"ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO"

PROPUESTA DE VISIÓN, OBJETIVOS ESTRATÉGICOS Y ESPECÍFICOS, PROSPECTIVA, CARTERA DE PROYECTOS Y ACCIONES

INFORME XII

CHIHUAHUA, CHIHUAHUA

ELABORÓ:

DAVID HUMBERTO SÁNCHEZ NAVARRO

AGOSTO 2024

ESTUDIO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO QUE INCLUYA POLÍTICAS Y ACCIONES EN MATERIA DE AGUA SUPERFICIAL, AGUA SUBTERRÁNEA, DRENAJE PLUVIAL Y NUEVAS FUENTES E INFRAESTRUCTURA PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL MUNICIPIO.

ÍNDICE

CAPÍTULO DUODÉCIMO: PROPUESTA DE VISIÓN, OBJETIVOS ESTRATÉGICOS Y ESPECÍFICOS, PROSPECTIVA, CARTERA DE PROYECTOS Y ACCIONES.

1. Introducción 6
1.1. Antecedentes 6
2. Visión 58
2.1. Objetivos Estratégicos 59
2.2. Prospectiva para el Plan Municipal Hídrico de Chihuahua 60
3. Metodología 62
4. Cartera de Proyectos y Acciones 62
4.1. Objetivos Estratégico 1. Mejorar el Monitoreo del Uso del Agua 62
4.2. Objetivos Estratégico 2. Desarrollar Proyectos Climáticos 76
4.3. Objetivos Estratégico 3. Invertir en Infraestructura Resiliente 84
4.4. Objetivos Estratégico 4. Análisis y Gestión de Acuíferos 94
4.5. Objetivos Estratégico 5. Promover la Captación y Uso de Aguas Pluviales 109
4.6. Objetivos Estratégico 6. Fomentar el Uso de Agua Residual Tratada 113
4.7. Objetivos Estratégico 7. Invertir en Modernización y Conservación de Infraestructura 116
4.8. Objetivos Estratégico 8. Asegurar la Sostenibilidad Ambiental y Social 118
4.9. Objetivos Estratégico 9. Fortalecer la Gobernanza del Agua 121
4.10. Relación de los Objetivos del PMH con el PEH 2040 126
4.11. Propuestas y Alternativas Planteadas con Anterioridad 132
4.12. Proyectos para la seguridad de abastecimiento de agua potable y para la Mejora de la Infraestructura Hidrosanitaria en el Municipio de Chihuahua a cargo de la JMAS Chihuahua 134
5. Síntesis de la Cartera de Proyectos 138
6. Análisis de la Implementación de los Proyectos 141
6.1. Posibles Fuentes de Financiamiento 141
6.2. Beneficios, Riesgos y Responsables de los Proyectos 145
7. Estrategia de Promoción de la Cultura del Agua 151

7.1. Estrategia de la Promoción de la Cultura del Agua en el Municipio de Chihuahua 156
8. Conclusión 161
9. Referencias 162

Índice de Figuras

Figura 1. Meta del Objetivo 1 con sus estrategias prioritarias y acciones puntuales. PNH 2020-2024 (3). 11
Figura 2. Meta del Objetivo 2 con sus estrategias prioritarias y acciones puntuales. PNH 2020-2024 (3). 12
Figura 3. Meta del Objetivo 3 con sus estrategias prioritarias y acciones puntuales. PNH 2020-2024 (3). 13
Figura 4. Meta del Objetivo 4 con sus estrategias prioritarias y acciones puntuales. PNH 2020-2024 (3). 14
Figura 5. Meta del Objetivo 5 con sus estrategias prioritarias y acciones puntuales. PNH 2020-2024 (3). 15
Figura 6. Relación de indicadores sobre las metas para el bienestar y los parámetros, por objetivo prioritario del PNH 2020-2024 (3). 16
Figura 7. Región hidrológica-administrativa VI Rio Bravo. Fuente elaboración propia. 18
Figura 8. Unidades de Planeación de la Región hidrológica-administrativa VI Rio Bravo. Fuente: PHR-VIRB 21-24 (8). 19
Figura 9. Zona Metropolitana de Chihuahua. Fuente: INEGI (2015) (9). 20
Figura 10. Problemática Hídrica de la Región Hidrológico-Administrativa VI Río Bravo (RHAVI-RB). Fuente: PHR-VIRB 21-24 (8). 21
Figura 11. Estructura de proyectos de acuerdo con objetivo, tema estratégico y nivel, 2021-2050. Fuente: PHR-VIRB 21-24 (8). 32
Figura 12. Relación de problemas-objetivos y acciones del PEH 2040. Fuente: JCAS 2022 (5). 34
Figura 13. Relación de responsables de seguimiento según objetivos y acciones del PEH 2040. Fuente: JCAS 2022 (5). 40
Figura 14. Integración de los Planes para formular el PMH de Chihuahua. Fuente: elaboración propia. 58

Índice de Tablas

Tabla 1. Indicadores que muestran los resultados del 2020 al 2022 del PNH 2020-2024 (3). 9
Tabla 2. Objetivo 1. Garantizar la seguridad hídrica del estado de chihuahua (Problemática y Proyectos). Fuente: PMPGH 2022 (6). 49
Tabla 3. Objetivo 2. Incentivar el uso racional del agua en la agricultura (Problemática y Proyectos). Fuente: PMPGH 2022 (6)..... 50
Tabla 4. Objetivo 3. Fortalecer a los organismos operadores (Problemática y Proyectos). Fuente: PMPGH 2022 (6). 51
Tabla 5. Objetivo 4. Incentivar la gobernabilidad y gobernanza en el sector del agua (Problemática y Proyectos). Fuente: PMPGH 2022 (6). 52
Tabla 6. Objetivo 5. Reducir el riesgo de la población ante fenómenos hidro-meteorológicos agua (Problemática y Proyectos). Fuente: PMPGH 2022 (6). 53
Tabla 7. Objetivo 6. Educación, investigación e innovación en temas hídricos (Problemática y Proyectos). Fuente: PMPGH 2022 (6). 53
Tabla 8. Relación de los objetivos estratégicos planteados para el Plan Municipal Hídrico con el PEH 2040..... 126
Tabla 9. Relación de los proyectos propuestos para los objetivos estratégicos planteados para el Plan Municipal Hídrico 2040. 127
Tabla 10. Continuación de la relación de los proyectos propuestos para los objetivos estratégicos planteados para el Plan Municipal Hídrico 2040. 130
Tabla 11. Propuestas antecedentes, con actualización de inversión..... 132
Tabla 12. Relación de los riesgos y beneficios de los proyectos del objetivo estratégico 1. 146
Tabla 13. Relación de los riesgos y beneficios de los proyectos del objetivo estratégico 2. 147
Tabla 14. Relación de los riesgos y beneficios de los proyectos del objetivo estratégico 3. 147
Tabla 15. Relación de los riesgos y beneficios de los proyectos del objetivo estratégico 4. 148
Tabla 16. Relación de los riesgos y beneficios de los proyectos del objetivo estratégico 5-6..... 149
Tabla 17. Relación de los riesgos y beneficios de los proyectos del objetivo estratégico 7-8..... 149
Tabla 18. Relación de los riesgos y beneficios de los proyectos del objetivo estratégico 9. 150
Tabla 19. Estimación de ahorro de agua a partir de diferentes programas enfocados a la conservación del agua (55). 154

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Acrónimos

Acrónimo	Significado
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PHR-VIRB 21-24	Plan de la Región hidrológica-administrativa VI Rio Bravo
PEH	Plan Estatal Hídrico
PMH	Plan Municipal Hídrico
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
SEECH	Servicios Educativos del Estado de Chihuahua
SEP	Secretaría de Educación Pública
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
JMAS	Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Chihuahua
SINA	Sistema Nacional de Información del Agua
REPDA	Registro Público de Derechos de Agua
Mm3	Millón de metros cúbicos
CONAPO	Comisión Nacional de Población
IMCO	Instituto Mexicano para la Competitividad
EF	Eficiencia Física
l/hab/día	Litro habitante día
DMA	Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea
Hm^3	Hectómetro cúbico

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Acrónimo	Significado
POELMCH	Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Chihuahua
IMPLAN	Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
LAN	Ley de Aguas Nacionales
DOF	Diario Oficial de la Federación
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
NOM	Norma Oficial Mexicana
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
PEA	Población Económicamente Activa
ENOE	Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
CANACINTRA	Cámara Nacional de la Industria de la Transformación
MDP	Millones de pesos
IMPI	Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial
UE	Unidad Económica
VAB	Valor Agregado Bruto
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
DIF	Desarrollo Integral de la Familia
CEDEFAM	Centros de Desarrollo Familiar

CAPÍTULO DUODÉCIMO: PROPUESTA DE VISIÓN, OBJETIVOS ESTRATÉGICOS Y ESPECÍFICOS, PROSPECTIVA, CARTERA DE PROYECTOS Y ACCIONES.

En este capítulo se propone una visión integral esencial para el Plan Municipal Hídrico (PMH) de Largo Plazo, destacando posibles objetivos estratégicos que mejoren la gestión del agua y promuevan su acceso equitativo y sostenible. El informe presenta una prospectiva y una cartera de proyectos y acciones que ofrecen una visión holística de los desafíos y oportunidades para abordar las problemáticas identificadas a lo largo del estudio que sirva como herramienta base para la elaboración del PMH. Esta cartera de proyectos, alineada con los objetivos estratégicos planteados, permite identificar a los actores involucrados, el costo estimado de inversión, un análisis de los beneficios y los riesgos de no llevar a cabo los proyectos, así como sus posibles fuentes de financiamiento y el tiempo estimado de ejecución.

1. Introducción

La primera premisa que debe considerar el Plan Municipal Hídrico de Largo Plazo al 2040 es que debe de ser un proceso de análisis y revisión continuo, cuyo contenido se enriquezca y se adapte de forma periódica a las nuevas realidades y circunstancias.

Este informe establece una visión a largo plazo para el manejo sostenible del agua en Chihuahua, enfocado en el bienestar comunitario, la protección ambiental y el desarrollo equitativo. Se definen objetivos estratégicos para garantizar un suministro de agua confiable y sostenible, proteger los recursos hídricos, así como, mejorar la eficiencia en su uso y promover la participación ciudadana.

1.1. Antecedentes

El marco normativo del sector hídrico en México se compone de una serie de instrumentos legales que regulan el uso y aprovechamiento de las aguas, tanto nacionales como estatales, y protegen el medio ambiente. Su correcta aplicación depende de la observancia y cumplimiento por parte de las autoridades y usuarios. Las principales leyes y normas que se tienen en México son:

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [(1)]:

Artículo 26: El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional, asegurando la solidez, dinamismo, permanencia y equidad del crecimiento económico. Los

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

programas de la Administración Pública Federal deben alinearse con el Plan Nacional de Desarrollo (PND).

Artículo 27: La nación es propietaria de todas las tierras y aguas en su territorio, con el gobierno autorizado para administrarlos y otorgar concesiones para su uso.

Artículo 4º, párrafo sexto: Todo individuo tiene derecho al acceso y saneamiento de agua suficiente y salubre para consumo personal y doméstico. El Estado garantizará este derecho, estableciendo bases y modalidades para el uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, con la participación de federación, estados, municipios y ciudadanía.

Ley de Planeación [(2)]:

Establece normas y principios para la planeación nacional del desarrollo (PND) y un Sistema Nacional de Planeación Democrática (SNPD). Define que el PND incluirá programas especiales congruentes con las prioridades del desarrollo integral del país.

Ley de Aguas Nacionales (LAN):

Reglamenta el artículo 27 de la CPEUM en materia de aguas nacionales, regulando su explotación, uso, distribución, control y preservación para lograr un desarrollo integral sustentable. Declara que la gestión integrada de las aguas nacionales es de utilidad pública y de seguridad nacional, estableciendo la planificación hídrica como obligatoria. La CONAGUA es responsable de formular y vigilar el cumplimiento del Plan Nacional Hídrico (PNH).

Otras leyes federales relevantes:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
- Ley General de Vida Silvestre
- Ley de Desarrollo Rural Sustentable
- Ley Orgánica de la Administración Pública Federal
- Ley Federal de Derechos en Materia de Aguas Nacionales
- Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano
- Ley General de Cambio Climático
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental
- Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Este marco normativo asegura una gestión adecuada y sustentable de los recursos hídricos, integrando la participación de diversos niveles de gobierno y de la ciudadanía.

El PMH 2040, se plantea para alinearse con los planes de otros niveles como lo son:

I. A nivel federal, el Programa Nacional Hídrico 2020-2024 [3]
II. A nivel regional, el Programa Regional Hídrico 2021-2024, Región Hidrológico-Administrativa VI Río Bravo [4]
III. A nivel estatal, el Plan Estatal Hídrico 2040 del Estado de Chihuahua [5]
IV. A nivel estatal, el Programa de Mediano Plazo de Gestión Hídrica [6]

A continuación, se establece los puntos principales del marco normativo que permitió determinar los objetivos estratégicos como propuesta para el PMH 2040.

1.1.1. Nivel federal

Partiendo por Jerarquía, con el Federal; que el artículo 9 fracción III de la Ley de Aguas Nacionales señala que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), tiene la atribución para integrar, formular y proponer al Titular del Poder Ejecutivo Federal el Programa Nacional Hídrico, actualizado y vigilar su cumplimiento. Para dar cumplimiento a este mandato de ley, la CONAGUA realizó los trabajos para la elaboración del Programa Nacional Hídrico 2020-2024, documento rector de la política en el país, para la actual administración.

Los objetivos prioritarios del PNH 2020-2024 son [3]:

1.- Garantizar progresivamente los derechos humanos al agua y al saneamiento, especialmente en la población más vulnerable.

2.- Aprovechar eficientemente el agua para contribuir al desarrollo sostenible de los sectores productivos.

3.- Reducir la vulnerabilidad de la población ante inundaciones y sequías, con énfasis en pueblos indígenas y afromexicanos.

4.- Preservar la integralidad del ciclo del agua a fin de garantizar los servicios hidrológicos que brindan cuencas y acuíferos.

5.- Mejorar las condiciones para la gobernanza del agua a fin de fortalecer la toma de decisiones y combatir la corrupción.

A la fecha, se ha publicado el “Avances y resultados al año 2021.” A pesar de que en los “Criterios para elaborar, dictaminar, aprobar y dar seguimiento a los programas derivados del Plan Nacional de

Desarrollo 2019-2024", emitidos por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en el numeral 44, establece que las dependencias responsables, deben integrar y publicar anualmente, en sus respectivas páginas de Internet, en los términos y plazos que establezca la Secretaría, un informe sobre el avance y los resultados obtenidos durante el ejercicio fiscal inmediato anterior en el cumplimiento de los Objetivos prioritarios y de las Metas de bienestar contenidas en los programas.

En la página del SINA [7], se muestran los avances de los indicadores del Programa Nacional Hídrico. Los cuales se relacionan con los cinco objetivos planteados, la descripción y unidades de medición del indicador; así mismo se vinculan a metas del bienestar como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Indicadores que muestran los resultados del 2020 al 2022 del PNH 2020-2024 [3].

Objetivo PNH	Indicador	Nombre indicador	Unidades	2020	2021	2022
1	Meta bienestar 1.1	Volumen de agua protegido/asignado o concesionado al uso doméstico o público urbano	Miles de millones de metros cúbico	13.2	13.3	13.3
	1.2	Proporción de la población que tiene acceso al agua entubada diariamente, así como al saneamiento básico en las 14 entidades más rezagadas	Porcentaje	38.2		34.9
	1.3	Proporción del agua residual municipal recolectada que es tratada	Porcentaje	67.2	67.5	66.7
2	Meta bienestar 2.1	Grado de presión sobre el recurso hídrico de las zonas centro y norte del país	Porcentaje	56.2	56.4	56.6
	2.2	Rendimiento de cultivos básicos en zonas con infraestructura de riego	Toneladas por hectárea	7.5	7.7	7.8
	2.3	Eficiencia en el uso del agua medida como el cociente de valor agregado bruto entre agua utilizada	Pesos constantes de 2010 por metro cúbico	445.7	463.9	545.1
3	Meta bienestar 3.1	Número de estaciones de observación meteorológica que se encuentran en operación	Estaciones	287	298	305
	3.2	Habitantes protegidos contra inundaciones	Habitantes protegidos	1206348	1242053	1357211
	3.3	Superficie productiva protegida contra inundaciones	Hectáreas protegidas	75109	78556	92296
4	Meta bienestar 4.1	Número de cuencas con caudal ecológico para protección de la biodiversidad	Cuencas hidrológicas	332	361	396
	4.2	Número de cuencas y acuíferos reglamentados	Número de cuencas y acuíferos	35	53	54

Objetivo PNH	Indicador	Nombre indicador	Unidades	2020	2021	2022
	4.3	Proporción de sitios de monitoreo de calidad de agua superficial con calidad aceptable, buena o excelente	Porcentaje	58.2	58.3	58.4
5	Meta bienestar 5.1	Recaudación de la Conagua en precios corrientes	Miles de millones de pesos	21.4	23	26
	5.2	Proporción de los trámites de los usuarios de aguas nacionales y bienes inherentes que son resueltos vía un sistema informático integral de administración del agua, recibidos en esta administración	Porcentaje	21.3	32	38
	5.3	Número de consejos de cuenca con participación de mujeres y de grupos sociales que no estaban incorporados en la gestión del agua	Consejos de cuencas			
	5.3.1	Número de consejos de cuenca que cuentan con vocalía de equidad de género	Consejos de cuencas	4	4	7
	5.3.2	Número de consejos de cuenca que cuentan con grupos sociales que no estaban incorporados a la gestión del agua	Consejos de cuencas	5	5	7

El desglose de los objetivos en estrategias prioritarias y acciones puntuales por objetivo se puede apreciar en las siguientes Figuras:

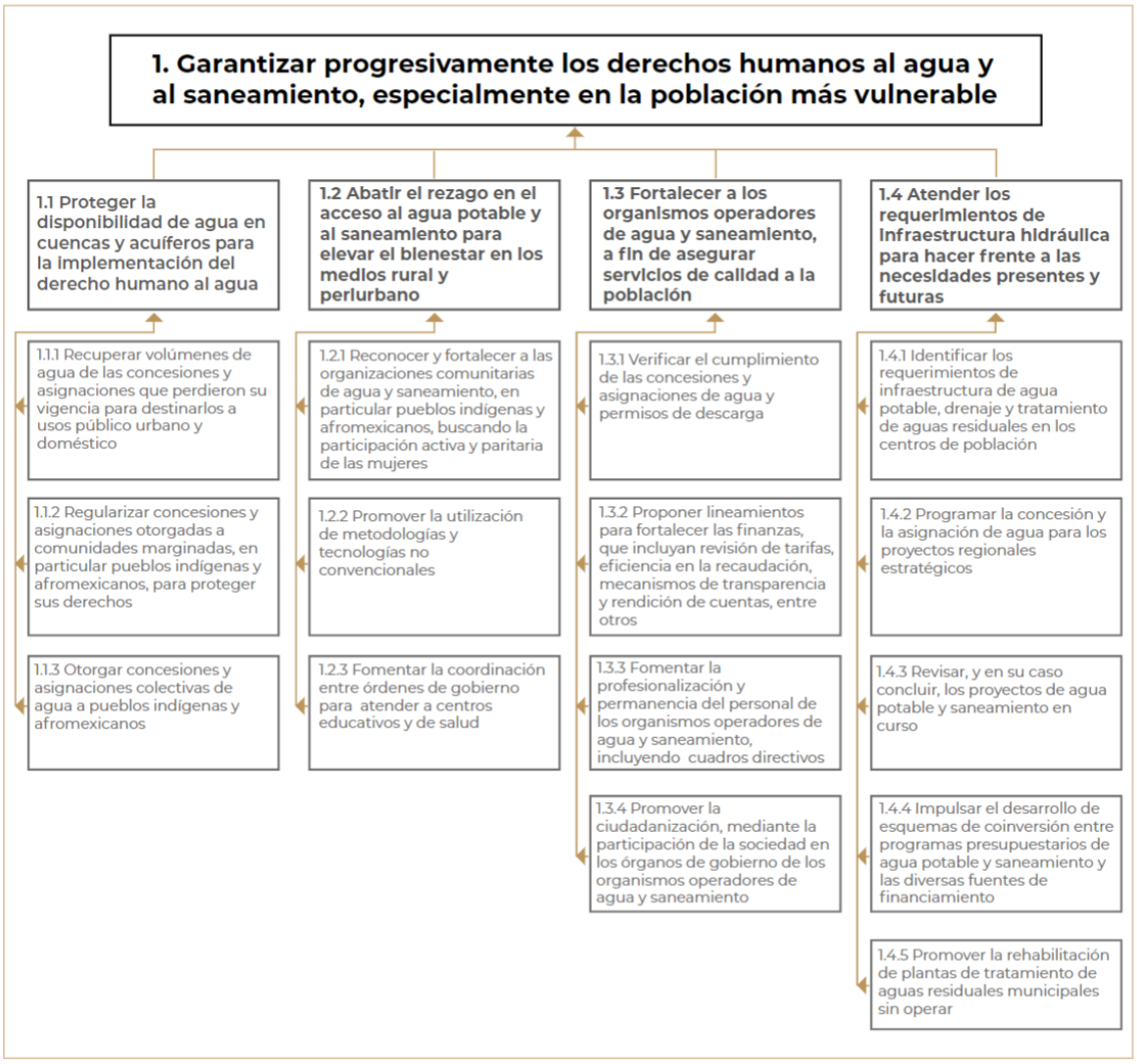


Figura 1. Meta del Objetivo 1 con sus estrategias prioritarias y acciones puntuales. PNH 2020-2024 [3].

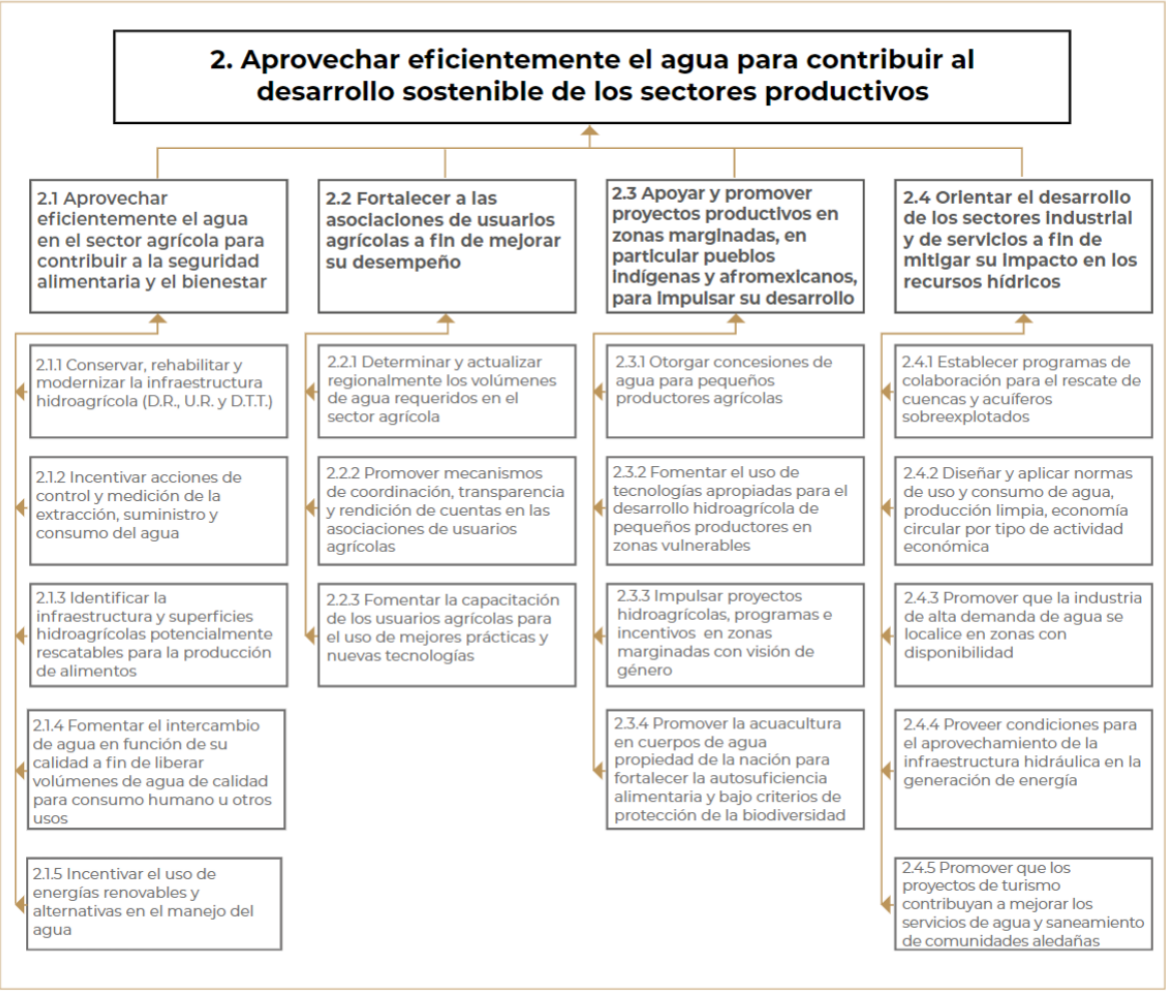


Figura 2. Meta del Objetivo 2 con sus estrategias prioritarias y acciones puntuales. PNH 2020-2024 [3].

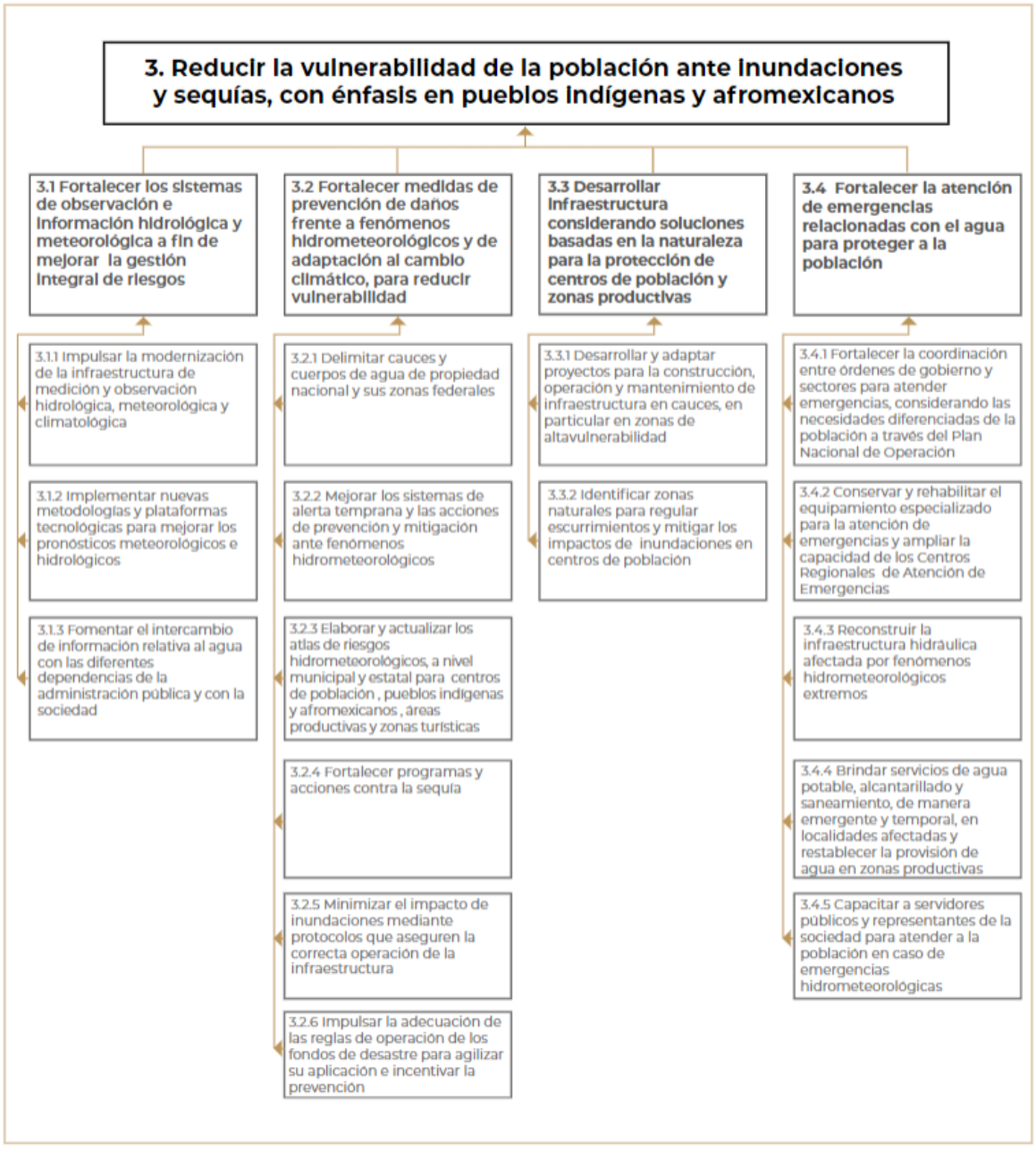


Figura 3. Meta del Objetivo 3 con sus estrategias prioritarias y acciones puntuales. PNH 2020-2024 [(3)].

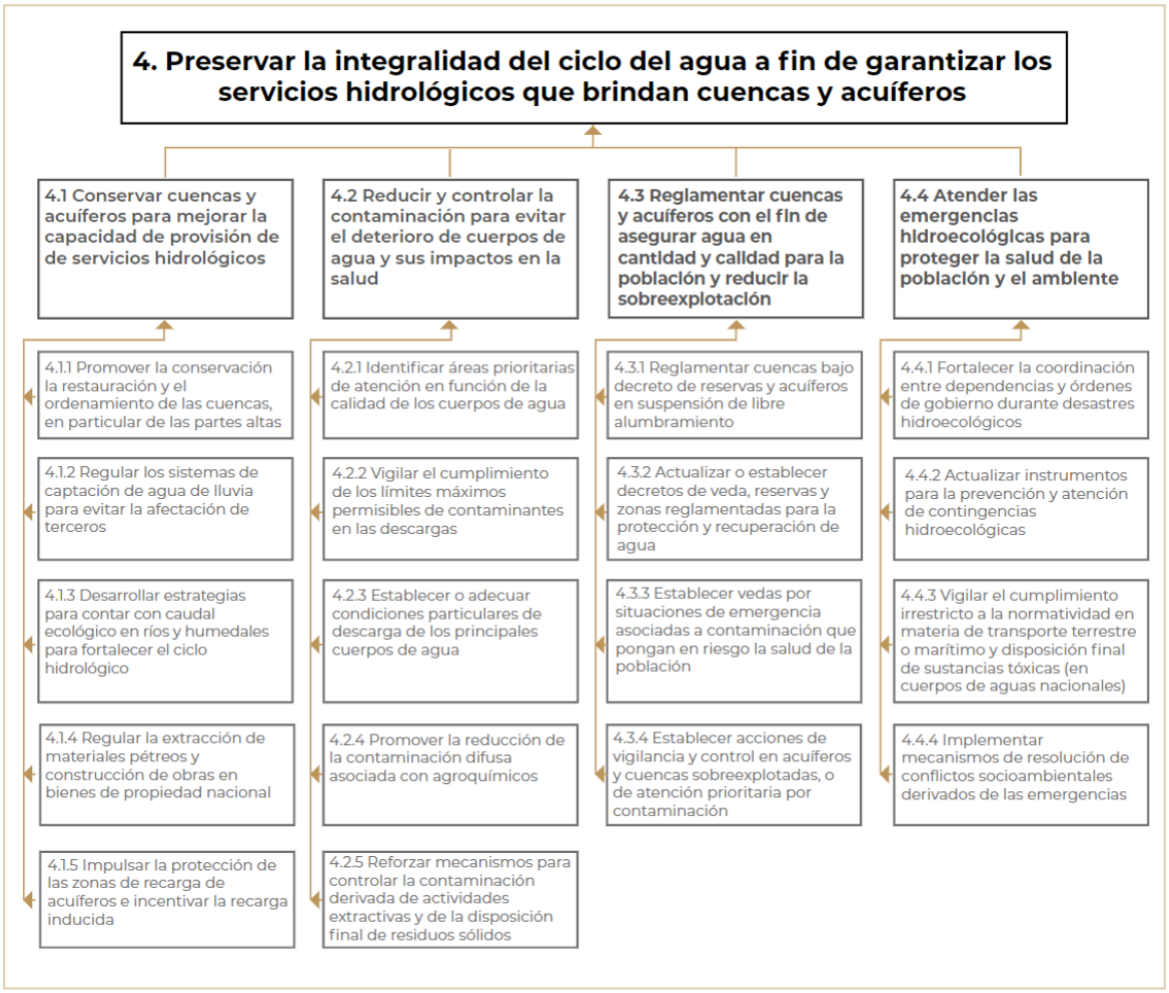


Figura 4. Meta del Objetivo 4 con sus estrategias prioritarias y acciones puntuales. PNH 2020-2024 [3].

