

EL AGUA EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA:

Origen, uso y destino



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

EL AGUA EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA:

ORIGEN, USO Y DESTINO



CONTENIDO

Resumen	1
---------------	---

1.- El origen del agua: la cuenca binacional del río Colorado	3
--	---

1.1 Distribución de volúmenes de agua entre México y Estados Unidos..	7
--	---

1.2 Distribución del agua en el lado mexicano del río Colorado.....	8
--	---

2.- Abastecimiento de agua para el valle de Mexicali	11
---	----

2.1 Fuentes superficiales y subterráneas de agua.	11
---	----

2.2 Distribución del agua entre usuarios.....	12
--	----

2.3 Exportación de agua del valle de Mexicali a otras ciudades mexicanas	14
--	----

2.4 Abastecimiento de agua a la ciudad de Mexicali	14
---	----

3.- Uso del agua en el Distrito de Riego 014 (DR 014).....	19
---	----

4.- Estrategias para la sostenibilidad hídrica del valle de Mexicali	25
---	----

Referencias	27
-------------------	----



RESUMEN

El presente reporte tiene como propósito presentar a la sociedad bajacaliforniana la evidencia científica necesaria para comprender la situación hídrica actual del valle de Mexicali. Es un ejercicio de transparencia de datos científicos, que creemos debe estar disponible a la sociedad para construir mejores juicios y tomar decisiones sobre el agua en esta región del país.

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), como parte de la inteligencia hídrica de México, explica en este documento el origen regional del agua, su utilización y destino final en el entendido de que la información científica y su divulgación nos permiten crear una comunidad capaz de ejercer sus derechos de una forma informada, lo que allana el camino hacia la construcción de decisiones y acuerdos que beneficien a toda la sociedad.

An aerial photograph of a vast, frozen lake with intricate patterns of ice and snow. The lake is surrounded by a rugged, brown landscape with patches of snow. In the background, snow-capped mountains rise against a cloudy sky. A semi-transparent white circle is centered over the lake, containing the text "EL ORIGEN" in a bold, teal, sans-serif font.

EL ORIGEN

1

EL ORIGEN DEL AGUA: LA CUENCA BINACIONAL DEL RÍO COLORADO

La cuenca del río Colorado es considerada uno de los sistemas hídricos más importantes de Norteamérica (ver figura 1).



La cuenca del río Colorado es considerada uno de los sistemas hídricos más importantes de Norteamérica.



FIGURA 1. Cuenca hidrológica del río Colorado.

Fuente: National Research Council. 2007.

Desde su nacimiento, producto del deshielo que ocurre en las montañas Rocallosas, el río Colorado fluye hacia el suroeste en dirección del golfo de California con una longitud aproximada de 2,334 km, atravesando siete estados de la Unión Americana, y recorriendo los últimos 160 km entre los límites de los estados de

Sonora y Baja California. La cuenca tiene un área de 637,137.08 km², de los cuales el 97.58 % corresponde a territorio norteamericano y el 2.42 % a territorio mexicano. Existe una alta variación estacional en los caudales del río: 2,800 m³/s durante el deshielo (mayo a julio) y 140 m³/s durante el otoño e invierno (Adler, 2007). El volumen anual de agua que fluye por el río Colorado está estimado en 19,735 hm³ (Kuhn y Fleck, 2019).

En el lado norteamericano del río existe infraestructura hidráulica que exporta agua de esta cuenca para satisfacer las necesidades hídricas de ciudades ubicadas fuera de ella: Las Vegas, San Diego y Los Ángeles. Además se cubren las necesidades de distritos de riego ubicados también fuera de la cuenca: valle Imperial y valle de Coachella.

Esta cuenca es reconocida actualmente como una de las más sobreconcesionadas del mundo. Este problema fue identificado desde el año 1925 por el hidrólogo del cuerpo de geólogos norteamericano, Eugene Clyde La Rue, quien alertó que la construcción de presas sobre este río fomentaría el uso de todas las concesiones existentes de agua, lo que redundaría en un régimen deficitario. Así, ignorando la información científica de la época, se implementaron del lado norteamericano las decisiones que resultarían en la sobreexplotación que vemos hoy día en esta cuenca.

Esta sobreexplotación ha sido identificada recientemente por una de las misiones satelitales de la NASA (GRACE, por sus siglas en inglés), que desde 2002 monitorea los cambios en el almacenamiento de agua terrestre. En el caso del río Colorado, Castle et al. (2014) encontraron que en el periodo de 2005 a 2014 la cuenca del río Colorado perdió un total de 64,800 hm³ de agua dulce. Las pérdidas de agua en toda la cuenca están dominadas por el agotamiento del agua subterránea, tal como se aprecia en la figura 2.

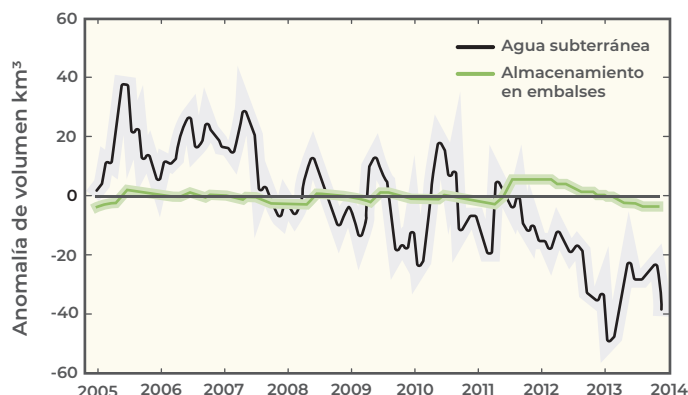


FIGURA 2. Anomalías mensuales de almacenamiento de aguas subterráneas (negro) y de almacenamiento superficial (verde), para toda la cuenca del río Colorado de diciembre de 2004 a noviembre de 2013.

Fuente: Castle, et. al., 2014



Desde el año 1925, esta documentada en EUA la sobreconcesión del río Colorado.



Entre 2005 y 2014 el río Colorado perdió más de tres veces su escurrimiento anual.

La situación que prevalece actualmente en la cuenca del río Colorado ha sido ampliamente documentada y se resume como sigue:



La sobreconcesión del río Colorado es del 8.6 % en el lado norteamericano.

1. Sobreconcesión del agua. El total de los derechos de agua concesionado en la cuenca del río Colorado es de 21,586 hm³, mientras que el volumen anual registrado es de 19,735 hm³, por lo que se tiene una sobre concesión de 1,851 hm³ de agua solo en el lado norteamericano, es decir, del 8.6 %. La repartición del volumen concesionado está reglamentada por un acuerdo entre los estados norteamericanos que conforman la cuenca alta del río Colorado, a la que le corresponden 9,251 hm³, y otro acuerdo entre los estados norteamericanos que comprenden la cuenca baja del río junto con México, que en conjunto tienen asignado un volumen de 12,335 hm³ (Morrison, 1996) (ver tabla 1).

TABLA 1. Concesión de agua entre los estados que conforman, junto con México, la cuenca del río Colorado.

Usuario cuenca alta	Volumen (hm ³ /año)	Usuario cuenca baja	Volumen (hm ³ /año)
Arizona	62	Arizona	3,454
Colorado	4,761	California	5,427
Nuevo México	1,036	Nevada	370
Utah	2,109	Adicional (usada generalmente en California)	1,234
Wyoming	1,283	México	1,850
Total	9,251	Total	12,335



El volumen asignado a México es del 9.3 % del caudal total anual del río Colorado.

