



Sexto  
Congreso Nacional de  
Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



**Artículo: COMEII-21029**

*Hermosillo, Son., del 9 al 11 de junio de 2021*

## **EVOLUCIÓN DE LAS POLÍTICAS HIDROAGRÍCOLA EN MÉXICO EVOLUTION OF HYDROAGRICULTURAL POLICIES IN MEXICO**

**Héctor Manuel Arias Rojo<sup>1</sup>; Roberto Fernando Salmón Castelo<sup>2</sup>; Martín Alberto Delgado Saldívar<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Dirección de Sustentabilidad y Fortalecimiento. Comisión Nacional de las Zonas Áridas. Vito Alessio Robles 2565, Col. Nazario S. Ortiz Reyes. Saltillo, Coahuila, C.P. 25100, México  
[hector.arias@conaza.gob.mx](mailto:hector.arias@conaza.gob.mx). (844) 450 5200

<sup>2</sup>ROSAL Consultores. Nueva California 4104-2, Misión del Sol, Ciudad Juárez, Chihuahua, C.P. 325 43, México.

<sup>3</sup>Maestría en Administración. Universidad de Sonora. Reforma y Donaldo Colosio. Hermosillo, Sonora C.P. 83260

### **Resumen**

La producción de alimentos depende de las condiciones ambientales de un país. La demanda de alimentos en un país donde las condiciones ambientales no son apropiadas se ha compensado con infraestructura hidroagrícola desde tiempos prehispánicos. En este trabajo se analizan las políticas públicas que incentivaron la infraestructura hidroagrícola y su evolución.

La evolución se cuantificó en términos de obras de almacenamiento y su capacidad, bajo el supuesto que su fin era el uso en agricultura de riego, y la superficie con infraestructura hidroagrícola.

Los resultados muestran 10 épocas en las cuales los marcos legales e institucionales han influido en el crecimiento de la infraestructura hidroagrícola. Asimismo, se observó que la infraestructura hidroagrícola parece estar llegando a su límite superior, por lo que es conveniente prospectar el futuro.

**Palabras clave:** México, infraestructura hidroagrícola, superficie agrícola, políticas públicas.

### **Abstract**

Food production depends on the environmental conditions of a country. The food demand in a country where environmental conditions are not appropriate have been compensated with hydroagricultural infrastructure since prehispanic times. In this paper, public policies that have incentivized hydroagricultural infrastructure and its evolution are analyzed.

The evolution was quantified in terms of the number and capacity of reservoirs, under the assumption that it was for irrigated agriculture, and the surface with hydroagricultural infrastructure.



The results showed 10 periods where the legal and institutional framework influenced the growth of the hydroagricultural infrastructure. It also showed that it is coming to its limit, so it is convenient prospect its future.

**Key words:** Mexico, hydraulic infrastructure, agricultural area, public policy.

## Introducción

Las actividades agropecuarias son la base de la alimentación de las sociedades, especialmente la agricultura que responde a las condiciones ambientales, especialmente a la disponibilidad de agua. Cuando las condiciones ambientales no eran apropiadas, las culturas antiguas adaptaron los cultivos a otras condiciones a través de desarrollo de variedades, manipulación genética, o creando las condiciones climáticas deseables con infraestructura. Suministrar agua en épocas críticas para los cultivos fue parte de lo que denominamos la infraestructura hidroagrícola y ha sido la responsable del cumplimiento de las demandas alimentarias de los pueblos.

El objetivo principal de este trabajo es analizar la evolución histórica de la infraestructura hidroagrícola del país con la finalidad de (i) conocer los avances en materia de metas especificadas, y (ii) prospectar el futuro de la infraestructura hidroagrícola.

Con esta visión, primero se hace una revisión de la infraestructura hidroagrícola, en qué consiste y cómo se ubica en el terreno, además de -la identificación de la autoridad en esta materia; en segundo lugar, se hace una temporalización de los cambios legales e institucionales que se han hecho y cómo han influido en materia del crecimiento de la infraestructura hidroagrícola en diferentes épocas; en tercer lugar, se comparan los resultados con las políticas de las épocas y finalmente, se hace un balance de los avances con respecto a las metas que se propusieron en 1942 (SRH, 1976 pp 353-354). Se realizó una revisión documental y estimaciones de la superficie con infraestructura hidroagrícola y su capacidad de almacenamiento de las obras hidráulicas construidas en cada período, como indicadores. Finalmente, y considerando que la producción agrícola y el crecimiento poblacional mantienen una relación como si fuera un círculo vicioso: la demanda de una población excesiva requiere aumentos de la producción agrícola; y a su vez, los aumentos en la producción agrícola influyen en el crecimiento poblacional, se hace un análisis prospectivo de la infraestructura hidroagrícola para enfocar los problemas del futuro.

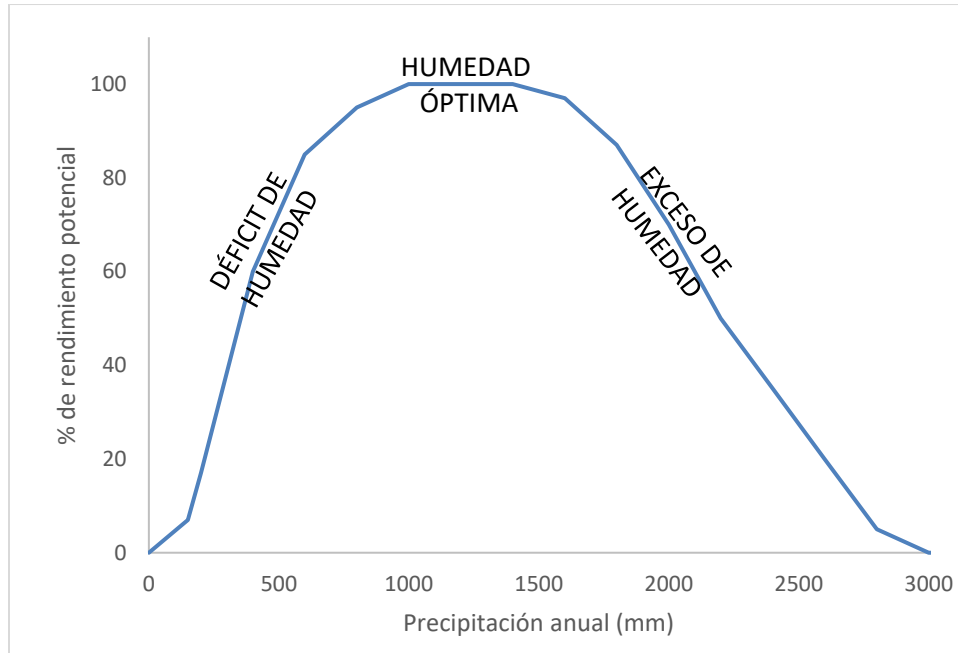
Para analizar las características legales e institucionales de la evolución de la infraestructura hidroagrícola primero se hizo una división de la historia del país con base a los cambios legales e institucionales y enseguida se buscó información que pudiera generar cifras apropiadas.

## Marco Teórico

De acuerdo con talleres de planeación participativa conducida con agricultores en Sonora para identificar áreas con aptitud agrícola, los recursos naturales (atributos ambientales) que requiere la agricultura fueron primordialmente: agua, suelo, y relieve del terreno (Arias y col, 2014 p 223). Sin embargo, en ausencia de agua, los otros elementos prácticamente no tienen valor. Por lo tanto, se puede decir que la disponibilidad de agua es el recurso natural fundamental para la agricultura.

### Disponibilidad de agua en la agricultura

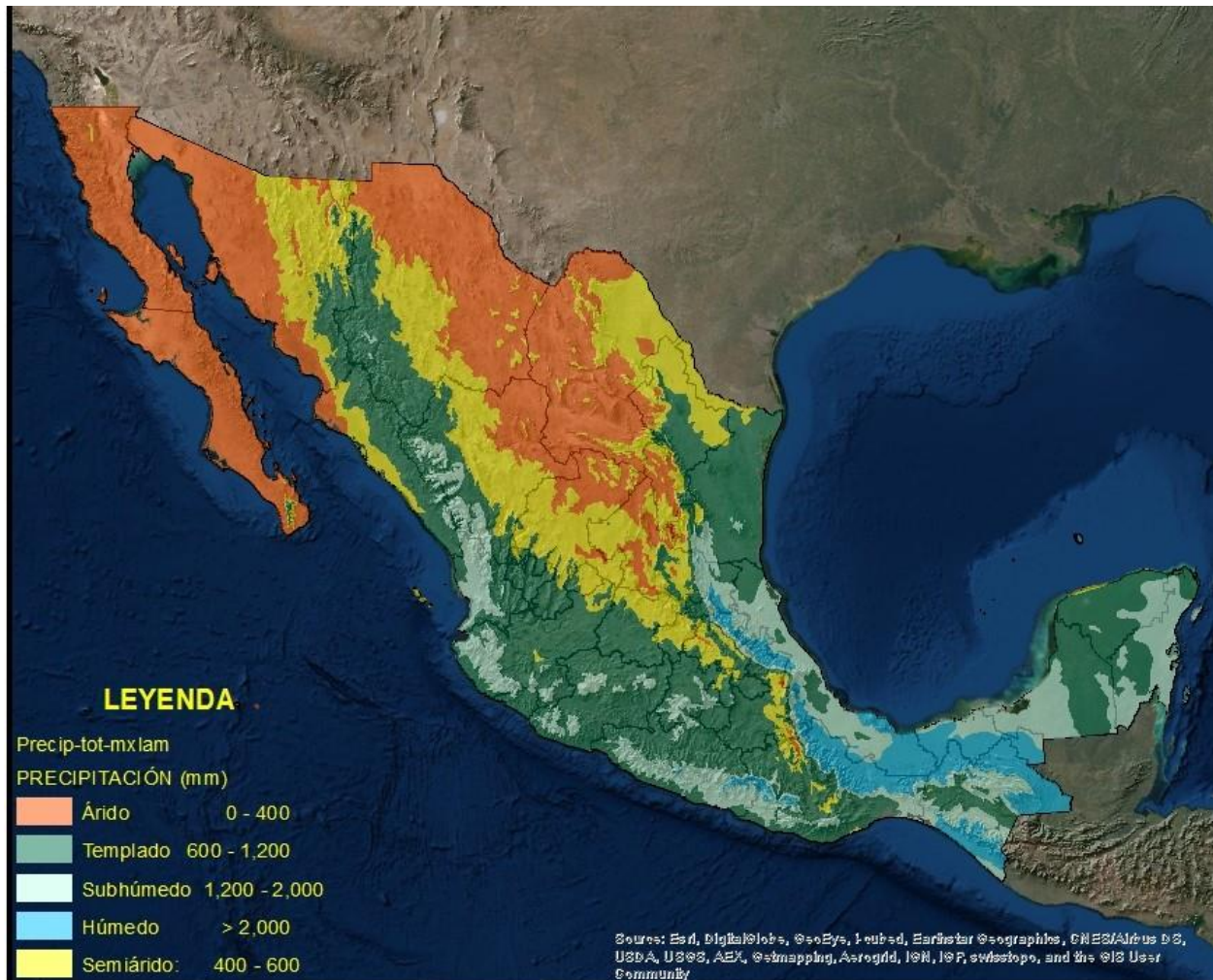
En condiciones naturales la disponibilidad de agua está dada por la lluvia. La Figura 1 muestra una situación hipotética que relaciona la producción agrícola con la precipitación anual, expresada en mm de lluvia, mostrando que, en condiciones naturales, el rendimiento de la gran mayoría de cultivos comerciales se distribuye en forma de una curva donde el máximo se encuentra en un rango óptimo de precipitaciones anuales entre 800 y 1500 mm, por ejemplo. Debajo de este rango, los cultivos sufren de déficit de humedad, y arriba del rango óptimo, los cultivos disminuyen su rendimiento por exceso de humedad.