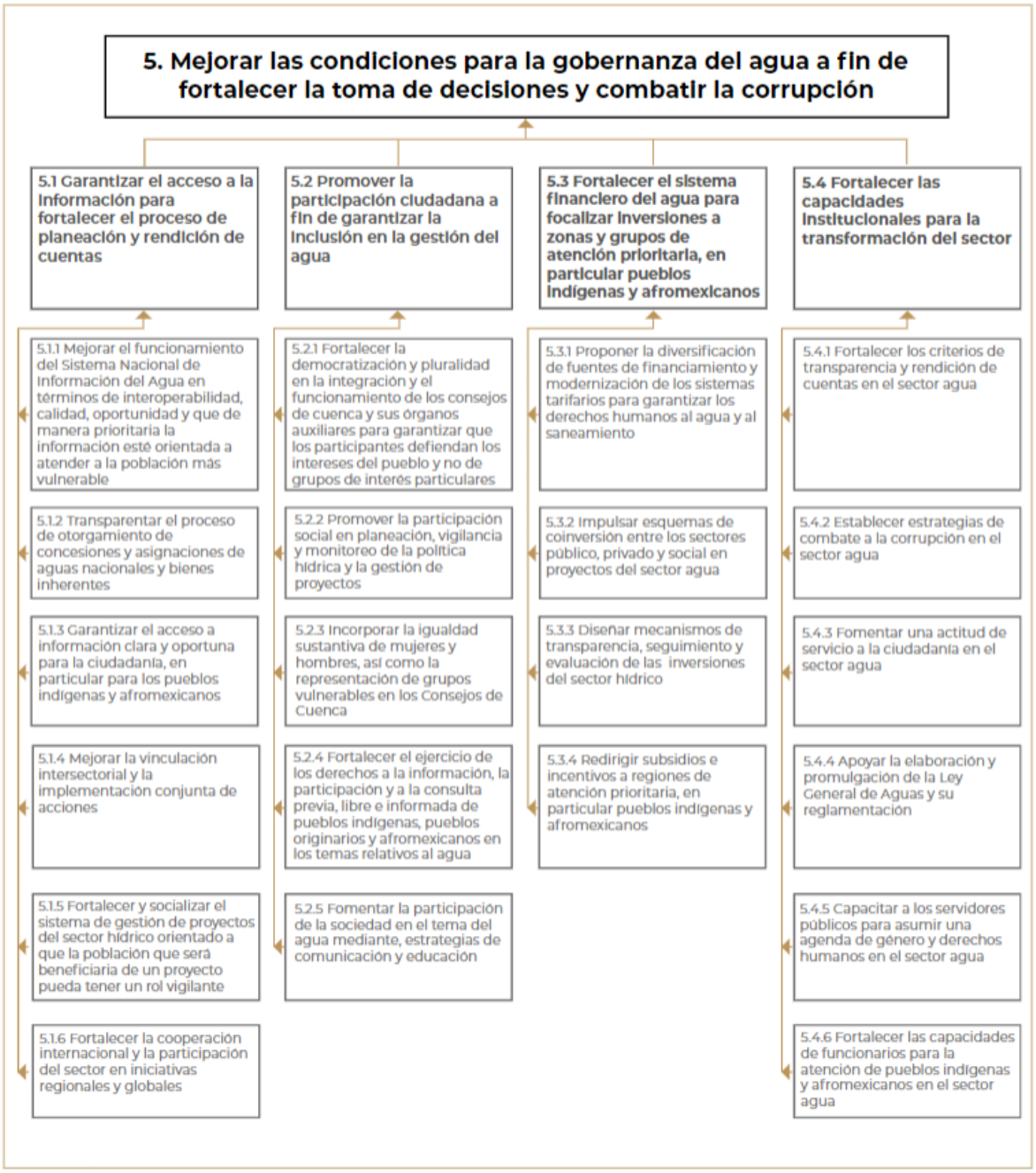


Figura 5. Meta del Objetivo 5 con sus estrategias prioritarias y acciones puntuales. PNH 2020-2024 [(3)].

En cada uno de los cinco objetivos prioritarios del PNH se plantearon tres indicadores, el primer indicador corresponde a la meta para el bienestar que consiste en una medida que permitirá calificar

la medida del logro de los objetivos. Los otros dos indicadores corresponden a parámetros, los cuales se aplican para hacer una valoración continua sobre la implementación de las estrategias prioritarias y las acciones puntuales (Figura 6).

Objetivo prioritario PNH	Indicadores		
	Meta para el Bienestar	Parámetro 1	Parámetro 2
1.	Volumen de agua protegido / asignado o concesionado al uso doméstico o público urbano	Proporción de la población que tiene acceso al agua entubada diariamente así como al saneamiento básico en las 14 entidades más rezagadas	Proporción del agua residual municipal recolectada que es tratada
2.	Grado de presión sobre el recurso hídrico de las zonas Centro y Norte del país	Rendimiento de cultivos básicos en zonas con infraestructura de riego	Eficiencia en el uso del agua medida como el cociente de valor agregado bruto entre agua utilizada
3.	Número de estaciones de observación meteorológica que se encuentran en operación	Habitantes protegidos contra inundaciones	Superficie productiva protegida contra inundaciones
4.	Número de cuencas con caudal ecológico para protección de la biodiversidad	Número de cuencas y acuíferos reglamentados	Proporción de sitios de monitoreo de calidad de agua superficial con calidad aceptable, buena o excelente
5.	Recaudación de la Conagua en precios corrientes	Proporción de los trámites de los usuarios de aguas nacionales y bienes inherentes que son resueltos vía un sistema informático integral de administración del agua, recibidos en esta administración	Número de consejos de cuenca con participación de mujeres y de grupos sociales que no estaban incorporados en la gestión del agua

Figura 6. Relación de indicadores sobre las metas para el bienestar y los parámetros, por objetivo prioritario del PNH 2020-2024 [3].

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

1.1.2. Nivel regional

De acuerdo con el Programa Regional Hídrico 2021-2024, Región Hidrológico-Administrativa VI Río Bravo [8] (PHR-VIRB) liderado por la CONAGUA en cumplimiento del artículo 15 de la Ley de Aguas Nacionales, en el que se establece que:

"La planificación hídrica es de carácter obligatorio para la gestión integrada de los recursos hídricos, la conservación de recursos naturales, ecosistemas vitales y el medio ambiente. La formulación, implantación y evaluación de la planificación y programación hídrica comprenderá:

Los Programas Hídricos para cada una de las cuencas hidrológicas o grupos de cuencas hidrológicas en que se constituyan Organismos de Cuenca y operen Consejos de Cuenca, elaborados, consensuados e instrumentados por éstos; en los casos de estados y Distrito Federal que conforme a su marco jurídico desarrollen un programa hídrico estatal apoyado en la integración de la programación local con participación de la sociedad organizada y autoridades locales, dichos programas serán incorporados al proceso de programación hídrica por cuencas y regiones hidrológicas.

En la Figura 7 se delimita la región a la cual pertenece el municipio de Chihuahua.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org



Figura 7. Región hidrológica-administrativa VI Rio Bravo (RHAVI-RB). Fuente elaboración propia.

La región está delimitada por la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre Oriental. La región alberga once importantes zonas metropolitanas, numerosos parques industriales y 13 distritos de riego (DR).

Estas características fomentan la actividad productiva y contribuyen al crecimiento económico de la región y del país. La CONAGUA ha establecido subdivisiones llamadas unidades de planeación (UP)

para una mejor gestión hídrica. Una UP es un conjunto de municipios de un mismo estado dentro de una subregión hidrológica. La RHAVI-RB se ha dividido en 24 UP, considerando aspectos hidrológicos y delimitaciones políticas. Estas divisiones facilitan la identificación y gestión de los problemas hídricos en la región, apoyando una planificación más efectiva y sostenible (Figura 8).

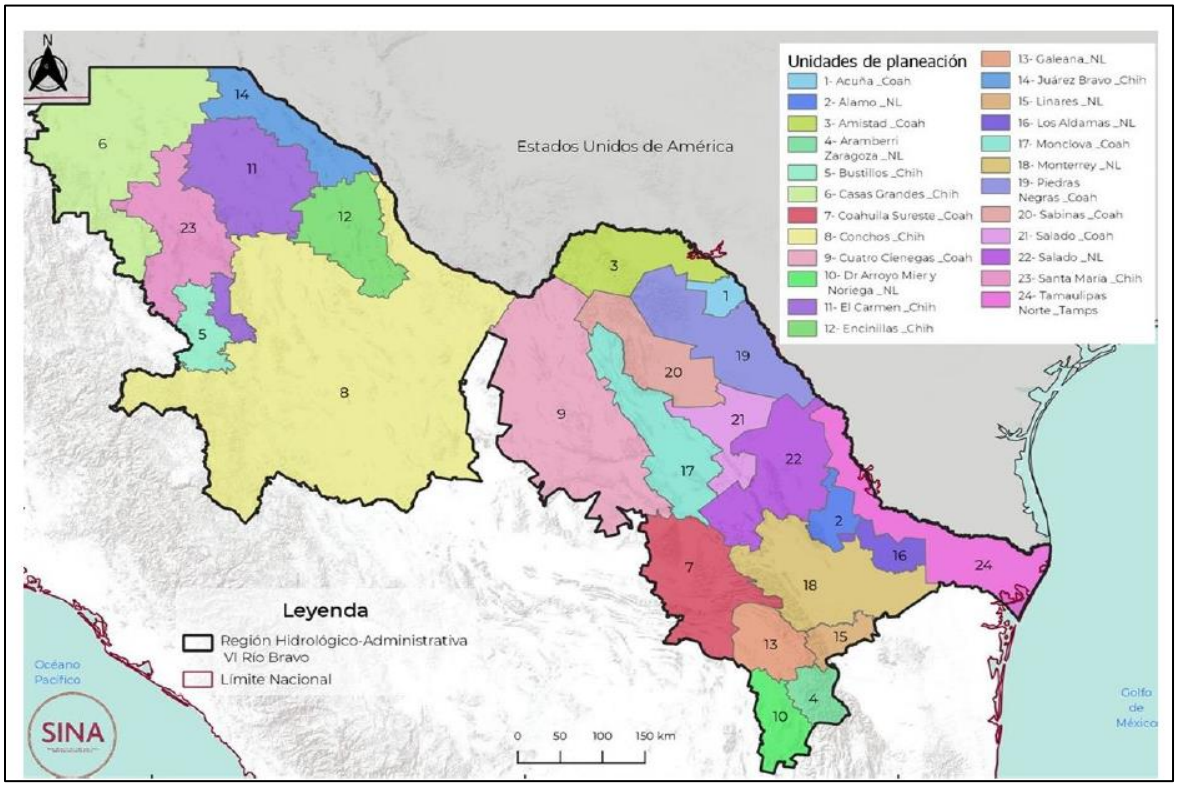


Figura 8. Unidades de Planeación de la Región hidrológica-administrativa VI Rio Bravo. Fuente: PHR-VIRB 21-24 [(8)].

El municipio de Chihuahua se encuentra dentro de la UP 8 Conchos, Chihuahua y por ende está sujeta al Tratado de Aguas Internacionales entre México y Estados Unidos (1944), cuyos principales objetivos son:

1. Provisión de Agua: México asigna agua a EUA del río Bravo y EUA asigna agua a México del río Colorado.

2. Contabilidad y Ciclos: La entrega de agua se contabiliza en ciclos de cinco años consecutivos. En caso de sequía extraordinaria, los faltantes se reponen en el siguiente ciclo.

La Zona Metropolitana (ZM) de Chihuahua está ubicada en la UP Conchos Chihuahua, integrada por los municipios Aldama, Aquiles Serdán y Chihuahua; en esta ZM radica el 7.4% del total de la población de la RHAVI-RB.

En esta ZM se ubica la capital del estado de Chihuahua (Figura 9), donde inciden la mayor parte de las interacciones gubernamentales; transacciones de negocios y comerciales de lo producido y transformado por los sectores industrial, minero, pecuario, agrícola, y el aprovechamiento de lo forestal, la pesca y la caza.

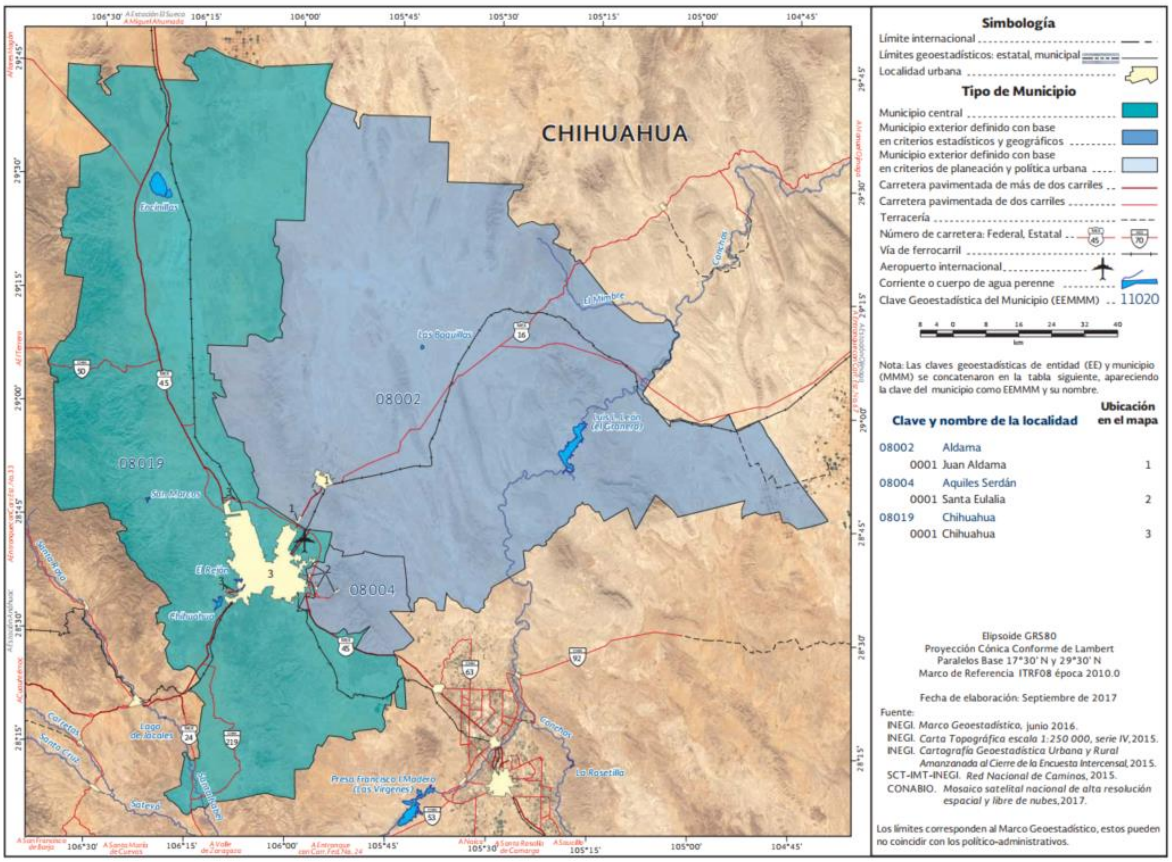


Figura 9. Zona Metropolitana de Chihuahua. Fuente: INEGI (2015) [9].

De acuerdo con el PHR-VIRB 21-24 se resume la problemática existente en la Figura 10, identificando diversos componentes y aspectos. La dinámica socioeconómica genera desequilibrios que afectan múltiples aspectos de la sostenibilidad hídrica y ambiental. Estos desequilibrios presentan desafíos de gestión que deben abordarse para mitigar su impacto.

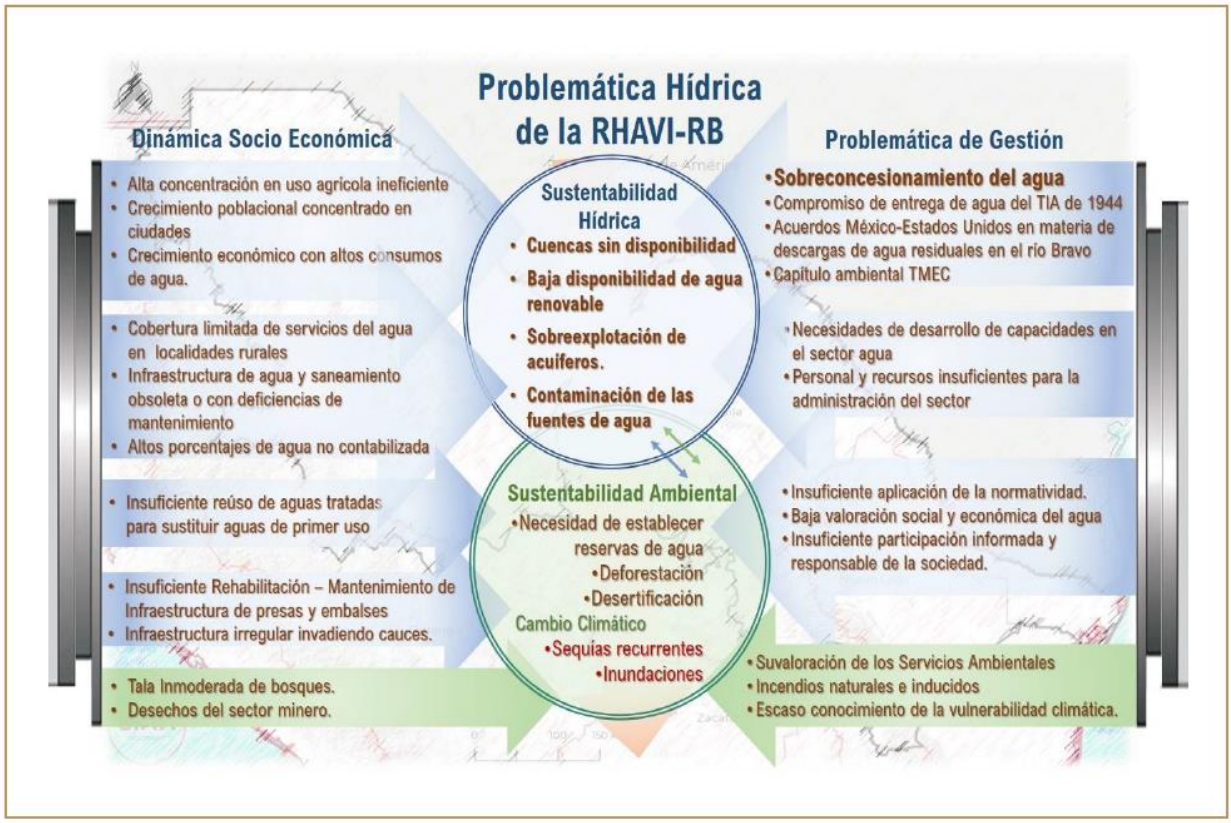


Figura 10. Problemática Hídrica de la Región Hidrológico-Administrativa VI Río Bravo (RHAVI-RB). Fuente: PHR-VIRB 21-24 [8].

En el Capítulo III del PHR-VIRB, manifiesta los objetivos y ejes prioritarios de acción, así como relacionándolos con los objetivos del PNH.

Objetivo 1 PNH: Garantizar progresivamente los derechos humanos al agua potable y al saneamiento, especialmente en la población más vulnerable.

A. Bienestar social

Eje estratégico 1. Diseñar estrategias políticas, tecnológicas y económicas.

En el cual las Líneas de acción son:

- Construir y actualizar la infraestructura para asegurar el acceso a los servicios básicos de agua potable.

- Impulsar proyectos con infraestructura acorde a las necesidades hídricas de las comunidades rurales, con la finalidad de garantizar su derecho humano al agua.
- Rehabilitar y/o actualizar la infraestructura para mejorar su funcionamiento en agua potable.
- Redoblar acciones para mejorar y mantener la infraestructura de servicios básicos de agua potable y drenaje.
- Rehabilitar la infraestructura para mejorar su funcionamiento en alcantarillado sanitario.
- Realizar un diagnóstico de las eficiencias técnica, administrativa y financiera de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento en localidades mayores a 2,500 habitantes.

Eje estratégico 2. Implementar un plan de recuperación de los principales cuerpos de agua en la RHAVI-RB.

Líneas de acción:

- Construir la infraestructura para asegurar el acceso a los servicios de saneamiento básicos.
- Instrumentar el Programa específico de saneamiento de la frontera norte, aumentando la cobertura de tratamiento de las aguas residuales y su reúso.
- Mantener y actualizar la infraestructura para asegurar el acceso a los servicios básicos de saneamiento.

B. Calidad del agua

Eje estratégico 1. Garantizar el acceso a agua de calidad para consumo humano

Líneas de acción:

- Levantar un inventario de las fuentes de abasto contaminadas.
- Establecer mecanismos de análisis y monitoreo de la calidad de los principales cuerpos de agua de la cuenca.
- Instalar instrumentos de monitoreo de calidad del agua en las fuentes de abasto de agua potable, a fin de verificar con oportunidad su degradación y reducir riesgos de afectaciones a la salud de la población

Objetivo 2. PNH. Aprovechar eficientemente el agua para contribuir al desarrollo sostenible de los sectores productivos.

C. Desarrollo de capacidades técnicas y profesionales

Eje estratégico 1. Crear un plan de desarrollo de capacidades de corto, mediano y largo plazo que cubran las necesidades de recursos humanos del sector.

Líneas de acción:

- Formular programas de capacitación técnica, administrativa y legal que desarrollen el capital intelectual necesario para el sector hídrico.
- Desarrollar o actualizar nuevas tecnologías y metodologías de recopilación e integración de información en un solo portal tanto de aguas superficiales como subterráneas.
- Elaborar estudios de evaluación de riesgos y de impactos del cambio climático con impacto en escurrimientos y recarga del agua, para adecuar las políticas de manejo del agua, y adaptarse al cambio climático.
- Establecer un plan de modernización de la infraestructura hídrica existente y nueva con efecto multiplicador en los distintos sectores productivos.

Eje estratégico 2. Crear alianzas con escuelas técnicas, universidades y centros de investigación para desarrollar programas que cubran las necesidades del sector.

Líneas de acción:

- Fomentar el intercambio de experiencias, divulgación de tecnologías y conocimiento a través de foros y visitas técnicas entre organismos proveedores de servicios de agua, dependencias estatales y municipales y organizaciones y dependencias relacionadas con la gestión del agua.
- Impulsar las capacidades en el sector agrícola mediante la organización y asistencia técnica y cultura financiera para mejorar la eficiencia y la productividad en las zonas de riego.
- Generar convenios con centros de investigación y las universidades para coadyuvar en el análisis y propuesta de atención a las problemáticas, de: cambio climático; uso ineficiente del agua y; contaminación.
- Promover prácticas de cultivo que utilicen menos plaguicidas y fertilizantes dañinos al medio ambiente, y que reduzcan el deterioro de la calidad de los cuerpos de agua.
- Analizar alternativas de financiamiento para impulsar el desarrollo del sector hídrico en la cuenca del río Bravo.
- Establecer un plan de modernización de la infraestructura hídrica existente y nueva con efecto multiplicador en los distintos sectores productivos.

Eje estratégico 3. Establecer un criterio de análisis para dotar de agua a las personas que no la reciben y, garantizar el derecho al agua en cantidad y calidad, a los habitantes actuales, y con proyección a largo plazo.

Línea de acción:

- Analizar alternativas de abasto de agua satisfacer la demanda a futuro

Eje estratégico 4. Fortalecer la coordinación interinstitucional.

Líneas de acción:

- Elaborar estudios de evaluación de riesgos y de impactos del cambio climático con impacto en escurrimientos y recarga del agua, para adecuar las políticas de manejo del agua, y adaptarse al cambio climático.

Eje estratégico 5. Contar con balances hídricos e hidrológicos de la RHAVI-RB actualizados y proyecciones de disponibilidad que consideren las condiciones de variabilidad propias de la región bajo el cambio climático.

Línea de acción:

- Elaborar estudios de geohidrología para contar con mayor conocimiento de los acuíferos de la cuenca.

Eje estratégico 6. Implementar planes de manejo, recuperación y/o conservación para el mantenimiento de ecosistemas naturales.

Línea de acción:

- Implementar planes de manejo, recuperación y/o conservación para el mantenimiento de ecosistemas naturales.

Eje estratégico 7. Diseñar estrategias políticas, tecnológicas y económicas para ejercer los derechos humanos al agua y saneamiento.

Línea de acción:

- Incrementar la eficiencia comercial en la prestación del servicio de agua potable, para el bienestar de la población.

Eje estratégico 8. Implementar un plan de modernización de la infraestructura hídrica existente y el desarrollo de nueva infraestructura que sea resiliente, costo-eficiente y atienda las necesidades de la población, con una visión de largo plazo.

Línea de acción:

- Establecer un plan de modernización de la infraestructura hídrica existente y nueva con efecto multiplicador en los distintos sectores productivos.

D. Infraestructura y modernización

Eje estratégico 1. Implementar un plan de modernización de la infraestructura hídrica existente y el desarrollo de nueva infraestructura que sea resiliente, costo-eficiente y atienda las necesidades de la población y nueva con efecto multiplicador en los distintos sectores productivos. con una visión de largo plazo.

Líneas de acción:

- Incrementar las inversiones en el sector hídrico para la construcción y ampliación de la infraestructura de las cuencas.
- Realizar un diagnóstico del estatus de la infraestructura hídrica existente para planear la que se debe desarrollar o apoyar, apegada al concepto de sustentabilidad.
- Considerar el impacto socioambiental en las pequeñas comunidades al construir infraestructura, como presas.
- Rehabilitar y modernizar la infraestructura hidráulica hidroagrícola, con el fin de mejorar su operación y la eficiencia en la distribución del agua.

E. Economía y productividad

Eje estratégico.1. Establecer mecanismos para incentivar la productividad del agua en los sectores agrícolas, industriales y energéticos de la cuenca.

Líneas de acción:

- Analizar alternativas de financiamiento para impulsar el desarrollo del sector hídrico en la cuenca del río Bravo.
- Sector industrial conjunta esfuerzos por reducir el uso del agua al mínimo, para apoyar la preservación del medio ambiente, mediante la instalación progresiva de tecnologías de optimización y reciclaje de agua en los procesos industriales de mayor demanda.
- Sustituir cultivos de alta demanda de agua por cultivos de menor demanda; rotación de cultivos, acordes a la vocación del suelo y condiciones de disponibilidad de agua.
- Implementar un programa de modernización de los sistemas de riego a fin de incrementar la eficiencia en el uso del agua agrícola.
- Generar incentivos y estímulos a los agricultores para incorporar prácticas y compartir experiencias de uso eficiente del agua y, mantener la rentabilidad.
- Fomentar el intercambio de experiencias y la divulgación de tecnologías y el conocimiento a través de foros y visitas técnicas a los sectores agrícola, pecuario, minero para socializar la investigación e innovación en el uso eficiente del agua.

Eje estratégico 2. Promover el acceso a un suministro seguro, fiable, asequible y con factibilidad económica de agua para las actividades económicas.

Líneas de acción:

- Mejorar la infraestructura de riego a fin de incrementar la productividad de la tierra y el agua.
- Convenir con la Secretaría de Economía el mapeo de mercados a nivel nacional y mundial para la inversión y venta de productos agropecuarios, industriales y de servicios.

Objetivo 3. PNH: Reducir la vulnerabilidad de la población ante inundaciones y sequías, con énfasis en pueblos indígenas y afromexicanos.

F. Cambio climático

Eje estratégico 1. Identificar el grado de vulnerabilidad de la RHAVI-RB frente al cambio climático y establecer medidas de adaptación y mitigación en los usos del agua

Líneas de acción:

- Construir y rehabilitar centros regionales de atención de emergencias.
- Adquirir, instalar y operar estaciones de radar meteorológico.
- Rehabilitar los observatorios meteorológicos de la RHAVI-RB.
- Actualizar o elaborar un programa preventivo de acciones para enfrentar posibles contingencias por sequías o inundaciones.

Eje estratégico 2. Establecer metas de reducción de gases de efecto invernadero e implementar medidas de reducción progresiva

Línea de acción:

- Promover proyectos de protección de acuíferos por confinamientos de desechos sólidos en rellenos sanitarios. (manejo de lodos de PTAR's y control de desechos sólidos y líquidos de engorda de ganado).

G. Prevención de riesgos

Eje estratégico 1. Establecer y/o actualizar protocolos de acción frente a situaciones de inundaciones y sequías

Líneas de acción:

- Mantener la seguridad de las presas Internacionales (La Amistad) y nacionales para garantizar el abasto a las ciudades y actividades productivas, así como cumplir con el Tratado de 1944.
- Actualizar e instrumentar los programas de medidas preventivas y mitigación de la sequía de la cuenca y las principales ciudades de esta.

Eje estratégico 2. Fortalecer los sistemas de alerta temprana de inundaciones y sequías

Línea de acción:

- Rehabilitar las estaciones climatológicas de la cuenca.

Objetivo 4. PNH. Preservar la integralidad del ciclo del agua a fin de garantizar los servicios hidrológicos que brindan cuencas y acuíferos

H. Sustentabilidad hídrica

Eje estratégico 1. Contar con balances hídricos e hidrológicos de la RHAVI-RB actualizados y proyecciones de disponibilidad que consideren las condiciones de variabilidad propias de la región bajo el cambio climático

Líneas de acción:

- Establecer un sistema de monitoreo de extracciones a nivel de microcuenca con los usuarios de las aguas.
- Inducir proyectos de cero descargas de agua residual sin tratamiento a cuerpos receptores y privilegiar el uso de agua residual tratada en los procesos industriales y energéticos de la cuenca.
- Elaborar estudios de geohidrología para contar con mayor conocimiento de los acuíferos de la cuenca.
- Establecer un sistema de monitoreo de extracciones a nivel de cuenca con los usuarios de las aguas.
- Elaborar modelos matemáticos de los acuíferos a fin de realizar una gestión más efectiva en su explotación.