Fuente: Hinojosa H. y Carrillo Y., 2010. Elaboración propia.

2. Vulnerabilidad ante el cambio climático. El cambio climático en la cuenca del río Colorado ha alterado los patrones de lluvia y temperatura, afectando la disponibilidad del agua. Estudios recientes reportaron que el caudal del río Colorado ha disminuido en 9.3 por ciento por cada grado Celsius de aumento en la temperatura (Milly, P. C. D., y Dunne, K. A., 2020). Esto es atribuible a la disminución de los niveles de nieve y la consecuente disminución de reflexión de la radiación solar. Modelos numéricos, con base en el escenario RCP8.5 (*Representative Concentration Pathway*, por sus siglas en inglés), concluyen que los niveles del río caerán entre 19 y 31 % para 2065, por lo que se anticipa un futuro con alto riesgo de escasez de agua.

3. Alteración antropogénica del ciclo del agua. La hidrología del río está controlada mediante una serie de presas y em-

balses que aprovechan el agua para el desarrollo económico de las ciudades dentro y fuera de la cuenca, así como los distritos de riego mencionados. La cuenca del río Colorado cuenta con 48 grandes presas, de las cuales 32 se encuentran en la cuenca alta, 16 en la cuenca baja y solo 15 del total se encuentran en la corriente principal del río (ver figura 3). En su conjunto, esta infraestructura es capaz de almacenar entre cuatro y cinco veces el caudal anual del río (Hinojosa H. y Carrillo Y., 2010). Las principales presas son Hoover y Glen Canyon, las cuales representan el 95.45 % (68,038.63 hm³) respecto al almacenamiento total de las principales presas mostradas en la tabla 2. Para abastecer de agua a ciudades del oeste de Estados Unidos se tienen los siguientes acueductos: el *Colorado-Big Thompson Project*, por el que se suministran 246 hm³ de agua al año para el este del estado de Colorado; el *Colorado River Aqueduct*, mediante el cual se abastece 1,480 hm³ de agua al año al sur de California, particularmente a las ciudades de Los Ángeles y San Diego, y el *All American Canal*, el cual conduce en promedio 428 m³/s del río Colorado para apoyar la agricultura intensiva del valle Imperial y el valle de Coachella, en California.



El ciclo del agua en el río Colorado está alterado por la infraestructura hidráulica.

TABLA 2. Características de las principales presas en la cuenca del río Colorado.

Nombre de la presa	Estado	Embalse	Capacidad del embalse (hm ³)	Capacidad instalada (MW)	Generación anual (MWh)	Propósito
Glen Canyon	Arizona	Lago Powell	32,335.55	1 296	3,454 847	GEH, R
Hoover	Arizona y Nevada	Lago Mead	35,703.08	2 079	3,806 935	PCI, GEH, ADIC, I, R
Davis	Arizona y Nevada	Lago Mohave	2,242.84	255	1,147 673	GEH, R
Parker	Arizona y California	Lago Havasu	797.07	120	456 944	GEH, ADIC, I
Palo Verde	Arizona y California	N/A	N/A	N/A	N/A	I y desviación del agua
Imperial	Arizona y California	Embalse Imperial	197.36	N/A	N/A	ADIC, I
Morelos	Arizona y Baja California	N/A	N/A	N/A	N/A	ADIC, I

Fuente: U.S.B.R., 2012. *Elaboración propia.* *N/A: no aplica; PCI: protección contra inundaciones; GEH: generación de energía hidroeléctrica; ADIC: abastecimiento doméstico, industrial y comercial; I: Irrigación; R: Regulación.

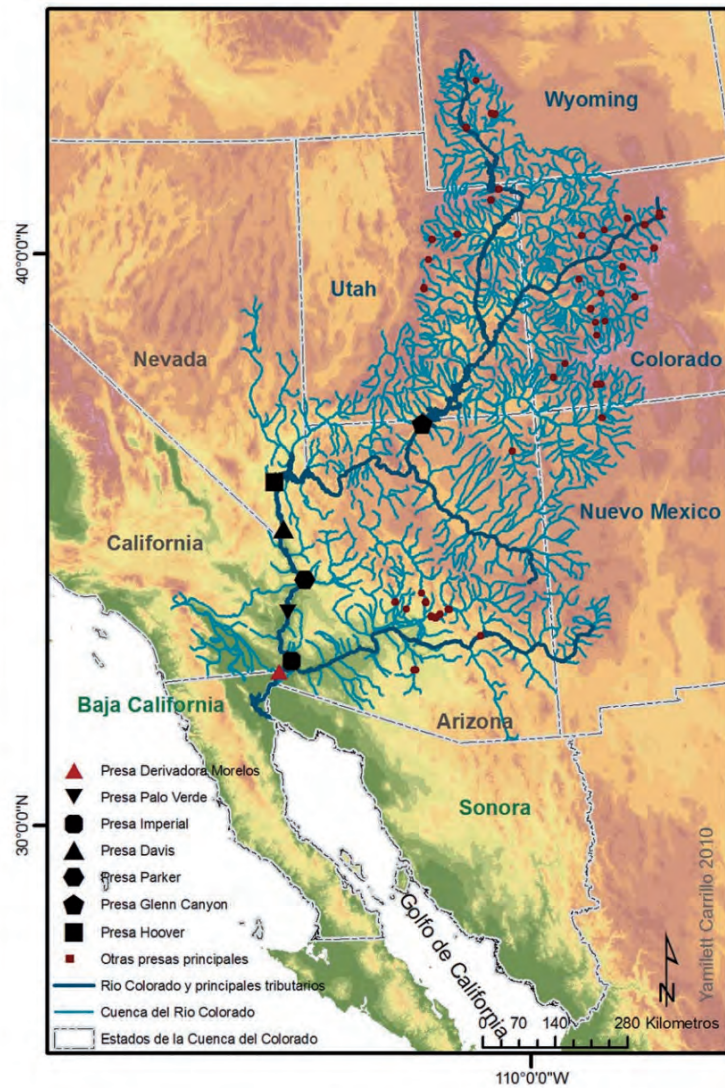


FIGURA 3. Principales presas en la cuenca del río Colorado.
Fuente: Hinojosa H. y Carrillo Y., 2010.

1.1 Distribución de volúmenes de agua entre México y Estados Unidos



El volumen total anual del río Colorado asignado a México es de 1,850.23 hm³.

La distribución de los volúmenes de agua entre México y Estados Unidos está regulada en el Tratado de Aguas Internacionales, celebrado entre México y los Estados Unidos el 3 de febrero de 1944. En este acuerdo binacional se garantiza a México la entrega anual de 1,850.23 hm³ de agua, de los cuales 1,677.54 hm³/año (90.7 %) se entregan en el Lindero Internacional Norte (LIN), en la Presa Morelos, y 172.69 hm³/año (9.3 %) en el Lindero Internacional Sur (LIS), a través del Canal Sánchez Mejorada, en San Luis Río Colorado, Sonora.

De acuerdo con la base de datos pública de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) entre México y Estados Unidos, la entrega de los 1,850.23 hm³/año se ha cumplido ininterrumpi-

damente desde el año 2005, aun a pesar del evento de sequía de 2010-2011, cuando se presentó el nivel más bajo en el lago Mead, desde su llenado en la década de 1930 (1,082.36 pies) (ver figura 4).