**Figura 1.** Curva hipotética que relaciona el rendimiento de una planta o cultivo con la precipitación anual

Fuente: Elaboración propia

La Figura 2 muestra a nivel nacional, la distribución de la precipitación anual en cinco rangos, asociados al clima: (i) árido (0 a 400 mm), semiárido (400 a 600 mm), (iii) templado (600 a 1200 mm), (iv) subhúmedo (1200 a 2000 mm) y (v) húmedo (más de 2,000 mm).



**Figura 2.** Mapa de rangos de precipitación anual en México

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2020)

### Infraestructura Hidroagrícola

La infraestructura hidroagrícola está enfocada en dos situaciones extremas: déficit y exceso de humedad. En el caso de déficit de humedad, si existe forma de captar, almacenar y distribuir agua a esas áreas, el rendimiento se potencializa con sistemas de riego. Si la región tiene excesos de humedad, la forma de potencializar los rendimientos es con redes de drenaje. El drenaje y el riego pueden mejorarse a nivel parcela y, aunque las técnicas de riego parcelario están muy generalizadas, el drenaje agrícola parcelario no está bien difundido, ni entre productores ni entre técnicos, y juega un papel importante, sobre todo en suelos arcillosos o con capas subterráneas impermeables.

La infraestructura hidroagrícola de riego está asociada al “tipo de aprovechamiento”; es decir, depende de la captación de la fuente de agua, que puede ser por gravedad o por bombeo; su distribución, a través de presas derivadoras u obras de alimentación; la distribución a la parcela, sobre todo cuando la parcela está lejos de la captación; y la



aplicación en la parcela o sistema de irrigación parcelario. El cuadro 1 esquematiza los cuatro aprovechamientos (CONAGUA, 2018b p 274).

**Cuadro 1.** Infraestructura hidroagrícola de riego

FUENTE	CAPTACIÓN	ALMACENAMIENTO	DISTRIBUCIÓN A LA PARCELA	APLICACIÓN EN LA PARCELA
AGUA SUBTERRÁNEA	Bombeo	Pozos y obra de alimentación	Red de conducción (canales)	Sistema de riego parcelario
	Bombeo	Corriente superficial	Red de conducción (canales)	Sistema de riego parcelario
AGUA SUPERFICIAL	Gravedad	Presa de almacenamiento	Red de conducción (canales)	Sistema de riego parcelario
	Gravedad	Presa de derivación	Red de conducción (canales)	Sistema de riego parcelario

Fuente: elaboración propia con datos de CONAGUA (2018b, p. 274)

En el caso del drenaje, la situación es distinta, pues se inicia con la parcela y termina en la disposición de los excesos de humedad. La recolección en la parcela puede hacerse con drenes superficiales, profundidad menor de 1.0 m, o con drenes subterráneos, enterrados bajo el área de raíces de los cultivos; La recolección se conduce por drenes hacia una red de drenaje superficial o a un cuerpo de agua para su disposición final la cual se puede hacer a un cuerpo de agua para riego complementario, para aplicación en otro terreno, o inyectarse al suelo (ver Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Infraestructura hidroagrícola de drenaje

TIPO	RECOLECCIÓN EN LA PARCELA	CONDUCCIÓN	DISPOSICIÓN INICIAL	DISPOSICIÓN FINAL
DRENAJE SUPERFICIAL	Drenes superficiales parcelarios (menor de 1 m de profundidad)	Drenes superficiales	Red de drenes superficiales del distrito (de riego o temporal tecnificado)	Cuerpo de agua, aplicación a un terreno, almacenamiento para riego posterior, o inyección al suelo
	Drenes superficiales parcelarios (menor de 1 m de profundidad)	Drenes superficiales		Cuerpo de agua, aplicación a un terreno, almacenamiento para riego posterior, o inyección al suelo
DRENAJE SUBTERRÁNEO	Drenes subterráneos parcelarios	Drenes subterráneos entre parcelas	Red de drenes superficiales del distrito (de riego o temporal tecnificado)	Cuerpo de agua, aplicación a un terreno, almacenamiento para riego posterior, o inyección al suelo
	Drenes subterráneos parcelarios	Drenes subterráneos entre parcelas		Cuerpo de agua, aplicación a un terreno, almacenamiento para riego posterior, o inyección al suelo

Fuente: elaboración propia con datos de CONAGUA (2018b, p. 274)



Con base a las características antes detalladas, la infraestructura hidroagrícola del país debería analizarse con base en:

- Número de presas (para riego) y capacidad de almacenamiento o derivación
- Sistema de la red de riego, incluyendo tipo de red, número, longitud y estado
- Sistema de riego parcelario, incluyendo, tipo, eficiencia de riego
- Sistema de la red de drenes, incluyendo, tipo de red, número, longitud y estado
- Sistema de drenaje parcelario, tipo, superficie y eficiencia de control

Desafortunadamente, la evolución histórica de este tipo de información para todo el país no existe, sólo la relacionada con las presas en información general no detallada.

### Unidades Administrativas e Infraestructura Hidroagrícolas

La infraestructura hidroagrícola en México está distribuida en “unidades administrativas” bajo la autoridad de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2018 p 108-112), como lo especifica el Capítulo II, Uso Agrícola, del Título Sexto, Usos del Agua de la Ley de Aguas Nacionales (CONAGUA, 2020).

En las zonas de déficit de humedad, el agua se suministra a los cultivos en dos tipos de unidades administrativas: **(i) distritos de riego (DR)**, donde se tienen grandes sistemas de almacenamiento y distribución de agua, que fluctúan desde miles hasta cientos de miles de hectáreas; **(ii) unidades de riego (UR)**, áreas más pequeñas donde uno o varios productores se organizan para almacenar y/o distribuir agua, del orden de decenas hasta miles de hectáreas. En las zonas de exceso de humedad, la extracción se hace a través de redes de drenaje en los distritos de drenaje, que ahora se les llama **(iii) distritos de temporal tecnificado (DTT)**. El Cuadro 3 presenta las características principales de las tres unidades administrativas, tanto en número de usuarios y la superficie concesionada, que es muy similar

**Cuadro 3.** Características de las Unidades Administrativas de la CONAGUA

UNIDADES ADMINISTRATIVAS	NÚMERO	USUARIOS	AREA (ha)	
			CONCESIONADA	CON RED DE DRENAJE
Distritos de Riego (DR)	86	462,586	2,554,725	1,490,709
Unidades de Riego (UR)	39,492	901,963	2,956,420	Sin datos
Distritos de Drenaje (DTT)	23	125,300	2,826,700	1,885,189
<b>TOTAL</b>	<b>39,601</b>	<b>1,489,849</b>	<b>8,337,845</b>	<b>3,375,898</b>

Fuente: Arias y Salmón (2018 p 45)