Eje estratégico 2. Implementar planes de mejoramiento de eficiencia para cada tipo de usuario en la cuenca.

Línea de acción:

- Establecer compromisos concertados entre los usuarios para implementar acciones de uso eficiente del agua y su cumplimiento.

I. Sustentabilidad ambiental

Eje estratégico 1. Identificar ecosistemas vulnerables por disponibilidad hídrica.

Línea de acción:

- Reservar volúmenes de agua necesarios y suficientes para asegurar el mantenimiento de los ecosistemas naturales de la RHAVI-RB.

Eje estratégico 2. Implementar planes de manejo, recuperación y/o conservación para el mantenimiento de ecosistemas naturales.

Línea de acción:

- Implementar acciones de recuperación de los humedales inventariados por el CCRB.

J. Cultura del agua

Eje estratégico 1. Desarrollar un programa de concienciación y sensibilización permanente respecto al uso del agua adecuada a los diferentes públicos y tipos de usuarios en la cuenca.

Líneas de acción:

- Implementar un programa sectorial de cultura del agua de la RHAVI-RB.
- Mantener la participación del área de comunicación y cultura del agua de CONAGUA en el CCRB, con las comisiones estatales de agua y los organismos operadores de agua potable.

Objetivo 5. PNH. Mejorar las condiciones para la gobernanza del agua a fin de fortalecer la toma de decisiones y combatir la corrupción.

K. Gobernanza y gobernabilidad

Eje estratégico 1. Identificar debilidades y fortalezas de los marcos normativos e institucionales del agua en la RHAVI-RB

Líneas de acción:

- Concluir el proceso de reglamentación para la distribución de las aguas superficiales del río Bravo, con la firma de un convenio de coordinación en primera instancia.
- Promover el establecimiento de zonas de veda en los acuíferos sobre explotados y en equilibrio.

Eje estratégico 2. Desarrollar e implementar un plan para actualizar y fortalecer los marcos normativos del agua en la RHAVI-RB

Líneas de acción:

- Revisar, con el apoyo de la academia y la participación de los usuarios, la normatividad de la cuenca a fin de implementar acciones de mejora del marco normativo local y federal.
- Implementar proyectos de información del agua que aporte datos fehacientes para fortalecer la normatividad en materia de servicios públicos de agua potable y saneamiento.

Eje estratégico 3. Desarrollar e implementar un plan para actualizar y fortalecer los marcos institucionales del agua en la RHAVI-RB.

Líneas de acción:

- Promover la delegación de funciones y atribuciones al OCCR y Direcciones Locales de CONAGUA para la toma de decisiones, a fin de tener respuestas prontas y expeditas ante la gestión del agua de la cuenca.
- Fortalecer con personal técnico de calidad y suficiente al OCCR y Direcciones Locales de CONAGUA.

Eje estratégico 4. Fortalecer el papel del CCRB y órganos auxiliares como mecanismos de mediación entre gobierno, usuarios y ciudadanos.

Líneas de acción:

- Instalar órganos auxiliares del CCRB a fin de fortalecer los campos de acción con la participación de la sociedad organizada.
- Establecer sistemas automatizados de control y vigilancia de las extracciones de aguas superficiales y subterráneas.
- Explorar con proyectos piloto, el avance en la evolución de la organización del CCRB.
- Concientizar para el pago de servicios, procedimientos de coordinación con autoridades municipales y estatales.

Eje estratégico 5. Fortalecer la coordinación interinstitucional y de sectores productivos.

Línea de acción:

- Formular mecanismos para una efectiva coordinación transversal al interior del CCRB y sus órganos auxiliares.
- Identificar fuentes financieras, en coordinación interinstitucional e iniciativa privada, para desarrollar planes de recuperación y conservación de volúmenes en cuencas y acuíferos.

L. Democratización de la información

Eje estratégico 1. Identificar información necesaria sobre gestión del agua en las cuencas que facilite la consulta informada, con participación social, sobre la toma de decisiones en la RHAVI-RB.

Línea de acción:

- Elaborar un estudio de la información producida en la cuenca que sea del interés de los usuarios de las aguas nacionales, a fin de gestionar el acopio, disposición y publicación de información de interés para la cuenca.

Eje estratégico 2. Mejorar los mecanismos de acceso a la información para los diversos públicos que estén interesados.

Línea de acción:

- Utilizar los mecanismos de divulgación de información más avanzados, con las protecciones debidas de control, que permita mantener al público informado de las acciones realizadas en la cuenca; así como inducir la retroalimentación de proyectos y propuestas de acciones a implementar.

Eje estratégico 3. Transparentar el manejo de fondos de los programas enfocados a la gestión y administración del agua y los servicios de agua y saneamiento en la RHAVI-RB.

Línea de acción:

- Instrumentar un mecanismo de transparencia de los recursos invertidos en la cuenca por todos los actores que manejen recursos públicos, independientemente de la procedencia de estos.

M. Cumplimiento del Tratado de 1944

Eje estratégico 1. Identificar alternativas para facilitar el cumplimiento de los acuerdos del Tratado de 1944.

Líneas de acción:

- Limitar extracciones de aguas superficiales a los volúmenes concesionados de aguas nacionales.
- Implementar un reglamento de distribución de aguas superficiales para la RHAVI-RB.
- Cancelar todas las extracciones irregulares de aguas superficiales con la participación de los usuarios y la sociedad usuaria.

En resumen, este Plan Regional está muy detallado en sus temáticas, líneas de acción, sin embargo, del catálogo de proyectos emblemáticos y prioritarios, ninguno se establece en el municipio de Chihuahua, a pesar de que muestra que 384 de la cartera de los 889 proyectos están “situados” en la UP donde se localiza el municipio de Chihuahua.

En cuanto a la desagregación de la cartera de proyectos por tema estratégico, resalta que el 48% de las acciones son orientadas a asegurar el bienestar social mediante el suministro de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en calidad y cantidad; considerando la situación actual de la baja disponibilidad del aguas se identificarán y construirán fuentes alternas de abastecimiento para complementar las ya existentes; investigación tecnológica que optimice el uso y manejo del agua y; en revertir la cultura del no pago por servicios otorgados para la región.

Pero no viene un solo proyecto específico que mencione al municipio de Chihuahua; sin embargo, trae una gran imprecisión, ya que la PTARN tiene operando desde 1994 y aporta en promedio 450 lps que ya se utilizan en la red morada, parafraseando del Plan Regional [(8)]*:*

“Durante el mes de agosto de 2021 se inauguración la Planta Tratadora Norte en la ciudad de Chihuahua; que tratará 700 lps de agua residual y, adicionando un efecto positivo al propósito de la planta, que será ahorrar el citado volumen al dejar de aplicar agua potable en el riego de parques y jardines, en beneficio del recurso hídrico, de 144 mil habitantes y el medio ambiente”

En cuanto a los Proyectos no estructurales solo se enuncian:

- Programa nacional de estudios hidrogeoquímicos e isotópicos en la RHAVI-RB.

- Constitución y formación de los COTAS de los acuíferos con carácter de sobreexplotación extrema.
- Programa de coordinación interinstitucional para la transversalidad de gestiones e inversiones federales, estales y privadas, para desarrollar planes de recuperación y conservación de volúmenes de agua en cuencas y acuíferos.
- Diagnóstico para mejorar la eficiencia técnica, administrativa y financiera de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento en localidades mayores a 2,500 habitantes.

El Plan Regional presenta Indicadores de monitoreo y seguimiento por objetivo, pero no define la temporalidad de su evaluación, ni donde se podrá tener acceso a esa información, ya que en la página del Consejo de Cuenca viene información no actualizada, ni presenta el avance o resultados de las acciones propuestas en el Plan, solo visualiza la información existente oficial de CONAGUA.

Como se puede ver en la Figura 11, existe una clasificación de la cartera de proyectos, pero no se anexan y la mayoría son solo conceptuales. No dice cuál será su horizonte de desarrollo, ni los actores, ni los montos de inversión etc.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Objetivo PNH 2020-2024	Temas estratégicos PHRHAVI-RB 2021-2024	Composición porcentual del tipo de proyecto (%)				Total de proyectos
		En obra	Ejecutivo	Anteproyecto	A nivel conceptual	
Objetivo 1	1. Bienestar social	7	17	44	32	430
	2. Calidad del agua				100	6
Objetivo 2	4. Desarrollo de capacidades técnicas y profesionales				95	99
	5. Infraestructura y Modernización			17%	83	12
	8. Economía y productividad			2	98	45
Objetivo 3	9. Cambio climático			25	75	12
	10. Prevención de riesgos			30	70	84
Objetivo 4	3. Sustentabilidad hídrica			6	94	71
	6. Cultura del agua				100	3
	7. Sustentabilidad ambiental				100	6
Objetivo 5	12. Gobernanza y gobernabilidad				100	115
	13. Democratización de la información				100	3
	11. Cumplimiento del Tratado de 1944				100	3
Total	Proyectos	30	78	223	558	889
	%	3	9	25	63	100

Figura 11. Estructura de proyectos de acuerdo con objetivo, tema estratégico y nivel, 2021-2050. Fuente: PHR-VIRB 21-24 [8].

El único producto que se presenta como desarrollo, como parte de las acciones y que se integran en este Plan Regional es la guía educativa que aún no está disponible.

1.1.3. Nivel estatal

Plan Estatal Hídrico

A nivel estatal se tiene como antecedente el plan denominado Gran Visión, a finales de los noventa, este tenía un horizonte de planeación al 2030, fue un instrumento muy valioso; ya que concentro el diagnóstico de la situación hídrica del Estado y de ahí partieron algunas acciones; sin embargo, no se le dio continuidad ni actualización en las siguientes administraciones. A diferencia de lo que se plantea en El Plan Hídrico con horizonte de planeación al 2040 (PEH 2040) [(5)], este tiene instrumentos legales y administrativos de seguimiento, así como incluye que la planeación permee a nivel municipal; el PEH 2040 tiene los siguientes objetivos:

Objetivo 1. Garantizar la seguridad hídrica del Estado de Chihuahua.

Para cambiar la tendencia del déficit y procurar la estabilización de los acuíferos, se requiere de un conjunto de proyectos que contribuyan a reducir las extracciones mediante acciones de los diversos sectores, reasignar derechos de los recursos hídricos, aumentar la disponibilidad con nuevas fuentes de agua, como el reúso de aguas residuales o la transferencia de agua entre cuencas.

Objetivo 2: Incentivar el uso racional del agua en la agricultura.

Para lograr equilibrar la extracción con la recarga de los acuíferos, es necesario disminuir los volúmenes empleados por el uso agrícola, mediante la reducción de la superficie abastecida por acuíferos con déficit, ya que la superficie actual es insostenible.

Objetivo 3. Fortalecer a los organismos operadores.

La Junta Central de Agua y Saneamiento (JCAS), en coordinación con las Juntas Municipales y Rurales de Agua y Saneamiento (JMAS y JRAS), Gobiernos Municipales y Comités de Agua, tienen la misión de proveer a la población los servicios de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento, disposición de sus aguas residuales, y cumplir con el artículo cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

En esta encomienda, la JCAS, las JMAS, las JRAS, los Gobiernos Municipales y los Comités del Agua, enfrentan el reto de proporcionar el servicio de agua potable a las localidades dispersas que tienen una población reducida, esta condición requiere de sistemas alternativos para abastecerlas. Asimismo, se requiere impulsar nuevos sistemas de tratamiento para sanear las aguas residuales.

Objetivo 4. Incentivar la gobernanza y gobernabilidad.

Para resolver los problemas del sector hídrico, se requiere promover una amplia participación de los actores clave e inducir cambios para superar las visiones de corto alcance y promover una coordinación institucional eficiente, que sea capaz de articular acciones y programas en torno a la solución de los problemas.

Objetivo 5. Reducir el riesgo ante fenómenos meteorológicos.

Este objetivo se orienta a promover acciones para reducir la vulnerabilidad de los asentamientos humanos, evitar la pérdida de vidas humanas y daños materiales a la infraestructura por efecto de fenómenos hidrometeorológicos extremos.

Objetivo 6. Promover la educación, investigación e innovación en temas hídricos.

Se propone impulsar el desarrollo tecnológico y la investigación mediante alianzas entre diversos actores públicos y privados vinculando instituciones de investigación y universidades, en donde el reto debe ser principalmente en el ámbito agrícola, en sistemas y calendarización de riego más eficientes, cultivos alternativos para la reconversión productiva, así como la productividad del agua.

En la Figura 12 se presenta el contenido del PEH 2040, se identifican los problemas prioritarios y se relacionan con los objetivos generales, de los cuales se derivan los proyectos estratégicos y las acciones.

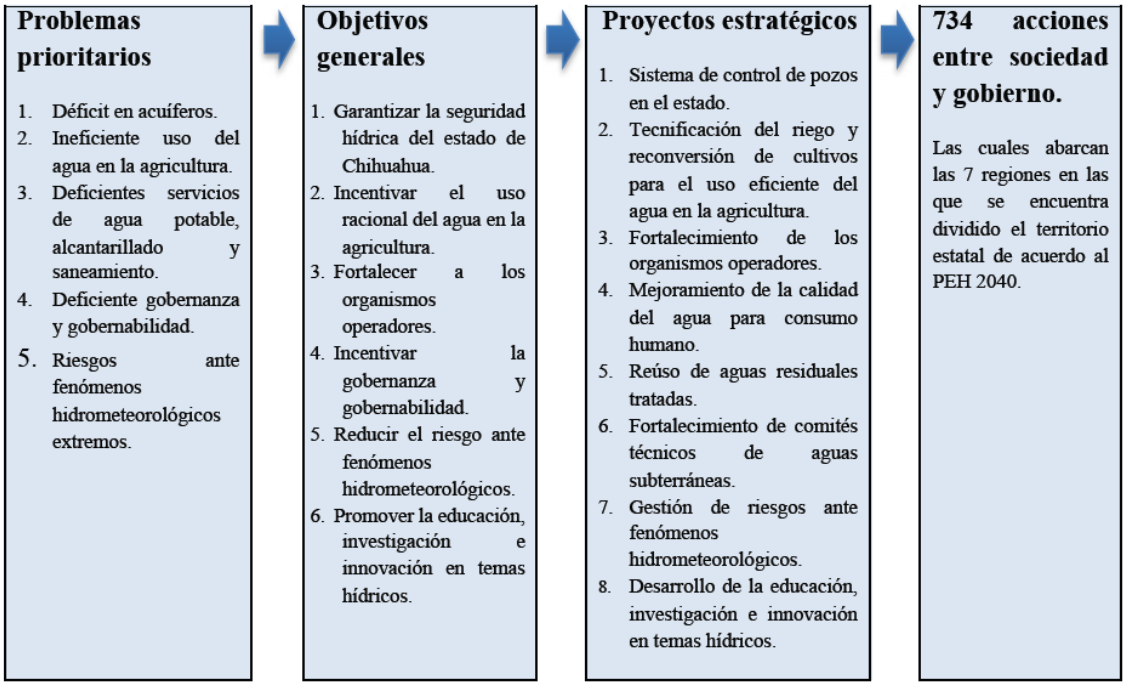


Figura 12. Relación de problemas-objetivos y acciones del PEH 2040. Fuente: JCAS 2022 [5].

A continuación, se presenta síntesis de las características principales de los 8 proyectos estratégicos del PEH 2040.

Proyecto estratégico 1 - Sistema de control de pozos en el estado.

Ubicación del proyecto.

Todo el estado de Chihuahua.

Reto del proyecto.

Controlar el volumen de agua extraído de los pozos

Problemática que solucionará.

Problema 1. Déficit en acuíferos.

Ejemplos de acciones de solución.

- Generar padrón de maquinaria de perforación.
- Clausura de pozos sin título de concesión.
- Implementación de sistema de monitoreo de niveles piezométricos.

Proyecto estratégico 2 - Tecnificación del riego y reconversión de cultivos para el uso eficiente del agua en la agricultura.

Ubicación del proyecto.

Zonas agrícolas del estado de Chihuahua.

Reto del proyecto.

Disminuir la extracción de agua para riego en la agricultura mediante el uso de tecnologías eficientes y la reconversión de cultivos.

Problemática que solucionará.

Problema 1. Déficit en acuíferos.

Problema 2. Uso ineficiente del agua en la agricultura.

Ejemplos de acciones de solución.

- Instalación de tecnologías de riego eficientes.
- Fomentar la capacitación para el manejo de nuevas tecnologías.
- Elaborar análisis y estudios para identificar cultivos de bajo consumo hídrico, que puedan adaptarse a las condiciones climáticas del estado de Chihuahua.
- Elaborar los estudios económicos y de rentabilidad para los cultivos analizados a fin de contar con los elementos suficientes para establecer una estrategia de mercado y con ello dimensionar las superficies en el estado que puedas ser reconvertidas.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Proyecto estratégico 3 - Fortalecimiento de los organismos operadores.

Ubicación del proyecto.

Todo el estado.

Reto del proyecto.

Mejorar la eficiencia administrativa y operativa de los organismos operadores.

Problemática que solucionará.

Problema 3. Deficiente servicio de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento.

Ejemplos de acciones de solución.

- Capacitación administrativa y operativa al personal de los organismos operadores.
- Incremento de cobertura de infraestructura hidráulica.
- Implementación de macro y micro medición.
- Sectorización y gestión de presiones.

Proyecto estratégico 4 - Mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano.

Ubicación del proyecto.

Todo el estado.

Reto del proyecto.

Potabilización del agua, cumpliendo con los parámetros establecidos por la normatividad existente.

Problemática que solucionará.

Problema 3. Deficiente servicio de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento.

Ejemplos de acciones de solución.

- Construcción de plantas potabilizadoras para la remoción de arsénico.
- Consolidar infraestructura existente de plantas de ósmosis inversa para llenado de garrafones.
- Monitoreo sistemático de la calidad del agua suministrada conforme a la normatividad establecida.
- Cloración en comunidades marginadas.
- Microfiltración para comunidades marginadas.

Proyecto estratégico 5 - Reúso de aguas residuales tratadas.

Ubicación del proyecto.

Todo el estado.

Retos del proyecto.

Disminuir el uso de agua potable al reutilizar el agua residual.

Problemática que solucionará.

Problema 1. Déficit en acuíferos.

Problema 3. Deficiente servicio de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento.

Problema 5. Riesgos ante fenómenos hidrometeorológicos (sequía).

Características técnicas básicas. Existen PTARs que requieren rehabilitación, modernización o ampliación.

Establecimiento de sistema de monitoreo de influentes y efluentes conforme a las normas mexicanas.

Ejemplos de acciones de solución.

- Comercialización de agua tratada.
- Construcción de red morada.
- Intercambio de agua tratada por agua potable destinada al riego agrícola.

Proyecto estratégico 6 - Fortalecimiento de los comités técnicos de aguas subterráneas

Ubicación del proyecto.

Todo el estado.

Reto del proyecto.

Lograr la sustentabilidad hídrica de los acuíferos, mediante la administración eficiente del agua.

Problemática que solucionará.

Problema 1. Déficit en acuíferos.

Problema 4. Deficiente gobernanza y gobernabilidad.

Ejemplos de acciones de solución.

- Constitución de todos los comités técnicos de aguas subterráneas.
- Reforma de leyes y reglamentos para definir o actualizar sus facultades y atribuciones.
- Integración a mesas de trabajo para la toma de decisiones.

Proyecto estratégico 7 - Gestión de riesgos ante fenómenos meteorológicos

Ubicación del proyecto.

Todo el estado.

Reto del proyecto.

Disminuir los daños ocasionados por los fenómenos meteorológicos extremos.

Problemática que solucionará.

Problema 5. Riesgos ante fenómenos meteorológicos extremos.

Ejemplos de acciones de solución.

- Construcción de obras de control de escurrimientos de agua de lluvia.
- Elaboración de programas para el manejo de sequías.
- Implementación de sistemas de alerta temprana.
- Elaboración de proyectos ejecutivos para la construcción de obras para el control de inundaciones.

Proyecto estratégico 8 - Desarrollo de la educación, investigación e innovación en temas hídricos.

Ubicación del proyecto.

Todo el estado.

Reto del proyecto

Inculcar en la sociedad, la cultura y el cuidado del agua.

Innovar, investigar y desarrollar nuevas tecnologías para la gestión de los recursos hídricos.

Problemática que solucionará.

Problema 1. Déficit en acuíferos.

Problema 2. Uso ineficiente del agua en la agricultura.

Problema 3. Deficiente servicio de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento.

Problema 4. Deficiente gobernanza y gobernabilidad.

Problema 5. Riesgos ante fenómenos meteorológicos extremos.

Ejemplos de acciones de solución.

- Gestionar recursos para el desarrollo de investigación de nuevas tecnologías.
- Integrar a los programas educativos la cultura del agua.
- Elaboración de campañas para la difusión del cuidado del agua.

Se propone que el proceso de evaluación de los proyectos vinculados al PEH 2040, en los sectores de agua potable, alcantarillado y saneamiento, y agua en el medio urbano y rural, lo realizará la JCAS y la SDR cada dos años, calculando los indicadores propuestos, los cuales servirán para cuantificar los avances y logros del PEH 2040 y realizar la retroalimentación y ajustes a las acciones propuestas para obtener los resultados programados.

Además, se contará con una matriz de indicadores definida por el Consejo Estatal Hídrico, para evaluar el avance en la mitigación de los cinco problemas identificados en el PEH 2040.

La valoración de estos indicadores también será realizada por la JCAS y la SDR y darán cuenta del que hacer hídrico.

Del análisis realizado en el PEH 2040, se identificaron cinco grandes problemas los cuales son:

- **Déficit en acuíferos.**
- **Ineficiente uso del agua en la agricultura.**
- **Deficientes servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.**
- **Deficiente gobernanza y gobernabilidad.**
- **Riesgos ante fenómenos hidrometeorológicos extremos.**

Por otra parte, se tienen diez temas prioritarios que deben ser atendidos en la estrategia de coordinación interinstitucional los cuales son:

- **Modificaciones legales.**
- **Gestión de infraestructura hidráulica (subterránea, superficial y saneamiento).**
- **Protección a centros de población y áreas productivas.**
- **Calidad del agua para abastecimiento de la población.**
- **Tecnologías alternativas para zonas marginadas.**
- **Agua para las ciudades y poblaciones rurales e indígenas.**
- **Cambio climático.**
- **Programas federalizados.**
- **Uso eficiente del agua.**
- **Gobernanza del agua.**

En la Figura 13, se proponen las instituciones que deben coordinarse considerando los seis objetivos y los diez temas interinstitucionales del Plan Estatal Hídrico 2040 del Estado de Chihuahua, alineados con el Programa de Mediano Plazo de Gestión Hídrica Junta central de Agua y Saneamiento 2022-2027 y el Programa Nacional Hídrico 2020-2024.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Objetivos PEH 2040	Ejes Estratégicos Plan Estatal de Desarrollo 2022-2027	Programa de mediano plazo Gestión Hídrica 2022-2027	Objetivos propuestos del Programa Nacional Hídrico 2020-2024	Tema	Coordinación Interinstitucional e Intergubernamental
Objetivo 1	Eje Rector 3 y 5	Objetivo 1	Objetivo 1	1. Modificaciones a la ley	SDR, JCAS, Congreso del Estado, Congreso Federal, SADER, CILA, CONAGUA.
			Objetivo 5	2. Gestión de Infraestructura Hidráulica (Subterránea, Superficial y Saneamiento)	SDR, JCAS, CONAGUA, SADER, CILA.
Objetivo 2	Eje Rector 2 y 3	Objetivo 2	Objetivo 3	8. Programas federalizados	JCAS, CONAGUA, SDR, SHCP.
			Objetivo 5	9. Uso eficiente del agua	JCAS, SDR, SADER, CONAGUA.
Objetivo 3	Eje Rector 1, 3 y 5	Objetivo 3	Objetivo 3	4. Calidad del agua para abastecimiento de la población	SDR, JCAS, organismos operadores, CONAGUA, COESPRIS
			Objetivo 3	6. Agua para las ciudades y poblaciones rurales e indígenas	JCAS, CONAGUA, organismos operadores, Comisión Estatal de los Pueblos Indígenas, organizaciones de la sociedad civil.
			Objetivo 3	8. Programas federalizados	JCAS, CONAGUA, SDR, SADER
			Objetivo 5	9. Uso eficiente del agua	CONAGUA, JCAS, organismos operadores, SDR
Objetivo 4	Eje Rector 3, 4 y 5	Objetivo 4	Objetivo 1	10. Gobernanza del agua	CONAGUA, SDR, JCAS, SADER, COTAS, organismos no gubernamentales, ciudadanía.
Objetivo 5	Eje Rector 3, 4 y 5	Objetivo 5	Objetivo 2	3. Protección a Centros de Población y Áreas Productivas	Municipios, JCAS, CONAGUA, SDR, Fundación Produce, SADER, SEDENA, SEGOB, Protección Civil.
			Objetivo 2	7. Cambio climático	JCAS, SDR, CONAGUA, SEDUE, SEMARNAT.
Objetivo 6	Eje Rector 1, 2 y 3	Objetivo 6	Transversal a todos los objetivos	Todos los temas	Transversal a todas las instituciones y sociedad.

Figura 13. Relación de responsables de seguimiento según objetivos y acciones del PEH 2040. Fuente: JCAS 2022 [5].

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Programa De Mediano Plazo Gestión Hídrica 2022-2027.

En este Programa De Mediano Plazo Gestión Hídrica (PMPGH) 2022-2027, se define la integración de las siete regiones acordadas por el Consejo Estatal Hídrico en el año 2021.

En el PMPGH se establecieron 5 objetivos que correlaciona con los 6 del PEH 2040. Estos son:

1. **Salud, desarrollo humano e identidad Chihuahua.**
2. **Crecimiento económico innovador y competitivo.**
3. **Ordenamiento territorial moderno y sustentable.**
4. **Seguridad humana y procuración de justicia.**
5. **Buen gobierno cercano y con instituciones sólidas.**

Los ejes de los objetivos estratégicos se indican de la siguiente manera:

Eje 1. Salud, desarrollo humano e identidad Chihuahua:

Programa 1.2: Promoción, prevención y control de enfermedades.

Programa 1.3: Protección contra riesgos sanitarios.

Programa 1.5: Fortalecimiento comunitario y participación ciudadana.

Eje 2. Crecimiento económico innovador y competitivo.

Programa 2.6: Fomento industrial y atracción de inversiones.

Programa 2.7: Desarrollo sustentable del sector energético.

Programa 2.9: Desarrollo científico y tecnológico.

Programa 2.13: Campo competitivo.

Eje 3. Ordenamiento territorial moderno y sustentable.

Programa 3.3: Gestión integral del agua.

Programa 3.4: Vivienda digna y de calidad.

Programa 3.5: Desarrollo urbano y regional sustentable.

Programa 3.6: Cambio climático y cuidado del medio ambiente.

Eje 4. Seguridad humana y procuración de justicia.

Estrategia. Cultura de protección civil. Fomentar en la población una cultura de prevención con el fin de reducir los riesgos y daños materiales y humanos ocasionados por desastres naturales y sociales.

Eje 5. Buen gobierno cercano y con instituciones sólidas.

Programa 5.1: Mejora de regulaciones y simplificación de trámites gubernamentales

Programa 5.2: Gobierno abierto y transparente.

Programa 5.4: Fortalecimiento de los ingresos públicos.

Programa 5.7: Administración eficaz y eficiente de los recursos públicos

Los objetivos Institucionales del PMPGH2027 [(6)] son los siguientes:

Objetivo 1.

Garantizar la seguridad hídrica del estado de Chihuahua, para cambiar la tendencia del déficit y procurar la estabilización de los acuíferos, se requiere de un conjunto de proyectos que contribuyan a reducir las extracciones mediante acciones de los diversos sectores, reasignar derechos de los recursos hídricos, aumentar la disponibilidad con nuevas fuentes de agua, así como el reúso de aguas residuales y el intercambio de estas con usuarios de región.

Estrategia 1.1. Elaborar una serie de estudios y proyectos que contribuyan a conocer la disponibilidad real de las reservas hídricas en áreas prioritarias, racionalizar las extracciones, promover la recarga de acuíferos y el intercambio de aguas residuales tratadas, preservando las reservas de agua actuales e incrementar la disponibilidad con nuevas fuentes de suministro de agua con la participación activa de los sectores gubernamentales, sociales y productivos.

Líneas de acción:

- Llevar a cabo estudios de disponibilidad real de los acuíferos y cuencas hidrológicas.
- Desarrollar un sistema de control de aprovechamientos y actualización de derechos.
- Realizar la modelación de las cuencas y acuíferos considerando los diferentes escenarios de disponibilidad.
- Diseñar, construir y equipar obras de recarga.
- Llevar a cabo el análisis de alternativas para intercambio y reúso de agua residual tratada para usos industrial, agrícola, pecuario, ornato o servicios.
- Realizar los estudios para identificación de nuevas fuentes de abastecimiento como el agua de las minas, captación agua de lluvia o superficiales no comprometidas

Estrategia 1.2. Implementar un plan de modernización de la infraestructura hídrica existente y el desarrollo de nueva infraestructura que sea resiliente, costo eficiente y atienda las necesidades de la población y nueva con efecto multiplicador en los distintos sectores productivos. con una visión de largo plazo.

Líneas de acción:

- Incrementar las inversiones en el sector hídrico para la construcción y ampliación la infraestructura de las cuencas.

- Considerar el impacto socioambiental en las pequeñas comunidades al construir infraestructura como presas.
- Elaborar un diagnóstico integral de cohesión social que permita implementar políticas públicas integrales en favor de los grupos en condición de vulnerabilidad.

Objetivo 2.

Incentivar el uso racional del agua en la agricultura, para lograr equilibrar la extracción con la recarga de los acuíferos, es necesario disminuir los volúmenes empleados por el uso agrícola, mediante la reducción de la superficie abastecida por acuíferos con déficit, ya que la superficie actual es insostenible.

Estrategia 2.1. Disminuir los volúmenes de agua de primer uso empleados en la agricultura, mediante la limitación de la superficie cultivable abastecida desde acuíferos con déficit, hasta lograr una superficie de cultivo sostenible.

Líneas de acción:

- Incentivar la tecnificación de riego con prioridad en cultivos de riego con agua subterránea
- Impulsar la reconversión productiva sustentable, concientizar a los usuarios para llevar a cabo la reconversión de cultivos con mayor rentabilidad y valor agregado con menor demanda de agua en la agricultura.
- Incrementar el reúso de aguas residuales tratadas para el intercambio provisional o definitivo de agua de primer uso.
- Analizar nuevas fuentes de agua para uso agrícola, como la proveniente de las minas en el estado o captación de agua de lluvia y/o retornos de riego.

Estrategia 2.2. Impulsar la capacidad, competitividad y producción del sector agropecuario del estado, a través del equipamiento, paquetes tecnológicos e infraestructura rural productiva, la asistencia técnica para los productores, promoviendo el valor agregado de los productos y subproductos para su comercialización, regulando, promoviendo y fomentando la sanidad e inocuidad agropecuaria implementando sistemas y prácticas para el Desarrollo Rural Sustentable.