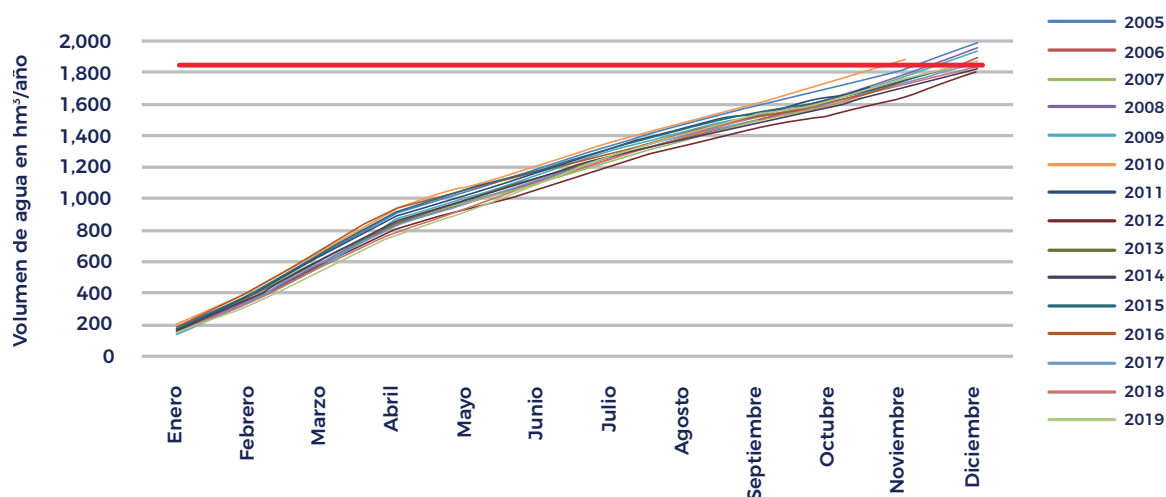


FIGURA 4. Entrega de volúmenes de agua de la cuenca transfronteriza del río Colorado a México.

Fuente: CILA, 2020. Elaboración propia.

1.2 Distribución del agua en el lado mexicano del río Colorado

El volumen anual de asignación de agua superficial proveniente del río Colorado es de 1,850.23 hm³, mientras que la porción mexicana del río tiene un volumen medio anual de escurrimiento natural de 12.52 hm³, lo que sumado al tratado binacional nos da un volumen total anual de 1,862.75 hm³, el cual se distribuye como sigue:

- **Uso agrícola**, para el riego de cultivos en el DR 014: 1,645.04 hm³ (88.31 % del total superficial).
- **Uso industrial**: 65.77 hm³ (3.53 % del total superficial).
- **Uso público urbano, para el abastecimiento de centros de población**: 16.20 hm³ (0.87 % del total superficial).
- **Volumen comprometido hacia aguas abajo**, caudal ecológico: 1.25 hm³ (0.07 % del total superficial).
- **Otros usos**, incluye los usos de acuacultura, doméstico, pecuario, múltiples y de servicios: 2.08 hm³ (0.11 % del total superficial).

- Volumen disponible, con veda vigente: 132.41 hm³ (7.11 % del total superficial).



FIGURA 5. Distribución del agua superficial (río Colorado) en el lado mexicano.

Fuente: REPDA, 2015. Elaboración propia.



VALLE DE MEXICALI

2

ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL VALLE DE MEXICALI

2.1

Fuentes superficiales y subterráneas de agua



El volumen total anual disponible de agua superficial es de 1,862.75 hm³ y las concesiones son de 1,729.08 hm³.

El valle de Mexicali se abastece del río Colorado (agua superficial) y de los acuíferos del valle de Mexicali y del valle de San Luis Río Colorado (agua subterránea).

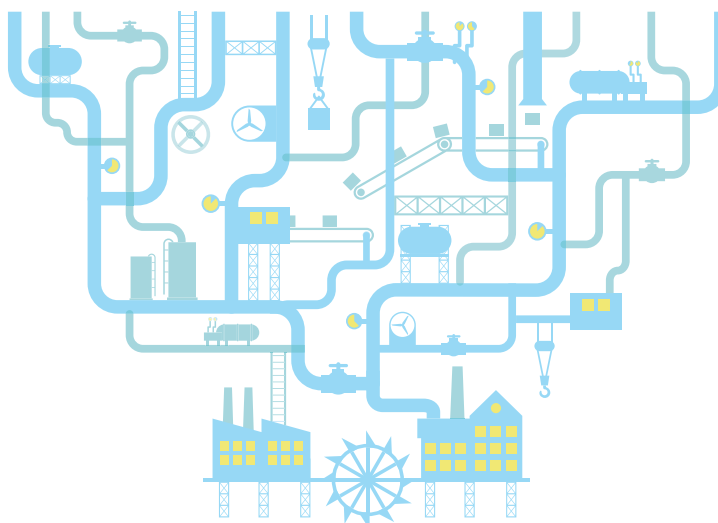
La fuente de abastecimiento de agua superficial tiene un volumen anual de 1,862.75 hm³, de los cuales 1,729.08 hm³ se encuentran concesionados, y se tienen considerados un caudal ecológico de 1.25 hm³ y una disponibilidad anual de agua superficial de 132.42 hm³ (volumen vedado). Esta disponibilidad anual se entrega en bloques durante el año y está sujeta a pérdidas locales por evaporación e infiltración en el río, lo cual implica que durante algunas épocas del año el caudal de descarga al golfo de California sea inexistente (ver figura 6).

Se desconoce la cantidad del agua subterránea almacenada en el acuífero del valle de Mexicali; sin embargo, se estima una recarga anual de 520.5 hm³, de acuerdo con datos oficiales. Para mantener en equilibrio este acuífero es necesario limitar las extracciones de agua subterránea por debajo del valor de la recarga anual.

Las salidas naturales del acuífero del valle de Mexicali se estiman en 2.5 hm³ y, adicionalmente, se tiene un volumen concesionado de 783.12 hm³. Esto significa que se extrae más agua de la que se recarga de forma natural y lo coloca en una condición de sobreexplotación, con un déficit anual de 265.12 hm³. Por lo tanto, en el lado mexicano, el agua subterránea se encuentra bajo una condición de sobreconcesión.



La recarga anual del acuífero del valle de Mexicali es de 520.5 hm³ y las concesiones son de 783.12 hm³. Hay sobreexplotación.



