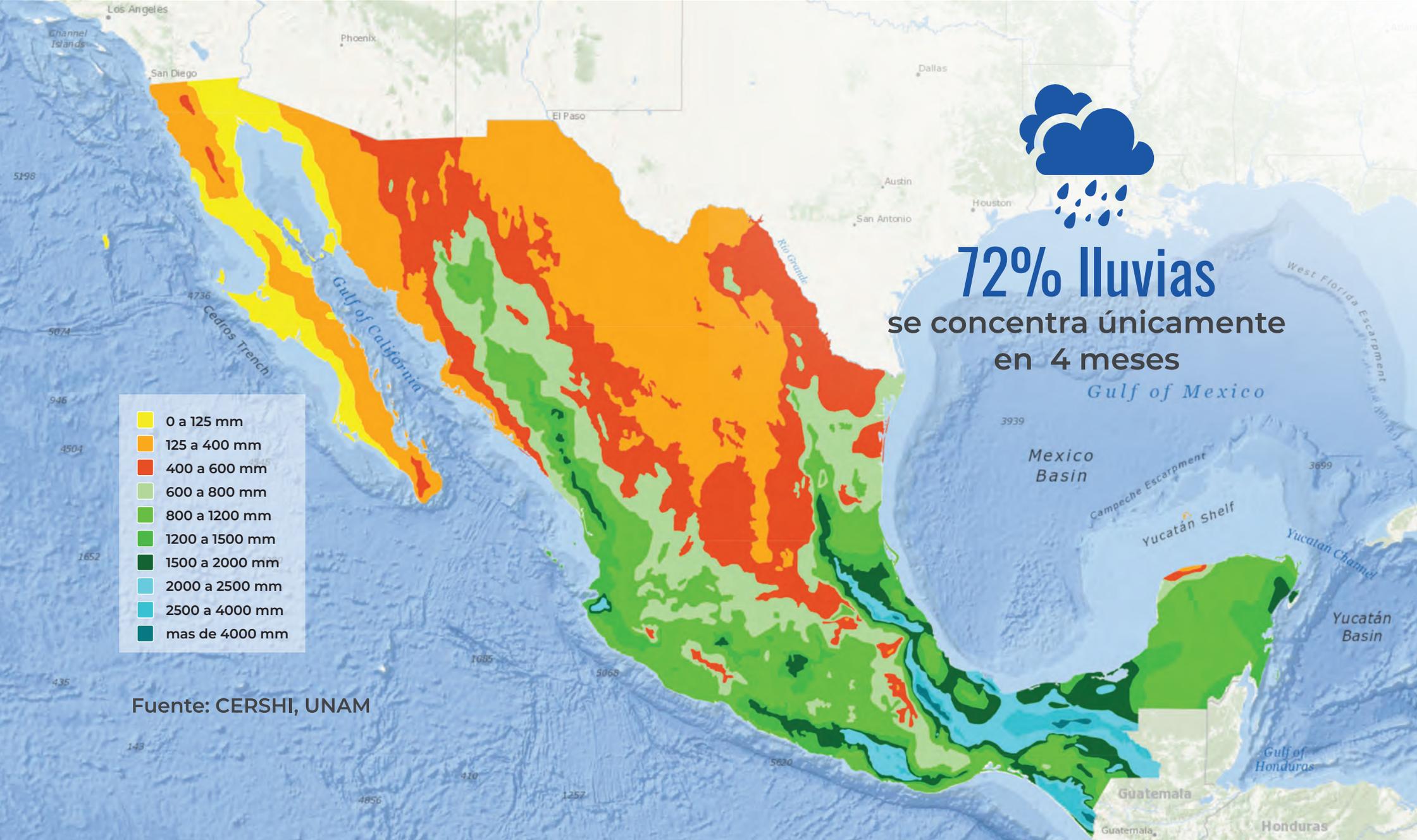


Generación de energía 4%

- No retorna al ambiente

La creciente demanda de energía eléctrica aumentará el consumo de agua para este uso