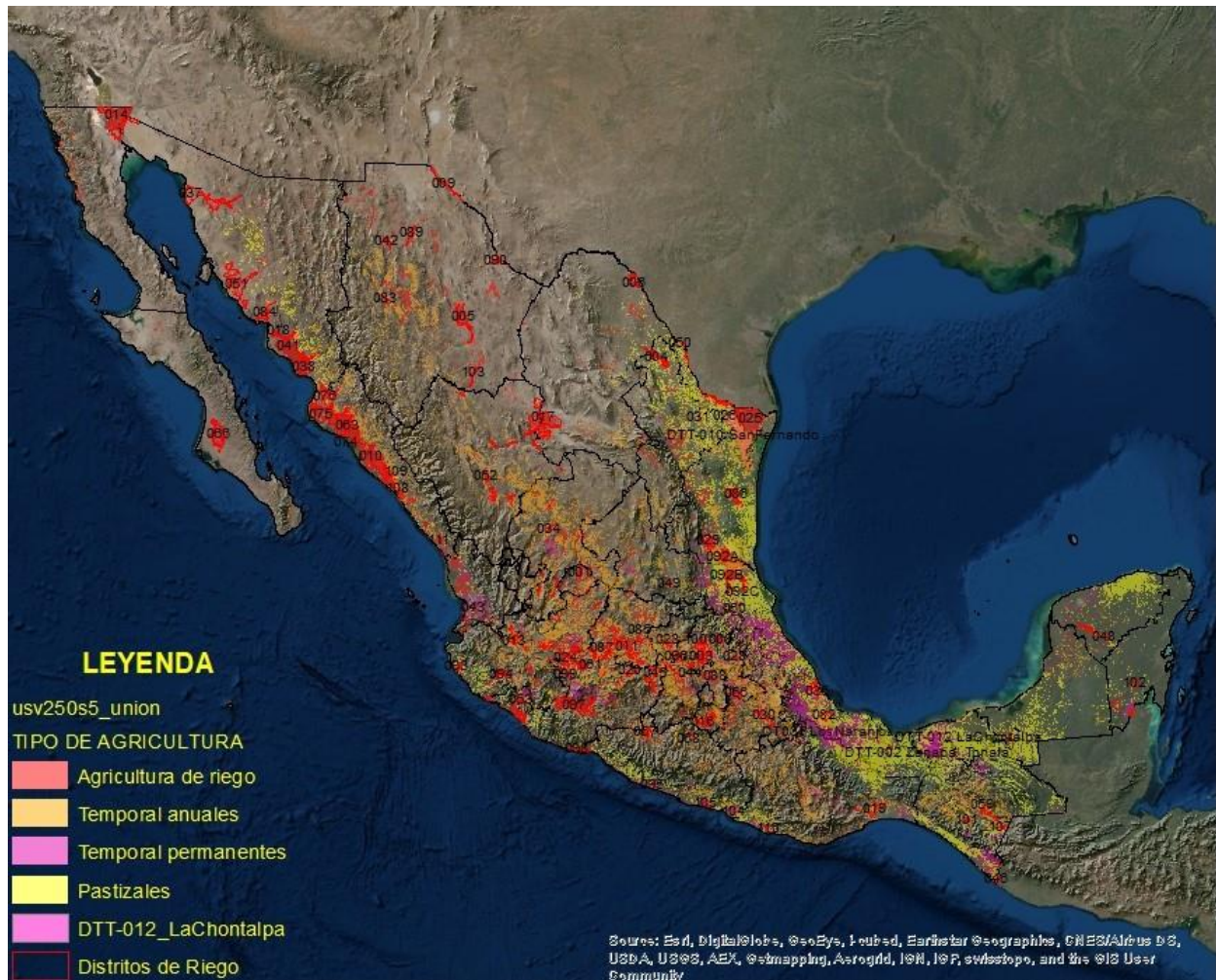


Una característica importante es que los distritos de riego y los distritos de drenaje (DTT) comparten superficies similares con drenaje. La línea entre la infraestructura de riego y drenaje es muy tenue porque existen distritos de riego con extensas redes de drenaje no sólo para remover excesos de humedad, sino para reducir los niveles de salinidad en zonas áridas y semiáridas. Asimismo, los DTT en zonas húmedas también pueden tener redes de riego para completar las necesidades de riego en épocas secas. Los objetivos principales de la infraestructura hidroagrícola son complementar el riego o drenar los excesos de agua. El cuadro 4 presenta la información disponible de la infraestructura hidroagrícola por unidad administrativa de la CONAGUA.

**Cuadro 4.** Infraestructura hidroagrícola de las tres unidades administrativas de la CONAGUA

OBRA	DISTRITOS DE RIEGO	UNIDADES DE RIEGO	DISTRITOS DE TEMPORAL TECNIFICADO
Presas de Almacenamiento	144	2,034	
Presas Derivadoras	333	3,776	
Plantas de Bombeo	714	4,576	
Pozos Profundos	4,281	39,221	
Estructuras en Canales, Drenes y Caminos	286,483		7,000
Manantial y mixto		3,547	
Canales (km)	49,515		
Drenes (km)	32,536		3,220
Caminos (km)	70,745		5,170
Bordos (km)			566

Cada una de estas unidades administrativas (DR, UR y DTT) tienen sus estructuras de gobierno entre productores y se coordinan tanto en la planeación como en la ejecución de los programas de riego y drenaje requeridos para su optimización, de acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales desde 1992. La Figura 3 muestra la distribución de las unidades administrativas con infraestructura hidroagrícola en función del clima.



**Figura 3.** Distribución de zonas agrícolas, riego y temporal, y pastizales en México

Fuente (Proyecto CONAGUA, 2012)

### Metas De La Infraestructura Hidroagrícola

Un aspecto altamente relevante es saber dónde estamos con relación a las metas proyectadas para la infraestructura hidroagrícola. La instancia que hizo una prospección del futuro del país fue la Comisión Nacional de Irrigación (SRH, 1976 pp 353-354). Las metas se resumen en el cuadro 5.





**Cuadro 1.** Metas de superficie con infraestructura hidroagrícola realizada por la Comisión Nacional de Irrigación.

<b>TIPO</b>	<b>ÁREA PROYECTADA (millones de ha)</b>
Zonas áridas regables con grandes ríos	1.4
Zonas áridas y semiáridas con grandes ríos	2.6
Zonas áridas y semiáridas con pequeñas corrientes	1.0
<b>SUBTOTAL</b>	<b>5.0</b>
Zonas semihúmedas con riego complementario	2.0
Zonas húmedas sin riego	2.0
<b>SUBTOTAL</b>	<b>2.0</b>
<b>TOTAL</b>	<b>7.0</b>

Fuente: Modificado de SRH (1976 p 354)

### ***Evolución de los Marcos Legales e Institucionales del Agua***

La agricultura en México es una actividad que nació hace aproximadamente 9,000 años con la domesticación del maíz (Hirt, 2019, p. 2) y ha sufrido cambios asociados con los sistemas de gobierno. Desde esa época, el agua ha jugado un papel relevante en la historia de México. Presas, acueductos, canales, pozos y otras obras hidráulicas se construyeron antes de la llegada de los europeos. Algunas obras se hicieron para el control de inundaciones, pero también hubo muchas para suministro humano y agrícola. Con la llegada de los europeos, se hicieron modificaciones a los sistemas de producción y se amplió la oferta de alimentos, parte por la introducción de nuevos cultivos como trigo, o nuevas fuentes de proteína animal, como vacas y gallinas. Aunque la construcción de represas y acueductos ya era parte de la cultura prehispánica, se trajeron nuevos métodos, materiales y modos de construir y mantener obras de almacenamiento, conducción y aplicación de agua en zonas deficitarias.

También, el pueblo de México ha evolucionado en su organización social para enfrentar los retos de suministro de agua y alimentos. A continuación, se hace una descripción de los arreglos legales e institucionales desde tiempos prehispánicos. Los cuales se resumen en la siguiente Figura 4.

Años	7000 AC	1500	1550	1600	1650	1700	1750	1800	1850	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
7000 AC - 1521	Prehispánica																									
1521 - 1824	Colonial																									
1824 - 1887									Independiente																	
1887 - 1911									Porfiriana																	
1912 - 1926											Revolucionaria															
1926 - 1946													Comisión Nacional de Irrigación													
1947 - 1976																Secretaría de Recursos Hídricos										
1977 - 1991																		Ley Federal de Aguas								
1992 - 2004																				Ley de Aguas Nacionales						
2004 - 2020																					Democratización del Agua					

**Figura 4.** Épocas de cambios estructurales del agua en México

### Época Prehispánica ¿7000 ac? -1521

Un país tan variado en condiciones climáticas como México, donde las zonas áridas y semiáridas son poco más de la mitad del territorio, la parte con clima templado se encuentra en zonas con un paisaje irregular dominado por altas pendientes y suelos delgados, y una zona tropical donde los terrenos inundados predominan, debió tener una fuerte influencia en el carácter de las tribus nativas.

Las principales culturas mesoamericanas, Teotihuacanos, Olmecas, Aztecas, Purépechas, Zapotecas y Tlaxcaltecas, entre otros, se distribuyeron principalmente en la zona templada, mientras que los Mayas dominaron la zona tropical. Rojas (2009, pp 9-19) hace una descripción detallada de muchos de los trabajos hidráulicos de Mesoamérica. Asimismo, Palerm (citado en SRH, 1976, pp. 70-79) hace una descripción detallada a nivel nacional de las obras de infraestructura hidroagrícola de las culturas prehispánicas, muchas de las cuales, aún están en activo o se mantienen como vestigios históricos.

Sin embargo, las menos detalladas o descritas son las de Aridoamérica, la parte árida y semiárida de México cubriendo más de la mitad del territorio en el norte del país. Braniff (2009, pp. 27-30) llamó a las culturas de esta región “la Gran Chichimeca”, que corresponde al norte de México e incluye al suroeste de Estados Unidos. Se encontraban las culturas Trincheras y Baviácora, en el norte de Sonora; Paquimé y Cuarenta Casas en Chihuahua y en Durango, con menos desarrollo tecnológico, pero usando técnicas de diversión de ríos, construcción de terrazas, excavación de pozos y aljibes para el almacenamiento de agua, y la distribución de agua para la siembra de cultivos como maíz, frijol y algodón.



Indistintamente de la zona geográfica, (i) el agua se desvió de corrientes o manantiales para suministrar agua con fines domésticos o agrícolas, con bordos de albañilería, roca o tierra y (ii) se construyeron terrazas para recolectar y distribuir agua en los terrenos agrícolas.

En términos de organización social, Palerm y Wolf (1972) mencionaron que la mayoría de las culturas prehispánicas usaban el “Modo Asiático de Producción”, donde los técnicos hidráulicos jugaban un papel importante dada la relevancia del diseño, construcción y mantenimiento de los trabajos hidráulicos. Estas actividades requerían trabajo intensivo, coordinación y cooperación entre los miembros de las sociedades; por lo que los técnicos eran un grupo especializado dentro de una escala jerárquica social especial.

### Época Colonial 1521-1824

La llegada de los españoles hizo un cambio en el régimen social y político. Por un lado, los españoles reclamaron el territorio para la corona y la declaración de la fe católica. Quien se oponía era sometido por la fuerza. Sin embargo, Aridoamérica era un territorio con culturas difíciles de someter, por lo que esta región no fue conquistada sino evangelizada por los sacerdotes jesuitas, en el nombre del rey de España.

Los terrenos recién descubiertos pertenecían a la Corona por medio de una Bula expedida por el Papa Alejandro VI el 3 de mayo de 1493 (citado por Molina, 1909, pp. 166-167) y la primera legislación fue la “Compilación de las Leyes de los Reinos de las Indias”, publicado en 1681 donde se consideraba al agua como un bien común. Bajo esta legislación, el Rey autorizaba a través de sus representantes, los Virreyes, “mercedes” de agua y terrenos a individuos por un período de tiempo. Posteriormente, las mercedes se cambiaron *ad infinitum* el 15 de octubre de 1574 (Molina, 1909, p. 167). Un aspecto importante es que rara vez se separaban los derechos del agua y de la tierra. La excepción eran las solicitudes de concesión para riego, uso industrial, o suministro doméstico. Los terrenos y el agua pertenecían a la casa real (Molina, 1909, p. 167).

Nuevos métodos se aplicaron a las obras hidráulicas con la introducción de la rueda, el acero y la tracción animal, pero los conceptos básicos de extracción, desviación y/o almacenamiento, conducción y aplicación del agua en los terrenos agrícolas no cambiaron mucho, lo que cambió fue la forma de hacerlo y de organización, de trabajo colectivo o comunal a privado donde predominaba el trabajo forzado de las comunidades indígenas para los señores terratenientes. A pesar de que las leyes reconocían los derechos de las comunidades indígenas, estos no eran respetados. Palerm documenta varias denuncias de comunidades y nobles indígenas ante las autoridades coloniales por la falta de observancia de esos derechos por los propietarios privados (citado en SRH, 1976 pp 70-79).