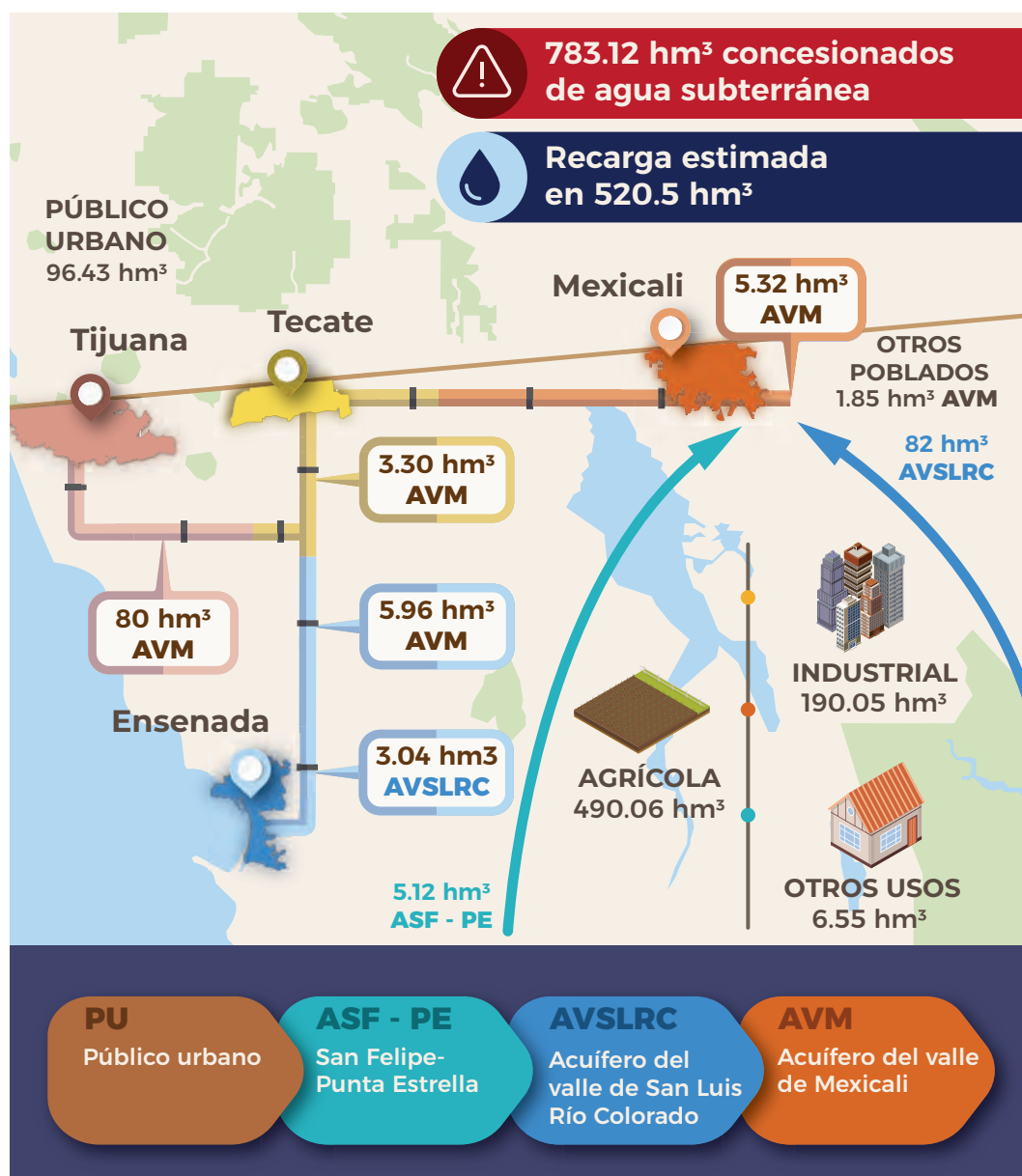


FIGURA 6. Distribución del agua subterránea (acuífero Valle Mexicali).
Fuente: REPDA, 2015. Elaboración propia

2.2 Distribución del agua entre usuarios

La distribución total anual del agua en el valle de Mexicali corresponde a la suma de las concesiones superficiales (1,729.08 hm³) y subterráneas (783.12 hm³), o sea, 2,512.2 hm³.

El 85 % (2,135.1 hm³) del volumen total de agua concesionada en el valle de Mexicali (2,512.2 hm³) se destina al uso agrícola, mientras que el 10.2 % (255.9 hm³) es para uso industrial y el 4.5 % (112.6

hm³) para el uso público urbano; es decir, consumo humano. Finalmente, el 0.3 % (8.6 hm³) restante se destina a otros usos, según datos del REPDA (2015). Esta distribución de volúmenes se ilustra en la figura 6. Es importante señalar que por lo que respecta a la dotación de uso público urbano, este volumen es suficiente para el abastecimiento de 3,085,759 personas, considerando una dotación de 100 l/hab/día).

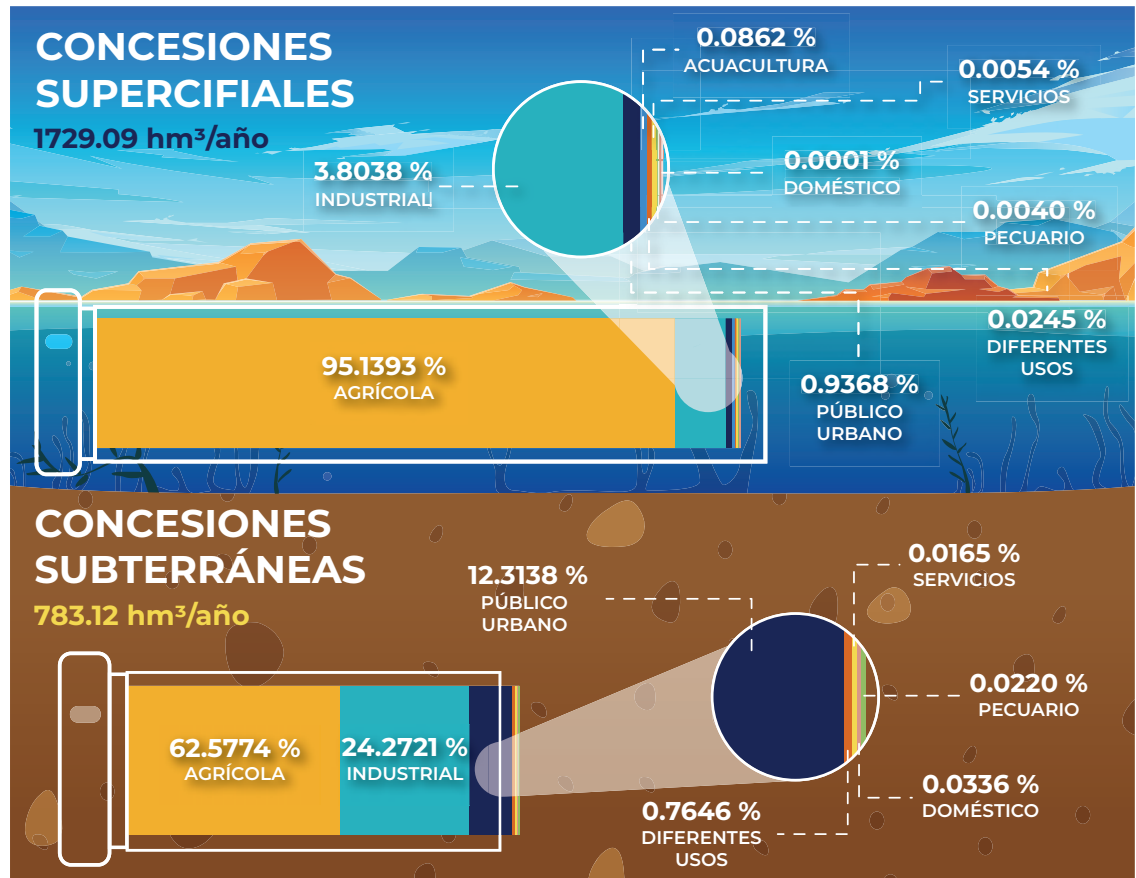


FIGURA 7. Esquema general de distribución de los volúmenes de agua concesionados en el valle de Mexicali.

Fuente: REPDA, 2015. Elaboración propia.



La dotación de uso público urbano es suficiente para garantizar el abasto de tres veces la población actual de Mexicali.