Líneas de acción:

- Fomentar la regularización de colonias agrícolas y mancomunes agropecuarios de régimen estatal.
- Impulsar el crecimiento de la actividad vitivinícola en el Estado.

Objetivo 3.

Fortalecer a los organismos operadores, la Junta Central de Agua y Saneamiento del Estado de Chihuahua, en coordinación con las Juntas Municipales y Rurales de Agua y Saneamiento, Gobiernos Municipales y Comités de Agua, tienen la misión de proveer a la población los

servicios de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento, disposición de sus aguas residuales, y cumplir con el artículo cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

En esta encomienda, la JCAS, las JMAS, las JRAS, los Gobiernos Municipales y los Comités del Agua, enfrentan el reto de proporcionar el servicio de agua potable a las localidades dispersas que tienen una población reducida, esta condición requiere de sistemas alternativos para abastecerlas. Asimismo, se requiere impulsar nuevos sistemas de tratamiento para el saneamiento de las aguas residuales.

Estrategia 3.1. Proporcionar el servicio de agua potable de manera suficiente y asequible para toda la población y el saneamiento que permita la reutilización del agua tratada.

Líneas de acción:

- Priorizar la atención a comunidades rurales o de población sin acceso a los servicios, empleando sistemas alternativos para abastecimiento de agua potable y nuevos sistemas modulares de tratamiento para el saneamiento de las aguas residuales.
- Incrementar la eficiencia de los Organismos Operadores.
- Mejorar la eficiencia física en el suministro de agua en las poblaciones.
- Optimizar la producción de agua potable mediante la sectorización y gestión de presiones, mejorar los servicios de abasto.
- Mejorar los sistemas de macro y micro medición.
- Incrementar la calidad del agua potable, mediante la implementación de nuevas tecnologías de tratamiento para remoción de impurezas en el agua proveniente de acuíferos o acueductos de fuentes alternativas.
- Incrementar la eficiencia comercial mediante una valoración real del agua.
- Realizar la construcción de colectores para drenaje sanitario.
- Ampliar la capacidad instalada para el saneamiento de aguas residuales con cumplimiento de normatividad de descarga o reúso de agua tratada, tecnologías de generación de energía con biogás y aprovechamiento de lodos estabilizados para la agricultura.
- Extender la red morada para favorecer el reúso de agua en industria, servicios, ornamental y agrícola.
- Promover y aplicar tecnologías de bajo consumo energético en los sistemas de abastecimiento público, industrias y servicios
- Promover la seguridad en sistemas de desinfección sin riesgo

Estrategia 3.2. Implementar un plan de modernización de la infraestructura hídrica existente y el desarrollo de nueva infraestructura que sea resiliente, costo eficiente y atienda las necesidades de la población, lo anterior con una visión de largo plazo.

Líneas de acción:

- Realizar un diagnóstico del estatus de infraestructura hídrica existente para planear la que se debe desarrollar o apoyar, apegada al concepto de sustentabilidad.
- Instalar instrumentos de monitoreo de calidad del agua en las fuentes de abasto de agua potable, a fin de verificar con oportunidad su degradación y reducir riesgos de la población.
- Rehabilitar y/o actualizar la infraestructura para mejorar su funcionamiento en agua potable.

Estrategia 3.3. Realizar estudios y proyectos, con el fin de construir la infraestructura necesaria nuevas fuentes de abastecimiento.

Líneas de acción:

- Analizar el aprovechamiento de agua de las minas en el estado, empleando las nuevas tecnologías de tratamiento y potabilización para incrementar coberturas y sustituir caudales provenientes de pozos en acuíferos sobre explotados y darle continuidad al proyecto de agua de Mina San Antonio para abastecer de agua potable a la Zona Metropolitana de Chihuahua, Aldama y Aquiles Serdán confirmado el potencial para suministro sostenido de hasta 1mil litros por segundo. Mina Naica en Saucillo con 4mil litros por segundo y Mina Bismark en el municipio de Ascensión con 700 litros por segundo para municipios colindantes.
- Analizar la posibilidad de aprovechamiento de las aguas superficiales captadas en las presas para un primer uso en el consumo humano a las poblaciones aledañas, promoviendo intercambio por volumen de aguas residuales tratadas para el uso agrícola: Presas Pico del Águila en región sur, La Boquilla, Las Vírgenes o el Granero en región centro, Situriachi en Bocoyna, Rocheachi en Guachochi, Proyectos de Presa Palanganas en Casas Grandes y Peguis en Ojinaga, entre otros.
- Llevar a cabo la exploración y prospección de nuevas baterías de pozos en acuíferos con disponibilidad real acreditada.

Objetivo 4.

Incentivar la gobernanza y gobernabilidad, para resolver los problemas del sector hídrico, se requiere promover una amplia participación de los actores clave e inducir cambios para superar las visiones de corto alcance y fomentar una coordinación institucional eficiente, que sea capaz de articular acciones y programas en torno a la solución de los problemas.

Estrategia 4.1. Promover una amplia participación de los actores clave e inducir cambios para superar las visiones de corto plazo.

Línea de acción:

- Fortalecer las instancias de participación para la planeación, seguimiento y prioridades en la gestión hídrica estatal: Consejo Estatal Hídrico y Comités Regionales de

Seguimiento del PEH 2040, mediante la reglamentación de la Ley de Aguas del Estado de Chihuahua

- Constituir y consolidar el Comité Técnico de Aguas Subterráneas de la Zona Metropolitana de Chihuahua, Aldama y Aquiles Serdán (COTAS), así como el fortalecimiento de los COTAS existentes en todo el estado y promoción de la reactivación de la Comisión de Cuenca Conchos RH 24 y creación de la Comisión de Cuenca RH34.
- Promover el pago de servicios ambientales hidrológicos de los usuarios y habitantes de la cuenca media y baja para el mejoramiento de las condiciones del bosque y praderas de la cuenca alta.

Estrategia 4.2. Fomentar una coordinación institucional eficiente, que sea capaz de articular acciones y programas en torno a la solución de los problemas.

Línea de acción:

- Mejorar la capacidad de los vocales de Chihuahua en los consejos de cuencas Río Bravo, Noroeste y Pacífico Norte, por medio de cursos, diplomados y asesoría especializada en gestión hídrica para la mejor toma de decisiones con la autoridad del agua.
- Estudiar y proponer las opciones de reglamento o acuerdo entre los usuarios y autoridades de los estados que conforman la Cuenca del Río Bravo para que, garantizando el derecho humano al agua y la suficiencia alimentaria de la población actual y proyectada, garantizar la distribución de aguas nacionales conforme al Tratado Internacional de Aguas (TIA 1944). Estudiar Planteamiento para la creación del fondo de compensación económica para gestión hídrica a los estados de la cuenca en la proporción de aportación neta a los Estados Unidos de América por el TIA 1944.
- Promover convenio de coordinación entre la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y el Gobierno del Estado de Chihuahua, para participación en la vigilancia, custodia y administración de las aguas nacionales y sus bienes inherentes en la entidad.
- Incrementar de manera progresiva los presupuestos de inversión en programas federales, estatales y municipales para infraestructura y gestión hídrica en la entidad.

Objetivo 5.

Reducir el riesgo ante fenómenos meteorológicos, este objetivo se orienta a promover acciones para reducir la vulnerabilidad de los asentamientos humanos, evitar la pérdida de vidas humanas y daños materiales a la infraestructura por efecto de fenómenos hidrometeorológicos extremos.

Estrategia 5.1. Crear alianza con los diferentes niéveles de gobierno, academia y actores de la sociedad civil, con el fin de contar con una red de información de datos climatológicos, con el fin de contar con una base de datos histórica y confiable.

Líneas de acción:

- Impulsar el monitoreo de las condiciones meteorológicas por medio de la red de estaciones con que cuenta la Junta Central de Agua y Saneamiento del Estado de Chihuahua en convenios anuales o multianuales con la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, a fin de minimizar la vulnerabilidad humana y los daños a la infraestructura, ante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos.
- Fortalecer los sistemas de monitoreo - alerta temprana y las acciones de prevención y mitigación en caso de emergencias por fenómenos hidrometeorológicos. Generar reportes diarios de predicción del tiempo y proyección a 72 horas.
- Desarrollo o actualización de Atlas de Riesgo en los principales centros de población para evitar asentamientos humanos en zonas con riesgo de inundación y reubicar los ya existentes a zonas seguras.

Estrategia 5.2. Promover acciones para reducir la vulnerabilidad de los asentamientos humanos, evitar la pérdida de vidas humanas y daños materiales a la infraestructura por efecto de fenómenos hidrometeorológicos extremos.

Líneas de acción:

- Establecer esquemas de corresponsabilidad con autoridades locales para conservar las márgenes de los ríos y cuerpos de agua ordenadas y limpias.
- Fortalecer o en su caso crear grupos especializados de atención de emergencias capacitados y equipados.
- Estudios, proyecto y construcción de presas de control de avenidas y drenaje pluvial en zonas vulnerables a inundaciones, tal es el caso de Ciudad Juárez, Delicias, Ojinaga y Chihuahua entre otros centros de población.

Objetivo 6.

Promover la educación, investigación e innovación en temas hídricos, se propone impulsar el desarrollo tecnológico y la investigación mediante alianzas entre diversos actores públicos y privados vinculando instituciones de investigación y universidades, en donde el reto debe ser principalmente en el ámbito agrícola, en sistemas y calendarización de riego más eficientes, cultivos alternativos para la reconversión productiva, así como la productividad del agua.

Estrategia 6.1. Crear alianzas con escuelas técnicas, Universidades y Centros de Investigación para desarrollar programas de formación profesional que cubran las necesidades del sector.

Líneas de acción:

- Impulsar la educación en temas hídricos de manera formal en el currículo de enseñanza básica, media y superior.
- Fomentar en la población la comprensión del ciclo hidrológico, la ocurrencia y disponibilidad del agua, difusión de orientaciones sobre el cuidado y preservación de los

recursos hídricos enfatizando los aspectos de escases por medio de eventos y campañas bien definidas para cada segmento de población.

- Reforzar la cultura del agua en el sistema educativo escolarizado, mediante programas de formación y capacitación docente en materia hídrica para las diversas etapas de estudio.
- Promover las tesis de licenciaturas, maestrías o doctorados en temas de aplicación práctica a nuestra problemática hídrica local: Remoción de impurezas en agua para consumo humano, sistemas eficientes de conducción y distribución del agua, nuevos sistemas de desinfección, nuevas fuentes de abastecimiento, desalación de aguas salobres, entre otros.
- Capacitar a los profesionales de la comunicación en temas del agua para contribuir a una sociedad mejor informada y participativa.

Estrategia 6.2. Impulsar proyectos y programas de investigación, innovación tecnológica para el cuidado del medio ambiente.

Líneas de acción:

- Analizar e impulsar la creación del Instituto Estatal del agua, con funciones de validar información, realizar planeación a largo plazo, otorgar capacitación y concientización en temas del agua.
- Promover la colaboración de empresas e instituciones que contribuyan con la educación y cultura del agua.
- Institucionalizar el Foro Anual Smart Water donde la academia, usuarios del agua y especialistas en transferencia de tecnologías del agua a nivel internacional, nacional y local. Énfasis en retos de calidad de agua para consumo humano, eficiencia en el ámbito agrícola como sistemas y calendarización de riego más eficientes, cultivos alternativos para la reconversión productiva, así como la productividad del uso y reúso del agua.

En el PMPGH se detallan los objetivos con indicadores y proyectos correspondientes de acuerdo con su problemática, se muestran en las siguientes Tablas.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Tabla 2. Objetivo 1. Garantizar la seguridad hídrica del estado de chihuahua (Problemática y Proyectos). Fuente: PMPGH 2022 [6].

Problemática / Proyectos
Balances hídricos superficiales.
Balances subterráneos de acuíferos
Elaboración de modelos de simulación de los flujos hidrodinámicos en 30 acuíferos déficit del Estado de Chihuahua.
Estudio de disponibilidad de las aguas superficiales con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000.
Estudio, proyecto ejecutivo y ejecución de obras para la recarga artificial de acuífero con agua residual tratada.
Estudios integrados de las aguas subterráneas
Inducir la recarga natural de los acuíferos
Construcción y conservación de presas
Plan de manejo de las cuencas de lagunas de mexicanos y Bustillos en la zona Cuauhtémoc, de los ríos Alto Conchos, San Pedro y Parral en la zona de Delicias y en la del río Florido de la zona de Jiménez.
Plan de manejo y actualización geohidrológica de los acuíferos Cuauhtémoc, Alto Río San Pedro Meoqui-Delicias y Jiménez-Camargo.
Programa de estudios de redes de monitoreo piezométrico
Programa de estudios geohidrológicos en los acuíferos
Recuperación y estabilización de 30 acuíferos con déficit del Estado de Chihuahua
Inducción de recarga natural de los acuíferos a través de la construcción de presones y obras de Infiltración
Conservación de agua y suelo

Tabla 3. Objetivo 2. Incentivar el uso racional del agua en la agricultura (Problemática y Proyectos). Fuente: PMPGH 2022 [6].

Problemática / Proyectos
Abastecimiento de agua a la agricultura de subsistencia
Agricultura protegida
Agroindustria
Calendarización del riego para el DR 083 Papigochi.
Estudios de factibilidad técnica, social, económica y ambiental
Estudios de factibilidad técnica para el riego por aspersión y/o goteo.
Implementación de riego por aspersión en Distritos y unidades de Riego
Instalar un sistema para pronóstico de riego en tiempo real
Manejo holístico de praderas
Mantener buenas prácticas de labranza, para una mejor conservación de la humedad en los terrenos Agrícolas
Mejorar la eficiencia primaria en unidades de riego
Programa de actualización de inventario de infraestructura hidroagrícola en Unidades de Riego en el Estado de Chihuahua.
Programa de rehabilitación y equipamiento de las Unidades de Riego
Programa hidroagrícola en el componente de rehabilitación y tecnificación de Distritos de Riego
Proyecto ejecutivo de la zona de riego Junta los Arroyos
Reconversión de cultivos
Reúso de aguas residuales tratadas con énfasis en agricultura

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Tabla 4. Objetivo 3. Fortalecer a los organismos operadores (Problemática y Proyectos). Fuente: PMPGH 2022 [(6)].

Problemática / Proyectos
Acciones de mejora en facturación y cobranza
Actualización del padrón de usuarios
tanques, etc.)
Ampliación del área de modelación en apoyo a los departamentos de control operacional y operación de redes
Concientización para el pago de servicios, procedimientos de coordinación con autoridades municipales y estatales
Construcción de la ampliación de la red morada
Construcción, mantenimiento y rehabilitación de pozos
Construcción de red de distribución de agua recuperada
Construcción o ampliación de las plantas de tratamiento de aguas residuales
Construcción y/o ampliación de plantas potabilizadoras (proyecto, construcción y puesta en marcha)
Ejecución de obras para la recarga del acuífero con agua residual tratada
Elaboración de modelo de simulación y proyecto integral de alcantarillado sanitario
Fortalecimiento del sistema comercial (estudio para diagnóstico comercial), actualización de las funciones del departamento de cultura del agua
Generar descripción y bitácora de operación de las plantas potabilizadoras
Incrementar cobertura de la red de agua potable, drenaje sanitario y sistema de alcantarillado
Integración de dispositivos de lectura y monitoreo remoto a medidores mecánicos actuales
Levantamiento y catastro de la red de agua potable, incluyendo tomas domiciliarias.
Monitoreo de niveles estáticos
Programa análisis de calidad del agua en fuentes de abastecimiento y de agua producida en plantas Potabilizadoras
Programa detección y reparación de fugas en la red de agua potable y de drenaje sanitario
Programa mantenimiento macromedidores
Programa mantenimiento preventivo de micromedidores
Programa y capacitación para potabilización con gas cloro
Proyecto y evaluación de factibilidad técnica para tratamiento terciario del agua residual tratada
Reemplazar línea de conducción
Reemplazar red de agua potable (incluye proyecto)

Problemática / Proyectos
Reemplazar red de drenaje sanitario
Rehabilitación de estructura de rebombeos y cárcamos de bombeo de agua tratada
Rehabilitación de rebombeos
Rehabilitación de red de drenaje sanitario
Sectorización y gestión de presiones
Sistema integral: conducción, equipamiento, tanques, cloración, red y tomas.
Transmisión de datos vía remota

Tabla 5. Objetivo 4. Incentivar la gobernabilidad y gobernanza en el sector del agua (Problemática y Proyectos). Fuente: PMPGH 2022 [6].

Problemática / Proyectos
Actualización del Registro Público de Derechos de Agua.
Programa de integración de estudios técnicos justificativos para el ordenamiento en acuíferos en los que se suspendió la condición de libre alumbramiento, con disponibilidad de agua subterránea.
Creación, fortalecimiento y reactivación a los COTAS
Servicios ambientales
Desarrollo de políticas para la integración de la enseñanza y la investigación de los recursos hídricos
Estudio para abordar la pertinencia y viabilidad del pago de compensación de Chihuahua en el Tratado Internacional de Aguas de 1944
Formular iniciativa para el pago por servicios ambientales en la parte occidental del estado
Proyecto de adiciones a la Ley Estatal del Agua en materia del Consejo Estatal Hídrico
Reforzamiento de los espacios de cultura del agua
Reglamentar tema de agricultura
Revisión de Ley de Cambio Climático
Elaborar una propuesta de reestructuración de consejos, comités de cuencas y comités técnicos de aguas subterráneas
Crear un Consejo Estatal Hídrico y fortalecer las facultades de la JCAS y SDR para gestionar el agua para todos los usos

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Tabla 6. Objetivo 5. Reducir el riesgo de la población ante fenómenos hidro-meteorológicos agua (Problemática y Proyectos). Fuente: PMPGH 2022 [6].

Problemática / Proyectos
Abastecimiento de agua potable con captación de agua de lluvia
Canalización de arroyos y cauces
Canalización y rehabilitación de obras hidráulicas en los arroyos
Conservación de presas
Construcción de drenaje pluvial separado del sanitario en el estado
Construcción de obras de protección en los ríos "Sacramento" y "Chuvíscar" en el municipio de Chihuahua
Construcción de presa de control de avenidas
Construcción para la rehabilitación y/o reubicación de los bordos de protección
Desazolve y rectificación del cauce del río
Infraestructura para la protección de centros de población contra inundaciones fluviales provocadas por Descargas
Limpieza, encauzamiento, mantenimiento y conservación de arroyos y cauces
Proyectos ejecutivos para la construcción de obras hidráulicas de regulación y conducción, tendientes a mejorar el control de escurrimientos pluviales, que contribuyan a eficientar las condiciones de seguridad para la población de Juárez
Reforzamiento y/o construcción de bordo de protección y rectificación de ríos
Rehabilitación y mantenimiento de cauces
Rehabilitación y/o reforzamiento de cruces especiales de alto riesgo en el Estado de Chihuahua.
Revestimiento del Dren 2-A con concreto hidráulico para desalojo de agua pluvial en Ciudad Juárez
Sobreelevación de la cortina y vertedor de la presa Casa de Janos, municipio de Janos, Chih.

Tabla 7. Objetivo 6. Educación, investigación e innovación en temas hídricos (Problemática y Proyectos). Fuente: PMPGH 2022 [6].

Problemática / Proyectos
Auditoría del agua con mediciones y trabajos de campo para disgregar, dimensionar y ubicar pérdidas físicas y comerciales, causas y soluciones
Capacitación para modelación hidráulica, gestión de presiones, sectorización, mantenimiento de redes, detección y reparación de fugas, en sistemas comerciales, entre otras
Construcción y puesta en marcha de nuevas estaciones hidrométricas y climatológicas.

Problemática / Proyectos
Control de extracciones mediante un Sistema para la Gestión del Agua
Elaboración de un estudio de viabilidad técnica y económica para instalar la tecnología adecuada para remover el hierro y manganeso del agua de los pozos en esa situación, así como arenas y sales.
Elaborar y mantener actualizado el Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS)
Elaborar y mantener actualizado el Programa de Prevención contra Contingencias Hidráulicas (PRONACH)
Estudio del funcionamiento de la red y propuesta de solución con proyecto (incluye modelo de simulación calibrado y validado)
Estudio para el control de escurrimientos (hidrológico e hidráulico) en el estado
Estudio para el intercambio de fuentes de agua de primer uso con el sector agrícola
Estudio y proyecto ejecutivo para la recarga artificial del acuífero
Estudios costo beneficio para el uso de energías limpias en sustitución de la energía contratada Actualmente
Estudios y proyectos de sistema de captación de agua
Identificación de zonas de libre alumbramiento mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) y sensores remotos.
Instalar sistemas de riego por aspersión en el Estado de Chihuahua.
Programa de mejoramiento de la medición en infraestructura hidroagrícola.
Programa de modernización y tecnificación de Unidades de Riego.
Programa de Tecnificación de riego por goteo en todo el estado.
Programa hidroagrícola en la componente de modernización de Distritos de Riego
Programa para ampliar la red de medición hidrometeorológica con transmisión de datos en tiempo real y monitoreo vía satelital en cuencas.
Proyecto ejecutivo y construcción de planta desaladora
Talleres y foros informativos para productores agrícolas
Tecnificación del riego

Dentro del PMPGH, se cuentan con tres clases de indicadores: indicadores de impacto en concordancia al PED, indicadores de gestión acorde a lo establecido al PEH 2040 e indicadores prioritarios de acuerdo con las acciones programadas.

1.1.4. Nivel municipal

Como antecedente a los estudios que servirán como base para la elaboración del Plan Municipal Hídrico de Largo Plazo del Municipio de Chihuahua, se desarrolló la Agenda Hídrica Municipal de Chihuahua 2018-2021 [(10)]. Esta estrategia tenía como objetivo garantizar el abasto de agua para la población del municipio, contando con la participación de diversas instituciones, entre las que se incluyen la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el Consejo Estatal Agropecuario de Chihuahua (CEACH), la Fundación Produce Chihuahua A.C., Pronatura Noreste A.C., el Organismo Público Descentralizado Parque Cumbres de Majalca, CODER Chihuahua Centro, la Facultad de Ingeniería y la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), el Tecnológico de Monterrey, Campus Chihuahua, y el Consejo de Cuenca del Río Bravo, con participación como vocalía municipal.

Sin embargo, es importante destacar la ausencia de instituciones clave como la JMAS Chihuahua, JCAS y CONAGUA en este proceso. Para atender la problemática hídrica, el 3 de septiembre de 2018 se autorizó al Municipio de Chihuahua constituir el “Fideicomiso para el Cuidado del Agua en el Municipio de Chihuahua”. Este instrumento promueve el desarrollo de prácticas para la conservación de cuencas, la recarga de acuíferos y la recuperación de los ecosistemas que brindan servicios ambientales en el municipio.

Con una inversión inicial de 12 millones de pesos, el fideicomiso fue creado con el objetivo de gestionar y orientar recursos públicos y privados para la ejecución de proyectos, programas, obras y servicios encaminados a lograr la sostenibilidad de los recursos naturales y reducir la brecha del déficit hídrico en las cuencas y acuíferos que abastecen a la población del municipio de Chihuahua.

Como parte de las acciones realizadas en el marco del Fideicomiso, se firmaron los siguientes convenios:

- Convenio de colaboración para promover mecanismos locales de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes del Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable con duración de 2019 a 2021 entre la Comisión Nacional Forestal y el Municipio de Chihuahua.
- Convenio de colaboración y apoyo económico entre el Fideicomiso para el Cuidado del Agua en el Municipio de Chihuahua y el Organismo Público Descentralizado Parque Cumbres de Majalca.

Se enuncia que sé que se realizaron tres proyectos ejecutivos, con inversión de $2.2 millones de pesos, que tuvieron como objetivo proponer soluciones a la sobreexplotación de los acuíferos y los riesgos por inundación en la ciudad. Los tres proyectos fueron:

- **Estudio técnico de las cuencas hidrológicas El Sauz-Encinillas y Sacramento.** Cuyo objetivo fue identificar zonas con potencial para la recarga artificial en los acuíferos: El Sauz-Encinillas y Chihuahua- Sacramento.
- **Estudio de la cuenca hidrológica Villalba:** Dicho estudio tuvo como objetivo identificar zonas con potencial para la recarga artificial en el acuífero Villalba y la elaboración de un proyecto de obra de recarga
- **Proyecto ejecutivo presa control de picos Arroyo Los Nogales Sur:** Por el antecedente lapso de que en ocho años se han presentado al menos dos eventos de lluvias extraordinarias que han provocado daños e inundaciones en el aeropuerto Internacional Roberto Fierro y fraccionamientos circundantes.

El Municipio de Chihuahua a través del Fideicomiso para el Cuidado del Agua, en coordinación con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y el Organismo Público Descentralizado Parque Cumbres de Majalca, ejecutaron la construcción de 18 presas filtrantes dentro del territorio municipal, para aumentar la recarga anual en los acuíferos Chihuahua-Sacramento y El Sauz-Encinillas. Con una inversión de $10.3 millones de pesos.

Además, se estableció un pago por servicios ambientales, las acciones ejecutadas para lograr la conservación de los ecosistemas y la cobertura forestal de las zonas identificadas con mayor potencial de recarga fueron las siguientes:

1. Creación de un convenio para promover los mecanismos locales de pago por servicios ambientales, a través de fondos concurrentes del Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable.
2. Establecimiento de cinco convenios de conservación para otorgar recursos económicos, mediante los mecanismos de pagos por servicios ambientales de fondos concurrentes con los ejidos.
3. La ejecución de cinco programas de mejores prácticas de manejo, con el objetivo de definir y planear actividades de conservación de las cuencas en el territorio, mejorar la provisión de los servicios ambientales y generar un diagnóstico del predio.
4. Pago a los proveedores de servicios ambientales.

Las inversiones de las acciones de recarga artificial de acuíferos y conservación, y restauración de cuencas hidrográficas de acuerdo con los Proyectos de la Agenda Hídrica Municipal [(10)] 2018-2021 fueron con su costo:

- Recarga artificial de acuíferos: $9.4 millones de pesos.
- Conservación y restauración de cuencas hidrográficas: $5.9 millones de pesos.
- Pago a proveedores de servicios y consultoría ambientales: $2.7 millones de pesos.

Estas acciones se llevaron en:

- Ejido Colonia Cuauhtémo
- Ejido Francisco I. Madero
- Ejido Las Varas
- Ejido Nuevo Delicias y Anexo El Sauz
- Ejido Sierra Azul

También se realizaron actividades de conservación de la cobertura forestal y obras en suelos para disminuir la erosión hídrica y el riesgo de inundaciones, además de favorecer la infiltración de agua en los acuíferos, con una inversión de $6 millones de pesos, en los mismos ejidos mencionados anteriormente.

El proyecto de reconversión productiva, implementado entre julio de 2017 y diciembre de 2018, tiene como objetivo el ahorro de agua por parte de los usuarios que consumen grandes cantidades, representando una oportunidad para una gestión adecuada de los recursos hídricos. La inversión en cultivos implementados fue de $0.6 millones de pesos.

Además, en octubre de 2020, se realizaron trabajos de reforestación en la localidad de El Vallecillo para recuperar las partes altas de las cuencas, ya que son las áreas de mayor recarga natural en los acuíferos de la zona. El monto de inversión para esta actividad no fue especificado.

Con una inversión de $2 millones de pesos, se desarrolló un estudio de factibilidad para el reúso de aguas residuales tratadas en cultivos. Este estudio evaluó una zona de riego que aprovecharía un volumen de 1,675 l/s de aguas residuales provenientes de la Planta de Tratamiento Sur de la Ciudad de Chihuahua, con el objetivo de intercambiar el agua concesionada de los pozos agrícolas.

El proyecto de educación, llevado a cabo entre 2018 y 2021, promovió la cultura del agua y la conservación de los recursos hídricos en el municipio de Chihuahua, con una inversión de 0.5 millones de pesos.

En conclusión, este esfuerzo debe continuarse y enriquecerse con un mayor entendimiento de lo que es la recarga inducida de acuíferos. Disminuir la velocidad de escurrimientos y favorecer la infiltración no garantiza la recarga; es necesario profundizar el conocimiento y contar con la participación de expertos en el tema, además de seguir la normatividad aplicable, lo cual no se evidenció en este esfuerzo.

En la Figura 14 se muestra como todos los esfuerzos se integran en lo que se busca sea el PMH 2040.

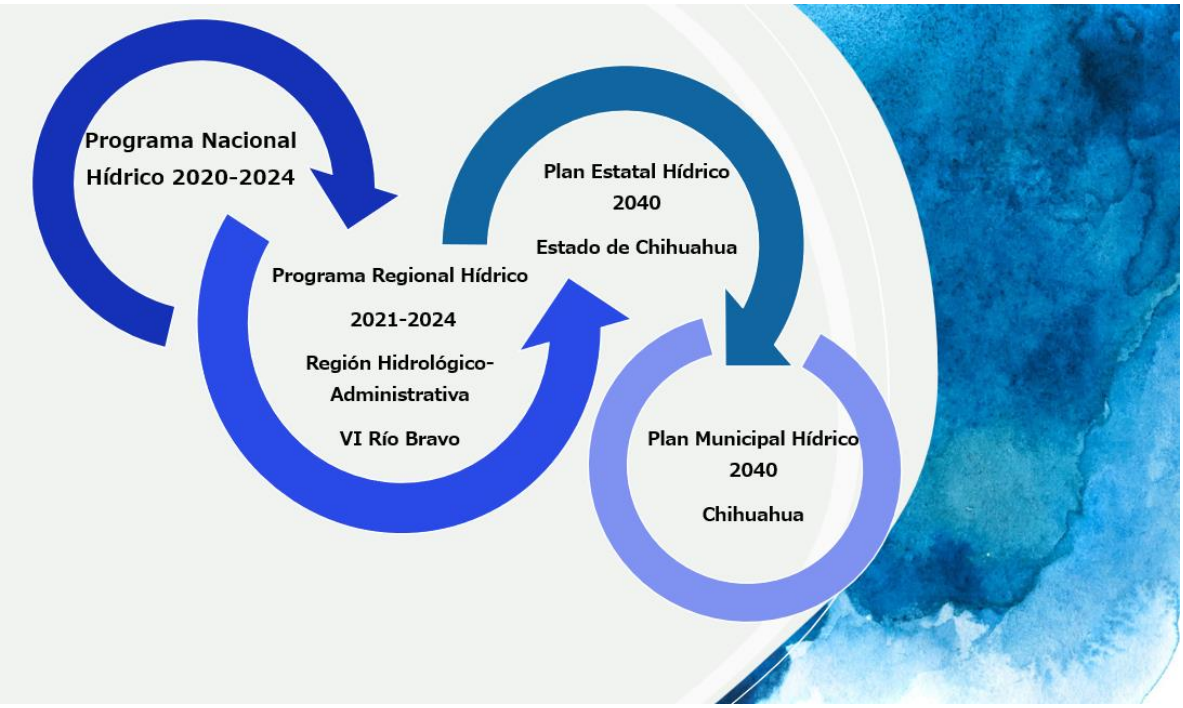


Figura 14. Integración de los Planes para formular el PMH de Chihuahua. Fuente: elaboración propia.