A medida que las comunidades, indígenas, blancas o mezcladas, crecían, las desviaciones de agua en tiempos de sequía eran una fuente común de conflicto. Estas situaciones se resolvieron siguiendo el derecho español, los “Jueces del Agua”, algunos de los cuales todavía no hace mucho tiempo seguían ejerciendo en áreas rurales de México.

### Época Independiente 1824-1887



Casi inmediatamente después de la declaración de independencia, y con la finalidad de contrarrestar invasiones extranjeras potenciales, se publicó un Decreto de Colonización en 1824. Este decreto estaba enfocado en promover asentamientos humanos, especialmente en la zona árida de México.

Este fue un período de inestabilidad económica y política, pero con logros institucionales como la primera constitución al publicarse el 18 de agosto de 1824, la cual faculta al Congreso General para expedir leyes para la apertura de caminos y canales (SRH, 1976, p. 227). En 1857 se hace una nueva reforma a la constitución y, en su artículo 72, fracción XXII faculta al congreso para determinar aguas de jurisdicción federal y expedir leyes sobre su uso y aprovechamiento (SRH, 1976, p. 227). Una parte importante en esta época fue la creación de las carreras de ingeniero civil, topógrafo e hidrógrafo por el presidente Juárez en 1867 (SRH, 1976, p. 230).

Los primeros asentamientos desviaban agua de corrientes naturales a través de canales llamados “acequias”. Sin embargo, a medida que crecían los pueblos, los conflictos por el agua en tiempo de sequía se convertían en problemas graves. En 1843, se autorizó a los municipios (Ayuntamientos) para la toma de decisiones en grupos colegiados denominados Junta de Mejoras de Agua. Este refleja todavía la influencia del esquema legal español.

En esta época se dieron varios cambios que influyeron en el avance en la administración del agua:

- El establecimiento del sistema métrico el 2 de agosto de 1863 implicó un mejoramiento para facilitar los cálculos de las obras hidráulicas. Previo a esta fecha, había una confusión por la coexistencia de varias unidades de medidas.
- Publicación del código civil en 1870 donde se declaró que el agua era propiedad de la nación.

Estos fueron tiempos difíciles, dos invasiones extranjeras (Francia y Estados Unidos) y, sobre todo, una lucha interna casi continua entre facciones opuestas. Las obras hidráulicas, con excepción del problema continuo del control de las inundaciones de la ciudad de México desde la época prehispánica, eran hechas por la iniciativa privada y los conflictos del agua eran resueltos por los Jueces del agua, siguiendo prácticamente las normas de la colonia.

## Época Porfiriana 1887-2011

La preocupación por ocupar la zona desértica inhabitada del norte del país, influyó en políticas enfocadas a la inmigración de gente preparada para tomar el reto de hacer productivos los terrenos desérticos.

La **Ley de Colonización** de 1873 y la **Ley de Baldíos** (1894) permitió la ocupación del territorio con “fines productivos”, y la **Ley General de Instituciones de Crédito** (1897) permitió la entrada de capitales extranjeros para invertir en el país. También se hicieron ajustes como la restricción a la **Ley de Navegabilidad**, donde se pasaba la navegación a segundo término y se daba prioridad a los proyectos agrícolas de riego, y finalmente, se modificó la **Ley de Fomento** para permitir la inversión en presas con fines de producción de electricidad y riego.

Este período fue muy activo en la promoción de la irrigación del campo. La **Ley sobre aprovechamiento de aguas de jurisdicción federal**, de 1894, fue el detonante para



muchos proyectos que todavía existen en el país. Este fue complementado con la **Caja de Préstamos para Obras de Irrigación y Fomento para la Agricultura** del 17 de junio de 1906, una institución que financiaba proyectos agrícolas de riego.

Esto motivó la creación de muchos proyectos de riego; sin embargo, con la mayoría de los proyectos desviando aguas de cauces naturales, los conflictos por el agua crecieron también, sobre todo en época de secas. Esto forzó a la administración federal a la creación y preparación de personal para enfrentarlos y resolverlos. Así fue como se creó la carrera de ingeniero hidráulico en la Escuela Nacional de Irrigación (Kroeber, 2009). De 1982 a 1986 se crearon la Comisión Inspectoral del río Nazas, las “Comisiones Científicas” y la “Comisión Geográfica Exploradora” con personal capacitado para dirimir problemas de asignaciones de agua, elaborar grandes proyectos de riego y generación eléctrica (SRH, 1976, p 237).

Finalmente, otro asunto que obtuvo atención nacional fueron las fricciones entre México y Estados Unidos por las inundaciones de los ríos Colorado y Bravo, lo cual inició una era de acuerdos entre ambos países al firmarse un acuerdo en el río Bravo en 1906 (Hundley, 2000 p 55) dentro del marco de la Comisión Internacional de Límites (CIL), para el control y la distribución de las aguas del río Bravo, hasta El Paso, Texas.

Si bien, la mayor parte de las obras hidráulicas de este período fueron inversiones privadas, la mayor parte con capital extranjero, la política hidroagrícola de esta administración consistió en facilitar la gestión y dar un marco legal a las inversiones. Aunque no había una institución responsable, el papel del gobierno fue normativo a través de las Comisiones Científicas y Comisiones de Riego. En 1909 se reformó la Ley de Aguas de jurisdicción federal donde las aguas son declaradas como “bienes de dominio público, inalienable e imprescriptible”, aunque sus implicaciones se vieron reducidas por los movimientos armados (SRH, 1976 p 278).

### Época Revolucionaria 1912-1926

Una de las grandes demandas del movimiento revolucionario fue la lucha por la tierra con fines de producción de alimentos. El 21 de febrero del 1916 se creó el Departamento de Irrigación en la Dirección de Aguas de la Secretaría de Agricultura y Fomento (SRH, 1976 p 326), con un precario presupuesto, para iniciar estudios de proyectos de irrigación, que el 1º de marzo de 1921 se transformó en Dirección de Irrigación (SRH, 1976 p 316).

El 5 de febrero de 1917 se acordó la constitución, que es la actual **Carta Magna**, donde el artículo 27 establece que el agua y los recursos del subsuelo pertenecen a la nación y que la única autoridad para ejercerla es el gobierno federal y que éste tiene la facultad para expedir concesiones a individuos y grupos de individuos.

De esta forma, a pesar de la inexistencia de un marco legal enfocado, había una institución con la responsabilidad de concretar las expectativas campesinas, el Departamento de Irrigación, después Dirección de Irrigación. Desafortunadamente, el presupuesto asignado era bastante reducido, dadas las condiciones en que había quedado el país después de la revolución.

### La Comisión Nacional De Irrigación 1926-1946

El 4 de enero de 1926 se publicó la **Ley sobre Irrigación con Aguas Federales** y se creó la **Comisión Nacional de Irrigación (CNI)** para su ejecución (SRH, 1976, p. 290).



Entre los aspectos más relevantes se declara de utilidad pública a la irrigación, así como “el desagüe y drenaje de tierras con exceso de agua” (SRH, 1976 p 337), para lo cual se asignaron recursos federales en su implementación al crearse el Fondo Nacional de Irrigación.

La Comisión Nacional de Irrigación hizo un programa ambicioso para mejorar el riego en el país en tres etapas: en la primera etapa (1926-1931) se contrataron empresas extranjeras, (SRH, 1976 p 338), para iniciar los primeros distritos de riego, incluyendo la construcción de obras de almacenamiento y canales de conducción para riego. En la segunda etapa (1932-1934), por problemas financieros, tuvo que ejecutarse con recursos humanos y materiales nacionales (SRH, 1976, p. 342), dado que la CNI ya contaba con capacidades de fotogrametría, laboratorios de suelos y de geología (SRH, 1976 p 324). Después se añadió el área de Hidrología (SRH, 1976, p. 342), y también destaca, en 1934, la necesidad de redes de drenaje en el distrito de riego Don Martín, Coahuila (SRH, 1976, p. 346), aunque no se llevaron a cabo.

El 6 agosto de 1929 la Ley sobre Irrigación con Aguas Federales fue modificada y se publicó la **Ley de Aguas de Propiedad Nacional**, en la cual se asignaba a la **Secretaría de Agricultura y Fomento** la autoridad en materia de aguas excepto para la navegación y la CNI continuaba la infraestructura hidroagrícola. Esta ley es la base de la legislación vigente en materia de agua y entre los asuntos relevantes están los derechos y obligaciones legales de las “sociedades de usuarios” sobre todo del sector agrícola. También están las “reservas hidráulicas nacionales”, para proteger y asegurar los volúmenes de agua a los distritos de riego y las plantas hidroeléctricas. y se estipulan penas y multas, por la construcción de represas o desvíos de agua no oficializados, sobre todo si provocan daños en propiedad privada (artículo 107).

El 3 de enero de 1934 se expide una declaratoria de “zonas protectoras forestales” a los terrenos cubiertos de arbolado situados en las cuencas hidrográficas de los sistemas nacionales de riego en construcción y proyecto (INE-RDS-PNUD, 2000, pp. 1-8) que incluyen los distritos de riego del 1 al 10 más los del río Bravo y río Yaqui, conforme a la idea de proteger las “reservas nacionales de agua”.

Un aspecto notable fue la introducción de barreras rompevientos para la protección de los canales en los sistemas de irrigación, para lo cual se introdujeron especies de arbolado de rápido crecimiento de África y Asia, como pino salado (*Tamarix articulata*) (SRH, 1976 p 350).

En 1934 se expide el Reglamento de la Ley de Aguas de Propiedad Nacional y se creó la **Comisión Federal de Electricidad (CFE)**. Esto último inició los proyectos de grandes presas donde se combinaría la generación de electricidad con el almacenamiento y distribución de agua con fines de riego.

En 1936 se empezó a apoyar lo que se conoció como “Pequeña Irrigación”, el antecedente de las actuales “Unidades de Riego”, en contraste con la llamada en esa época “Grande Irrigación” o Sistemas Nacionales de Riego, actualmente “Distritos de Riego”.

En este período se inició la construcción de las grandes presas para los sistemas nacionales de riego: El Palmito, Durango, sobre el río Nazas; El Azúcar, Tamaulipas, sobre el río San Juan; y La Angostura, Sonora, sobre el río Yaqui. Esta es una época paralela a la que se estaba viviendo en EUA con los proyectos de construcción de presas de uso múltiple, como las de la Autoridad del Valle de Tennessee (Tennessee Valley Authority o TVA) y las del Compacto del Río Colorado. Como referencia, el Ing. Russel



S. Lieurance, que participó en el diseño de la presa Hoover sobre el río Colorado en EUA, diseñó con técnicos mexicanos la presa La Angostura en Sonora (SRH, 1976 p 345), ambas son presa en arco.