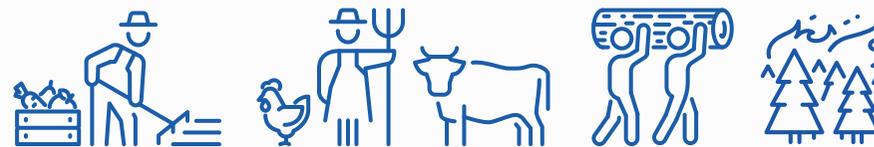
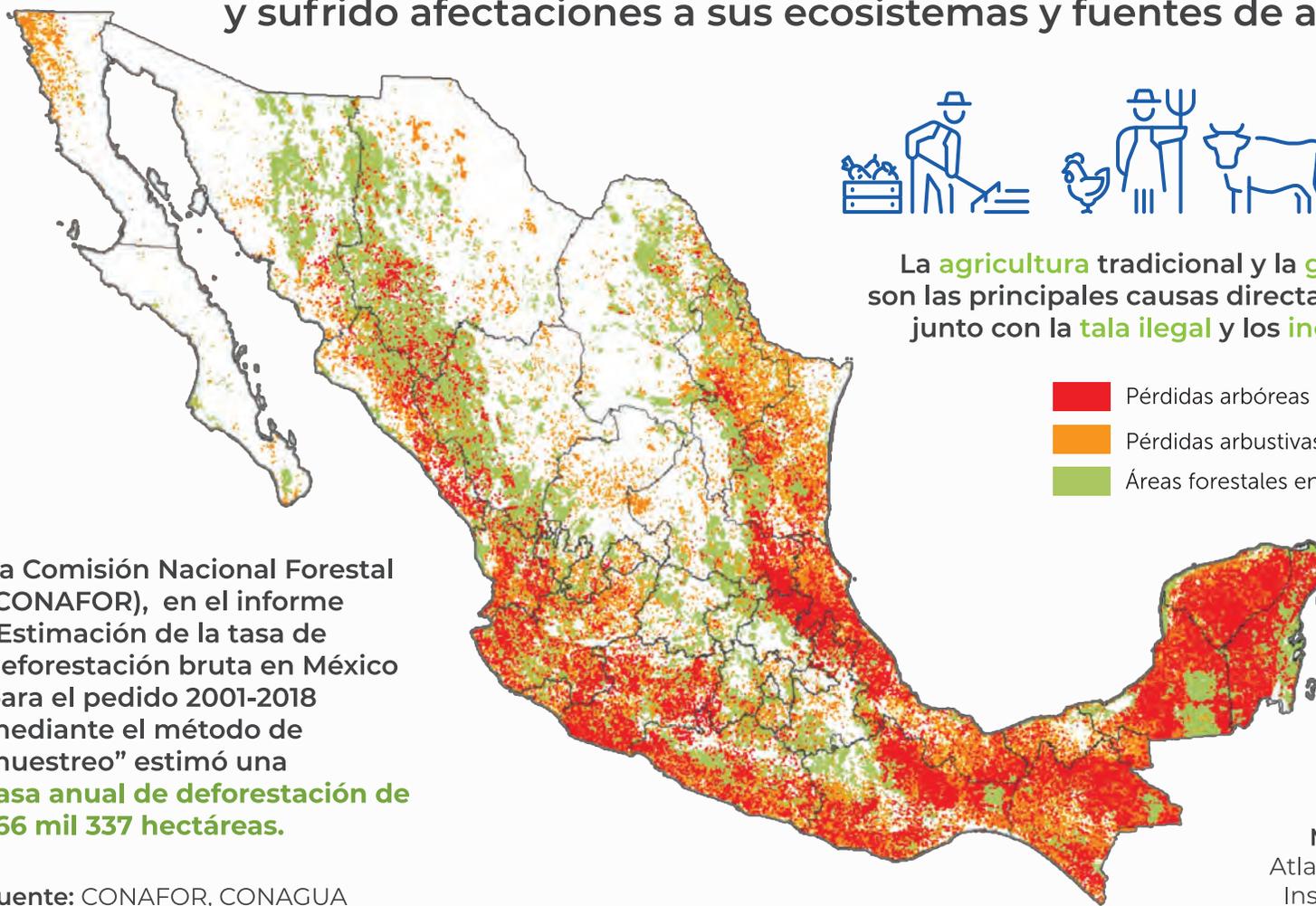
Tenemos un país con alta variabilidad hidrológica



Fuente: CERSHI, UNAM

Deforestación

50% del territorio nacional ha perdido su cobertura vegetal
y sufrido afectaciones a sus ecosistemas y fuentes de agua



La **agricultura** tradicional y la **ganadería** extensiva son las principales causas directas de la deforestación, junto con la **tala ilegal** y los **incendios forestales**.