2. Visión

Este documento presenta una visión estratégica para la gestión sostenible del agua en el Municipio de Chihuahua, fundamentada en un análisis exhaustivo de la zona de estudio. La propuesta se orienta hacia una administración integral y sostenible del recurso hídrico, garantizando su disponibilidad y calidad para las generaciones presentes y futuras. Esto se logrará mediante un enfoque basado en datos y evidencia científica, la modernización de infraestructuras, la promoción de prácticas eficientes y responsables en todos los sectores, y la adaptación al cambio climático. Este enfoque integrará las mejores prácticas de regulación, infraestructura y gestión, fomentando un entorno favorable para la inversión y el desarrollo económico sostenible, al tiempo que protege y conserva el medio ambiente. La visión aspira a generar soluciones específicas, adaptadas a las condiciones locales y al ciclo hidrológico de la región.

2.1. Objetivos Estratégicos

El Plan Municipal Hídrico de Chihuahua debe ser una herramienta dinámica y adaptativa, capaz de responder a los desafíos actuales y futuros en la gestión del agua. Al enfocarse en la modernización de la infraestructura, la mejora de la gestión basada en datos y la promoción de prácticas sostenibles, el plan contribuirá significativamente a la seguridad hídrica, el desarrollo económico y la resiliencia ambiental del municipio. Es por ello por lo que en el estudio que sirva como herramienta base, se plantean objetivos estratégicos que son metas amplias y generales que guían la visión a largo plazo del PMH. Estos objetivos establecen la dirección y el propósito global del plan hídrico, y se alinean con la misión y la visión del municipio en términos de gestión del agua.

Características:

I. Enfoque a corto, mediano y largo plazo: abordan desafíos y metas que se esperan alcanzar a lo largo de distintos periodos de análisis, que pueden ser modificados y mejorados.
II. Amplios y generales: cubren áreas temáticas amplia, se definen acciones específicas, medibles y alcanzables.
III. Directrices: proporcionan una guía para el desarrollo de políticas, programas y proyectos.
IV. Transformadores: aspiran a generar cambios significativos en la gestión y uso del agua.
V. Evaluables: permiten la medición del progreso y el rendimiento

Los objetivos estratégicos son metas concretas, que derivan en acciones y proyectos a implementar, promoviendo una gestión más eficiente y sostenible del agua en el municipio de Chihuahua. Se enumeran a continuación y se engloban de acuerdo con las problemáticas detectadas en los informes realizados en este estudio que sirva como herramienta base para la elaboración del Plan Municipal Hídrico de Largo Plazo.

A continuación, se enumeran los objetivos estratégicos planteados de acuerdo con este estudio:

1. **Mejorar el monitoreo del uso del agua:** implementar sistemas avanzados de monitoreo y medición del uso del agua en los sectores doméstico e industrial, ganadero y agrícola, reemplazando las estimaciones actuales por datos precisos y confiables.
2. **Desarrollar proyectos climáticos**: promover proyectos de adaptación y mitigación al cambio climático, incluyendo la compra y venta de bonos de carbono y financiamientos climáticos como el fondo verde del clima (GCF).
3. **Invertir en infraestructura resiliente**: promover proyectos de resiliencia al cambio climático, mediante la solución basadas en la naturaleza con la construcción de obras.
4. **Análisis y gestión de acuíferos**: implementar proyectos de análisis y gestión de acuíferos permitirá mejorar significativamente la comprensión y el manejo de los recursos hídricos subterráneos en el municipio de chihuahua. La colaboración interinstitucional y la participación de la comunidad son claves para el éxito y la sostenibilidad de estas iniciativas.

5. **Promover la captación y uso de aguas pluviales**: fomentar la captación de aguas pluviales en áreas urbanas y rurales para su aprovechamiento en usos no potables, reduciendo la presión sobre las fuentes de agua potable. Además de incentivar el uso de tecnologías y prácticas que faciliten la recolección y almacenamiento de agua de lluvia.
6. **Fomentar el uso de agua residual tratada**: promover el uso de aguas residuales tratadas en la industria y la agricultura para disminuir la demanda de agua de primer uso.
7. **Invertir en modernización y conservación de infraestructura**: invertir en la modernización de las infraestructuras hidráulicas, enfocándose en la reducción de fugas y la eliminación de tomas clandestinas.
8. **Asegurar la sostenibilidad ambiental y social**: proteger y restaurar los ecosistemas acuáticos y terrestres que dependen del agua, manteniendo la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, mientras se promueve la equidad en el acceso y uso del agua, garantizando que todas las comunidades dispongan de este recurso vital. Reducir la huella hídrica en todos los sectores industriales mediante la adopción de tecnologías y prácticas que aumenten la eficiencia en el uso del agua, y desarrollar programas educativos y de concienciación para fomentar el uso responsable del agua.
9. **Fortalecer la gobernanza del agua:** asegurar que la toma de decisiones en materia hídrica se base en criterios técnicos y no en intereses políticos, garantizando la transparencia y la participación de todos los actores relevantes. Implementando las reformas necesarias para establecer un marco regulatorio sólido que promueva la gestión integrada y sostenible del agua.

2.2. Prospectiva para el Plan Municipal Hídrico de Chihuahua

La prospectiva para desarrollar el PMH 2040 debe considerar tanto los desafíos actuales como las tendencias futuras en la gestión del agua. A continuación, se detalla una visión prospectiva basada en análisis de tendencias, posibles escenarios y estrategias de adaptación:

1. **Escenarios futuros de disponibilidad de agua**

- Escenario optimista: mejoras significativas en la eficiencia del uso del agua y la implementación de tecnologías avanzadas de monitoreo y tratamiento pueden llevar a una gestión sostenible del agua. La modernización de infraestructuras y la promoción de la captación y uso de aguas pluviales contribuirán a una reducción significativa del estrés hídrico.
- Escenario pesimista: la falta de inversión y la inadecuada gestión de los recursos hídricos pueden exacerbar los problemas de escasez. El cambio climático podría intensificar los eventos extremos, afectando aún más la disponibilidad de agua.

- Escenario realista: una combinación de mejoras tecnológicas y políticas públicas efectivas puede mitigar algunos problemas, aunque el crecimiento poblacional y el cambio climático seguirán siendo desafíos críticos.

2. Tendencias tecnológicas y de innovación

- Digitalización y monitoreo: la adopción de tecnologías de monitoreo avanzado, como sensores inteligentes y sistemas de gestión de datos, permitirá una gestión más precisa y eficiente del uso del agua en todos los sectores.
- Tecnologías de tratamiento de agua: innovaciones en el tratamiento de aguas residuales y la desalación pueden aumentar la disponibilidad de agua tratada para uso industrial y agrícola.
- Captación y almacenamiento de aguas pluviales: la implementación de sistemas de captación y almacenamiento a gran escala en áreas urbanas y rurales reducirá la dependencia de fuentes de agua tradicionales.

3. Políticas públicas y regulaciones

- Gestión integrada de recursos hídricos: es esencial promover políticas de gestión integrada que consideren todos los usos del agua y fomenten la participación de la comunidad y los sectores industriales en la toma de decisiones.
- Incentivos económicos: implementar incentivos económicos para la adopción de prácticas de ahorro y eficiencia en el uso del agua, como subsidios para la instalación de tecnologías de captación de aguas pluviales y tratamiento de aguas residuales.
- Marco regulatorio sólido: establecer y reforzar un marco regulatorio que garantice la transparencia y la equidad en la distribución y uso del agua, asegurando que las decisiones se basen en criterios técnicos.

4. Adaptación al cambio climático

- Proyectos de adaptación climática: desarrollar y financiar proyectos de adaptación que incluyan la construcción de infraestructura resiliente y la restauración de ecosistemas acuáticos para mejorar la capacidad de respuesta ante eventos extremos.
- Financiamiento climático: aprovechar fondos internacionales y mecanismos de financiamiento como el fondo verde del clima para apoyar proyectos que reduzcan la vulnerabilidad y aumenten la resiliencia del sistema hídrico.

5. Participación comunitaria y educación

- Programas de educación y concienciación: implementar programas educativos dirigidos a la comunidad para fomentar el uso responsable y la conservación del agua.
- Participación ciudadana: fomentar la participación activa de la comunidad en la planificación y gestión de recursos hídricos mediante consultas públicas y plataformas de participación digital.

3. Metodología

A continuación, se presenta la definición de proyectos y acciones, alineados con los objetivos estratégicos y específicos, que pueden contribuir a una gestión sostenible del recurso hídrico en el municipio de Chihuahua. Este informe proporciona en función de los diagnósticos realizados una cartera de proyectos y acciones en función de las problemáticas identificadas, además de las identificadas en las mesas de trabajo de este estudio como herramienta base para la elaboración del PMH. Es importante considerar que la mención de las propuestas o alternativas de las instituciones se hace en relación de la información proporcionada por las mismas. Los cronogramas de implementación de los proyectos y la estimación del capital requerido para cada objetivo estratégico se determinaron a partir de un análisis de mercado basado en proyectos similares previamente implementados.

4. Cartera de Proyectos y Acciones

Se detallan y agrupan los proyectos y acciones de acuerdo con los objetivos estratégicos establecidos en este estudio, que sirve como herramienta fundamental para la elaboración del PMH 2040. Se establecen las acciones, el rol de los participantes y los proyectos específicos.

4.1. Objetivos Estratégico 1. Mejorar el Monitoreo del Uso del Agua

Implementar sistemas de monitoreo y medición del uso del agua en los sectores doméstico e industrial, ganadero y agrícola, reemplazando las estimaciones actuales por datos precisos y confiables.

Problemática: La gestión actual del agua en Chihuahua se basa en estimaciones y datos incompletos, lo que dificulta la toma de decisiones informadas y la implementación de políticas efectivas para la gestión sostenible del recurso hídrico.

Acciones

- Implementación de sistemas de medición:
  Implementadores: CONAGUA, JCAS JMAS, SDR, COTAS, Presidencia municipal.
- Suministro de datos: todos los usuarios, puede agruparse por uso; ejemplo los usuarios agrícolas
- Integradores: JMAS/Presidencia Municipal
- Evaluador del seguimiento: organizaciones de la sociedad civil, academia.

Descripción: Instalar medidores inteligentes en pozos, redes de distribución y puntos de consumo estratégicos para obtener datos precisos y en tiempo real sobre el uso del agua en los diferentes sectores. Para la instalación de medidores inteligentes en pozos, redes de distribución y puntos de consumo estratégicos, es esencial definir especificaciones y requerimientos técnicos detallados.

Dado que las mediciones tienen como finalidad cuantificar los volúmenes utilizados, es importante socializarlas entre los usuarios, especialmente aquellos que no tienen un contrato con el organismo operador. Esta iniciativa debe estar respaldada por la Ley del Agua del Estado de Chihuahua [(11)] y por un reglamento derivado del COTAS metropolitano, para asegurar su viabilidad y que sea una obligación para los usuarios del agua en el municipio. Esto implica la revisión de los volúmenes asignados en comparación con los volúmenes utilizados.

Cabe mencionar que la propuesta no busca solicitar el cobro de derechos (agrícolas y otros que no tienen dicha obligación según la Ley Federal de Derechos [(12)]), pero sí reglamentar que, si el usuario excede el volumen asignado, este excedente deberá ser considerado para el balance hídrico. Esto podría derivar en una propuesta administrativa y legal, en el sentido de que, si un usuario excede el volumen asignado sin tener la obligatoriedad de pago de derechos, al incumplir la asignación se hará acreedor al pago de derechos por el excedente o por el total del volumen en explotación, según corresponda si el recurso hídrico es utilizado en una actividad económica lucrativa.

La aplicación de la NMX AA 179 SCFI 2018 [(13)] "Medición de volúmenes de aguas nacionales usados, explotados o aprovechados", que de principio es de observancia voluntaria, se vuelve OBLIGATORIA, toda vez que la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales quien ejerce sus facultades a través de la CONAGUA y la cual es una autoridad legitimada para tales efectos, publicó en el Diario Oficial de la Federación las Reglas Generales sobre medición de aguas nacionales a que se refiere la fracción I, del párrafo tercero, del artículo 225, de la Ley Federal de Derechos, razón por la cual su cumplimiento se vuelve obligatorio para la medición de volúmenes de aguas nacionales usados, explotados o aprovechados y no potestativo a los sujetos obligados.

Cabe destacar, que en esta acción no se consideran proyectos para los usuarios que son responsabilidad de la JMAS Chihuahua, ya que esta institución desarrolla lo propio al respecto.

Proyectos del Objetivo 1

Para desarrollar un sistema de monitoreo del uso del agua avanzado y eficiente que cubra los sectores doméstico, industrial, ganadero y agrícola, se deben considerar las siguientes especificaciones y términos de referencia mínimos:

Requerimientos Técnicos Generales

- Precisión y confiabilidad: los dispositivos de medición deben tener un margen de error mínimo y ser capaces de proporcionar datos precisos y consistentes.

- Conectividad: el sistema debe permitir la transmisión de datos en tiempo real a través de redes inalámbricas (WI-FI, GSM, LORA, etc.) O cableadas (ethernet).
- Escalabilidad: la infraestructura debe ser capaz de adaptarse a un número creciente de usuarios y dispositivos de medición.
- Interoperabilidad: compatibilidad con otros sistemas y dispositivos existentes para facilitar la integración y el intercambio de datos.
- Especificaciones para sectores específicos

4.1.1. Contar con medición para determinar dotaciones de las comunidades y sus requerimientos de infraestructura hidro-sanitaria

Este Proyecto tiene diferentes fases de implementación, la inicial se plantea hacerlo en las fuentes de abasto de las comunidades rurales o semi urbanas del municipio, al menos donde los títulos de concesión están a nombre de la Presidencia Municipal de Chihuahua (más de 200), en esta primera fase no se incluye la instalación de medidores en los hogares. Ya que no se cuenta con información si existe red y su catastro etc. Sería la segunda fase de este proyecto, considerar un diagnóstico de la infraestructura de estas comunidades, se iniciarán con las más grandes que son: El Sauz, San Isidro (Los Hoyos), Colonia Nuevo Delicias, Ejido Nuevo Sacramento, Ejido Estación Terrazas y Minas del Cobre y El Charco.

El monto de inversión de la fase de instalación de medidores con comunicación remota [(14)] en las fuentes de las 200 localidades se estima en: $90,000 pesos por localidad/fuente; en cuanto a los diagnósticos acordes a los términos de referencia que ha utilizado la JCAS en localidades rurales, se estiman en $30,000 pesos por localidad.

Esto nos da un total de $18’180,000 pesos.

Fases de implementación:

- Fase inicial: instalación de medidores en fuentes de abasto.
- Alcance: instalar medidores con comunicación remota en las fuentes de abasto de 200 localidades.
- Costo estimado por localidad/fuente: $90,000 pesos.
- Total, de inversión para la fase inicial: $18,000,000 pesos.
- Fase de diagnóstico de infraestructura.
- Alcance: realizar un diagnóstico de la infraestructura hidro-sanitaria de las comunidades más grandes: El Sauz, San Isidro (Los Hoyos), Colonia Nuevo Delicias, Ejido Nuevo Sacramento, Ejido Estación Terrazas, Minas del Cobre y El Charco.
- Costo estimado por localidad: $30,000 pesos.
- Total, de inversión para diagnósticos: $180,000 pesos.
- Total, de inversión del proyecto: $18,180,000 pesos.

Requerimientos y términos [15]**:**

Recursos humanos y técnicos:

- Ingenieros hidráulicos y sanitarios: para la planificación, instalación y monitoreo de los medidores.
- Técnicos en medición y telecomunicaciones: para la instalación de medidores con comunicación remota.
- Especialistas en diagnóstico de infraestructura: para la evaluación de las redes y sistemas hidro-sanitarios.

Equipos y materiales:

- Medidores de agua con comunicación remota: certificados y adaptados para su uso en las fuentes de abasto de las localidades rurales y semi urbanas.
- Herramientas y equipos de instalación: incluyendo equipos de perforación, herramientas de instalación y equipos de protección personal.

Infraestructura y logística:

- Transporte: vehículos para el traslado del personal y equipos a las distintas localidades.
- Centros de control y monitoreo: establecer o adecuar centros de control para la supervisión remota de los medidores.

Capacitación:

- Entrenamiento del personal: capacitación para el personal en la instalación, mantenimiento y operación de los medidores.
- Capacitación comunitaria: programas de sensibilización y educación para las comunidades sobre el uso eficiente del agua y la importancia de la medición.

Coordinación y gestión del proyecto:

- Gestión del proyecto: establecer un equipo de gestión del proyecto para coordinar las fases de implementación, asegurando el cumplimiento de los plazos y presupuestos.
- Colaboración con autoridades locales: trabajar en estrecha colaboración con la presidencia municipal de chihuahua y otras autoridades relevantes para facilitar la implementación del proyecto.

Monitoreo y evaluación:

- Sistema de monitoreo continuo: implementar un sistema de monitoreo continuo para evaluar el rendimiento de los medidores y la precisión de los datos recolectados.
- Evaluación de impacto: realizar evaluaciones periódicas para medir el impacto del proyecto en la gestión del agua y las mejoras en la infraestructura hidro-sanitaria de las comunidades.

Cronograma tentativo:

- Preparación y planificación: 1-2 meses.
- Compra e instalación de medidores: 4-6 meses.
- Diagnóstico de infraestructura: 2-3 meses.
- Capacitación y sensibilización: paralelo a la instalación y diagnóstico.
- Monitoreo y evaluación: continuo a lo largo del proyecto.

Implementando este proyecto de manera estructurada y meticulosa, se logrará una gestión más eficiente de los recursos hídricos en las comunidades rurales y semi urbanas del municipio de Chihuahua, promoviendo el uso sostenible del agua y mejorando la infraestructura hidro-sanitaria.

4.1.2. Contar con medición para determinar patrones y eficiencias en la gestión del agua de los usuarios industriales

Este proyecto tiene diferentes fases de implementación, comenzando con una fase inicial que se sugiere realizar en un parque industrial del municipio, específicamente en el Complejo Industrial Chihuahua, al norte de la ciudad. Para este caso particular, es necesario establecer un convenio de colaboración con la administración del complejo industrial y plantear la necesidad de generar un piloto. Este piloto permitirá implementar una metodología que sirva de base para fomentar la sostenibilidad del recurso hídrico, generando seguridad y confianza en el uso del agua, y extendiéndose a nuevos usuarios industriales.

El proyecto piloto debe lograr la capacidad de desarrollar indicadores y balances en el uso y consumo de agua, tanto en los procesos de las naves industriales como en el uso responsable del agua por parte de los empleados en sus instalaciones. Esto se realizará en sinergia con asociaciones como Green City [(16)], que han mostrado interés en colaborar.

El alcance final es que la administración del complejo industrial disponga de un centro de control o una plataforma integradora, donde se centralice la información de los usuarios del complejo. A continuación, se presentan los puntos clave que deben ser considerados en el piloto:

- **Plataforma centralizada:** una plataforma centralizada que recoja y procese los datos de todos los dispositivos de monitoreo, proporcionando una visión integral del uso del agua.
- **Análisis de datos:** herramientas de software para el análisis del uso del agua en diferentes procesos industriales, identificando áreas de mejora en eficiencia.
- **Reportes de cumplimiento:** generación de reportes detallados para cumplir con normativas ambientales y de uso del agua.
- **Control de fugas:** implementación de sensores de flujo y presión para detectar y notificar fugas automáticamente.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

- **Alertas y notificaciones:** sistema de alertas y notificaciones para informar a los usuarios sobre consumos anómalos, fugas o problemas de calidad del agua.
- **Protección de datos:** implementación de medidas de seguridad para proteger los datos de consumo de agua y la privacidad de los usuarios.
- **Acceso seguro:** control de acceso seguro a la plataforma y los dispositivos de monitoreo mediante autenticación y autorizaciones adecuadas.

Estas especificaciones aseguran un sistema de monitoreo del uso del agua robusto y eficiente que puede ser implementado, promoviendo un uso sostenible y optimizado de este recurso vital. La JMAS de Chihuahua y el IMPLAN pueden participar con definir los Términos de Referencia (TDR). El monto de inversión dependerá del proyecto ejecutivo, por lo pronto se contempla que el diagnóstico y el proyecto ejecutivo tenga un costo aproximado de $200,000 pesos.

Fases de implementación:

Fase inicial: convenio y preparación del piloto

- Convenio de colaboración: negociar y firmar un convenio con la administración del complejo industrial chihuahua.
- Planificación: definir los objetivos específicos del piloto, identificar las naves industriales participantes y elaborar un plan detallado de implementación.
- Diagnóstico y proyecto ejecutivo: realizar un diagnóstico preliminar y desarrollar el proyecto ejecutivo. Costo estimado: $200,000 pesos.

Fase de implementación: instalación y configuración de sistemas

- Plataforma centralizada: desarrollar e implementar una plataforma centralizada para la recopilación y procesamiento de datos.
- Sensores y dispositivos de monitoreo: instalar sensores de flujo y presión, medidores de agua y otros dispositivos necesarios para el monitoreo continuo.
- Control de fugas: implementar sistemas de detección de fugas con notificación automática.

Fase de operación: monitoreo y análisis de datos

- Análisis de datos: utilizar herramientas de software para analizar el uso del agua en diferentes procesos industriales, identificar áreas de mejora en eficiencia y generar indicadores de rendimiento.
- Reportes de cumplimiento: generar reportes detallados para cumplir con normativas ambientales y de uso del agua.
- Alertas y notificaciones: establecer un sistema de alertas y notificaciones para informar sobre consumos anómalos, fugas o problemas de calidad del agua.

Fase de evaluación y ajustes: revisión del piloto y mejoras

- Evaluación: revisar el desempeño del piloto, evaluar los resultados obtenidos y hacer los ajustes necesarios para optimizar el sistema.
- Escalamiento: preparar un plan para expandir la implementación a otros usuarios industriales basados en los resultados y aprendizajes del piloto.

Requerimientos y términos [17] [18]**:**

Recursos humanos y técnicos:

- Ingenieros en hidráulica y gestión del agua: para la planificación, instalación y monitoreo de los sistemas de medición.
- Técnicos en sensores y automatización: para la instalación y configuración de sensores de flujo, presión y otros dispositivos de monitoreo.
- Analistas de datos: para el análisis de datos y generación de reportes.

Equipos y materiales:

- Sensores y medidores: sensores de flujo, presión y medidores de agua con capacidad de comunicación remota.
- Plataforma centralizada: hardware y software para la recopilación, almacenamiento y análisis de datos.
- Equipos de monitoreo y control: herramientas para la instalación y mantenimiento de los dispositivos de monitoreo.

Infraestructura y logística:

- Transporte: vehículos para el traslado del personal y equipos al complejo industrial.
- Centro de control: establecer o adecuar un centro de control para la supervisión remota del uso del agua en el complejo industrial.

Capacitación:

- Entrenamiento del personal: capacitación para el personal en la instalación, mantenimiento y operación de los sistemas de monitoreo.
- Sensibilización de usuarios: programas de sensibilización y educación para los empleados sobre el uso responsable del agua.

Coordinación y gestión del proyecto:

- Gestión del proyecto: establecer un equipo de gestión del proyecto para coordinar las fases de implementación, asegurando el cumplimiento de los plazos y presupuestos.
- Colaboración con autoridades locales: trabajar en estrecha colaboración con la administración del complejo industrial, la JMAS de Chihuahua y el IMPLAN para definir los Términos de Referencia (TDR).

Monitoreo y evaluación:

- Sistema de monitoreo continuo: implementar un sistema de monitoreo continuo para evaluar el rendimiento de los sistemas de medición y la precisión de los datos recolectados.
- Evaluación de impacto: realizar evaluaciones periódicas para medir el impacto del proyecto en la gestión del agua y las mejoras en la eficiencia del uso del recurso hídrico.

Términos específicos:

- Plataforma centralizada: desarrollo de una plataforma que integre y procese datos de todos los dispositivos de monitoreo, proporcionando una visión integral del uso del agua.
- Análisis de datos: utilización de software avanzado para el análisis de patrones de uso del agua y la identificación de oportunidades de mejora en eficiencia.
- Reportes de cumplimiento: generación de reportes periódicos que cumplan con las normativas ambientales y de uso del agua.
- Control de fugas: implementación de sensores de flujo y presión para la detección automática de fugas y notificación inmediata.
- Alertas y notificaciones: sistema de alertas para informar sobre consumos anómalos, fugas o problemas de calidad del agua en tiempo real.
- Protección de datos: medidas de seguridad robustas para proteger los datos de consumo de agua y la privacidad de los usuarios.
- Acceso seguro: control de acceso seguro a la plataforma y dispositivos de monitoreo mediante autenticación y autorizaciones adecuadas.

Cronograma tentativo:

- Preparación y planificación: 1-2 meses.
- Diagnóstico y proyecto ejecutivo: 2-3 meses.
- Instalación y configuración: 4-6 meses.
- Monitoreo y análisis de datos: continuo a lo largo del proyecto.
- Evaluación y ajustes: 1-2 meses.

Este enfoque detallado y organizado permitirá establecer una gestión eficiente del agua en el Complejo Industrial Chihuahua, promoviendo la sostenibilidad del recurso hídrico y generando confianza en el uso del agua tanto en procesos industriales como entre los empleados.

4.1.3. Contar con medición para determinar patrones y eficiencias en la gestión del agua de los usuarios ganaderos

Este proyecto es necesario realizar un convenio de colaboración con la Unión Ganadera Regional de Chihuahua [(19)], se plantea que de forma inicial se presente la necesidad a los usuarios que forman

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

parte de esta asociación, su integración en la nueva corresponsabilidad en gestión del agua. Se considera que el proyecto debe contar con:

- **Sensores de flujo, nivel y calidad del agua:** instalación de sensores en: pozos, bebederos y tanques para monitorear el nivel y la calidad del agua.
- **Integración con sistemas de gestión ganadera:** capacidad de integrar datos de consumo de agua con otros sistemas de gestión para optimizar la salud y el crecimiento del ganado.
- **Monitoreo remoto:** acceso remoto a datos y alertas mediante aplicaciones móviles o plataformas web.

Estas especificaciones aseguran un sistema de monitoreo del uso del agua robusto y eficiente que puede ser implementado, promoviendo un uso sostenible y optimizado de este recurso vital. Se puede involucrar al INIFAP, Consejo Estatal Agropecuario, Desarrollo rural y al IMPLAN para definir los TDR. El monto de inversión dependerá del proyecto ejecutivo, por lo pronto se contempla que el diagnóstico y el proyecto ejecutivo tenga un costo aproximado de $100,000 pesos.

Fases de implementación:

Fase inicial: convenio y preparación del piloto

- Convenio de colaboración: negociar y firmar un convenio con la unión ganadera regional de chihuahua.
- Planificación: definir los objetivos específicos del piloto, identificar las granjas participantes y elaborar un plan detallado de implementación.
- Diagnóstico y proyecto ejecutivo: realizar un diagnóstico preliminar y desarrollar el proyecto ejecutivo. Costo estimado: $100,000 pesos.

Fase de implementación: instalación y configuración de sistemas

- Sensores de flujo, nivel y calidad del agua: instalación de sensores en pozos, bebederos y tanques para monitorear el nivel, flujo y calidad del agua.
- Integración con sistemas de gestión ganadera: integrar los datos de consumo de agua con otros sistemas de gestión para optimizar la salud y el crecimiento del ganado.

Fase de operación: monitoreo y análisis de datos

- Monitoreo remoto: proporcionar acceso remoto a datos y alertas mediante aplicaciones móviles o plataformas web.
- Análisis de datos: utilizar herramientas de software para analizar el uso del agua, identificar patrones y oportunidades de mejora.

Fase de evaluación y ajustes: revisión del piloto y mejoras

- Evaluación: revisar el desempeño del piloto, evaluar los resultados obtenidos y hacer los ajustes necesarios para optimizar el sistema.
- Escalamiento: preparar un plan para expandir la implementación a otros usuarios ganaderos basados en los resultados y aprendizajes del piloto.

Requerimientos y términos:

Recursos humanos y técnicos:

- Ingenieros agrónomos y especialistas en hidráulica: para la planificación, instalación y monitoreo de los sistemas de medición.
- Técnicos en sensores y automatización: para la instalación y configuración de sensores de flujo, nivel y calidad del agua.
- Analistas de datos: para el análisis de datos y generación de reportes.

Equipos y materiales:

- Sensores de flujo, nivel y calidad del agua: sensores adaptados para su uso en pozos, bebederos y tanques.
- Plataforma de monitoreo remoto: hardware y software para la recopilación, almacenamiento y análisis de datos.
- Equipos de monitoreo y control: herramientas para la instalación y mantenimiento de los dispositivos de monitoreo.

Infraestructura y logística:

- Transporte: vehículos para el traslado del personal y equipos a las granjas ganaderas.
- Centro de control: establecer o adecuar un centro de control para la supervisión remota del uso del agua en las actividades ganaderas.

Capacitación:

- Entrenamiento del personal: capacitación para el personal en la instalación, mantenimiento y operación de los sistemas de monitoreo.
- Sensibilización de usuarios: programas de sensibilización y educación para los ganaderos sobre el uso responsable del agua.

Coordinación y gestión del proyecto:

- Gestión del proyecto: establecer un equipo de gestión del proyecto para coordinar las fases de implementación, asegurando el cumplimiento de los plazos y presupuestos.
- Colaboración con entidades relevantes: trabajar en estrecha colaboración con la Unión Ganadera Regional De Chihuahua, INIFAP, Consejo Estatal Agropecuario, Desarrollo Rural yEl IMPLAN para definir los términos de referencia (TDR).

Monitoreo y evaluación:

- Sistema de monitoreo continuo: implementar un sistema de monitoreo continuo para evaluar el rendimiento de los sistemas de medición y la precisión de los datos recolectados.
- Evaluación de impacto: realizar evaluaciones periódicas para medir el impacto del proyecto en la gestión del agua y las mejoras en la eficiencia del uso del recurso hídrico.

Términos específicos:

- Sensores de flujo, nivel y calidad del agua: instalación de sensores en pozos, bebederos y tanques para monitorear el flujo, nivel y calidad del agua.
- Integración con sistemas de gestión ganadera: capacidad de integrar datos de consumo de agua con otros sistemas de gestión ganadera para optimizar la salud y crecimiento del ganado.
- Monitoreo remoto: acceso remoto a datos y alertas mediante aplicaciones móviles o plataformas web.
- Protección de datos: medidas de seguridad robustas para proteger los datos de consumo de agua y la privacidad de los usuarios.
- Acceso seguro: control de acceso seguro a la plataforma y dispositivos de monitoreo mediante autenticación y autorizaciones adecuadas.

Cronograma tentativo:

- Preparación y planificación: 1-2 meses.
- Diagnóstico y proyecto ejecutivo: 2-3 meses.
- Instalación y configuración: 4-6 meses.
- Monitoreo y análisis de datos: continuo a lo largo del proyecto.
- Evaluación y ajustes: 1-2 meses.

4.1.4. Contar con medición para determinar patrones y eficiencias en la gestión del agua de los usuarios agrícolas

Para este proyecto es necesario realizar un convenio de colaboración con las asociaciones de los distintos cultivos más representativos en el municipio como: nuez, uva entre otras, se plantea que de forma inicial se presente la necesidad a los usuarios que forman parte de estas asociaciones, su integración en la nueva corresponsabilidad en gestión del agua. Se considera que el proyecto debe contar con [(20)]:

- **Sistemas de irrigación inteligentes:** implementación de sistemas de riego controlados por sensores de humedad del suelo y condiciones climáticas.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

- **Sensores de flujo y presión:** instalación de sensores para monitorear el uso del agua en tiempo real y ajustar el riego según sea necesario.
- **Protección de datos:** implementación de medidas de seguridad para proteger los datos de consumo de agua y la privacidad de los usuarios.
- **Acceso seguro:** control de acceso seguro a la plataforma y los dispositivos de monitoreo mediante autenticación y autorizaciones adecuadas.
- **Monitoreo remoto:** acceso remoto a datos y alertas mediante aplicaciones móviles o plataformas web
- **Modelos predictivos:** uso de algoritmos y modelos predictivos para optimizar el uso del agua basado en datos históricos y pronósticos climáticos.