Para el año 1940, la CNI había hecho todo tipo de estudios con una infraestructura de prospección que contaba con 205 estaciones meteorológicas y 199 estaciones de aforo, misma que aumentó a 235 en ambas para 1946 (SRH, 1976 p 355).

Por otro lado, después de tres años de intensas negociaciones, el 3 de febrero de 1944 se firmó **el Tratado de Aguas Internacionales entre México y Estados Unidos** y se creó la **Comisión Internacional de Límites y Aguas** (CILA) dentro de la Secretaría de Recursos Exteriores (Hundley, 2000, p. 178). Este acuerdo permitió el aprovechamiento para riego de 1,850 hm<sup>3</sup> en el río Colorado y 320 hm<sup>3</sup> en el Bajo río Bravo y el valle de Texas.

También fue la culminación de un proceso que llevó al despegue de la agricultura en México al firmarse una asociación entre la Secretaría de Agricultura y Fomento con la Fundación Rockefeller en 1943 con el apoyo de la embajada de EUA en México (Jiménez, 1999, p. 972), que llevó a la creación de la Oficina de Estudios Especiales de la Secretaría de Agricultura y Fomento, iniciando operaciones en 1944, un gran esfuerzo de cooperación técnica y científica (COLPOS, 2020).

Uno de los trabajos más relevantes fue el apoyo a la investigación en la genética de cereales que se ubicó en el sur de Sonora, y donde los trabajos de Norman Borlaug llevaron a la que después se denominó la “Revolución Verde”, con el apoyo del gobierno al crear sistemas de apoyo como instituciones de crédito, programas de extensión agrícola, producción y distribución de fertilizantes y semillas, la disposición y disponibilidad de maquinaria agrícola y comercializadora de productos. Esta oficina funcionó entre 1943 y 1965 (Jiménez, 1999, pp. 972-973) y, entre otras personas contó con el liderazgo del Dr. Norman Borlaug, premio Nobel de la Paz por sus contribuciones a reducir la brecha de alimentos a nivel mundial.

El programa tuvo su auge entre 1960 y 1968, con un nuevo enfoque en la producción agrícola, basado en la agricultura de riego en la llanura costera del río Yaqui, y la construcción de una presa derivadora, presa Álvaro Obregón, hacia una amplia red de canales de riego y con una red de drenes, que pudo abrir 220,000 ha a la producción agrícola y escalar las experiencias a otras regiones del país y del mundo (Jiménez, 1999, p. 973).

### **Secretaría De Recursos Hidráulicos. 1947-1976**

El primero de enero de 1947 entró en vigor la Secretaría de Recursos Hidráulicos que marcó una era en el desarrollo del país, ya que la infraestructura hidroagrícola tuvo un crecimiento inigualado. Se creó una infraestructura de conocimiento, continuación del trabajo de la Comisión Nacional de Irrigación, para mejorar la planeación y ejecución de obras. También se buscó una nueva visión de la administración de los recursos hidráulicos a través de la conformación de las Comisiones de Cuenca, con un enfoque en el manejo integrado de recursos hidráulicos, en una forma inspirados en los logros en Estados Unidos, a través de los grandes proyectos hidráulicos regionales. En esta nueva visión, además de mejorar la producción agrícola y la generación de electricidad, también se consideraron los servicios de sanidad y drenaje, el control contra inundaciones, y el abastecimiento y suministro de agua con fines humanos, entre otros.



En la visión del manejo integrado de cuencas, el 26 de febrero de 1947 se conformó la Comisión del Papaloapan, el 1º de agosto de 1947 se conformó la Comisión del Tepalcatepec (Balsas), en 1951, se añadieron las Comisiones del Grijalva, y la Comisión del Fuerte. En 1950, se conformó la Comisión del Lerma-Chapala-Santiago, en 1951, la Comisión del Valle de México y en 1959 se reformaba la Comisión del Balsas (SRH, 1976, pp. 601-602). Todas estas comisiones requirieron e implementaron obras de almacenamiento, control de avenidas y generación de electricidad, construcción de carreteras, e incluso construcción de escuelas y campañas sanitarias (paludismo) (SRH, 1976 pp 388-570).

Para 1948, la Dirección General de Agua Potable y Alcantarillado estableció la regulación de las Juntas Federales de Agua Potable que inició el diseño y construcción de plantas de potabilización y de tratamiento de aguas residuales a través del país.

En 1950 se inició la construcción de redes de drenaje, como en el distrito de riego DR-041 Río Yaqui y en 1953 en el DR-014 Río Colorado; DR-037 Río Mayo, DR-076 Río Fuerte y distritos de Tamaulipas y Tabasco.

El 28 de febrero de 1951 se entregaron los distritos de riego a la SRH. Un inventario muestra una superficie de 1'315,306 ha (SRH, 1976 p 443).

Palacios y Oropeza (2015 p 113) mencionan que la modernización de las técnicas de riego se inició en 1962 con la conformación de las Oficinas de Ingeniería de Riego y Drenaje (p 116) que fue más notorio en el distrito de riego DR-041 Río Yaqui, aunque también se hizo en los distritos DR-014 Culiacán, DR-074 Río Fuerte, y DR-039 Río Mayo, con fines de rehabilitación, donde uno de los problemas relevantes fue el drenaje agrícola, dados los niveles freáticos y salinidad. En 1967 se empezaron a implementar programas para mejorar la eficiencia del riego y aumentar la productividad agrícola a nivel de parcela, para lo cual se desarrolló el Plan de Mejoramiento Parcelario o PLAMEPA, enfocado a trabajos de asesoría y trabajo directo con el productor (SRH, 1976 p 602). Este programa tuvo un inicio muy exitoso, pero no se extendió en el tiempo.

En 1970 se inicia un programa para la inclusión del trópico húmedo en el desarrollo agrícola, el Plan Chontalpa, que tenía como objetivo trabajar los terrenos inundados de la llanura costera de los ríos Papaloapan, Usumacinta y Grijalva, con la idea de introducirlos a la agricultura (SRH, 1976 p 570).

Un aspecto importante en esta época es el agua subterránea. Aunque el bombeo de agua subterránea empezó con los primeros motores de vapor a principios de los años 1900 (Moreno, 2006 p 118), la llegada de las bombas sumergibles a principios de los 1940s, basadas en diésel, aumentó la extracción de agua subterránea y, por consiguiente, el abatimiento de acuíferos. Esta situación forzó la expedición de regulaciones para controlar el bombeo de acuíferos (Moreno, 2006). El 30 de diciembre de 1947 se decretó una Ley Reguladora para controlar el bombeo de acuíferos y el establecimiento de vedas de acuíferos. La primera veda de acuíferos fue en el desierto sonorense (Moreno, 2006).

Para los 1960s, los productores agrícolas de las zonas con bombeo de agua subterránea se organizaron para introducir líneas de transmisión eléctrica en sus campos y electrificar sus sistemas de bombeo. Esto incrementó el uso de agua subterránea en México, y desde entonces más de 100 vedas de acuíferos se han establecido.

## **Ley Federal De Aguas (1977 - 1991)**





El 11 de enero de 1972 se publicó la **Ley Federal de Aguas**, donde se confirma a la Secretaría de Recursos Hidráulicos como la autoridad del agua. Esta ley derogó la Ley de Aguas de Propiedad Nacional, la Ley de Riegos de 1946, la Ley Federal de Ingeniería Sanitaria de 1947, la Ley de Cooperación para la Dotación de Agua Potable a los Municipios, y la Ley Reglamentaria del Párrafo Quinto del Artículo 27 Constitucional en materia de aguas del subsuelo de 1956.

Aunque la ley inició en vigor a principios de 1972, este período se inició con la extinción de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, el 30 de noviembre de 1976 y las funciones fueron transferidas a la Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica, dependencia de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

En esta ley se reúnen las aguas superficiales y subterráneas. Se reconoce a la acuacultura como un usuario. Se crean los “Comités Directivos de los Distritos de Riego” que participan en la planeación hidráulica, las “Unidades de Riego para la Producción Rural” (URDERALES), actualmente Unidades de Riego; los Distritos de Drenaje y Protección de Inundaciones (actualmente Distritos de Temporal Tecnificado), y los Distritos para Acuacultura. Se cambia la tenencia a una superficie máxima bajo riego en menos de 10 ha (previamente se tenían 50 ha).

En 1976, la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH) fue derogada y toda la infraestructura hidroagrícola fue transferida a la nueva Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). Los servicios sanitarios y de potabilización del agua fueron transferidos a una nueva secretaría de servicios urbanos, pero en 1983 se regresaron a los municipios.

El 13 de enero de 1986 se reforman y adicionan varios artículos con la finalidad de incluir el Sistema de Planeación Hidráulico, entre las modificaciones principales.

Es relevante mencionar que desde 1926 hasta 1991 el papel del gobierno fue un papel central ya que el diseño, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura hidroagrícola era conducido y financiado por el gobierno federal a través de: la Comisión Nacional de Irrigación y posteriormente, su sucesora, la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

### **La Ley De Aguas Nacionales (1992-2004)**

A partir del 1 de diciembre de 1992 se decretó la **Ley de Aguas Nacionales** que sustituye a la Ley Federal de Aguas. Además, se crea la nueva instancia encargada de la administración del agua, la **Comisión Nacional del Agua**, dependencia dentro de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP).

Entre las novedades, se tiene la creación de los **Consejos de Cuenca**, con la finalidad de fomentar la participación de los usuarios y se incluye el gasto ecológico, descrito como la parte del flujo de un río que debe mantenerse para conservar los ecosistemas de agua dulce. También, la nueva ley destaca el enfoque del manejo integrado de cuencas hidrográficas como una de las estrategias en la aplicación de las políticas hídricas por la CONAGUA. También se crea el **Registro Público de Derechos de Agua (REPGA)**, se inicia a gestionar la transmisión de títulos y el fomento a la participación de usuarios y sector privado en inversión en la infraestructura hidráulica.



También se inició un proceso de descentralización en 1997 para fortalecer las 13 Regiones Hidrológicas Administrativas, actualmente conocidas como **Organismos de Cuenca**. Y se empiezan a corresponsabilizar a los productores agrícolas de la “red menor” a través de la entrega de los distritos, ya que las unidades de riego eran administradas por particulares.

El fortalecimiento de la infraestructura parcelaria se inició en 1993 con el Programa **Procampo**, de apoyos directos al campo, para compensar a los productores mexicanos los apoyos que se otorgan en otros países con los que competimos. También había una modalidad **Procampo Capitaliza**, que era un sistema de garantías y acceso anticipado a pagos futuros del Procampo, para la realización de proyectos productivos técnicamente viables y financieramente rentables.