2.3 Exportación de agua del valle de Mexicali a otras ciudades mexicanas

La transferencia de agua a otras ciudades está definida por un volumen total de 92.3 hm³ destinados a uso público urbano para los municipios de Tijuana, Tecate y Ensenada a través del Acueducto Río Colorado – Tijuana (ARCT), del cual 89.26 hm³ provienen del acuífero del valle de Mexicali y 3.04 hm³ del acuífero del valle de San Luis Río Colorado. Estos valores contrastan con aquellos reportados por la Comisión Estatal del Agua de Baja California, que reporta un volumen anual promedio de 135.96 hm³ (ver tabla 3). Estas inconsistencias señalan la necesidad de verificación y monitoreo de las concesiones en la región.

TABLA 3. Operación del Acueducto Río Colorado - Tijuana

Año	Volumen total bombeado ARCT (hm ³)	Volumen entregado (hm ³)		
		Tijuana	Tecate	Total
2013	117.09	109.39	6.02	115.40
2014	130.40	116.99	6.49	123.48
2015	137.85	118.90	6.84	125.75
2016	145.50	127.81	7.62	135.43
2017	148.96	127.50	7.38	134.88
Promedio	135.96	120.12	6.87	126.99

Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Estatal del Agua de Baja California.

2.4 Abastecimiento de agua a la ciudad de Mexicali

Para abastecer de agua a la ciudad de Mexicali, la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali (CESPM) cuenta con una concesión anual de 100.83 hm³, volumen del cual el 8.3 % (8.39 hm³/

año) son aguas superficiales (río Colorado) y el 91.7 % (92.44 hm³/año) corresponde a agua subterránea proveniente de los acuíferos del valle de Mexicali, el valle de San Luis Río Colorado y San Felipe - Punta Estrella (ver tabla 4).

La distribución de este volumen se muestra en la figura 8, donde los tres usos principales corresponden al doméstico, con el 63.5 % (64.04 hm³); operación del sistema de abastecimiento, con el 16.8 % (16.97 hm³); y comercial, con el 7.9 % (8.01 hm³).

TABLA 4. Fuentes de agua para el municipio de Mexicali.

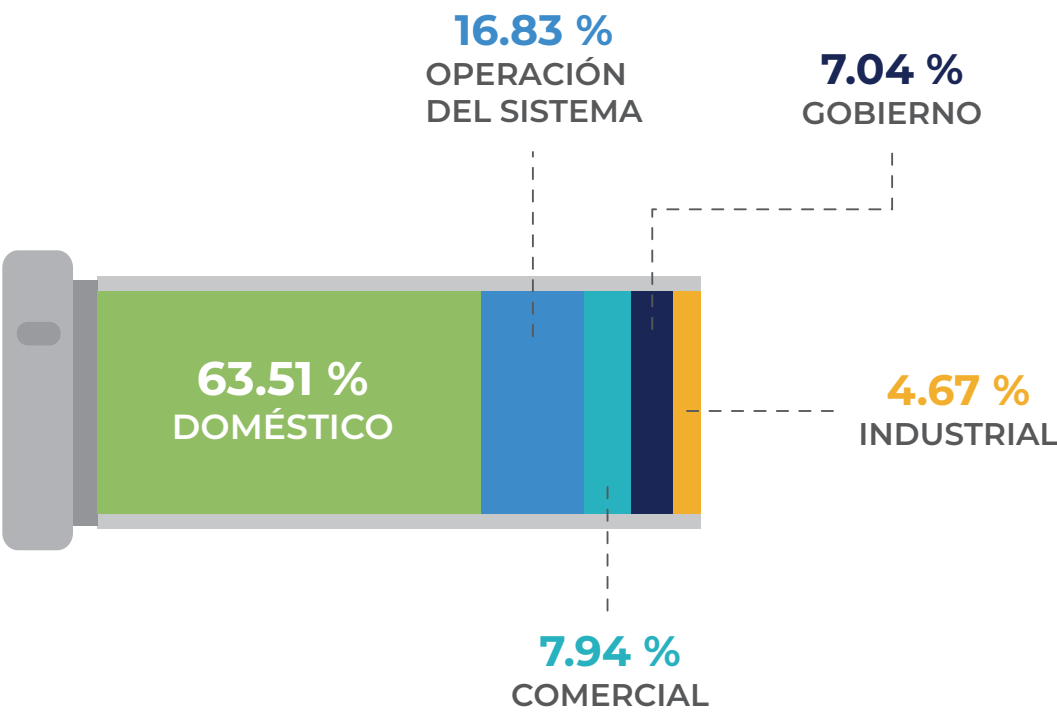
Concepto	Fuente	Volumen (hm ³ /año)	Título o documento
Seis títulos del río Colorado	Superficial	8.39	01BCA107258/07HDGC99 01BCA107259/07HDGC99 01BCA107260/07HCGC15 01BCA107261/07HCGC99 01BCA107271/07HDGC12 01BCA107275/07HCGR04
Dos títulos del acuífero del valle de Mexicali	Subterránea	5.32	01BCA107870/07HMGC18 01BCA107745/07HMGC18
Un título del acuífero del valle de San Luis Río Colorado	Subterránea	82.00	01SON119139/07HMGC14
Un título del Acuífero San Felipe - Punta Estrella	Subterránea	5.12	01BCA100181/04HMDA18
Total		100.83	



El abasto de agua a la ciudad de Mexicali está cubierto por acuíferos externos. 82 % provienen del acuífero del Valle de San Luis Río Colorado y 5.12% del acuífero de san Felipe - Punta Estrella.

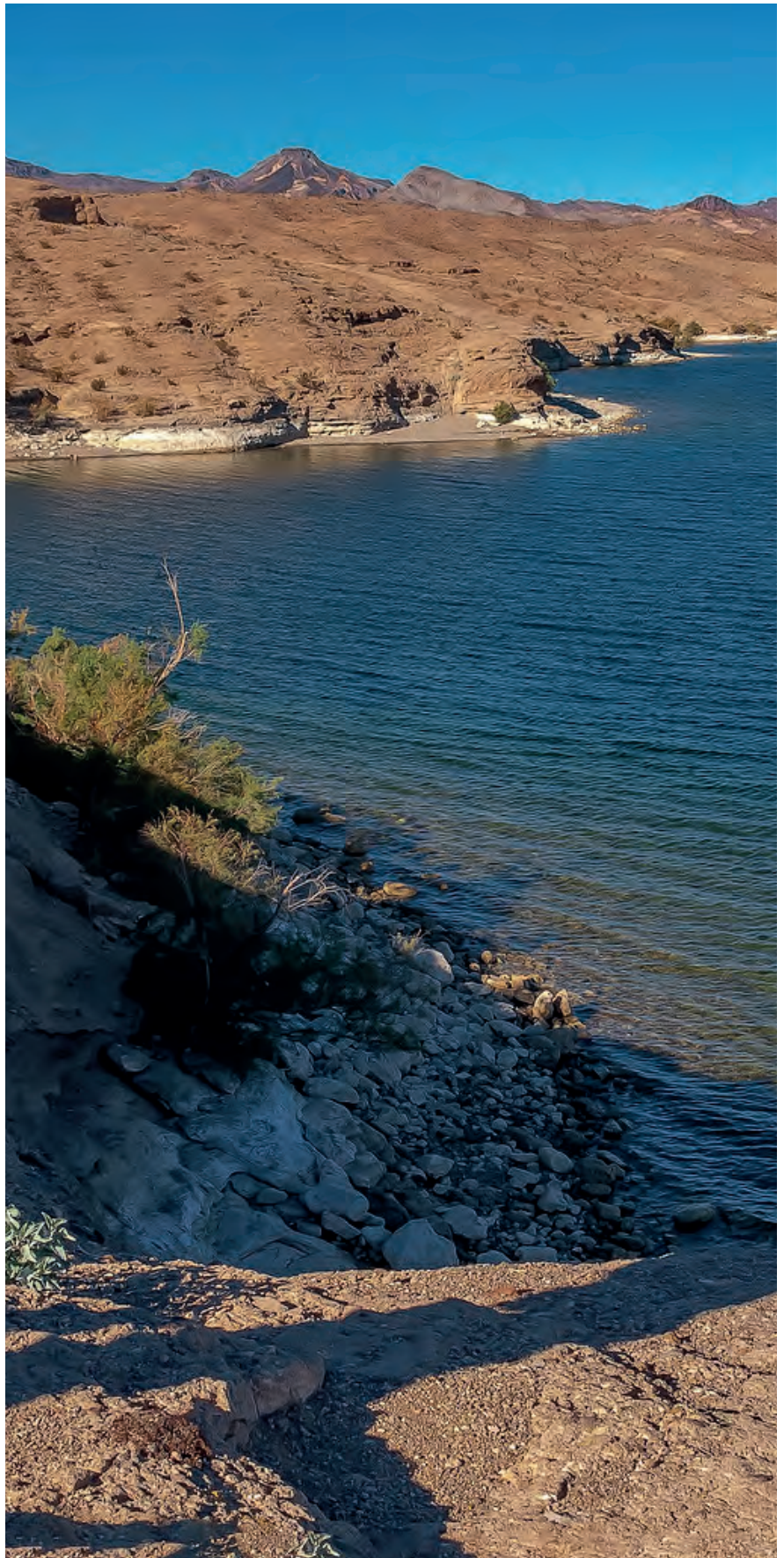
Fuente: CESP, 2018. *Elaboración propia.*