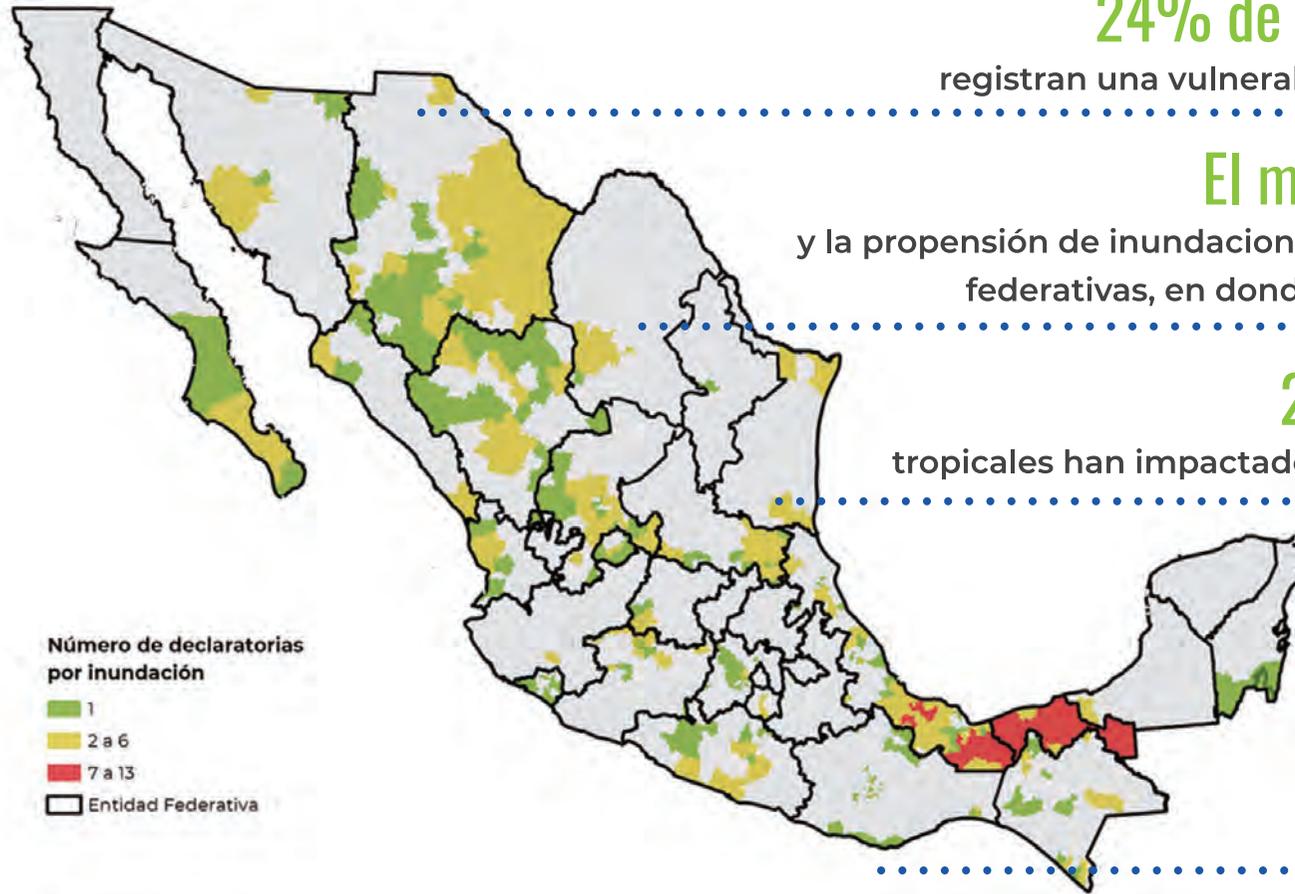
- Pérdidas arbóreas
- Pérdidas arbustivas-arbóreas
- Áreas forestales en equilibrio

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), en el informe “Estimación de la tasa de deforestación bruta en México para el periodo 2001-2018 mediante el método de muestreo” estimó una **tasa anual de deforestación de 166 mil 337 hectáreas**.

Fuente: CONAFOR, CONAGUA

Mapa: Cruz-Gaistardo Et Al.
Atlas Nacional de México 2022.
Instituto de Geografía, UNAM

Vulnerabilidad al cambio climático (Inundaciones)



24% de los municipios del país
registran una vulnerabilidad climática alta y muy alta

El mayor impacto histórico
y la propensión de inundaciones se concentra en 17 entidades federativas, en donde habita el 62% de la población.