En 1996 se inició el Programa **Alianza para el Campo** (APC) un programa financiado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas (FAO-UNO) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR). Entre los objetivos estaban “incrementar la producción agropecuaria...”, “contribuir al equilibrio de la balanza comercial”, entre otros (FAO, 2003). Los programas correspondientes a Infraestructura Hidroagrícola que eran susceptibles de cofinanciar fueron: (i) mecanización, (ii) ferti-irrigación, (iii) tecnificación de la agricultura de riego por bombeo y (iv) recuperación de suelos salinos.

Por otro lado, los Distritos de Temporal Tecnificado, antes Distritos de Drenaje, empezaron a organizarse y tener las primeras obras de drenaje regional, así como sistemas de riego, que inició una etapa en el trópico húmedo, llegándose a conformarse 25 distritos distribuidos en el trópico húmedo, como posteriormente serán descritos.

### **Democratización Del Agua (2004-2020)**

El 18 de abril del 2004 se publican cambios a la **Ley de Aguas Nacionales** (CONAGUA, 2004), con modificaciones o aclaraciones al papel de organizaciones que tienen que ver con la democratización en la gobernanza del agua. Se relaciona los Consejos de Cuenca y la Organización y participación de los usuarios, de acuerdo con el sistema de planeación democrático conforme a “la política hídrica nacional y sus instrumentos entre ellos, el Plan Nacional Hídrico, la participación de usuarios y el Sistema Nacional de Información”. definiendo el aprovechamiento del agua y las reglas y condiciones para las concesiones de agua y la importancia de los estudios y balances hidrológicos y se definen a cuatro usuarios del agua: Uso público urbano, agrícola, generación de electricidad, otras actividades productivas, y el control de inundaciones. Se definen a los productores en unidades de riego, distritos de riego y temporal tecnificado, o de drenaje, autorizando a la Comisión para el “cobro de cuotas de recuperación para financiar sus actividades”.

Desde el punto de vista de la infraestructura hidroagrícola mayor hubo pocos avances, la introducción de tres nuevos distritos de riego y muchas unidades de riego y el fortalecimiento de los distritos de temporal tecnificado. El mayor mejoramiento fue la organización de productores tanto en los distritos de riego como en las unidades de riego y los Distritos de Temporal Tecnificado, los cuales fueron fortalecidos en este período con las grandes obras de los sistemas de drenaje regional.

### **Metodología**



Con la finalidad de valorar los impactos de las políticas en materia de infraestructura hidroagrícola en la historia del país, se hicieron análisis comparativos con base en una investigación documental, usando fuentes de información oficiales o documentos científicos.

Para analizar la evolución histórica de las políticas públicas en materia de infraestructura hidroagrícola se requiere información precisa y consistente. Curiosamente, las culturas mesoamericanas, especialmente las del Altiplano Central tenían sistemas catastrales muy precisos sobre población, bienes materiales, producción, entre otros, pues eran importantes para el pago de impuestos (Williams, 1992 pp 484-490). También hay evidencias que la precisión se debía a sistemas de contabilidad basados en nudos, manojos de cuerdas e hilos, que permitían llevar registros precisos (SRH, 1976 p 283). Con la llegada de los españoles esa tradición censal y catastral se perdió o se hizo de forma menos precisa. La independencia de México no mejoró mucho los sistemas de información y registros de datos. Hasta la época Porfiriana se tienen registros históricos sobre la infraestructura hidroagrícola que se pueden consultar, tanto por los informes presidenciales como documentación local. Desafortunadamente, la sistematización de información se inició a partir de la aparición de la Comisión Nacional de Irrigación en 1940 y este análisis, con sólo evidencias documentales sólo puede hacerse en forma consistente a partir de 1940.

El objetivo es encontrar una relación entre los períodos políticos y los resultados de infraestructura hidroagrícola. Desafortunadamente, las variables que describen la infraestructura hidroagrícola como longitud de canales de riego o de drenaje y número y sistemas de riego, no son consistentes. Por otro lado, en materia de drenaje agrícola, la actividad es muy reciente; por lo que la evolución histórica sólo puede hacerse con base en la infraestructura de riego. Por lo que para hacer comparaciones se usaron como variables: (i) la capacidad y número de obras de almacenamiento en las obras de retención ( $\text{hm}^3/\text{año}$ ), y (ii) la superficie abierta al riego en los períodos (ha). Asimismo, dada la variabilidad de la duración de los períodos, los parámetros de comparación fueron las tasas de capacidad de almacenamiento anual ( $\text{m}^3/\text{a}$ ) y la tasa anual de superficie incorporada al riego ( $\text{ha}/\text{a}$ ).

Las dos obras de infraestructura que se pueden obtener son las obras de almacenamiento y la superficie bajo riego, por lo que la comparación de las épocas históricas se hace con base a estos dos tipos de información.

## Resultados Y Discusión

La capacidad de almacenamiento y el número de obras con fines de riego fue obtenido gracias a las compilaciones hechas por la Secretaría de Recursos Hidráulicos (1976), combinada con informes de las Estadísticas del Agua de la Comisión Nacional del Agua de 2003 (CONAGUA, 2003 p 47) y 2018 (CONAGUA, 2018 p 105).

El cuadro 6 muestra una clara tradición en la construcción de obras de almacenamiento de agua con fines de riego porque, incluso en la época prehispánica se hicieron obras, aun cuando no se tiene un censo de ellas, pero la documentación lo confirma (Rojas, 2009 pp 9-20). La tasa de crecimiento fue creciendo de 0-04 presas/a hasta lograr un máximo de 238.8 presas/a entre 1977 a 1991, en el cual se acumularon 4,500 presas, de las cuales 180 son mayores de  $2 \text{ hm}^3$  (CONAGUA, 2018a p 105); sin embargo, el mayor volumen de almacenamiento se hizo durante la gestión de la Secretaría de Recursos



Hidráulicos, con 3,104.34 hm<sup>3</sup>/a, seguida por el período 1977-1991 con 2,974.8 hm<sup>3</sup>/a. No ha habido incrementos desde esa época.

**cuadro 2.** Capacidad de almacenamiento de presas en México

ÉPOCA	PERÍODO	DURACIÓN (años)	NÚMERO DE PRESAS		CAPACIDAD (hm <sup>3</sup> )		TASA DE CRECIMIENTO	
			PERÍODO	ACUMULADO	PERÍODO	ACUMULADO	Presas/a	hm <sup>3</sup> /a
PREHISPÁNICA	¿7000AC?-1521	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
COLONIAL	1522-1823	302	11	11	265.05	265.05	0.04	0.88
INDEPENDIENTE	1824-1876	53	9	20	26.85	291.90	0.17	0.51
PORFIRIANA	1877-1911	35	50	70	6,697.93	6,989.83	1.43	191.37
REVOLUCIÓN	1912-1925	14	36	106	3,265.74	10,255.57	2.57	233.27
COMISIÓN NAL. DE IRRIGACIÓN	1926-1940	21	73	179	1,992.31	12,247.88	3.48	94.87
SRÍA. DE REC. HIDRÁULICOS	1941-1976	30	739	918	93,130.18	105,378.06	24.63	3,104.34
LEY FEDERAL DE AGUAS	1977-1991	15	3,582	4,500	44,621.94	150,000.00	238.80	2,974.80
LEY DE AGUAS NACIONALES	1992-2003	12	0	4,500	0.00	150,000.00	0.00	0.00
DEMOCRACIA	2004-2018	15	0	4,500	0.00	150,000.00	0.00	0.00

Fuentes: Propia con base en datos de Rojas (2009 pp 9-20); (SRH, 1976 p 163; 164; 258; 325; 374-375; y 325) y CONAGUA (2003 p 100 y 2018 p 105)

El mejor indicador de la infraestructura hidroagrícola es la superficie bajo riego. En las primeras cinco épocas no existen datos por lo que fueron estimadas, como se describe a continuación, y las demás épocas fueron precisadas con base a la información disponible.

### Época Prehispánica (¿7000? Ac-1521)

Con base en justificaciones religiosas, durante la colonia se destruyó la información indígena documental existente; sin embargo, todavía existen vestigios y códices donde se puede comprobar la existencia de catastros y censos de las posesiones de las culturas prehispánicas pero no permiten tener una estimación nacional.

Sin citar superficies, Ángel Palerm (citado en SRH, 1976 pp 70-79) documentó 382 sitios donde se practicaba la irrigación en la época prehispánica. Estos sitios cubren casi toda la geografía de México: Colima, DF, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Veracruz y Zacatecas. Los sitios también incluían huertas, cultivos de cacao, donde se puede incluir a Chiapas, pero no se incluyen lugares en Aridoamérica. Todavía permanecen algunos vestigios de esa época (Rojas, 2009, p 13) en: Valle de Tehuacán, Puebla; Tezcutzingo, Estado de México; río Tula y Teotlalpan, Estado de México e Hidalgo; Cuernavaca, Morelos, y río Nexapa (Puebla), así como chinampas en Xochimilco, en la ciudad de México.

Una estimación razonable de la superficie bajo riego para esta época serían 38,200 ha, al asignar 100 ha por cada uno de los 382 sitios documentados por Palerm. Sólo la superficie con chinampas en Xochimilco se estimó en 9,000 ha para la época prehispánica (Rojas, 2020).

### Época Colonial (1521-1824).

Tampoco existen datos de la superficie bajo riego durante la época colonial, pero está documentado que se construyeron 11 presas importantes con fines de riego con una



capacidad de almacenamiento aproximado de 263.85 hm<sup>3</sup> y acueductos (SRH, 1976 p 164), casi todas en el centro del país.

Para estimar la posible superficie con riego, se utilizó la capacidad de almacenamiento de las presas de la época colonia. Con la capacidad antes mencionada se podrían regar hasta 26,385 ha, y sumadas con las existentes, podríamos pretender una superficie acumulada mayor de 64,585 ha para el inicio de la independencia del país. Las cifras son acumuladas porque la mayor parte de los pueblos indígenas seguía manteniendo sus sistemas de producción, como lo documentan las demandas de los pueblos indígenas ante autoridades coloniales, especialmente del área de Teotihuacán (SRH, 1976 pp 207-213).

### Época Independiente (1824-1876)

Sin tener cifras de superficie bajo riego, se tiene documentada la construcción de nueve presas con una capacidad de 26.9 hm<sup>3</sup> (SRH, 1976 p 258) equivalentes para el riego de una superficie de 2,690 ha.