Distribución del agua en CESPM



Usos	Volumen hm³/año	Porcentaje
Doméstico	64.04	63.51 %
Operación del sistema	16.97	16.83 %
Comercial	8.01	7.94 %
Gobierno	7.10	7.04 %
Industrial	4.71	4.67 %
Total	100.83	100.00 %

FIGURA 8. Distribución de los recursos hídricos en el municipio de Mexicali.
Fuente: CESPM, 2018. Elaboración propia.



**DISTRITO
DE RIEGO
014**

3

USO DEL AGUA EN EL DISTRITO DE RIEGO 014 (DR 014)

El Distrito de Riego 014 (DR 014) es el mayor usuario de agua en esta región, caracterizada por su aridez y escasez. En este sentido es necesario un análisis relativo a la eficiencia en el uso del agua.



FIGURA 9. Ubicación del DR 014 y sus 22 módulos de riego

Fuente: Elaboración propia.

Este distrito comprende una superficie física regable de 204,036 ha, en el que se riegan en promedio del orden de 190,000 ha, de las cuales aproximadamente el 66 % se riega con agua superficial y el restante 34 % con agua subterránea.

El DR 014 es quizá el **único a nivel nacional** que tiene asegurado el suministro de agua sin importar las condiciones climáticas o de sequía prevalecientes en la región, ya que, como se vio en la sección anterior, los Estados Unidos entregan anualmente 1,850.23 hm³.

El DR 014 cuenta con un volumen anual concesionado de aguas superficiales de 1,645.04 hm³ provenientes del río Colorado. Adicio-

nalmente, de acuerdo con el REPDA, con fecha de corte al 31 de diciembre de 2015, se tiene un volumen anual de agua subterránea de 490.06 hm³, provenientes del acuífero del valle de Mexicali, resultando en un volumen total concesionado de 2,135.1 hm³. Es importante señalar que este distrito tiene reportada una eficiencia global promedio de 40.15 por ciento.

De acuerdo con las *Estadísticas agrícolas de los distritos de riego*, publicadas por la Comisión Nacional del Agua, en los últimos siete años agrícolas, la superficie sembrada y cosechada en el DR 014 ha disminuido un 5.8 %; la producción agrícola ha aumentado un 6.2 %; y por su parte, el rendimiento ha aumentado un 12.8 %, con respecto a los datos publicados en el inicio de la década de 2011 (ver tabla 9).

TABLA 9. Registro histórico de las estadísticas del DR 014

Ciclo	Superficie (ha)		Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
	Sembrada	Cosechada		
2011 - 2012	181,701	181,701	3,071,108	16.90
2012 - 2013	185,122	185,122	3,089,080	16.69
2013 - 2014	184,909	184,909	2,948,725	15.95
2014 - 2015	188,299	188,299	3,032,863	16.11
2015 -2016	193,203	193,203	3,077,866	15.93
2016 - 2017	178,593	178,593	3,169,991	17.75
2017 - 2018	171,135	171,135	3,262,486	19.06

Fuente: *Estadísticas de los distritos de riego, CONAGUA.*
Elaboración propia.

Entre los principales cultivos se encuentran el trigo en grano y la cebolla pequeña (cebollín) en el ciclo otoño-invierno; algodón y sorgo forrajero verde en el ciclo primavera-verano; alfalfa y bermuda (zacate verde), todo el año. Los seis cultivos antes mencionados conforman en conjunto un área sembrada y cosechada promedio de 164,003.55 ha, que representa el 80.37 % de la superficie total del DR 014 (204,036 ha).

Con el propósito de revisar la eficiencia en el uso del agua para la producción de estos cultivos se consultaron referencias internacionales para definir la huella hídrica mínima y máxima por tipo de cultivo (la huella hídrica define el volumen total de agua dulce utilizada en la producción de un cultivo en toneladas). Esto permite establecer volúmenes de referencia para contrastarlos con el agua

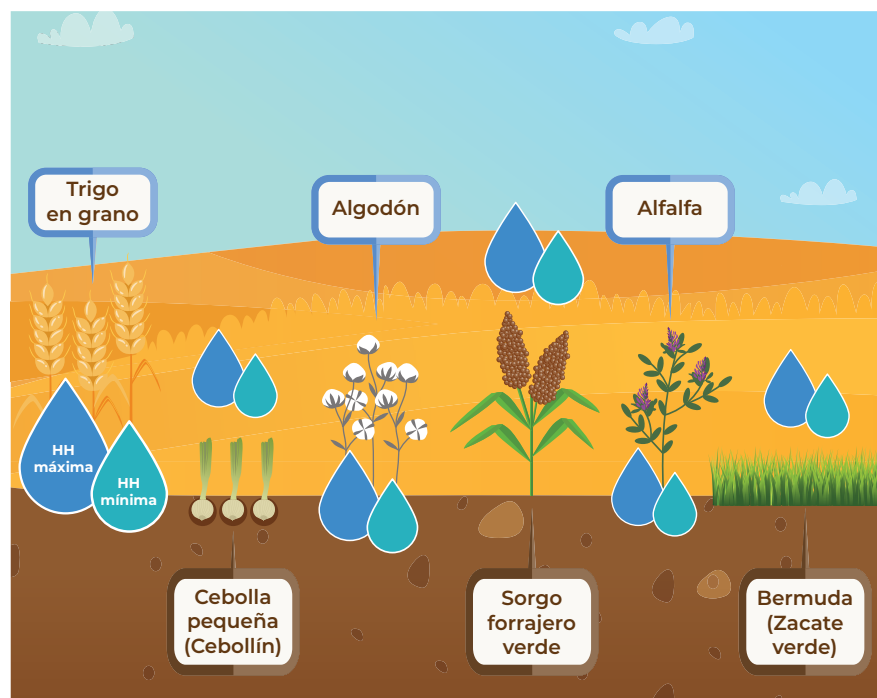


TABLA 10. Huella hídrica por cultivo de acuerdo con referencias internacionales.