Estas especificaciones aseguran un sistema de monitoreo del uso del agua robusto y eficiente que puede ser implementado, promoviendo un uso sostenible y optimizado de este recurso vital. Se puede involucrar al INIFAP, Consejo Estatal Agropecuario, Desarrollo rural, fundación produce y el IMPLAN para definir los TDR. El monto de inversión dependerá del proyecto ejecutivo, por lo pronto se contempla que el diagnóstico y el proyecto ejecutivo tenga un costo aproximado de $200,000 pesos.

Fases de implementación:

Fase inicial: convenio y preparación del piloto

- Convenio de colaboración: negociar y firmar convenios con asociaciones agrícolas del municipio.
- Planificación: definir los objetivos específicos del piloto, identificar las parcelas participantes y elaborar un plan detallado de implementación.
- Diagnóstico y proyecto ejecutivo: realizar un diagnóstico preliminar y desarrollar el proyecto ejecutivo. Costo estimado: $200,000 pesos.

Fase de implementación: instalación y configuración de sistemas

- Sistemas de irrigación inteligentes: implementar sistemas de riego controlados por sensores de humedad del suelo y condiciones climáticas.
- Sensores de flujo y presión: instalar sensores para monitorear el uso del agua en tiempo real y ajustar el riego según sea necesario.
- Modelos predictivos: utilizar algoritmos y modelos predictivos para optimizar el uso del agua basado en datos históricos y pronósticos climáticos.

Fase de operación: monitoreo y análisis de datos

- Monitoreo remoto: proporcionar acceso remoto a datos y alertas mediante aplicaciones móviles o plataformas web.

- Análisis de datos: utilizar herramientas de software para analizar el uso del agua, identificar patrones y oportunidades de mejora.

Fase de evaluación y ajustes: revisión del piloto y mejoras

- Evaluación: revisar el desempeño del piloto, evaluar los resultados obtenidos y hacer los ajustes necesarios para optimizar el sistema.
- Escalamiento: preparar un plan para expandir la implementación a otros usuarios agrícolas basados en los resultados y aprendizajes del piloto.

Requerimientos y términos:

Recursos humanos y técnicos:

- Ingenieros agrónomos y especialistas en hidráulica: para la planificación, instalación y monitoreo de los sistemas de medición.
- Técnicos en sensores y automatización: para la instalación y configuración de sensores de flujo, presión y humedad del suelo.
- Analistas de datos: para el análisis de datos y generación de reportes.

Equipos y materiales:

- Sistemas de irrigación inteligentes: sistemas de riego automatizados controlados por sensores de humedad del suelo y condiciones climáticas.
- Sensores de flujo y presión: sensores adaptados para monitorear el uso del agua en tiempo real.
- Plataforma de monitoreo remoto: hardware y software para la recopilación, almacenamiento y análisis de datos.

Infraestructura y logística:

- Transporte: vehículos para el traslado del personal y equipos a las parcelas agrícolas.
- Centro de control: establecer o adecuar un centro de control para la supervisión remota del uso del agua en las actividades agrícolas.

Capacitación:

- Entrenamiento del personal: capacitación para el personal en la instalación, mantenimiento y operación de los sistemas de monitoreo.
- Sensibilización de usuarios: programas de sensibilización y educación para los agricultores sobre el uso responsable del agua.

Coordinación y gestión del proyecto:

- Gestión del proyecto: establecer un equipo de gestión del proyecto para coordinar las fases de implementación, asegurando el cumplimiento de los plazos y presupuestos.
- Colaboración con entidades relevantes: trabajar en estrecha colaboración con Asociaciones Agrícolas, INIFAP, Consejo Estatal Agropecuario, Desarrollo Rural, Fundación Produce y el IMPLAN para definir los términos de referencia (TDR).

Monitoreo y evaluación:

- Sistema de monitoreo continuo: implementar un sistema de monitoreo continuo para evaluar el rendimiento de los sistemas de medición y la precisión de los datos recolectados.
- Evaluación de impacto: realizar evaluaciones periódicas para medir el impacto del proyecto en la gestión del agua y las mejoras en la eficiencia del uso del recurso hídrico.

Términos específicos:

- Sistemas de irrigación inteligentes: implementación de sistemas de riego automatizados controlados por sensores de humedad del suelo y condiciones climáticas.
- Sensores de flujo y presión: instalación de sensores para monitorear el uso del agua en tiempo real y ajustar el riego según sea necesario.
- Modelos predictivos: utilización de algoritmos y modelos predictivos para optimizar el uso del agua basado en datos históricos y pronósticos climáticos.
- Monitoreo remoto: acceso remoto a datos y alertas mediante aplicaciones móviles o plataformas web.
- Protección de datos: medidas de seguridad robustas para proteger los datos de consumo de agua y la privacidad de los usuarios.
- Acceso seguro: control de acceso seguro a la plataforma y dispositivos de monitoreo mediante autenticación y autorizaciones adecuadas.

Cronograma tentativo:

- Preparación y planificación: 1-2 meses.
- Diagnóstico y proyecto ejecutivo: 2-3 meses.
- Instalación y configuración: 4-6 meses.
- Monitoreo y análisis de datos: continuo a lo largo del proyecto.
- Evaluación y ajustes: 1-2 meses.

4.2. Objetivos Estratégico 2. Desarrollar Proyectos Climáticos

Promover proyectos de adaptación y mitigación al cambio climático, incluyendo la compra y venta de bonos de carbono y financiamientos climáticos como el Fondo Verde del Clima (GCF) [21] [22].

Problemática: el tema climático como en los demás rubros de la gestión actual del agua en Chihuahua se basa en datos incompletos, lo que dificulta la toma de decisiones informadas y la implementación de políticas efectivas para la gestión sostenible del recurso hídrico, se puede identificar dos grandes líneas estratégicas:

Escasez de agua: el cambio climático ha alterado los patrones de precipitación, provocando períodos más prolongados de sequía y disminuyendo la disponibilidad de agua en las fuentes tradicionales. Esta escasez afecta tanto al consumo humano como a las actividades agrícolas e industriales, esenciales para la economía local.

Eventos climáticos extremos: aumento en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos, como lluvias torrenciales y sequías prolongadas, que sobrecargan la infraestructura existente. Las inundaciones, por ejemplo, pueden causar daños significativos a las propiedades y la infraestructura, mientras que las sequías extremas comprometen la seguridad hídrica.

Acciones

Implementación de sistemas de seguimiento y monitoreo del clima para determinar vulnerabilidad y tomar acciones

- **Instalar sistemas avanzados de seguimiento y monitoreo del clima en puntos estratégicos del municipio de chihuahua.** Estos sistemas proporcionarán datos precisos y en tiempo real sobre las condiciones climáticas, permitiendo identificar vulnerabilidades y tomar acciones adecuadas para mitigar riesgos y adaptar la infraestructura y servicios municipales a los impactos del cambio climático.
- **Especificaciones y requerimientos técnicos:** para la implementación de estos sistemas de monitoreo, es esencial definir especificaciones y requerimientos técnicos detallados. Los equipos deben incluir sensores de alta precisión para medir variables climáticas como temperatura, humedad, precipitación, velocidad y dirección del viento, entre otros. Los datos deben ser recopilados y analizados en tiempo real, permitiendo una respuesta inmediata ante eventos climáticos adversos.
- **Socialización y regulación**: es fundamental socializar la importancia del monitoreo climático entre la población y las autoridades municipales. La implementación debe estar sustentada en el marco normativo estatal [23] [24] [25] y en reglamentos específicos del municipio para asegurar su viabilidad y obligatoriedad. Esto incluye la capacitación de personal municipal y comunitario para la interpretación y uso de los datos climáticos en la toma de decisiones.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

- **Acciones basadas en datos:** los datos obtenidos del monitoreo climático deben ser utilizados para desarrollar planes de acción que mitiguen los riesgos asociados con eventos climáticos extremos, como inundaciones, sequías y olas de calor. Esto incluye la planificación y ejecución de obras de infraestructura adaptativa, el diseño de políticas públicas de protección civil y la promoción de prácticas agrícolas y urbanas resilientes.
- **Aplicación de normativas:** la implementación de sistemas de seguimiento y monitoreo del clima debe cumplir con normativas nacionales e internacionales, como las normas oficiales mexicanas y adaptación al cambio climático. Además, se debe coordinar con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) para garantizar la integración de los datos municipales en los sistemas nacionales de monitoreo climático.

Proyectos del Objetivo 2

4.2.1. Diseño e integración de una Red de Estaciones Climáticas y Gestión de Datos/ Sistema de Información de Servicios Climáticos (CSIS)

El principal desafío para identificar variables climáticas y realizar análisis de datos en un plan municipal hídrico es la falta de un sistema unificado. Se propone homologar e instaurar un Sistema de Información de Servicios Climáticos (CSIS), siguiendo la referencia de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) [(26)]. Este sistema tendrá como objetivo generar e integrar datos de las distintas estaciones climatológicas, así como archivar, analizar, modelar, intercambiar y procesar de manera sistemática la información sobre el clima (pasado, presente y futuro).

El CSIS sería el "núcleo operativo" para el seguimiento de los datos requeridos en el Plan Municipal Hídrico (PMH). Esta iniciativa, liderada por el municipio o por una institución designada, apoyará la producción y entrega de productos de información climática autorizados, utilizando mecanismos operativos, estándares técnicos, comunicación y autenticación apropiados.

El CSIS orientará el desarrollo y la aplicación de información y servicios climáticos basados en la ciencia para apoyar la toma de decisiones en sectores sensibles al clima, como la agricultura y la seguridad alimentaria, los recursos hídricos, la energía, la reducción del riesgo de desastres y la salud.

Las funciones principales del CSIS incluyen:

- Datos climáticos
- Monitoreo del clima
- Predicción climática
- Proyección climática
- Información climática dirigida al usuario

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua | Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820 | https://implanchihuahua.org

La puesta en funcionamiento del CSIS se organiza como una red de tres niveles que pueda interactuar con proveedores locales, nacionales e internacionales.

Además de generar y proporcionar información y servicios climáticos, el CSIS facilita la interacción entre los proveedores y usuarios de servicios climáticos para garantizar un flujo de información bidireccional a través de plataformas de interfaz de usuario (UIP) a escala regional y nacional.

Requerimientos Técnicos Generales

- Precisión y confiabilidad: los dispositivos de medición deben tener un margen de error mínimo y ser capaces de proporcionar datos precisos y consistentes.
- Conectividad: el sistema debe permitir la transmisión de datos en tiempo real a través de redes inalámbricas (WI-FI, GSM, LORA, etc.) o cableadas (ethernet).
- Escalabilidad: la infraestructura debe ser capaz de adaptarse a un número creciente de usuarios y dispositivos de medición.
- Interoperabilidad: compatibilidad con otros sistemas y dispositivos existentes para facilitar la integración y el intercambio de datos.

La primera etapa de este proyecto es el diseño e implementación de una de red de estaciones climáticas, considerando las existentes y las necesarias para generar productos como seguimiento, incidencia y vulnerabilidad de la sequía, así como de otros fenómenos climáticos.

Diseño de la red de estaciones climáticas:

Los siguientes factores deben considerarse al diseñar una red de estaciones climáticas:

- Propósito de la red: la red debe estar diseñada para cumplir con los objetivos específicos del plan hídrico.
- Variables climáticas que medir: las variables climáticas relevantes para la gestión del agua deben ser medidas.
- Densidad de la red: la densidad de la red debe ser suficiente para capturar la variabilidad espacial del clima.
- Ubicación de las estaciones: las estaciones deben ubicarse en áreas representativas del clima de la región.
- Tipo de estaciones: el tipo de estación debe ser adecuado para las variables climáticas que se van a medir.

Gestión de datos:

Los datos climáticos deben gestionarse de manera eficiente para que puedan usarse para informar la toma de decisiones sobre la gestión del agua. El sistema de gestión de datos debe ser capaz de:

Almacenamiento seguro:

- Infraestructura confiable: utilizar servidores seguros y redundantes para asegurar la integridad y disponibilidad de los datos.
- Backup regular: implementar políticas de copias de seguridad regulares para prevenir la pérdida de datos.

Procesamiento de datos:

- Calidad de datos: procesar los datos para eliminar errores y asegurar su calidad mediante algoritmos de validación y limpieza de datos.
- Normalización: estandarización de datos para permitir análisis comparativos y consistentes.

Análisis de datos:

- Identificación de tendencias: herramientas de análisis para identificar tendencias y patrones en los datos climáticos.
- Modelos predictivos: desarrollo de modelos predictivos para pronosticar eventos climáticos extremos y variabilidad a largo plazo.

Visualización de datos:

- Plataforma de visualización: crear una plataforma web o aplicación móvil que permita la visualización intuitiva y comprensible de los datos climáticos.
- Reportes personalizados: generar reportes detallados y personalizados según las necesidades de los usuarios.

La propuesta incluye utilizar e integrar las estaciones existentes de diferentes instituciones y asociaciones, así como adquirir al menos dos estaciones robustas (Vaisala o Campbell), una para el norte del municipio y otra para la zona de los Ojos del Chuviscar. Esto tiene como finalidad contar con un monitoreo confiable y con estándares en todo el municipio. También sería importante integrar el monitoreo con la estación del aeropuerto y la del observatorio del SMN, que formarían la columna vertebral de la red de estaciones en el municipio, fortalecida por la integración de las estaciones existentes de otras instituciones.

Para llevar a cabo esta iniciativa, es necesario desarrollar un proyecto derivado de un convenio entre las partes involucradas, integrando sus datos en una plataforma que permita la visualización y el análisis sistemático de la información climática y meteorológica. Esta red facilitará la generación de productos climáticos y meteorológicos de forma eficiente y coordinada. Una red de estaciones climáticas y un sistema de gestión de datos bien diseñados pueden proporcionar los siguientes beneficios:

1. Mejor comprensión del clima local.
2. Capacidad para identificar tendencias climáticas a largo plazo.
3. Capacidad para predecir eventos climáticos extremos.

4. Desarrollo de planes hídricos más eficientes y sostenibles.

5. Mejora de la toma de decisiones sobre la gestión del agua.

El diseño e implementación de una red de estaciones climáticas y un sistema de gestión de datos son inversiones esenciales para el desarrollo de planes hídricos sostenibles. La parte inicial plantea la definición de la red y la integración de estas en una plataforma que sea administrada por la JCAS o por el IMPLAN, así como la compra, instalación y puesta en operación de las dos estaciones mencionadas, cabe señalar que este proyecto debe tener un fondo de financiamiento, mediante un fideicomiso y/o la venta de productos climatológicos a los distintos usuarios para que sea un proyecto sostenible en el tiempo.

El costo inicial del proyecto se estima en $5’000,000 pesos.

Implementación del proyecto:

Fase de planificación:

- Convenio de colaboración: firmar convenios con instituciones y asociaciones para la integración de estaciones existentes.
- Definición del proyecto ejecutivo: desarrollo del proyecto ejecutivo y diagnóstico inicial. Costo estimado: $200,000 pesos.

Fase de instalación:

- Compra de estaciones: adquisición de al menos dos estaciones meteorológicas robustas.
- Instalación y configuración: instalación de estaciones en ubicaciones estratégicas y configuración para integración con la plataforma centralizada.

Fase de operación:

- Monitoreo y mantenimiento: monitoreo continuo de las estaciones y mantenimiento regular para asegurar su correcto funcionamiento.
- Gestión de la plataforma: administración de la plataforma de datos por jcas o implan.

Fase de evaluación y mejora:

- Evaluación periódica: revisar el rendimiento del sistema, hacer ajustes necesarios y evaluar el impacto del proyecto.
- Expansión y mejora: planificar la expansión de la red y mejorar la infraestructura según sea necesario.

Financiamiento y sostenibilidad:

- Fideicomiso: crear un fideicomiso para asegurar fondos continuos para el mantenimiento y operación de la red.

- Venta de productos climatológicos: generar ingresos mediante la venta de productos climatológicos y servicios de datos a usuarios interesados.
- Estimación total: $5’000,000 pesos para la fase inicial, incluyendo la compra e instalación de estaciones, desarrollo de la plataforma y diagnóstico.

Beneficios Esperados:

- Mejor comprensión del clima local: datos precisos y detallados sobre las condiciones climáticas del municipio.
- Identificación de tendencias climáticas: capacidad para identificar y analizar tendencias a largo plazo.
- Predicción de eventos extremos: mejora en la capacidad de predecir eventos climáticos extremos.
- Planes hídricos sostenibles: desarrollo de planes hídricos más eficientes y sostenibles.
- Mejora en la gestión del agua: toma de decisiones informadas y optimización en la gestión del recurso hídrico.

La implementación de este proyecto fortalecerá la infraestructura climática del municipio, promoviendo la sostenibilidad y resiliencia ante desafíos climáticos futuros.

4.2.2. Impulsar la participación en mercados de carbono

Facilitar la participación de productores locales en mercados de bonos de carbono, con al menos 10 proyectos inscritos en el Fondo Verde del Clima (GCF) [21] [22] en los próximos 3 años. Para lo cual es necesario buscar financiamiento externo, esto puede ser una responsabilidad de la Presidencia municipal, por medio de la Secretaria de Desarrollo Rural y el objetivo es obtener financiamiento internacional para proyectos climáticos por un valor de $10 millones de dólares en los próximos 5 años.

Términos y requerimientos:

Identificación de proyectos potenciales:

- Diagnóstico inicial: realizar un diagnóstico para identificar proyectos que cumplan con los criterios del GCF y otros mercados de carbono.
- Selección de proyectos: seleccionar al menos 10 proyectos viables que puedan ser presentados para financiamiento.

Establecimiento de convenios y colaboraciones:

- Convenios con productores locales: firmar convenios con productores locales interesados en participar en proyectos de bonos de carbono.

- Colaboración con expertos: colaborar con expertos en mercados de carbono y financiamiento climático para desarrollar y presentar proyectos.

Desarrollo de proyectos:

- Lineamientos y normativas: asegurarse de que todos los proyectos cumplan con los lineamientos y normativas del GCF y otros mercados de carbono.
- Metodologías aprobadas: utilizar metodologías aprobadas para la medición y verificación de reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero [(27)].

Búsqueda de financiamiento:

- Fondos internacionales: identificar y solicitar financiamiento de fondos internacionales y organismos como el GCF.
- Financiamiento externo: buscar financiamiento externo mediante alianzas con instituciones financieras internacionales, ONGs y el sector privado.

Capacitación y asistencia técnica:

- Capacitación a productores: capacitar a los productores locales sobre los requisitos y beneficios de participar en mercados de carbono.
- Asistencia técnica: proveer asistencia técnica continua para el desarrollo y gestión de proyectos.

Monitoreo y verificación:

- Sistema de monitoreo: implementar un sistema de monitoreo para seguir el progreso de los proyectos y asegurar el cumplimiento de los objetivos.
- Verificación independiente: contratar entidades verificadoras independientes para certificar las reducciones de emisiones logradas.

Fases del proyecto:

Fase de preparación:

- Diagnóstico y selección: realizar un diagnóstico inicial y seleccionar los proyectos viables.
- Establecimiento de convenios: firmar convenios con productores locales y colaboradores.

Fase de desarrollo:

- Elaboración de proyectos: desarrollar los proyectos detallados siguiendo las metodologías aprobadas.
- Solicitud de financiamiento: presentar solicitudes de financiamiento a fondos internacionales y organismos pertinentes.

Fase de implementación:

- Capacitación y asistencia: proveer capacitación y asistencia técnica a los productores.
- Despliegue de proyectos: implementar los proyectos seleccionados en colaboración con los productores locales.

Fase de monitoreo y evaluación:

- Monitoreo continuo: realizar un monitoreo continuo del progreso de los proyectos.
- Verificación y certificación: contratar verificadores independientes para certificar las reducciones de emisiones.

Resultados esperados:

- Inscripción de proyectos: al menos 10 proyectos inscritos en el fondo verde del clima en los próximos 3 años.
- Financiamiento obtenido: obtener financiamiento internacional por un valor de $10 millones de dólares en los próximos 5 años.
- Reducción de emisiones: reducción significativa de emisiones de gases de efecto invernadero mediante la implementación de proyectos certificados.
- Desarrollo sostenible: promoción del desarrollo sostenible y la resiliencia climática en el municipio de chihuahua.

Consideraciones adicionales:

Apoyo institucional:

- Respaldo de la presidencia municipal: la presidencia municipal, a través de la secretaría de desarrollo rural, debe liderar y coordinar los esfuerzos para la obtención de financiamiento y la inscripción de proyectos.
- Alianzas estratégicas: establecer alianzas estratégicas con entidades nacionales e internacionales para fortalecer la capacidad de presentación y ejecución de proyectos.

Financiamiento inicial:

- Costo estimado de preparación: el diagnóstico inicial, la elaboración de proyectos y la solicitud de financiamiento se estima en $500,000 USD.
- Fondo de implementación: crear un fondo de implementación para asegurar la continuidad y sostenibilidad de los proyectos.

Sostenibilidad y expansión:

- Modelo de sostenibilidad: desarrollar un modelo de sostenibilidad financiera que incluya la venta de bonos de carbono y la reinversión de ingresos en nuevos proyectos.
- Expansión a otras áreas: planificar la expansión de la participación en mercados de carbono a otras áreas y sectores del municipio.

4.3. Objetivos Estratégico 3. Invertir en Infraestructura Resiliente

Promover proyectos de adaptación y mitigación al cambio climático, mediante soluciones basadas en la naturaleza con la construcción de obras.

Problemática: El municipio de Chihuahua enfrenta una serie de desafíos críticos en su gestión hídrica, exacerbados por el cambio climático. Aunque existen esfuerzos en el municipio en el sentido de este punto de infraestructura resiliente (como la Agenda Hídrica Municipal [10] de Chihuahua), se requiere tener un planteamiento sistemático de evaluación e implementación para abordar la problemática que es la degradación de los ecosistemas naturales.

La sobreexplotación de recursos hídricos y la urbanización no planificada han llevado a la degradación de ecosistemas naturales, como zonas de recarga (cerros y montañas), que impactan en el comportamiento de los escurrimientos y por ende en la infiltración del agua hacia los acuíferos. Esto no solo reduce la capacidad natural de almacenamiento y filtración de agua, sino que también afecta la biodiversidad local.

Acciones

Implementar la evaluación de zonas vulnerables y de mitigación para la degradación de ecosistemas.

Se destacan las siguientes líneas de acción:

- **Identificar zonas vulnerables:** Mapear las zonas del municipio más vulnerables a eventos extremos en un plazo de 1 año.
- **Construir obras de protección:** Iniciar la construcción de obras hidráulicas resilientes (diques, canales de desvío) en las áreas identificadas en un plazo de 3 años.
- **Actualizar infraestructura existente:** Modernizar al menos el 30% de la infraestructura hidráulica crítica en los próximos 5 años.

Proyectos del Objetivo 3

4.3.1. Definición de obras necesarias para la mitigación de la degradación de los ecosistemas y favorecer la infiltración en el municipio de Chihuahua.

Es importante continuar con el financiamiento mediante el "Fideicomiso para el Cuidado del Agua en el Municipio de Chihuahua" [10], que permitió la implementación de acciones en la Agenda hídrica Municipal.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Es necesario realizar un estudio detallado para identificar las cuencas hidrográficas más afectadas por la degradación y la pérdida de vegetación. Para llevar a cabo un proyecto con el fin de identificar áreas degradadas, es necesario seguir un enfoque meticuloso y sistemático [(28)]. El costo inicial del proyecto se estima en $1,200,000 pesos en 2 años.

Implementación del proyecto:

Planificación y preparación:

- Definición del objetivo: clarificar el objetivo del estudio, que es identificar las subcuencas hidrográficas más afectadas por la degradación y la pérdida de vegetación en el municipio.
- Equipo de trabajo: formar un equipo multidisciplinario que incluya hidrólogos, ecólogos, ingenieros ambientales, geógrafos y técnicos en sig (sistemas de información geográfica).

Recolección de datos:

- Mapas topográficos y geológicos.
- Imágenes satelitales de alta resolución.
- Estudios hidrológicos y ambientales previos.
- Datos climáticos e históricos de precipitación.
- Información sobre la cobertura vegetal y el uso del suelo.

Fuentes de datos: utilizar bases de datos de instituciones gubernamentales, académicas y organizaciones ambientales.

Trabajo de campo:

Visitas de inspección: realizar inspecciones in situ para evaluar las condiciones actuales de las cuencas.

- Observación directa: evaluar signos de erosión, deforestación, sedimentación y contaminación.
- Fotografía y georreferenciación: tomar fotografías georreferenciadas para documentar el estado de las áreas.
- Muestreo de suelo y agua: recoger muestras de suelo y agua para análisis de laboratorio.
- Mediciones de vegetación: evaluar la densidad y diversidad de la vegetación mediante transectos y parcelas de muestreo.

Análisis de datos:

Procesamiento de imágenes satelitales:

- Análisis de cambio de cobertura vegetal: usar técnicas de teledetección para detectar cambios en la cobertura vegetal a lo largo del tiempo.

- Índices de vegetación: calcular índices como el NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) para evaluar la salud de la vegetación.

Análisis SIG:

- Modelado hidrológico: utilizar modelos SIG para mapear las cuencas hidrográficas y analizar la topografía y la hidrología.
- Mapeo de erosión: crear mapas de erosión del suelo basados en la pendiente, el tipo de suelo y la cobertura vegetal.
- Evaluación de impacto: determinar las áreas más degradadas mediante la integración de datos de campo y análisis SIG.

Clasificación y priorización:

- Criterios de priorización: establecer criterios para priorizar las áreas degradadas, tales como la severidad de la degradación, la importancia ecológica de la cuenca y la disponibilidad de recursos para la restauración.
- Clasificación de áreas: clasificar las áreas en diferentes niveles de prioridad para la intervención (alta, media, baja).

Documentación y reporte:

- Informe detallado: elaborar un informe comprensivo que incluya:
- Descripción del estudio: metodología utilizada y objetivos.
- Hallazgos: resultados del análisis de datos e identificación de áreas degradadas.
- Mapas y gráficos: mapas detallados y gráficos que ilustren las áreas más afectadas.
- Recomendaciones: sugerencias para la restauración y manejo de las áreas identificadas.
- Presentación a autoridades: preparar una presentación para compartir los hallazgos con autoridades locales, organizaciones involucradas y la comunidad.

Seguimiento y monitoreo:

- Plan de monitoreo: establecer un plan para el monitoreo continuo de las áreas identificadas.
- Indicadores de seguimiento: definir indicadores para medir la efectividad de las acciones de restauración y el progreso en la recuperación de las áreas degradadas.

Recursos necesarios:

- Financiamiento: fondos para la ejecución del proyecto, incluyendo salarios, equipo y materiales.
- Equipos y herramientas: dispositivos GPS, cámaras, equipos de muestreo, software de sig y teledetección.
- Capacitación: entrenamiento para el equipo en técnicas de recolección de datos, análisis y uso de tecnologías SIG y teledetección.

- Colaboraciones: asociaciones con universidades, instituciones de investigación y organizaciones ambientales para apoyo técnico y logístico.

Este enfoque detallado y organizado permitirá identificar de manera precisa y efectiva las cuencas hidrográficas más afectadas, facilitando la planificación de intervenciones adecuadas para su restauración y conservación.

Cronograma tentativo:

Año 1:

Planificación y preparación:

- Definición del objetivo del estudio y formación del equipo de trabajo.
- Obtención de permisos y autorizaciones necesarias.
- Recopilación de datos secundarios y preparación de bases de datos.
- Inicio del trabajo de campo: visitas de inspección y recolección de muestras.

Análisis inicial de datos:

- Procesamiento de imágenes satelitales y análisis preliminar de cambio de cobertura vegetal.
- Inicio del análisis SIG para mapeo de cuencas hidrográficas y erosión.
- Continuación del análisis SIG y modelado hidrológico.
- Clasificación de áreas degradadas y priorización basada en criterios establecidos.
- Elaboración de informe detallado con resultados y recomendaciones.
- Preparación de presentaciones para autoridades y comunidades locales.

Año 2:

- Implementación de acciones y seguimiento
- Desarrollo de planes de restauración y gestión de áreas degradadas.
- Establecimiento de un plan de monitoreo continuo y seguimiento de indicadores.

Recursos necesarios:

- Financiamiento para salarios, equipo y materiales.
- Equipos como dispositivos GPS, cámaras, y software especializado.
- Capacitación continua para el equipo en técnicas de recolección de datos y análisis.

4.3.2. Implementar programas de reforestación con especies nativas para estabilizar el suelo

Implementar programas de reforestación con especies nativas para estabilizar el suelo, reducir la erosión y mejorar la infiltración de agua [(29)]. El costo inicial del proyecto se estima en $ 3’000,000 pesos en 4 años.

Diagnóstico inicial y planificación:

- Estudio de áreas degradadas: realizar un estudio detallado para identificar las áreas más afectadas por la erosión y la pérdida de vegetación, mediante imágenes la interpretación de imágenes de satélite.
- Selección de especies nativas: identificar y seleccionar especies nativas adecuadas para la reforestación en las áreas degradadas.
- Plan de reforestación: desarrollar un plan detallado de reforestación que incluya las etapas, recursos necesarios y cronograma.

Recursos y logística:

- Viveros y semillas: la presidencia municipal será la responsable para determinar los mecanismos de obtención de plántulas y recolección de semillas de especies nativas.
- Equipos y herramientas: proveer herramientas y equipos necesarios para la plantación, como palas, azadones y sistemas de riego temporales.
- Mano de obra: contratar o involucrar voluntarios, trabajadores locales y especialistas en reforestación (organizar las actividades con instituciones académicas para que los estudiantes participen)

Implementación del programa:

- Preparación del terreno: realizar trabajos de preparación del suelo, incluyendo la eliminación de maleza y acondicionamiento del terreno.
- Plantación: plantar las plántulas en las áreas seleccionadas siguiendo el plan de reforestación, asegurando una densidad adecuada de plantación.
- Sistemas de riego: establecer sistemas de riego temporales para asegurar la supervivencia de las plántulas en sus primeras etapas.

Mantenimiento y seguimiento:

- Monitoreo de crecimiento: realizar monitoreo regular del crecimiento de las plántulas y la salud de las especies reforestadas.
- Control de plagas y enfermedades. Implementar medidas para el control de plagas y enfermedades que puedan afectar a las plántulas.

- Mantenimiento continuo: proveer cuidados continuos, incluyendo riego, control de maleza y fertilización según sea necesario.

Capacitación y sensibilización:

- Capacitación a la comunidad: realizar programas de capacitación para la comunidad local sobre la importancia de la reforestación y técnicas de plantación y cuidado.
- Sensibilización ambiental. Desarrollar campañas de sensibilización para fomentar la participación y apoyo de la comunidad en el proyecto de reforestación.

Evaluación y reporte:

- Evaluación del impacto: evaluar el impacto de la reforestación en la estabilización del suelo, reducción de la erosión y mejora de la infiltración de agua.
- Reporte de resultados: generar reportes periódicos sobre el progreso del proyecto y los resultados obtenidos.