236 ciclones tropicales
tropicales han impactado en las costas entre 1970 y 2017

En promedio en México impactan
cinco ciclones tropicales al año

Fuente: CONAGUA

Vulnerabilidad al cambio climático (sequías)



106 municipios

tienen una alta vulnerabilidad a la sequía

Los escenarios de sequía

en varios estados del país, dejan ver con claridad una tendencia que se está convirtiendo ya en una constante año con año.



Fuente: CONAGUA

Impacto en los recursos hídricos por fenómenos hidrometeorológicos extremos



ECOSISTEMAS



Disminución de la capacidad de los ecosistemas para brindar sus servicios ambientales, en especial los relacionados con el ciclo hidrológico

SALUD HUMANA



Incremento de enfermedades hídricas por aumento de contaminación y de personas con desnutrición por escasez de alimentos

SEGURIDAD ALIMENTARIA



Amenazas a la producción agropecuaria por alteraciones estacionales de lluvias y estiaje

SEGURIDAD ENERGÉTICA



Disminución de la capacidad de generación de energía y de producción de bienes y servicios por aumento de la escasez

RIESGO PRODUCTIVO



Afectación al rendimiento de cultivos, pérdida de ganado; repercusiones en sistemas productivos y económicos por eventos naturales severos

INFRAESTRUCTURA HIDRAÚLICA



Alteraciones en la operación y mantenimiento de la infraestructura provocadas por la disminución del recurso

Fuente: World Water Development Report

Evolución del presupuesto federal para el sector del agua



Reducción constante del presupuesto
a partir de 2012 hasta 2022

Se requiere una inversión aproximada de
80 mil millones de pesos anuales,
de manera sostenida

Recursos en Materia Hídrica, 2012-2022
(Miles de millones de pesos de 2022)



*El ejercido corresponde al pagado al primer trimestre de 2022.

Fuente: Elaborado por CEFP, con información de la SHCP, Cuenta Pública 2012-2021, PEF 2012-2022 y Primer Informe Trimestral 2022 paréntesis (Elaborado por la Cámara de Diputados)

Orientaciones estratégicas. Propuestas para la seguridad hídrica



Aumentar la disponibilidad y eficientar los usos

- Incrementar las eficiencias
- Mantener y rehabilitar la infraestructura existente
- Construir nueva infraestructura
- Impulsar Soluciones Basadas en la Naturaleza
- Conservar y proteger las fuentes de agua



Robustecer el sistema financiero del agua

- Incrementar los recursos dedicados al sector
- Diversificar fuentes de financiamiento
- Readecuar las tarifas para hacer sostenibles los servicios
- Apoyar inversiones para convertir aguas residuales en un recurso adicional para aliviar las condiciones de escasez



Fortalecer la gestión integrada del recurso

- Revertir la sobreexplotación de cuencas y acuíferos
- Mitigar los riesgos de sequías e inundaciones y fortalecer la resiliencia ante el cambio climático
- Empatar el desarrollo urbano y el ordenamiento territorial con la gestión del agua
- Atender la contaminación de los cuerpos de agua

Orientaciones estratégicas. Propuestas para la seguridad hídrica



Fortalecer la gobernanza del agua

- Robustecer la autoridad del agua y las instituciones del sector
- Expedir la Ley General de Aguas, reglamentaria del derecho humano al agua y saneamiento
- Eficientar los mecanismos de conciliación y arbitraje para solucionar conflictos sociohídricos
- Hacer realidad la transparencia, rendición de cuentas y participación social
- Impulsar la información y sensibilización de ciudadanos y tomadores de decisiones



Construir capacidades e impulsar la innovación

- Establecer un Sistema Nacional del Servicio Profesional de Carrera del sector hídrico
- Fortalecer la vinculación entre la academia, el gobierno, la iniciativa privada y la sociedad civil
- Intercambiar experiencias y lecciones aprendidas con la comunidad internacional
- Detonar el desarrollo tecnológico y la innovación

**Universidad Nacional Autónoma de México
Red del Agua UNAM**

www.agua.unam.mx
Facebook @agua.unam
Twitter @Agua_UNAM

Centro Regional de Seguridad Hídrica bajo los auspicios de la UNESCO

www.cershi.org/es/
Facebook @cershi.org
Twitter @cershi_unesco

Agua Capital, Fondo de Agua de la Ciudad de México

aguacapital.org
Facebook @AguaCapitalOrg
Twitter @AguaCapitalOrg