### Época Porfiriana (1877-1911)

En este período se construyeron 50 presas de almacenamiento con una capacidad de 6,697.9 hm<sup>3</sup>, incluyendo un represo para controlar las aguas del Lago de Chapala, donde también se asignaron títulos para agricultura que, al sustraerse daría un volumen de 343.9 hm<sup>3</sup>, equivalentes a la siembra de 34,390 ha. Sin embargo, enseguida se describe una superficie nueva regada que suma 67,500 ha y, considerando la previamente existente, así como la dedicada en Chapala y La Laguna, se puede aproximar a una superficie cercana a las 100,000 ha para la finalización del Porfiriato.

Los principales proyectos agrícolas, realizados por particulares, que se hicieron en este período y que están documentados fueron:

- Derivaciones de agua del río Mayo en 1865 por los hermanos Salido para regar 7,387 ha en Tres Hermanos (Grácida, 1997b pp 97) y 2,800 ha para 1911 en la parte baja (Grácida, 1997a pp 49-50); es decir, un total de 10,187 ha;
- Derivaciones del río Fuerte en la llanura costera del norte de Sinaloa por comunidades extranjeras, guiados por Albert Owen en 1892 (Shapira, 1973 p 141) y después por Benjamin Johnston para la siembra y construcción de un molino para caña de azúcar (Infante, 2011) (Shapira, 1973 p 141); por lo que para 1913 tenían 12,300 ha (Shapira, 1973 p 143);
- Conformación de la “Sociedad de Irrigación y Terrenos de Baja California, S.A.” entre Charles Rockwood y Guillermo Andrade en 1898 para desarrollar una superficie agrícola desviando agua del río Colorado en conjunción con agricultores del valle imperial, en California (Hundley Jr., 2000 p 59) que, a pesar de las fricciones, deslindaron 40,000 ha (Grácida, 1997 p 49). Esta superficie fue aumentada posteriormente;
- La concesión otorgada a Pablo Ginter y Joaquín Cortázar para construir la presa La Boquilla en 1906 para regar una superficie agrícola y generar electricidad (Rosales, 2009 p 1);

Las actividades realizadas con fondos públicos fueron, al menos:



- Estudios realizados por “una comisión geográfica exploradora para levantar planos topográficos del Mayo y del Yaqui, y repartir sus terrenos” (Aguilar, 1977 p 47), en seguimiento a una iniciativa de Carlos Conant Maldonado, a través de la conformación de la *Sonora Sinaloa Irrigation Company* con financiamiento de Estados Unidos, para desviar aguas del río Yaqui e irrigar la llanura costera sonorenses, en 1890 (La desviación de agua se hizo en el sitio llamado “Los Hornos” y se terminaron las obras en 1896 por el gobierno, en lo que actualmente es el distrito de riego DR-018 Comunidades Yaquis (SRH, 1976 p 236); sin embargo, sólo se regaban 5,000 ha (Aguilar, 1977 pp 56-57);
- Los trabajos apoyados por el gobierno de Díaz para la construcción de presas y sistemas de canales en la zona de La Laguna, Durango y Coahuila, sobre el río Nazas (SRH, 1976 p 237). No se precisa la superficie, pero puede haber sido mayor de 5,000 ha.

### **Revolución Mexicana (1911-1925)**

Este fue un período escaso en iniciativas y acciones dada la inestabilidad política y, en el mejor de los casos fue la conclusión de obras iniciadas en el período anterior, como fue la presa La Boquilla, sobre el río Conchos, cerca de Camargo, Chihuahua que se inició en 1909 y se concluyó en 1916 (Rosales, 2009 pp 2-3).

Se construyeron 36 presas con una capacidad de 3,265.7 hm<sup>3</sup>, suficientes para la siembra potencial de 326,570 ha, pero la mejor documentación es la que dice que en este período “las áreas regadas en forma imperfecta antes de 1926... se elevaban a” 399,120 ha (SRH, 1976 p 377).

### **La Comisión Nacional De Irrigación (1926-1947)**

Al final de 1946, la superficie irrigable del país era 1´407,786 ha, con un incremento de 625,512 ha en este período (INEGI, 1986 p 846). La capacidad de almacenamiento acumulada reportada es 12,548 hm<sup>3</sup> con 920 obras mayores de 0.5 hm<sup>3</sup> acumuladas a 1946 (INEGI, 1986 p 848).

### **La Secretaría De Recursos Hidráulicos (1947 - 1976)**

El 28 de febrero de 1951 se entregaron los distritos de riego a la SRH. Un inventario muestra una superficie de 1´315,306 ha (SRH, 1976 p 443) para esa época. Al final de la existencia de la SRH, la superficie bajo riego con grande irrigación fue de 2´487,483 ha, la de pequeña irrigación fue de 786,943 ha, sumando 3´274,426 ha (INEGI, 1986 p 846).

### **La Ley Federal De Aguas (1977 - 1991)**

La obra hidráulica hasta este momento se calculó en 4,500 presas y una capacidad de almacenamiento de 150,000 hm<sup>3</sup>. La superficie de riego se reportó en 2´904,690 ha en distritos de riego y 1´226,015 ha de unidades de riego para el desarrollo rural sumando una superficie de riego de 4´130,705 ha.



## La Ley De Aguas Nacionales (1992-2003)

Las cifras oficiales dan una superficie con concesiones para riego de 2'554,725 ha en distritos de riego y 2'956,420 ha en unidades de riego, sumando 5'508,445 ha. La capacidad de almacenamiento permaneció igual que el período anterior (CONAGUA, 2003 p 47).

## Democratización Del Agua (2004-2020)

En este período casi toda la infraestructura hidráulica y la superficie de riego prácticamente no cambió. La capacidad de almacenamiento permaneció en 150,000 hm<sup>3</sup> (CONAGUA, 2018 p105) y el número de presas que, aunque se mencionan más de 5,000 presas, pero no se precisan la construcción de las 500 con relación al período anterior. Asimismo, la superficie concesionada sólo aumentó en los nuevos distritos de riego para sumar 5'511,145 ha.

El Cuadro 7 presenta la evolución histórica de la superficie bajo riego en distritos y unidades y su crecimiento. Aunque no se especifica en la época prehispánica, hay suficientes evidencias para mencionar la existencia de superficie, como ejemplo las chinampas.

Cuadro 3 Evolución histórica de la superficie de riego en México

ÉPOCA	PERÍODO	DURACIÓN (años)	SUPERFICIE (ha)			TASA DE CRECIMIENTO (ha/a)
			INICIAL	INCREMENTO	FINAL	
PREHISPÁNICA	¿7000AC?-1521	SD	0	38,200.0	38,200.0	
COLONIAL	1522-1823	302	38,200	26,385.0	64,585.0	87
INDEPENDIENTE	1824-1876	53	64,585	2,690.0	67,275.0	51
PORFIRIANA	1877-1911	35	67,275	67,500.0	134,775.0	1,929
REVOLUCIÓN	1912-1925	14	134,775	264,345.0	399,120.0	18,882
COMISIÓN NAL. DE IRRIGACIÓN	1926-1946	21	399,120	383,154.0	782,274.0	18,245
SRÍA. DE REC. HIDRÁULICOS	1947-1976	30	782,274	2,492,152.0	3,274,426.0	83,072
LEY FEDERAL DE AGUAS	1977-1991	15	3,274,426	1,757,165.0	5,031,591.0	117,144
LEY DE AGUAS NACIONALES	1992-2003	12	5,031,591	476,854.0	5,508,445.0	39,738
DEMOCRACIA	2004-2018	15	5,508,445	2,700.0	5,511,145.0	180

Fuente: Propia: las primeras 4 son estimaciones de las presas (Cuadro 6) y SRH (1976 p 377; 377 y 341), INEGI (1986 p 848), SIACON (2020) y CONAGUA (2018b pp 397-398)

Un aspecto altamente relevante es saber dónde estamos con relación a las metas proyectadas en el pasado con respecto a la superficie irrigada. La instancia que hizo una mejor descripción del futuro del país fue la Comisión Nacional de Irrigación (SRH, 1976 pp 353-354).

Las metas de superficie bajo riego se prospectaron en función del clima del país y las fuentes de suministro posibles. En la forma que se hizo la prospección la comparación no es muy buena ya que no se incluyen las zonas templadas, donde se encuentra una gran superficie de riego, casi un millón de ha.

Una forma más comparable es reducir la prospección inicial a las actuales unidades administrativas, considerando a los distritos de riego, como zonas con grandes corrientes;



a las unidades de riego como zonas con pequeñas corrientes. Las zonas húmedas con requerimientos de riego se podrían comparar con los distritos de temporal tecnificado, mientras que las zonas sin necesidad de riego no estarían incluidas.

Las zonas áridas y semiáridas con presencia de grandes ríos, que se convirtieron en la “grande irrigación” y las zonas con pequeñas corrientes como “pequeña irrigación”. Esta se puede traducir en superficie en distritos de riego, gran irrigación, y unidades de riego, o pequeña irrigación y se describe en las filas 1 y 2. La prospección suma 5 millones y el resultado es ligeramente mayor, 5.51 millones de ha, entre distritos y unidades de riego en las zonas áridas y semiáridas del país. Si es conveniente mencionar que la superficie “con grandes ríos” parece haber sido sobreestimada y sólo se pudieron hacer un 64%. Las zonas con pequeñas corrientes pueden ser las unidades de riego y en este caso, la superficie está subestimada en casi un 300%, pero el promedio de ambos es una ligera sobreestimación. Es conveniente resaltar que los terrenos en clima templado están incluidos en distritos y unidades de riego.

Cuadro 4. Metas de superficie con infraestructura hidroagrícola realizada por la Comisión Nacional de Irrigación.

TIPO	ÁREA (ha)		EJECUCIÓN
	PROYECTADA	TERMINADA	(%)
Zonas áridas y semiáridas con grandes ríos (DR)	4,000,000	2,554,725	63.9%
Zonas áridas y semiáridas con pequeñas corrientes (UR)	1,000,000	2,956,420	295.6%
<b>SUBTOTAL</b>	<b>5,000,000</b>	<b>5,511,145</b>	110.2%
Zonas semihúmedas con riego complementario (DTT)	2,000,000	2,826,700	141.3%
Zonas húmedas sin riego	2,000,000		0.0%
<b>SUBTOTAL</b>	<b>4,000,000</b>	<b>2,826,700</b>	70.7%
<b>TOTAL</b>	<b>9,000,000</b>	<b>8,337,845</b>	92.6%

Fuente: Modificada (SRH, 1976 p 354) y completada con superficie concesionada para riego

Cuando se analizan los terrenos en clima húmedo y subhúmedo, los distritos de temporal tecnificado se encuentran en el trópico húmedo, con excepción del distrito de San Fernando en Tamaulipas y, como resultado se tiene una sobreestimación de ejecución prácticamente del 40%. Como no se tiene una estimación de la superficie en zonas húmedas sin necesidad de riego, pero si probable requerimiento de drenaje, se tiene una ejecución del 0 %.