Financiamiento:

- Fondos y subvenciones: buscar financiamiento a través de subvenciones, donaciones y fondos de desarrollo sostenible.
- Colaboraciones y alianzas: establecer alianzas con ONGs, entidades gubernamentales y el sector privado para apoyar el proyecto.

Sostenibilidad:

- Mantenimiento a largo plazo: desarrollar un plan de mantenimiento a largo plazo para asegurar la sostenibilidad del proyecto.
- Involucramiento comunitario: fomentar el involucramiento continuo de la comunidad local en las actividades de reforestación y mantenimiento.

Evaluación ambiental: realizar una evaluación de impacto ambiental para asegurar que el proyecto de reforestación no afecte negativamente a otros ecosistemas locales.

Cronograma tentativo:

Año 1:

Planificación y preparación:

- Definición del objetivo del proyecto y formación del equipo de trabajo.
- Selección de especies nativas adecuadas para la reforestación.
- Recolección de datos
- Recopilación de datos sobre la vegetación existente y las condiciones del suelo.
- Mapeo de sitios prioritarios para la reforestación.
- Preparación del terreno

- Desbroce y limpieza del terreno.
- Preparación del suelo para la plantación.

Año 2:

Plantación:

- Adquisición de plantones y semillas.
- Organización de jornadas de plantación con participación comunitaria.
- Mantenimiento y seguimiento inicial
- Implementación del programa de riego y cuidados iniciales.

Año 3-4:

Mantenimiento y seguimiento continuo:

- Monitoreo del crecimiento de las plantas y evaluación de la efectividad de la reforestación.
- Programas de capacitación y sensibilización comunitaria continuos.

4.3.3. Construcción y modernización de infraestructuras hidráulicas y técnicas de manejo del suelo para promover la infiltración de agua y disminuir la erosión en áreas críticas

El objetivo principal del proyecto es la construcción y modernización de infraestructuras hidráulicas y técnicas de manejo del suelo para promover la infiltración de agua y disminuir la erosión en áreas críticas. Esto se logrará mediante la implementación de diversas obras y técnicas, tales como la construcción de diques y canales de desvío, la actualización de infraestructuras hidráulicas existentes, la construcción de terrazas en áreas montañosas, la creación de zanjas de infiltración y la construcción de presas de gaviones. El proyecto busca mejorar la resiliencia hídrica y la conservación del suelo en un período de 5 años, con una inversión total estimada de $12,000,000 pesos. Esto se plantea que considere un análisis de lo existente y los antecedentes que marco la Agenda Hídrica Municipal [(10)] y lo realizado por la WWF [(30)].

Requerimientos para el desarrollo del proyecto

Estudios y diagnósticos iniciales

Evaluación de áreas críticas:

- Estudios geológicos: análisis de la composición y estabilidad del suelo.
- Estudios hidrológicos: evaluación de las cuencas hidrográficas, flujos de agua, y patrones de lluvia.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

- Estudios topográficos: mapas de elevación y pendientes del terreno.
- Análisis de impacto ambiental: evaluación de los posibles efectos sobre el medio ambiente y las medidas de mitigación.

Determinación del tipo de obra:

- Zanjas de infiltración: ubicadas en cuencas hidrográficas para captar agua de lluvia.
- Terrazas: construidas en áreas montañosas para reducir la velocidad del agua superficial.
- Presas de gaviones: ubicadas en cursos de agua intermitentes y arroyos para controlar la erosión.
- Diques y canales de desvío: construidos en áreas propensas a inundaciones para desviar el agua.

Recursos humanos y técnicos

Especialistas necesarios:

- Ingenieros civiles e hidráulicos: diseño y supervisión de obras hidráulicas.
- Geólogos: análisis de la estabilidad y composición del suelo.
- Agrónomos: asesoramiento sobre la conservación del suelo y técnicas agrícolas.
- Ambientalistas: evaluación de impacto ambiental y medidas de mitigación.
- Trabajadores de construcción: mano de obra para la ejecución de las obras.

Tipos de obras y ubicación

Zanjas de infiltración:

- Ubicación: cuencas hidrográficas y áreas planas.
- Materiales: excavación, revestimiento con geotextil, grava.
- Tiempo de construcción: 1-3 meses por zanja.
- Mantenimiento: inspección semestral, limpieza de sedimentos.

Terrazas:

- Ubicación: áreas montañosas con pendientes pronunciadas.
- Materiales: suelo local, estructuras de retención (madera, piedra).
- Tiempo de construcción: 6-12 meses por área de terrazas.
- Mantenimiento: inspección anual, reparación de estructuras de retención.

Presas de gaviones:

- Ubicación: cursos de agua intermitentes y pequeños arroyos.
- Materiales: mallas de alambre, piedras.
- Tiempo de construcción: 4-8 meses por presa.
- Mantenimiento: inspección anual, reparación de mallas de alambre.

Diques y canales de desvío:

- Ubicación: áreas propensas a inundaciones y erosión severa.
- Materiales: cemento, acero, materiales de construcción locales.
- Tiempo de construcción: 1-2 años por dique o canal.
- Mantenimiento: inspección semestral, reparación de grietas y erosión.

Modernización de infraestructura hidráulica:

- Ubicación: infraestructura hidráulica crítica existente.
- Materiales: concreto, acero, sistemas de control modernos.
- Tiempo de modernización: 1-2 años por proyecto de modernización.
- Mantenimiento: inspección trimestral, actualización tecnológica periódica.

Cronograma de 5 años

Año 1: preparación y planificación

- Realización de estudios y diagnósticos iniciales.
- Identificación de áreas críticas y priorización.
- Obtención de permisos y licencias.
- Elaboración de planes detallados de construcción.
- Adquisición de materiales y equipos necesarios.
- Contratación de personal y formación de equipos de trabajo.
- Inicio de trabajos preliminares en áreas seleccionadas.

Año 2: inicio de construcción de obras de protección

- Construcción de diques y canales de desvío en áreas prioritarias.
- Monitoreo continuo del progreso y ajustes necesarios.
- Continuación y finalización de la construcción de las primeras obras de protección.
- Evaluación de la efectividad de las obras construidas.

Año 3: continuación de obras y comienzo de modernización

- Iniciar la modernización de infraestructuras hidráulicas existentes.
- Continuar con la construcción de obras de protección en nuevas áreas.
- Finalizar la modernización del 15% de la infraestructura hidráulica.
- Evaluación intermedia del impacto de las obras construidas.

Año 4: construcción de terrazas y zanjas de infiltración

- Construcción de terrazas en áreas montañosas seleccionadas.
- Creación de zanjas de infiltración en cuencas prioritarias.
- Continuación de las obras de terrazas y zanjas.

- Monitoreo de la efectividad en la disminución de la erosión y aumento de la infiltración.

Año 5: construcción de presas de gaviones y evaluación final

- Construcción de presas de gaviones en áreas seleccionadas.
- Finalización de la modernización del 30% de la infraestructura hidráulica.
- Culminación de todas las obras de protección, terrazas, zanjas de infiltración y presas de gaviones.
- Evaluación final del proyecto.
- Redacción de informes finales y presentación de resultados.
- Planificación de mantenimiento y sostenibilidad a largo plazo.

Mantenimiento y evaluación de operación

Mantenimiento regular:

- Frecuencia: inspecciones periódicas según el tipo de obra (trimestral, semestral o anual).
- Actividades: reparación de estructuras, limpieza de sedimentos, refuerzo de materiales.

Evaluación de operación:

- Indicadores de desempeño: reducción de la erosión, aumento de la infiltración, mejora de la calidad del suelo.
- Métodos de evaluación: monitoreo in situ, análisis de datos hidrológicos y de suelo, encuestas a la comunidad local.
- Frecuencia: evaluaciones anuales con un informe final al término del proyecto.

4.4. Objetivos Estratégico 4. Análisis y Gestión de Acuíferos

Implementar estos proyectos de análisis y gestión de acuíferos permitirá mejorar significativamente la comprensión y el manejo de los recursos hídricos subterráneos en el municipio de Chihuahua. La colaboración interinstitucional y la participación de la comunidad son claves para el éxito y la sostenibilidad de estas iniciativas.

Problemática: La gestión de los acuíferos en el municipio de Chihuahua enfrenta varios desafíos críticos debido a la falta de datos sistematizados y actualizados, la resistencia al cambio por parte de los usuarios, y los costos elevados de implementación y mantenimiento de sistemas de monitoreo. La variada topografía y la escala inadecuada de los estudios geológicos actuales complican la planificación efectiva y la evaluación precisa de los recursos hídricos subterráneos. Además, la integración de datos y la coordinación interinstitucional son necesarias pero difíciles de lograr, lo que impide una gestión eficiente y sostenible de los acuíferos en la región.

Estrategias para el manejo sustentable de aguas subterráneas [17] [31] [32]**:**

- **Regulación y control de la extracción de agua:** implementar permisos de extracción, límites basados en estudios científicos y monitoreo continuo de los niveles y calidad del agua.
- **Recarga artificial de acuíferos:** desarrollar programas de recarga artificial que incluyan la captación y almacenamiento de agua de lluvia y la recarga directa de pozos.
- **Promoción de prácticas agrícolas sostenibles:** fomentar el uso eficiente del agua en la agricultura mediante prácticas de riego eficientes y técnicas de agricultura de conservación.
- **Reforestación y manejo de cuencas hidrográficas:** implementar programas de reforestación y manejo de cuencas para aumentar la infiltración de agua y mejorar la calidad del agua subterránea.
- **Desarrollo de infraestructura para el tratamiento de agua subterránea:** invertir en tecnologías de tratamiento para mejorar la calidad del agua y reducir la contaminación.
- **Promoción de la participación comunitaria y la conciencia pública:** involucrar a la comunidad en la gestión y conservación de los recursos hídricos mediante programas de educación ambiental y participación ciudadana en la toma de decisiones.

Acciones

- **Realizar estudios geofísicos:** integrar y plantear nuevos estudios geofísicos complementarios de los acuíferos del municipio con el fin de identificar más los sistemas hidrogeológicos
- **Actualizar mapas de acuíferos:** publicar mapas actualizados de acuíferos basados en los estudios.
- **Monitorear acuíferos:** establecer un sistema de monitoreo continuo de niveles de agua y calidad en los acuíferos dentro de los próximos 3 años.

- **Generar balances por acuífero:** con las mediciones que se proponen en el objetivo 1, tener una mayor cuantificación de los volúmenes extraídos.

Proyectos del Objetivo 4

4.4.1. Optimización del sistema de monitoreo de aguas subterráneas en Chihuahua

Definición del estado real del recurso hídrico tanto en cantidad como en calidad, así como presentan áreas de oportunidad para desarrollar estrategias de gestión en los acuíferos del municipio de Chihuahua.

El objetivo principal del proyecto es optimizar el sistema de monitoreo de aguas subterráneas en los acuíferos Tabalaopa-Aldama, El Sauz-Encinillas y Chihuahua-Sacramento, para mejorar la gestión y sostenibilidad de los recursos hídricos en la región de Chihuahua [33] [34] [35]. Esto se logrará mediante la implementación de tecnologías avanzadas, la recolección sistemática de datos, la capacitación del personal y la mejora del modelo hidrogeológico existente.

Objetivos específicos:

mejorar la calidad y cantidad de los datos de monitoreo:

- Establecer un sistema de monitoreo continuo y preciso de los niveles y la calidad del agua subterránea en los tres acuíferos.

Implementar tecnología avanzada:

- Instalar sensores automáticos y dispositivos de adquisición de datos en tiempo real en los pozos de monitoreo.
- Integrar herramientas de análisis y gestión de información para la interpretación de los datos recolectados.

Fortalecer la capacidad técnica del personal:

- Capacitar al personal de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Chihuahua (JMAS) y al COTAS en el uso de nuevas tecnologías y métodos de análisis de datos.
- Desarrollar programas de formación continua para asegurar la sostenibilidad del sistema de monitoreo.

Optimizar el modelo hidrogeológico existente:

- Actualizar y mejorar el modelo hidrogeológico para reflejar con precisión las condiciones actuales de los acuíferos (integración con academia).

- Utilizar el modelo mejorado para la toma de decisiones informadas y la planificación sostenible de los recursos hídricos (COTAS y JMAS).

Fomentar la colaboración interinstitucional:

- Facilitar la cooperación entre JMAS, universidades, centros de investigación y otras instituciones relevantes.
- Promover el intercambio de información y experiencias para abordar de manera integral los desafíos de la gestión del agua subterránea.

Impactos esperados:

Sostenibilidad de los recursos hídricos:

- Mejor comprensión de la disponibilidad y calidad del agua subterránea.
- Implementación de estrategias efectivas de recarga de acuíferos y gestión de la demanda.

Gestión eficiente y transparente:

- Mejora en la toma de decisiones basada en datos precisos y actualizados.
- Mayor transparencia y acceso a la información para todas las partes interesadas.

Capacitación y desarrollo del personal:

- Fortalecimiento de las capacidades técnicas y analíticas del personal de JMAS.
- Desarrollo de competencias para el manejo sostenible de los recursos hídricos a largo plazo.

Alcances del proyecto

Monitoreo continuo de los acuíferos:

- Instalación de sensores de niveles automáticos en la red de monitoreo definida por el estudio realizado por la UACH a la Secretaria de Desarrollo Rural del municipio.
- Implementación de un sistema de adquisición de datos en tiempo real.
- Recolección sistemática de datos de niveles de agua, calidad y edad del agua subterránea.

Capacitación y desarrollo del personal:

- Programas de capacitación para el personal de JMAS en nuevas tecnologías de monitoreo y análisis de datos.
- Formación continua para asegurar la sostenibilidad del sistema de monitoreo.

Mejora del modelo hidrogeológico:

- Actualización sistemática cada 3 años de los modelos hidrogeológicos existentes con los nuevos datos recolectados (UACH, JMAS y COTAS).
- Balances actualizados

- Optimización del modelo para una mejor gestión y planificación de los recursos hídricos.

Colaboración interinstitucional:

- Fortalecimiento de la cooperación entre JMAS, universidades y centros de investigación.
- Fomento del intercambio de información y experiencias para una gestión integral del agua subterránea.

Metodología del proyecto

Fase de diagnóstico y planificación:

- Realización de un diagnóstico inicial de los sistemas de monitoreo existentes.
- Rehabilitación o sustitución de ser necesario de los pozos de monitoreo estratégicos en los tres acuíferos.
- Desarrollo de un plan de acción detallado para la implementación del proyecto.

Fase de implementación:

- Instalación de sensores y equipos de monitoreo en los pozos seleccionados.
- Configuración del sistema de adquisición y transmisión de datos en tiempo real.
- Realización de pruebas y ajustes para asegurar la precisión y fiabilidad de los datos recolectados.

Fase de capacitación y formación:

- Desarrollo de programas de capacitación para el personal de JMAS.
- Realización de talleres y cursos sobre el uso de las nuevas tecnologías y métodos de análisis de datos.
- Formación continua para el manejo y mantenimiento del sistema de monitoreo.

Fase de optimización del modelo hidrogeológico:

- Recolección y análisis de los datos de monitoreo.
- Actualización del modelo hidrogeológico con los nuevos datos recolectados.
- Validación y optimización del modelo para la toma de decisiones informadas.

Fase de evaluación y ajuste:

- Evaluación periódica del sistema de monitoreo y del modelo hidrogeológico.
- Realización de ajustes y mejoras continuas para asegurar la efectividad del sistema.
- Generación de reportes y difusión de los resultados a las partes interesadas.

Cronograma del proyecto (3 años)

Año 1:

- Diagnóstico y planificación
- Evaluación inicial de los sistemas de monitoreo existentes.
- Identificación de pozos estratégicos y desarrollo del plan de acción.
- Preparación e instalación de equipos
- Adquisición de sensores y equipos de monitoreo.
- Instalación de sensores y configuración del sistema de adquisición de datos.
- Capacitación inicial
- Programas de capacitación para el personal de jmas.
- Talleres y cursos sobre nuevas tecnologías y métodos de análisis.

Año 2: implementación y monitoreo continuo

- Recolección sistemática de datos de niveles de agua, calidad y edad del agua subterránea.
- Realización de pruebas y ajustes en el sistema de monitoreo.
- Optimización del modelo hidrogeológico.
- Análisis de datos recolectados y actualización del modelo hidrogeológico.
- Validación del modelo y ajustes necesarios.

Año 3: evaluación y mejora continua

- Evaluación periódica del sistema de monitoreo.
- Realización de ajustes y mejoras basadas en la evaluación.
- Capacitación continua y colaboración interinstitucional
- Formación continua para el manejo y mantenimiento del sistema de monitoreo.
- Fortalecimiento de la cooperación entre jmas, universidades y centros de investigación.

Presupuesto estimado por acuífero $3’000,000 de pesos.

Total, del proyecto: $9’000,000 de pesos.

Monitoreo continuo de los acuíferos:

- Sensores y equipos de monitoreo: $4’000,000 de pesos.
- Sistema de adquisición de datos: $2’000,000 de pesos.
- Mantenimiento y ajustes: $1’000,000 de pesos.

Capacitación y desarrollo del personal:

- Programas de capacitación inicial y continua: $500,000 de pesos.

Mejora del modelo hidrogeológico:

- Actualización y optimización del modelo: $1’000,000 de pesos.

Colaboración interinstitucional:

- Fortalecimiento de la cooperación y actividades conjuntas: $500,000 de pesos.

En este proyecto es importante la colaboración de la academia para el monitoreo e integración continua de la información, así como para la generación de los productos como mapas y balances, así como el líder nato seria la JMAS de Chihuahua. Con este proyecto, se busca asegurar que los recursos hídricos subterráneos en la región de Chihuahua sean gestionados de manera sostenible y eficiente, garantizando su disponibilidad y calidad para las generaciones presentes y futuras, para lo cual se plantea en una fase posterior los siguientes puntos, ya que se requiere tener reglamentado la gestión en el COTAS.

4.4.2. Sistema Integral de Permisos y Monitoreo de Extracción de Agua (SIPMEA)

Regulación y control de la extracción de agua

Descripción: Implementar un sistema de permisos de extracción que se base en estudios científicos para determinar los límites de extracción de agua subterránea. Este sistema incluirá la instalación de medidores inteligentes en todos los pozos registrados y un software centralizado para el monitoreo en tiempo real de los niveles y la calidad del agua [(7)].

- Realizar estudios hidrogeológicos para establecer límites de extracción.
- Desarrollar e implementar un sistema de permisos de extracción.
- Instalar medidores inteligentes en todos los pozos.
- Crear una plataforma digital para el monitoreo en tiempo real y la gestión de datos.
- Capacitar a los usuarios y administradores del sistema.

4.4.3. Programa de Recarga Gestionada de Acuíferos con Agua de Lluvia (PGAALL)

Recarga artificial de acuíferos

Descripción: Desarrollar infraestructura para la captación y almacenamiento de agua de lluvia, y la recarga directa de pozos para aumentar la recarga natural de los acuíferos [(36)].

- Identificar áreas adecuadas para la captación y almacenamiento de agua de lluvia.
- Construir estructuras de almacenamiento y sistemas de infiltración para la recarga de acuíferos.
- Implementar técnicas de recarga de acuerdo con la normativa vigente y la idoneidad determinada con los estudios realizados.
- Monitorear los niveles de agua y la calidad en los sitios de recarga.
- Involucrar a la comunidad en la conservación y manejo de estas infraestructuras.

4.4.4. Programa de Riego Eficiente y Agricultura Sostenible (PREAS)

Promoción de prácticas agrícolas sostenibles

Descripción: Fomentar el uso eficiente del agua en la agricultura mediante la adopción de tecnologías de riego eficientes y técnicas de agricultura de conservación [(18) (20)]. Realizar talleres y capacitaciones para agricultores sobre riego eficiente y técnicas de conservación.

- Proveer subsidios o incentivos para la adopción de tecnologías de riego por goteo y aspersión.
- Implementar proyectos piloto de agricultura de conservación.
- Monitorear y evaluar el impacto de estas prácticas en el uso del agua y la producción agrícola.
- Crear una red de intercambio de experiencias y conocimientos entre agricultores.

4.4.5. Gestión sostenible del uso de suelo y vegetación en el municipio de Chihuahua

El objetivo principal de este proyecto es gestionar de manera sostenible el uso del suelo y la vegetación en el municipio de Chihuahua, abordando la expansión urbana y el desarrollo agrícola, preservando la vegetación natural y la biodiversidad, y evitando la degradación de los ecosistemas.

Alcances del proyecto:

Ordenamiento territorial:

- Desarrollo de normativas y políticas de ordenamiento territorial para regular la expansión urbana y el uso del suelo agrícola.
- Definición y establecimiento de zonas de conservación y áreas protegidas.

Gestión de la expansión urbana:

- Implementación de estrategias de planificación urbana para fomentar un crecimiento urbano compacto y sostenible.
- Rehabilitación de áreas urbanas existentes y limitación de la expansión hacia áreas de vegetación y ecosistemas frágiles.

Incentivos para la conservación:

- Creación de incentivos económicos y fiscales para propietarios que conserven áreas de vegetación natural.

Educación ambiental:

- Promoción de la sensibilización y educación ambiental entre la población sobre la importancia de la conservación de la vegetación y los ecosistemas naturales.

Monitoreo y seguimiento:

- Establecimiento de sistemas de monitoreo y seguimiento de la cobertura vegetal y los cambios en el uso del suelo utilizando tecnologías de teledetección y sistemas de información geográfica.

Coordinación interinstitucional:

- Fomento de la coordinación y colaboración entre instituciones gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil y el sector privado.

Metodología del proyecto

Diagnóstico inicial:

- Evaluación de la situación actual del uso del suelo y la vegetación.
- Identificación de áreas críticas y zonas de oportunidad.

Planificación y desarrollo de normativas:

- Elaboración de normativas y políticas de ordenamiento territorial.
- Definición de zonas de conservación y áreas protegidas.

Implementación de estrategias de gestión:

- Aplicación de estrategias de planificación urbana sostenible.
- Desarrollo de programas de incentivos para la conservación de la vegetación natural.
- Identificación de áreas degradadas y diseño de programas de restauración.
- Implementación de proyectos de reforestación.

Programas de educación ambiental:

- Diseño e implementación de campañas de sensibilización y educación ambiental.
- Organización de talleres y actividades educativas.

Monitoreo y seguimiento:

- Instalación de sistemas de monitoreo de la cobertura vegetal.
- Análisis de datos y evaluación del impacto de las acciones implementadas.

Coordinación y colaboración:

- Establecimiento de mesas de trabajo y colaboración entre las partes interesadas.

- Coordinación de esfuerzos y recursos para la implementación de acciones integrales.

Cronograma del proyecto (3 años)

Año 1:

- Evaluación de la situación actual del uso del suelo y la vegetación.
- Identificación de áreas críticas y zonas de oportunidad.
- Elaboración de normativas y políticas de ordenamiento territorial.
- Definición de zonas de conservación y áreas protegidas.
- Aplicación de estrategias de planificación urbana sostenible.
- Desarrollo de programas de incentivos para la conservación de la vegetación natural.

Año 2:

- Identificación de áreas degradadas y diseño de programas de restauración.
- Implementación de proyectos de reforestación.
- Diseño e implementación de campañas de sensibilización y educación ambiental.
- Organización de talleres y actividades educativas.

Año 3:

- Instalación de sistemas de monitoreo de la cobertura vegetal.
- Análisis de datos y evaluación del impacto de las acciones implementadas.
- Establecimiento de mesas de trabajo y colaboración entre las partes interesadas.
- Coordinación de esfuerzos y recursos para la implementación de acciones integrales.

Presupuesto estimado

El presupuesto total estimado para cada uno de los acuíferos (chihuahua-sacramento, sauz encinillas, tabalaopa-aldama) es de $2’000,000 de pesos, distribuidos de la siguiente manera:

- Ordenamiento territorial y normativas: $500,000 pesos.
- Gestión de la expansión urbana: $500,000 pesos.
- Incentivos para la conservación: $300,000 pesos.
- Restauración y reforestación: $400,000 pesos.
- Educación ambiental: $200,000 pesos.
- Monitoreo y seguimiento: $100,000 pesos.
- Coordinación interinstitucional: $100,000 pesos.

4.4.6. Gestión integrada de fuentes de abasto y usos del agua en el municipio de Chihuahua, enfocado al medio físico de los recursos hídricos

Implementar un sistema de gestión integrada más en el enfoque administrativo, el primer proyecto está enfocado al medio físico de los recursos hídricos en el municipio de Chihuahua, que garantice la sostenibilidad y eficiencia en el uso del agua, así como la protección y conservación de las fuentes de abasto [37] [38].

Alcances del Proyecto:

- **Variabilidad en los parámetros hidráulicos:** la amplia variabilidad en parámetros como transmisividad y conductividad hidráulica indica una complejidad en la dinámica del acuífero, lo que puede dificultar su gestión sostenible.
- **Censo de aprovechamientos y volumen autorizado de extracción**: la información puede estar desactualizada, dificultando una gestión precisa de la extracción de agua subterránea.
- **Impacto del uso público urbano e industrial:** la significativa presión del uso urbano e industrial requiere una mejor integración de información para garantizar la sostenibilidad del acuífero.
- **Indicadores de sistemas de flujo:** la complejidad en la dinámica del agua subterránea requiere una comprensión detallada de los sistemas de flujo para una gestión efectiva.
- **Hidrogeoquímica y calidad del agua:** problemas de calidad del agua, como la presencia de minerales disueltos y metales pesados, representan un riesgo para la salud y el medio ambiente.
- **Balance hídrico y disponibilidad de agua:** la falta de datos actualizados sobre el balance hídrico dificulta la evaluación precisa de la situación y la implementación de medidas adecuadas.

Objetivos específicos:

- Evaluar y actualizar los datos sobre las fuentes de agua y su explotación.
- Desarrollar e implementar un programa de mantenimiento y modernización de la infraestructura hídrica.
- Promover el uso eficiente y sostenible del agua en todos los sectores (urbano, rural e industrial).
- Fortalecer la coordinación interinstitucional y la participación comunitaria en la gestión del agua.
- Implementar tecnologías y prácticas sostenibles para el manejo del agua.

Diagnóstico de la problemática

Sobreexplotación de acuíferos

- Impactos: disminución de niveles piezométricos, deterioro de calidad del agua y otros impactos ambientales.
- Impacto de las vedas
- Restricciones: afectan el suministro de agua y dificultan el acceso para nuevos proyectos.
- Falta de mantenimiento de infraestructura
- Estado: presas y pozos en mal estado.
- Consecuencias: reducción de la capacidad de extracción y almacenamiento de agua.
- Incertidumbre en el suministro de agua
- Datos inexactos: información no actualizada sobre captaciones de agua.
- Problema: falta de un inventario preciso de pozos y su estado.

Desafíos legales y administrativos

- Regulación: complejidad de leyes y decretos que complican la gestión del agua.
- Normativa: necesidad de cumplir con la norma mexicana nmx-aa-179-scfi-2018.

Estrategias y acciones propuestas

Gestión integrada del agua

- Coordinación: crear una mesa interinstitucional de gestión del agua que incluya a CONAGUA, JCAS, la presidencia municipal y otros actores clave.
- Planificación: desarrollar un plan integrado que contemple las necesidades y usos del agua en todos los sectores.

Mejora de infraestructura

- Mantenimiento: implementar un programa de mantenimiento regular para presas, pozos y sistemas de distribución de agua.
- Modernización: invertir en la modernización de la infraestructura hídrica, incluyendo tecnologías de riego eficientes y sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Uso eficiente del agua

- Agricultura: promover prácticas agrícolas sostenibles y tecnologías de riego eficientes.
- Industria: implementar programas de eficiencia hídrica en el sector industrial.
- Doméstico: campañas de sensibilización para el uso responsable del agua en el ámbito doméstico.

Monitoreo y gestión de recursos hídricos

- Sistemas de monitoreo: establecer redes de monitoreo para la calidad y cantidad de agua.
- Tecnologías de teledetección: utilizar sistemas de información geográfica (SIG) para evaluar el impacto de las acciones implementadas.

Participación comunitaria

- Comités de agua: crear donde no existan en las comunidades rurales y capacitar donde ya estén establecidos los comités locales de gestión del agua en comunidades urbanas y rurales.
- Capacitación: programas de capacitación y sensibilización sobre la importancia de la conservación del agua.

Promoción de tecnologías sostenibles

- Energías renovables: fomentar el uso de energías renovables para el bombeo de agua.
- Reutilización: ampliar el uso de aguas residuales tratadas para riego agrícola y otros usos no potables.

Implementación del proyecto

Evaluación y actualización de datos

- Plazo: 6 meses
- Responsables: CONAGUA, JMAS

Programa de mantenimiento y modernización

- Plazo: 1 año
- Responsables: JMAS, Gobierno Municipal

Promoción de uso eficiente del agua

- Plazo: Continuo
- Responsables: Sectores involucrados

Implementación de sistemas de monitoreo

- Plazo: 1 año
- Responsables: JMAS, CONAGUA

Creación de comités de agua

- Plazo: 6 meses
- Responsables: Gobierno Municipal

Programas de capacitación y sensibilización

- Plazo: Continuo
- Responsables: Gobierno Municipal, OSC

Presupuesto

El presupuesto deberá contemplar inversiones en infraestructura, tecnologías de monitoreo, programas de capacitación y campañas de sensibilización, con posibles fuentes de financiamiento como fondos gubernamentales, cooperación internacional y asociaciones público-privadas. Se estima una inversión inicial de $10’000,000 pesos.

Evaluación y seguimiento

Indicadores de éxito: reducción de la sobreexplotación de acuíferos, mejora en la eficiencia de uso del agua, incremento en la reutilización de aguas residuales, y mejoras en la infraestructura hídrica.

Evaluación periódica: realizar evaluaciones anuales del progreso del proyecto y ajustar las estrategias según sea necesario.

El proyecto de gestión integrada de las fuentes de abasto y usos del agua en el municipio de Chihuahua busca abordar de manera efectiva y sostenible los desafíos actuales relacionados con el recurso hídrico.

4.4.7. Mejora de la calidad del agua en el municipio de Chihuahua

La calidad del agua en el municipio de Chihuahua enfrenta varios desafíos que requieren atención urgente [(39)]. Estos incluyen la falta de seguimiento y consulta en algunas localidades, demandas específicas de calidad y cantidad de agua para las industrias y los cultivos agrícolas, y la necesidad de un enfoque integral y participativo para la gestión del agua. Este proyecto tiene como objetivo abordar estas problemáticas y proponer soluciones para mejorar la calidad del agua en el municipio.

Objetivos del Proyecto

- **Mejorar el seguimiento y consulta en las localidades:** establecer mecanismos de participación ciudadana y programas de educación.
- **Fortalecer el monitoreo de la calidad del agua**: ampliar la red de monitoreo y utilizar tecnologías avanzadas.
- **Evaluar las demandas específicas de la industria:** realizar estudios y ofrecer asistencia técnica.
- **Promover la reutilización del agua residual tratada en la industria:** evaluar y fomentar la implementación de sistemas de reutilización.
- **Adecuar la calidad del agua para riego agrícola:** realizar análisis y capacitar a los agricultores.
- **Evaluar la viabilidad del riego con agua residual tratada en la agricultura:** realizar estudios y establecer regulaciones.
- Integrar todas las acciones propuestas y establecer metas claras en un plan.