Cultivo	Huella hídrica (HH) mínima (m ³ /t)	Huella hídrica (HH) máxima (m ³ /t)
Trigo en grano	269.00	785.00
Cebolla pequeña (Cebollín)	108.00	345.00
Algodón	1,990.00	5,672.00
Sorgo forrajero verde	85.00	181.00
Alfalfa	166.00	955.00
Bermuda (Zacate Verde)	80.00	250.00

Fuente: Chapagain A.K. et. al., 2005; Mekonnen y Hoekstra, 2010; Mekonnen y Hoekstra, 2011 Mubako y Lant, 2013; IMTA, 2017. Elaboración propia.

Los resultados en la tabla 7 indican que el trigo en grano (en un 116.6 %), la cebolla pequeña (en un 129.6 %), el sorgo forrajero verde (en un 97.5 %) y el zacate verde (en 146.7 %), producidos en el DR 014, consumen un mayor volumen de agua cuando se les compara con aquel utilizado con el valor de huella hídrica máxima necesaria para su producción.

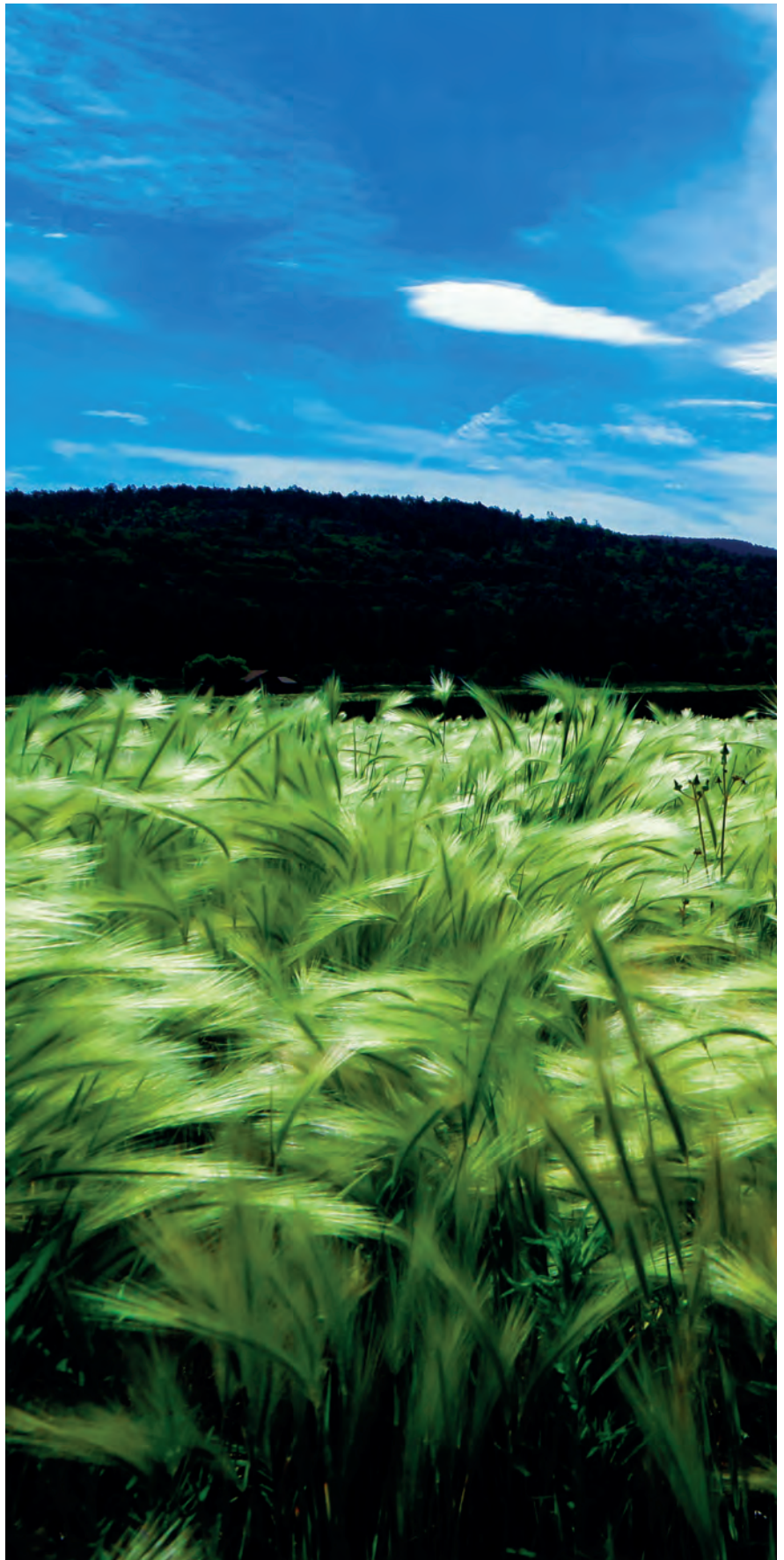


*Datos de huella hídrica indican **baja eficiencia** en el uso del agua del DR 014.*

TABLA 7. Estadísticas de los seis principales cultivos en el DR 014. Comparación de volúmenes utilizados vs. volúmenes mínimos y máximos de huella hídrica para cada cultivo.

Cultivo	Superficie sembrada promedio anual. Años agrícolas 2008-2018 (ha)	Producción promedio anual. Años agrícolas 2008-2018 ($\times 10^3$ t)	Huella hídrica (HH) mínima (m^3/t)	Huella hídrica (HH) máxima (m^3/t)	Lámina bruta promedio (m)	Volumen de agua lámina bruta (hm^3)	Volumen de agua HH mínima (hm^3)	Volumen de agua HH máxima (hm^3)
Ciclo otoño-invierno								
Trigo en grano	93,739.45	584.23	269.00	785.00	1.06	993.64	157.16	458.62
Cebolla pequeña (Cebollín)	3,512.36	44.77	108.00	345.00	1.01	35.47	4.84	15.45
Ciclo primavera-verano								
Algodón	27,120.27	123.35	1,990.00	5,672.00	1.30	352.56	245.47	699.65
Sorgo forrajero verde	5,558.73	205.26	85.00	181.00	1.32	73.38	17.45	37.15
Perenes								
Alfalfa	31,614.00	1,160.92	166.00	955.00	1.60	505.82	192.71	1,108.68
Bermuda (Zacate Verde)	2,458.73	36.69	80.00	250.00	0.92	22.62	2.94	9.17
Total	164,003.55	2,155.23				1,983.50	620.56	2,328.73

Fuente: Chapagain A.K. et. al., 2005; Mekonnen y Hoekstra, 2010; Mekonnen y Hoekstra, 2011 Mubako y Lant, 2013; IMTA, 2017. Elaboración propia.



A photograph of laboratory glassware, including a beaker in the foreground containing a dark liquid and a graduated cylinder behind it. A glass dropper is positioned over the beaker. A semi-transparent white circle is centered over the image, containing the text "ESTRATEGIA SOSTENIBLE" in teal. The background is blurred, showing more glassware and a laboratory setting.

**ESTRATEGIA
SOSTENIBLE**

4

ESTRATEGIAS PARA LA SOSTENIBILIDAD HÍDRICA DEL VALLE DE MEXICALI

Dadas las condiciones de escasez de agua en la región del valle de Mexicali es necesario explorar estrategias que garanticen la sostenibilidad en el uso del agua. De tal suerte que sea posible garantizar el derecho humano al agua para la población y el desarrollo social y económico de la región.