El resultado final es que se tiene una ejecución del 92.6% en materia de riego, que es bastante apropiado a las necesidades prospectadas previamente.

Se puede decir que existe una tradición de irrigación en México, que se ha mantenido con tasas de crecimiento distintas en función de las condiciones legales e institucionales de la época. Las épocas con menor tasa de crecimiento han sido las épocas de inestabilidad del país. A partir de la época porfiriana con una tasa de 1,929 ha/a, se empezaron a aplicar políticas públicas para apoyar la infraestructura de riego. Incluso,





durante el período de los primeros gobiernos de la revolución hubo tasas de crecimiento importantes. Sin embargo, el inicio organizado fue con la conformación de la Comisión Nacional de Irrigación en 1926 que fue el inicio de la construcción de recursos humanos y materiales para lograr las mayores tasas de crecimiento que se obtuvieron después de la extinción de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, pero que fue la base para la construcción de obras de almacenamiento y las grandes obras hidráulicas en los distritos de riego. La máxima tasa de crecimiento fue en el período 1977-1991 llegando a 117,144 ha/a porque prácticamente estaban llegando a la meta para las zonas de “grande irrigación”.

En el período 1926 a 1991 fue notorio el apoyo gubernamental financiera y técnicamente, para el logro de las metas en infraestructura de riego. A partir de 1991 la tasa de crecimiento de las zonas de riego empezó a disminuir a tasas de 180 ha/a. Se puede decir que la apertura de nuevas tierras al riego son esfuerzos particulares en unidades de riego.

## CONCLUSIONES

Se presenta una temporalización de las políticas en materia de infraestructura hidroagrícola basadas en los marcos legales e institucionales, que muestra una relación con las necesidades del país para cumplir con las demandas alimentarias.

Estos períodos permiten distinguir que las inversiones nacionales se reflejaron en una actividad reconocida desde la época prehispánica, el aseguramiento de la producción de alimentos. A partir del porfiriato, el país empezó a invertir en la construcción de la base alimentaria del país al grado que en 80 años se pudo lograr la mayor superficie susceptible de infraestructura hidroagrícola, lo cual lo demuestran que el 93% de la superficie diagnosticada con esa necesidad se tiene actualmente en operación.

También se refleja la importancia del esfuerzo concretado con la conformación de la Comisión Nacional de Irrigación que fue decisivo en la construcción de una base de recursos humanos y materiales que pudieron hacer que el país sea uno de los de mayor infraestructura hidroagrícola a nivel mundial, así como las instituciones que nacieron de ella, como la Secretaría de Recursos Hidráulicos, la Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica, parte de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, hasta la actual Comisión Nacional del Agua, dependiente de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.



## Referencias

- Aguilar Camín, Héctor. 1977. La frontera nómada: Sonora y la Revolución mexicana. Editorial Siglo XXI. México, DF. 450 pp
- Arias Rojo, Hector Manuel, Alma Angelina Haro Martínez, Martín Alberto Delgado Saldívar. 2014. El Ordenamiento Ecológico como una Herramienta para la Promoción del Desarrollo Económico Territorial. En "Wong González, Pablo; Luis Núñez Noriega y Vidal Salazar Solano. Desarrollo Económico Territorial: Visión y Experiencias desde la Región Norte de México". Pp 217-226
- Arias Rojo, H., Steve Craft, Rodrigo Patrón, Carlos Baldenebro, Jesús Tarriba, Arturo González, Heber Saucedo, Rodolfo Namuche, V. Nahúm García and Carlos Fuentes. 2018. Tile drainage: a strategy to cope with the food challenge facing Mexico. Modern Environmental Science and Engineering 4(8):742-748
- Arias Rojo, H. and Salmón Castelo, R.F. 2019. Mexican Water Sector: A brief review of its history (Chapter 2). In H. R. Guerrero García Rojas (Ed). Water Policy in Mexico (Global Issues in water policy 20. Pp: 19-51). Cham: Springer
- COLPOS. 2020. Línea de tiempo. Colegio de Postgraduados. Visitado el 9 de abril del 2020. <https://www.colpos.mx/wb/index.php/conocenos/linea-de-tiempo>
- Compean y col., 2018. <https://www.slideshare.net/alfredocompean1/historia-de-la-agricultura-en-mxico-y-zonas-agricolas-de-riego-y-temporal>
- CONAGUA. 2003. Estadísticas del Agua en México. Comisión Nacional del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF 104 pp.
- CONAGUA. 2008. Proyecto CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF 317 pp.
- CONAGUA, 2012. Ley de Aguas Nacionales. Comisión Nacional del Agua. Diario Oficial de la Federación. 18 de abril del 2008. México, DF.
- CONAGUA. 2018a. Estadísticas del Agua en México. Comisión Nacional del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF 303 pp.
- CONAGUA. 2018b. Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego. Año agrícola 2016-2017. Subgerencia General de Infraestructura Hidroagrícola. Comisión Nacional del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF 404 pp.
- CONAGUA. 2018c. Estadísticas Agrícolas de las Unidades de Riego. Año agrícola 2016-2017. Subgerencia General de Infraestructura Hidroagrícola. Comisión Nacional del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF 900 pp.



- CONAGUA. 2018d. Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Temporal Tecnificado. Año agrícola 2017. Subgerencia General de Infraestructura Hidroagrícola. Comisión Nacional del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF 144 pp.
- FAO. 2003. Proyecto "Evaluación para el Campo" México. Visitado el 25 de mayo del 2020. [http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/prior/segalim/alianza.htm](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/alianza.htm)
- Grácida Romo, Juan José. 1997a. Capítulo I. Génesis y Consolidación del Porfiriato en Sonora (1883-1895). En Radding de Murrieta, Cynthia (Coord). Tomo IV. Historia General de Sonora. Sonora Moderno: 1880-1929. Instituto Sonorense de Cultura. Gobierno del Estado de Sonora. 380 pp
- Grácida Romo, Juan José. 1997b. Capítulo II. La expansión capitalista y sus nuevos requerimientos. En Radding de Murrieta, Cynthia (Coord). Tomo IV. Historia General de Sonora. Sonora Moderno: 1880-1929. Instituto Sonorense de Cultura. Gobierno del Estado de Sonora. 380 pp
- Hirt, K. Kris. 2019. The domestication of maize in America. Maize: a 9,000-year-old radical experiment in plant domestication. Though.co visitado el 4 de abril del 2020. <https://www.thoughtco.com/maize-domestication-history-of-american-corn-171832>
- INE-RDS-PNUD. 2000. Áreas Naturales Protegidas de México con decretos federales. Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAT), Red para el Desarrollo Sustentable, A.C. y Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). México, DF. 830 pp.
- INEGI. 1986. Estadísticas Históricas de México. Tomo I. Instituto Nacional de Estadísticas Geografía e Informática. México, DF. 490 pp
- Jiménez Velázquez, Mercedes A. 1999. La Fundación Rockefeller y la Investigación Agrícola en América Latina. Comercio Exterior 40(10):968-975. Consultada el 9 de abril del 2020. <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/167/7/RCE7.pdf>
- Kroeber, Clifton B. 1994. El hombre, la tierra y el agua. Las políticas en torno a la irrigación de la agricultura de México 1885-1991. México. IMTA/CIESAS
- Luna Escalante, Gustavo. 2007. Derechos, Usos y Gestión del Agua en el territorio Yaqui. Tesis de Diplomado en Gestión Integrada en Cuencas Hidrológicas. Colegio de Sonora. Hermosillo, Sonora. 166 pp.
- Molina Enríquez, Andrés. 1909. Los grandes problemas Nacionales. A. Carranza e Hijos. México, DF. pp



**“Primer Bula Inter caetera de Donación del Papa Alejandro VI a los Reyes Católicos”**  
del 3 de Mayo de 1493. Citado en  
([http://www.biblioteca.tv/artman2/publish/1493\\_258/Primera Bula Inter caetera de Donación del Papa Al 443.shtml](http://www.biblioteca.tv/artman2/publish/1493_258/Primera_Bula_Inter_caetera_de_Donacion_del_Papa_Al_443.shtml)).

Palacios-Vélez, O. L., y F.J.A. Pedraza-Oropeza. 2015. Drainage and Salinity Problems in the Mexican Irrigation Districts: An Overview 1962-2013. *Water Technology and Sciences*, 6(6), 113-123

Puente González, Arturo y Edgar Ribero Cob. 2007. Indicadores económicos de seguridad y soberanía alimentaria, actividad productiva y paridad urbana-rural. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Cámara de Diputados. LX Legislatura/Congreso de la Unión. México, DF. 597 pp.

Rojas Rabiela, Teresa. 2009. Las obras hidráulicas en las épocas prehispánica y colonia. Pp 9-26. En SEMARNAT (editor). *Semblanza Histórica del Agua en México*. Subdirección General de Programación. Comisión Nacional del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF. 82 pp.

Rojas Rabiela, María Teresa. 2020. Las chinampas de México: métodos constructivos. Visitado el 22 de mayo del 2020.

<https://arqueologiamexicana.mx/indice-tematico-mexico-antiguo/las-chinampas-de-mexico-metodos-constructivos>

Rosales Villa, Manuel. 2009. La Boquilla: Cien años de historia. Sitio visitado el 29 de abril del 2020

<https://santarosaliadecamargo.files.wordpress.com/2009/09/gaceta-134-julio-agosto-2009.pdf>

Shapira, Yoram. 1973. Comisiones de Desarrollo Regional: La Comisión del Río Fuerte. 2(1):139-175. Visitado el 29 de abril del 2020

[https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/9170/1973\\_vol2\\_no1\\_p139-175.pdf;sequence=1](https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/9170/1973_vol2_no1_p139-175.pdf;sequence=1)

SRH. 1976. El Agua y su aprovechamiento a través de la historia de México. Volumen I. Editorial Hoy, S.A. México, DF. 638 pp

Vuelvas Cisneros, Marco Antonio. 2016. Las unidades de riego para el desarrollo rural. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Cámara de Diputados. Congreso de la Unión. México, DF. 122 pp.



Williams, Barbara J. 1992. Tepetate in the 16<sup>th</sup> century and contemporary folk terminology Valley of Mexico. In "Zebrowski, Claude et al (Eds). Los Suelos Volcánicos Endurecidos. TERRA Volumen Especial. 10:481-491. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C." Mexico, DF.