Como se ha visto en este reporte, existe una sobreexplotación del agua subterránea y una documentada competencia por el acceso al agua superficial entre los distintos usuarios bajo una lógica de garantizar el derecho humano al agua de la ciudad de Mexicali. Se sugieren, por tanto, las siguientes medidas:

- 1. Rehabilitación de la red de abastecimiento de agua potable.** Como se vio en la sección 2.4, el volumen concesionado para el uso público urbano en la ciudad de Mexicali garantiza el abasto aproximado de tres veces la población actual de Mexicali, lo que señala la necesidad de mejorar la operación de este sistema, reducir fugas en esta infraestructura y considerar su ampliación.
- 2. Modernización de la infraestructura de riego en el DR 014.** Mejorar la aplicación de la lámina de riego y la conducción del agua al interior del distrito por medio del uso de tecnología y agricultura de precisión. En virtud de que el uso agrícola representa el 85 % del agua total en la región, un ahorro del 10 % en este usuario representa un volumen significativo que puede ser destinado a garantizar el derecho humano al agua de generaciones futuras y el desarrollo económico de la región.
- 3. Transparencia de datos.** En virtud de la alta conflictividad sociohídrica en la región se recomienda la transparencia de la información relativa a las concesiones de los diferentes usuarios, las transferencias de derechos de agua, así como las descargas correspondientes.
- 4. Medidas de gestión del agua a nivel corporativo basadas en la ética (water stewardship).** Adopción por parte de usuarios industriales.
- 5. Sostenibilidad ambiental.** Adoptar nuevos estándares para la inversión, que garanticen el uso justo y eficiente del agua. Usando para ello:
 - La sustentabilidad hídrica del proyecto, cuantificada a través de la huella hídrica

- La equidad hídrica, estableciendo una distribución equitativa del agua entre usos y usuarios
- Eficiencia hídrica, definiendo valores umbrales por producto relacionados con las condiciones climáticas de la región
- Riesgo hídrico y cambio climático; la crisis climática redefinirá las inversiones de las grandes corporaciones a nivel global



**MEDIO
AMBIENTE**

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



IMTA

INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

*Conocimiento del agua
al servicio de México.*



REFERENCIAS

Adler, R. W. (2007). Restoring Colorado River Ecosystems: A Troubled Sense of Immensity. *Écoscience*, 14:4, 544-544.

Castle, S. L., Thomas, B. F., Reager, J. T., Rodell, M., Swenson, S. C., & Famiglietti, J. S. (2014). Groundwater depletion during drought threatens future water security of the Colorado River Basin. *Geophysical Research Letters*, 41(16), 5904-5911.

CEABC. (2016). Programa Hídrico de Baja California. Visión 2035, Resumen Ejecutivo. Comisión Estatal de Agua de Baja California. 114 p.p.

Chapagain, A. K., Hoekstra, A. Y., Savenije, H. H., & Gautam, R. (2006). The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. *Ecological economics*, 60(1), 186-203.

Christensen, N., A. W. Wood, N. Voisin, D. P. Lettenmaier, and R. N. Palmer (2004), The effects of climate change on the hydrology and water resources of the Colorado River Basin, *Clim. Change*, 62, 337-363, doi:10.1023/B:CLIM.0000013684.13621.1f.

CILA (2020). Entregas de agua a México del río Colorado, disponible en <https://cila.sre.gob.mx/cilanorte/index.php/avisos/116-entregasagua-rc>

CILA (2017), "Acta 323 intitulada Ampliación de las Medidas de Cooperación y Adopción de un Plan Binacional de Contingencia ante la Escasez de Agua en la Cuenca del Río Colorado", CILA-IBWC: Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

CONAGUA. 2008-2018. Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego (Años Agrícolas 2002-2018).

CONAGUA. 2008. Formulación del Plan Director para la Modernización Integral del Riego, del Distrito de Riego 014 Río Colorado, B. C. y Son.

Famiglietti, J. S., M. Lo, S. L. Ho, J. Bethune, K. J. Anderson, T. H. Syed, S. C. Swenson, C. R. de Linage, and M. Rodell (2011), Satellites measure recent rates of groundwater depletion in California's Central Valley, *Geophys. Res. Lett.*, 38, L03403, doi:10.1029/2010GL046442.

GBC, (2015). Programa Especial de Desarrollo Rural para la Región del Valle de Mexicali 2015-2019, Gobierno de Baja California. 20 p.p.

Hidalgo, H. G., & Dracup, J. A. (2003). ENSO and PDO effects on hydroclimatic variations of the Upper Colorado River Basin. *Journal of Hydrometeorology*, 4(1), 5-23.

Hinojosa H., O., & Carrillo Y., Y. (2010). La cuenca binacional del Río Colorado". en Cotler, H. (coord.): Las cuencas hidrográficas de México., 180-188.

Hogeboom, R. J., Kamphuis, I., & Hoekstra, A. Y. (2018). Water sustainability of investors: Development and application of an assessment framework. *Journal of cleaner production*, 202, 642-648.

IMTA, (2017). Huella hídrica en México: análisis y perspectivas. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 258 p.p.

Konikow, L. F. (2013). Groundwater depletion in the United States (1900-2008). Reston, Virginia: US Department of the Interior, US Geological Survey.

Kuhn, E., & Fleck, J. (2019). *Science Be Dammed: How Ignoring Inconvenient Science Drained the Colorado River*. University of Arizona Press.

LCR-MSCP. (2004). Lower Colorado River Multi-Species Conservation Program. Vol. II: Habitat Conservation Plan.

Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2010). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crops products.

Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology & Earth System Sciences Discussions*, 8(1).

Milly, P. C. D., & Dunne, K. A. (2020). Colorado River flow dwindles as warming-driven loss of reflective snow energizes evaporation. *Science*.

Morrison, J. S. (1996). The sustainable use of water in the Lower Colorado River Basin. Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and security, Oakland, California.

Mubako, S. T., & Lant, C. L. (2013). Agricultural virtual water trade and water footprint of US states. *Annals of the Association of American Geographers*, 103(2), 385-396.

National Research Council. (2007). Colorado River Basin water management: Evaluating and adjusting to hydroclimatic variability. National Academies Press.

ONU, (2019). Fourth United Nations Environmental Assembly. UN Environment's sixth Global Environment Outlook.

PEAC-BC. (2012). Programa estatal de acción ante el cambio climático de Baja California, Secretaria de Protección al Ambiente. Gobierno de Baja California. 234 p.p.

Rodell, M., I. Velicogna, and J. Famiglietti (2009), Satellite-based estimates of groundwater depletion in India, *Nature*, doi:10.1038/nature08238.

Scanlon, B. R., Zhang, Z., Reedy, R. C., Pool, D. R., Save, H., Long, D., ... & Winester, D. (2015). Hydrologic implications of GRACE satellite data in the Colorado River Basin. *Water Resources Research*, 51(12), 9891-9903.

Tapley, B. D., S. Bettadpur, J. C. Ries, P. F. Thompson, and M. M. Watkins (2004), GRACE measurements of mass variability in the Earth system, *Science*, 305, 503-505, doi:10.1126/science.1099192.
UNESCO. 2019. Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2019: no dejar a nadie atrás. ISBN 978-92-3-300108-4, Paris, 198 pp.

U.S.B.R., (2012), Colorado River Basin water supply and demand study, study report, U.S. Dep. of Inter. U.S. Bureau of Reclamation.