Problemática

Agua Potable

- Falta de seguimiento y consulta: las localidades carecen de mecanismos adecuados para expresar sus preocupaciones sobre la calidad del agua.
- Limitaciones en el monitoreo: la red de monitoreo de la calidad del agua es limitada, dificultando la evaluación precisa.

Agua Industrial

- Demandas específicas: las industrias requieren agua de calidad específica para sus procesos.
- Potencial de reutilización: existe un potencial no aprovechado de reutilización del agua residual tratada.

Agua Agrícola

- Necesidades específicas de cultivos: los cultivos requieren agua de calidad específica.
- Potencial de reutilización: la reutilización del agua residual tratada en la agricultura necesita evaluación.

Hay poca información sobre la situación en la que un elemento como el arsénico, presente en el agua, se fija y se concentra en los cultivos se llama bioacumulación [(40)]. La bioacumulación se refiere al proceso por el cual sustancias químicas, como metales pesados, pesticidas o contaminantes, se concentran en los organismos vivos a medida que ascienden en la cadena alimentaria o se acumulan en los tejidos de un organismo individual. En el contexto de cultivos agrícolas, este fenómeno puede resultar en niveles peligrosamente altos de contaminantes en los alimentos consumidos por humanos y animales.

Implementación del proyecto

- Mejora del seguimiento y consulta en las localidades
- Establecer mecanismos de consulta y participación ciudadana.
- Implementar programas de educación y concientización.
- Fortalecimiento del monitoreo de la calidad del agua
- Ampliar la red de monitoreo en colaboración con CONAGUA.
- Implementar tecnologías de monitoreo remoto y en tiempo real.
- Evaluación de demandas específicas de calidad y cantidad de agua para las industrias
- Realizar estudios detallados de las necesidades de agua de las industrias.
- Desarrollar programas de asistencia técnica para mejorar la eficiencia en el uso del agua.
- Promoción de la reutilización del agua residual tratada en la industria
- Evaluar la calidad del agua residual tratada.
- Establecer incentivos y políticas para fomentar la reutilización del agua residual tratada.
- Adecuación de la calidad del agua para riego agrícola
- Realizar análisis detallados de la calidad del agua para riego.

- Capacitar a los agricultores en prácticas de manejo del agua.
- Evaluación de la viabilidad del riego con agua residual tratada en la agricultura
- Realizar estudios de viabilidad técnica, económica y ambiental.
- Establecer regulaciones y estándares para el uso del agua residual tratada.
- Integración de todas estas acciones en un plan hídrico municipal integral
- Desarrollar un plan hídrico municipal que integre todas las acciones propuestas.
- Involucrar a todas las partes interesadas en el proceso de planificación y ejecución del plan.

Plan de implementación

Fase 1: diagnóstico y planificación (1 año)

- Realizar un diagnóstico detallado de la calidad del agua en el municipio.
- Establecer un comité de planificación con representantes de todas las partes interesadas.
- Desarrollar un plan detallado de implementación.

Fase 2: implementación de acciones prioritarias (2 año)

- Establecer mecanismos de consulta y participación ciudadana.
- Ampliar la red de monitoreo de la calidad del agua.
- Realizar estudios detallados de las necesidades de agua de las industrias.
- Capacitar a los agricultores sobre prácticas de manejo del agua.

Fase 3: evaluación y ajustes (3-5)

- Monitorear y evaluar el impacto de las acciones implementadas.
- Realizar ajustes en el plan basado en los resultados de la evaluación.
- Continuar con la implementación de las acciones restantes.

Este proyecto propone un enfoque integral y participativo para mejorar la calidad del agua en el municipio de Chihuahua. A través de la implementación de las acciones descritas, se espera lograr una gestión más eficiente y sostenible del recurso hídrico, mejorando la calidad de vida de la población y promoviendo el desarrollo económico del municipio, se pretende una evaluación al tercer año y ajustar acciones para terminar los primeros 5 años de implementación del proyecto, se estima que en los 2 primeros años se tenga el monto aproximado de inversión, ya que ahorita se desconoce caudales e impactos en la salud de la población de las localidades, así que se define que debe tener mínimo para estos años una inversión de $3’000,000 pesos, ya que se considerara el estudio que se realizó por la facultad de Químicas de la UACH en convenio con la JCAS.

4.5. Objetivos Estratégico 5. Promover la Captación y Uso de Aguas Pluviales

Fomentar la captación de aguas pluviales en áreas urbanas y rurales para su aprovechamiento en usos no potables, reduciendo la presión sobre las fuentes de agua potable, así como incentivar el uso de tecnologías y prácticas que faciliten la recolección y almacenamiento de agua de lluvia.

Problemática: La ciudad de Chihuahua, ubicada en una región con dos ríos y 26 arroyos de importancia, enfrenta serios desafíos relacionados con la gestión de sus recursos hídricos, específicamente el manejo de escurrimientos pluviales y la prevención de inundaciones. La urbanización acelerada, junto con la falta de infraestructura adecuada, ha exacerbado estos problemas, poniendo en riesgo tanto a la población como a las infraestructuras urbanas.

Funcionamiento hidráulico de arroyos y canales

En puntos críticos de los arroyos saucito, concordia 1, mimbre sur y san rafael, se han identificado desbordamientos frecuentes y velocidades de flujo peligrosamente altas desde períodos de retorno cortos (2 a 20 años). Esto aumenta significativamente el riesgo de inundaciones en áreas urbanas y zonas habitadas.

Estado de los drenajes pluviales existentes

Insuficiencia de drenajes: de los 514.3 km de escurrimientos, 62.33 km discurren sobre vialidades, presentando un peligro directo de inundaciones en al menos 310 ubicaciones. Además, 323.92 km fluyen en secciones naturales sin revestimiento, lo que refleja una infraestructura insuficiente y vulnerable.

Falta de obras de regulación efectivas: aunque existen 4 principales presas de regulación y al menos 45 obras hidráulicas sobre escurrimientos principales o secundarios, muchas de estas estructuras están subdimensionadas o requieren rehabilitación para ser efectivas.

Alteraciones hidrológicas por urbanización

La urbanización ha incrementado la superficie impermeable, aumentando el volumen y el caudal máximo de escurrimiento. Cuencas como magallanes, saucito 2, san rafael, concordia 2, la canoa y la manteca están completamente urbanizadas, exacerbando los problemas de manejo de escurrimientos pluviales.

Subdimensionamiento de obras de excedencia: las obras de excedencia actuales no son suficientes para manejar los caudales incrementados debido a la urbanización. La cuenca de la presa rejón, en particular, enfrenta serios problemas relacionados con la regulación de caudales.

Zonas críticas de inundación

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Zonas como el arroyo Saucito, Galera Sur, Galera Norte, Los Arcos y la parte baja del Arroyo Plaza de Toros son especialmente vulnerables a inundaciones, según los Atlas de Riesgos del Municipio de Chihuahua (2014 y 2022) [41]. Estas áreas críticas necesitan intervenciones urgentes para mitigar los riesgos.

Acciones

- **Evitar el riesgo para la población:** las inundaciones recurrentes y los escurrimientos descontrolados ponen en riesgo la vida y propiedades de los habitantes de chihuahua.
- **Evitar el deterioro de infraestructura urbana:** la infraestructura vial y urbana se ve constantemente amenazada y dañada por las inundaciones, aumentando los costos de mantenimiento y reparación.
- **Realizar un desarrollo urbano sostenible:** la falta de planificación y control en la urbanización ha llevado a un desarrollo insostenible, agravando los problemas de gestión de recursos hídricos y aumentando la vulnerabilidad de la ciudad a eventos hidrometeorológicos.

Proyectos del Objetivo 5

4.5.1. Mejora integral del manejo de escurrimientos y prevención de inundaciones

Este proyecto se propone para abordar las problemáticas mencionadas mediante una combinación de intervenciones estructurales y no estructurales, con el objetivo de mejorar la resiliencia del municipio de Chihuahua frente a las inundaciones y promover un desarrollo urbano sostenible.

Objetivos específicos:

- Mejorar el funcionamiento hidráulico de arroyos y canales.
- Actualizar y optimizar el estado de los drenajes pluviales existentes.
- Mitigar las alteraciones hidrológicas causadas por la urbanización.
- Identificar y proteger zonas críticas de inundación.

Requerimientos para abordar la problemática

Requerimientos técnicos:

- Evaluación hidráulica: análisis detallado de puntos críticos de desbordamiento y velocidades de flujo en arroyos y ríos.
- Infraestructura de drenaje: actualización y ampliación de las redes de drenaje pluvial.
- Obras de regulación: construcción y rehabilitación de presas y otras estructuras de regulación hidráulica.

Requerimientos administrativos:

- Planificación urbana: implementación de políticas de control y limitación de urbanización en áreas críticas.
- Marco legal: desarrollo de leyes y normativas para la gestión de impacto hidrológico en proyectos de urbanización.

Requerimientos financieros:

- Financiamiento público y privado: identificación y gestión de recursos financieros para la ejecución de obras y programas de mantenimiento.
- Inversiones en infraestructura: asignación de presupuesto para la construcción y rehabilitación de obras hidráulicas.

Requerimientos educativos y de concientización:

- Programas educativos: campañas de concientización sobre el manejo del agua y la prevención de inundaciones.
- Participación ciudadana: fomento de la participación de la comunidad en la planificación y ejecución de proyectos.

Metodología

Fase 1: diagnóstico (año 1)

- Estudio hidráulico: realización de auditorías técnicas y análisis del funcionamiento hidráulico de arroyos y canales.
- Evaluación de drenajes: inspección del estado de los drenajes pluviales existentes y sus capacidades.
- Impacto de la urbanización: análisis de las alteraciones hidrológicas debido a la urbanización.

Fase 2: planificación (año 2)

- Diseño de estrategias: desarrollo de un plan estratégico basado en los hallazgos del diagnóstico.
- Plan de obras de regulación: identificación y diseño de nuevas obras de regulación y rehabilitación de las existentes.
- Políticas urbanas: formulación de políticas de control y limitación de urbanización en áreas críticas.

Fase 3: implementación (años 3 y 4)

- Construcción y rehabilitación: ejecución de obras de canalización y regulación hidráulica.
- Actualización de drenajes: ampliación y modernización de las redes de drenaje pluvial.

- Programas de mantenimiento: establecimiento de programas de inspección y limpieza anual de canales y arroyos.

Fase 4: evaluación y ajuste (año 5)

- Monitoreo y evaluación: evaluación continua del desempeño de las obras y estrategias implementadas.
- Ajustes necesarios: realización de ajustes basados en los resultados del monitoreo.
- Publicación de resultados: divulgación de informes de progreso y resultados.

Alcances del proyecto

- Infraestructura: mejora y ampliación de la infraestructura hidráulica y de drenaje.
- Gestión urbana: implementación de políticas de desarrollo urbano sostenible.
- Seguridad hídrica: reducción de riesgos de inundación y mejora de la resiliencia ante eventos hidrometeorológicos.
- Educación y concientización: fortalecimiento de la educación y participación ciudadana en la gestión del agua.

En este caso, la inversión inicial que se propone es para realizar los proyectos ejecutivos de las obras de regulación identificadas (45), para lo cual se estima efectuarlos en paquetes por cuencas, de forma escalonada, ya que únicamente para realizar los proyectos ejecutivos se requiere un fondo de al menos $500,000 por subcuenca de los arroyos principales modificados mencionados arriba (6), dando un total inicial de $3’000,000 pesos.

En forma paralela, se plantea de forma enunciativa los siguientes proyectos:

- Implementar sistemas de captación: instalar sistemas de captación de aguas pluviales en el 50% de los edificios públicos en los próximos 3 años.
- Fomentar prácticas de recolección: promover la adopción de tecnologías de recolección de aguas pluviales en comunidades rurales, alcanzando al menos el 30% de hogares en 5 años.
- Desarrollar incentivos: crear incentivos fiscales para la implementación de sistemas de captación de agua pluvial en áreas urbanas y rurales dentro del primer año.

4.6. Objetivos Estratégico 6. Fomentar el Uso de Agua Residual Tratada

Es necesario promover el uso de aguas residuales tratadas en la industria y la agricultura para disminuir la demanda de agua de primer uso.

Problemática: Uno de los grandes retos es incrementar el reúso del agua residual tratada. Actualmente, la oferta derivada de la recolección de aguas residuales urbanas es, en promedio, de 1600 litros por segundo, con posibilidad de incremento. Aunque desde hace 20 años el organismo operador comenzó con una red de distribución para sustituir el agua potable en el riego de áreas verdes (principalmente), ha sido en los últimos años cuando la JMAS ha incrementado el padrón de usuarios que buscan contratar agua tratada.

Por ello, se plantea la necesidad de diversificar el uso de este recurso hídrico. Si bien los agricultores ubicados aguas abajo de la planta de tratamiento de aguas residuales ya utilizan este recurso, la propuesta es devolver y utilizar el agua dentro del municipio.

Acciones

- **Ampliación de la infraestructura de distribución:** extender la red de distribución de agua residual tratada a zonas industriales y agrícolas dentro del municipio.
- **Incentivos y subsidios:** ofrecer incentivos financieros y subsidios para fomentar el uso de agua residual tratada.
- **Programas de capacitación y sensibilización:** capacitar a los usuarios potenciales sobre los beneficios y usos adecuados del agua residual tratada.
- **Mejora en la calidad del tratamiento**: asegurar que el agua residual tratada cumpla con los estándares de calidad necesarios para su uso en agricultura e industria.
- **Desarrollo de proyectos piloto:** implementar proyectos piloto que demuestren la viabilidad y beneficios del uso de agua residual tratada.
- **Regulación y políticas:** desarrollar políticas y regulaciones que promuevan y, en algunos casos, requieran el uso de agua residual tratada.
- **Fomento de alianzas y cooperación:** establecer alianzas con el sector privado, organizaciones no gubernamentales y académicas para promover el uso de agua tratada.
- **Monitoreo y evaluación continua:** implementar un sistema de monitoreo y evaluación continua para medir el impacto y la eficacia del uso de agua residual tratada.

Proyectos del Objetivo 6

4.6.1. Fomentar el uso de agua residual tratada en el municipio de Chihuahua

Promover el uso de aguas residuales tratadas en la industria y la agricultura para disminuir la demanda de agua de primer uso.

Fases del proyecto

Fase de planificación (0-6 meses)

Definición del alcance y objetivos específicos.

- Identificación de stakeholders y conformación de un comité de coordinación.
- Estudio de factibilidad y diseño de la red de distribución de agua residual tratada.

Fase de diseño y desarrollo (6-18 meses)

- Elaboración de los proyectos ejecutivos para la ampliación de la infraestructura.
- Desarrollo de políticas y regulaciones para el uso de agua residual tratada.
- Diseño de programas de incentivos y subsidios.
- Planificación de programas de capacitación y sensibilización.

Fase de implementación (18-48 meses)

- Construcción y ampliación de la infraestructura de distribución de agua residual tratada.
- Implementación de programas de capacitación y sensibilización.
- Lanzamiento de incentivos y subsidios para usuarios industriales y agrícolas.
- Ejecución de proyectos piloto en zonas industriales y agrícolas.
- Monitoreo y ajuste de la calidad del tratamiento de aguas residuales.

Fase de evaluación y ajuste (48-60 meses)

- Evaluación del impacto y efectividad del uso de agua residual tratada.
- Ajuste de políticas, incentivos y programas basados en resultados y retroalimentación.
- Implementación de mejoras continuas en la infraestructura y calidad del tratamiento.

Metodología

Análisis de factibilidad

- Evaluar la capacidad actual de las plantas de tratamiento.
- Identificar áreas industriales y agrícolas prioritarias.
- Realizar estudios técnicos y económicos para la ampliación de la infraestructura.

Diseño participativo

- Involucrar a stakeholders (industria, agricultores, gobierno, ONGs) en el diseño del proyecto.
- Organizar talleres y mesas de trabajo para definir políticas y regulaciones.

Capacitación y sensibilización

- Diseñar materiales educativos y organizar talleres.
- Realizar campañas de comunicación a través de medios locales y digitales.

Monitoreo y evaluación continua

- Establecer indicadores de desempeño (KPI) y metas.
- Realizar evaluaciones periódicas y ajustes en las estrategias.
- Publicar informes regulares sobre el progreso del proyecto.

Este proyecto está diseñado para abordar de manera integral la problemática del uso de agua residual tratada en el municipio de Chihuahua, promoviendo su adopción en la industria y agricultura, y contribuyendo a una gestión más sostenible del recurso hídrico, la inversión inicial propuesta es considerada hasta la Fase de Diseño y Desarrollo, donde se estima se requiera $2’000,000 pesos y en las siguientes fases se definirá de acuerdo con lo planteado en esta parte inicial.

4.7. Objetivos Estratégico 7. Invertir en Modernización y Conservación de Infraestructura

Invertir en la modernización y conservación de la infraestructura hidráulica del municipio de Chihuahua, enfocando los esfuerzos en la implementación de tecnología avanzada, estableciendo indicadores de evaluación para reducir los volúmenes de agua perdida y gestionando la demanda de manera eficiente y eficaz. Además, se busca disminuir la obsolescencia de la infraestructura hidrosanitaria y vincular las acciones del organismo operador con otras instituciones y usuarios del municipio.

Problemática: la infraestructura se encuentra obsoleta, lo que provoca frecuentes fugas y fallos, exacerbados por la presencia de tomas clandestinas que aumentan la pérdida de agua no contabilizada. La implementación de tecnología avanzada para detectar y monitorear fugas es necesaria, aunque presenta desafíos debido a los altos costos iniciales y la compleja integración en los sistemas existentes. La falta de mantenimiento preventivo y la capacitación insuficiente del personal técnico agravan la degradación de la infraestructura.

Además, la coordinación interinstitucional es deficiente, dificultando la alineación de esfuerzos y la vinculación de acciones entre el organismo operador, otras instituciones y los usuarios del municipio. Todo esto requiere una gestión integral y sostenida para garantizar un suministro de agua eficiente, eficaz y sostenible.

Acciones

- **Reparar fugas:** Reducir las fugas en la red de agua en un 1% de forma anual en las redes de distribución.
- **Eliminar tomas clandestinas:** Detectar y eliminar el 100% de las tomas clandestinas de forma permanente y sistemática.
- **Actualizar tecnologías:** Implementar tecnologías de detección de fugas y monitoreo remoto en toda la red de agua de forma permanente y sistemática.
- **Establecer programas de mantenimiento:** Crear y mantener programas de mantenimiento preventivo para toda la infraestructura hidráulica, basada en indicadores existentes como el Índice de fuga de red, Índice de vida útil de infraestructura, etc.
- **Capacitar al personal:** Capacitar al personal técnico en técnicas avanzadas de mantenimiento y conservación en forma permanente.
- **Fomentar la coordinación interinstitucional:** mejorar la coordinación entre el organismo operador, otras instituciones y usuarios del municipio para alinear esfuerzos y optimizar la gestión del recurso hídrico.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

- **Implementar indicadores de evaluación:** establecer indicadores de evaluación para monitorear el progreso en la reducción de fugas y pérdidas de agua, asegurando la transparencia y responsabilidad en la gestión.
- **Promover la inversión en infraestructura:** asegurar el financiamiento adecuado para la modernización y conservación de la infraestructura hidráulica a través de alianzas con el sector público y privado.
- **Realizar campañas de sensibilización:** desarrollar y ejecutar campañas de sensibilización dirigidas a la comunidad sobre la importancia del uso eficiente del agua y la necesidad de mantener la infraestructura en buen estado.
- **Desarrollar un plan de acción integral:** crear un plan de acción integral que incluya todas las acciones mencionadas y establezca un cronograma claro para su implementación y seguimiento.

Proyectos del Objetivo 7

4.7.1. Invertir en infraestructura, modernización y conservación de infraestructura:

Los proyectos de este objetivo deben ser planteados de manera muy definida por el organismo operador y ejecutarse en las comunidades rurales después de la implementación de los proyectos del objetivo 1. En las que se incluirán no solo el sostenimiento de los sistemas hidrosanitarios, sino también la inclusión de posibles nuevas fuentes de abastecimiento. Es por ello por lo que no se incluyen estimaciones de inversión.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

4.8. Objetivos Estratégico 8. Asegurar la Sostenibilidad Ambiental y Social

Este objetivo busca garantizar que todas las acciones y políticas del municipio de Chihuahua se enfoquen en promover un equilibrio entre el desarrollo humano y la protección del medio ambiente. Esto implica implementar prácticas sostenibles que reduzcan el impacto ambiental, como la gestión eficiente de los recursos naturales, la reducción de emisiones contaminantes, y la conservación de la biodiversidad. Además, se debe fomentar la inclusión social y la equidad, asegurando que todos los habitantes, especialmente los más vulnerables, tengan acceso equitativo a los beneficios del desarrollo sostenible. Este enfoque integral requiere la colaboración entre el gobierno, las comunidades, el sector privado y las organizaciones no gubernamentales, asegurando que el progreso económico no comprometa la salud del medio ambiente ni el bienestar de las futuras generaciones.

Acciones

- **Proteger y restaurar los ecosistemas** que dependen del agua para mantener la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.
- **Promover la equidad en el acceso y uso del agua**, asegurando que todas las comunidades tengan acceso a este recurso vital.
- **Promover la reducción de la huella hídrica** en todos los sectores industriales mediante la adopción de tecnologías y prácticas que aumenten la eficiencia en el uso del agua.
- **Desarrollar programas educativos y de concienciación** para fomentar el uso responsable del agua.
- **Implementar programas de eficiencia:** Lanzar programas de eficiencia hídrica en los principales sectores industriales del municipio en el primer año.
- **Fomentar tecnologías ahorradoras:** Promover la adopción de tecnologías ahorradoras de agua, alcanzando al 40% de las industrias locales en los próximos 3 años.
- **Desarrollar campañas de concientización**: Realizar campañas educativas para reducir la huella hídrica en la comunidad, impactando al menos al 50% de la población en 5 años.

Proyectos del Objetivo 8

Estos proyectos se enfocan en abordar la sostenibilidad ambiental y la equidad en el acceso al agua mediante la restauración y protección de ecosistemas críticos, así como la promoción de tecnologías y prácticas eficientes. El primer proyecto se centra en la rehabilitación de ecosistemas acuáticos y terrestres para conservar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, involucrando a la comunidad en su protección y monitoreo. El segundo proyecto busca garantizar que todas las comunidades, especialmente las más vulnerables, tengan acceso equitativo al agua mediante la mejora de la infraestructura hídrica, la adopción de tecnologías ahorradoras y la educación sobre el uso

responsable del agua. Ambos proyectos integran la participación comunitaria, la aplicación de tecnologías avanzadas y un enfoque integral para lograr una gestión sostenible del recurso hídrico.

4.8.1. Restauración y protección de ecosistemas acuáticos y terrestres

Este proyecto tiene como objetivo proteger y restaurar los ecosistemas del municipio de Chihuahua para mantener la biodiversidad y los servicios ecosistémicos vitales. Se enfoca en la rehabilitación de ríos, lagos, y humedales, así como la protección de áreas verdes y bosques que dependen del agua, se vincula con el objetivo 3 planteado.

Implementación del proyecto

- **Evaluación y diagnóstico:** realizar estudios detallados para identificar los ecosistemas acuáticos y terrestres más vulnerables y degradados.
- **Rehabilitación de ecosistemas:** implementar proyectos de restauración en áreas degradadas, incluyendo reforestación, limpieza de cuerpos de agua, y reintroducción de especies nativas.
- **Protección de áreas naturales:** establecer áreas protegidas y corredores ecológicos para conservar la biodiversidad y permitir la conectividad de los hábitats.
- **Monitoreo y mantenimiento:** desarrollar un sistema de monitoreo continuo para evaluar la salud de los ecosistemas restaurados y realizar actividades de mantenimiento regular.
- **Educación y participación comunitaria:** involucrar a la comunidad en actividades de restauración y protección, ofreciendo programas educativos sobre la importancia de los ecosistemas y cómo protegerlos.

Indicadores de evaluación:

- Superficie de ecosistemas restaurados (hectáreas).
- Número de especies nativas reintroducidas.
- Calidad del agua en cuerpos de agua restaurados.
- Nivel de participación comunitaria en actividades de restauración.

Este proyecto va en línea a los proyectos de los primeros objetivos, por lo cual su implementación dependerá de la realización y avance de estos.

4.8.2. Programa de equidad en el acceso y uso del agua

Este proyecto busca promover la equidad en el acceso y uso del agua, asegurando que todas las comunidades del municipio de Chihuahua, especialmente las más vulnerables, tengan acceso a este recurso vital. El proyecto incluye la mejora de la infraestructura hídrica, la implementación de tecnologías ahorradoras de agua, y programas educativos para fomentar el uso responsable del agua.

Implementación del proyecto

- **Mejora de infraestructura:** construir y mejorar sistemas de abastecimiento de agua en comunidades rurales y semiurbanas, incluyendo la instalación de pozos, tanques de almacenamiento y sistemas de distribución (responsables: JCAS, Presidencia municipal, CONAGUA).
- **Tecnologías ahorradoras de agua:** promover la adopción de tecnologías ahorradoras de agua en hogares, escuelas y centros comunitarios, alcanzando al 40% de las comunidades locales en los próximos 3 años (responsables: JMAS, Presidencia municipal y comités de agua).
- **Educación y sensibilización:** desarrollar y ejecutar campañas educativas y programas de concienciación para fomentar el uso responsable del agua, impactando a al menos el 50% de la población en 5 años (responsables: CONAGUA, JCAS, JMAS, Presidencia municipal y comités de agua).
- **Programas de eficiencia hídrica:** lanzar programas de eficiencia hídrica en los principales sectores industriales del municipio en el primer año, promoviendo prácticas y tecnologías que aumenten la eficiencia en el uso del agua (responsables: CONAGUA, JCAS, JMAS, Presidencia municipal y comités de agua).
- **Monitoreo y evaluación:** implementar un sistema de monitoreo para evaluar el acceso y uso del agua en las comunidades, asegurando que las intervenciones sean efectivas y sostenibles (responsables: CONAGUA, JCAS, JMAS, Presidencia municipal y comités de agua).

Indicadores de evaluación:

- Número de sistemas de abastecimiento de agua construidos o mejorados.
- Porcentaje de hogares y comunidades utilizando tecnologías ahorradoras de agua.
- Nivel de participación en programas educativos y campañas de sensibilización.
- Reducción en el consumo de agua per cápita.
- Mejora en la equidad del acceso al agua entre diferentes comunidades.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

4.9. Objetivos Estratégico 9. Fortalecer la Gobernanza del Agua

Este objetivo se centra en asegurar una gestión hídrica transparente, inclusiva y basada en criterios técnicos. Para lograr esto, se propone establecer un comité municipal de gestión del agua con representación de todos los sectores relevantes durante el primer año. Este comité estará intrínsecamente vinculado con el COTAS, garantizando que las decisiones se tomen de manera equitativa y sin influencias políticas.

Se llevarán a cabo mesas de análisis para evaluar el marco regulatorio vigente y determinar cómo debe ser actualizado y fortalecido, con un plazo de implementación de tres años. Esto promoverá una gestión integrada y sostenible del agua, La participación comunitaria se fomentará mediante consultas públicas y talleres participativos trimestrales, asegurando que la voz de la comunidad sea escuchada en la toma de decisiones. Los programas de educación y concienciación ambiental se desarrollarán considerando las características de los diferentes sectores, de manera que los asistentes se identifiquen con la problemática. Estos programas se implementarán tanto en escuelas como en comunidades locales, promoviendo un uso responsable y sostenible del agua.

Problemática: En primer lugar, la creación de un comité municipal de gestión del agua con representación de todos los sectores relevantes, vinculado intrínsecamente con el COTAS, puede resultar en un proceso difícil debido a la necesidad de asegurar una representación verdaderamente equitativa y diversa. La influencia de intereses políticos y económicos podría complicar la formación de un comité imparcial y enfocado en criterios técnicos.

Además, la actualización y fortalecimiento del marco regulatorio vigente en un plazo de tres años requiere de mesas de análisis exhaustivas y consensos entre múltiples actores, lo que podría retrasar el proceso debido a la diversidad de intereses y opiniones. Promover la gestión integrada y sostenible del agua también implica superar resistencias al cambio y a nuevas normativas que podrían ser vistas como restrictivas por algunos sectores.

Fomentar la participación comunitaria mediante consultas públicas y talleres participativos trimestrales también presenta desafíos logísticos y de coordinación. Garantizar que la voz de la comunidad sea escuchada y considerada en la toma de decisiones requiere de un esfuerzo continuo y bien organizado para movilizar a la ciudadanía y asegurar una participación significativa.

Finalmente, el desarrollo de programas de educación y concienciación ambiental adaptados a las características de los sectores para que los asistentes se identifiquen con la problemática, tanto en escuelas como en comunidades locales, exige recursos y una estrategia educativa eficaz. Asegurar que estos programas sean efectivos y lleguen a la población de manera impactante y sostenible es un desafío que implica una planificación detallada y un seguimiento constante.

Estos obstáculos destacan la necesidad de un enfoque coordinado, recursos adecuados y una fuerte voluntad política para alcanzar los objetivos planteados y asegurar una gobernanza del agua que sea transparente, inclusiva y basada en criterios técnicos.

Acciones

- **Asegurar que la toma de decisiones en materia hídrica se base en criterios técnicos y** no en intereses políticos, garantizando la transparencia y la participación de todos los actores relevantes.
- **Establecer un marco regulatorio** sólido que promueva la gestión integrada y sostenible del agua.
- **Crear un comité de gestión:** Establecer un comité municipal de gestión del agua con representación de todos los sectores relevantes en el primer año.
- **Desarrollar marcos regulatorios:** Actualizar y fortalecer el marco regulatorio para la gestión del agua, asegurando transparencia y equidad, en un plazo de 2 años.
- **Promover la participación comunitaria:** Involucrar a la comunidad en la toma de decisiones mediante consultas públicas y talleres participativos trimestrales.
- **Restaurar ecosistemas acuáticos:** Iniciar proyectos de restauración en al menos 5 ecosistemas acuáticos críticos en los próximos 3 años.
- **Garantizar el acceso equitativo:** Implementar programas para garantizar el acceso equitativo al agua potable en todas las comunidades del municipio en un plazo de 5 años.
- **Desarrollar programas de educación ambiental:** Crear programas de educación y concienciación ambiental en las escuelas y comunidades locales en el primer año.

Proyectos del Objetivo 9

Estos proyectos específicos están diseñados para abordar de manera integral los desafíos del Plan Estatal Hídrico, fortaleciendo la gobernanza del agua en el municipio de Chihuahua y promoviendo una gestión hídrica transparente, inclusiva y sostenible.

4.9.1. Creación del Comité Municipal de Gestión del Agua

Este proyecto se centra en la creación de un comité municipal de gestión del agua con representación de todos los sectores relevantes y vinculado intrínsecamente con el COTAS. El objetivo es garantizar que las decisiones sean tomadas de manera equitativa y sin influencias políticas, basándose en criterios técnicos.

Fases del proyecto:

Planificación y diseño (0-3 meses):

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

- Identificación de los sectores relevantes y actores clave.
- Definición de la estructura y funciones del comité.
- Desarrollo de un plan de comunicación y convocatoria.

Constitución del comité (4-6 meses):

- Invitación a los representantes de los sectores identificados.
- Realización de reuniones preparatorias y establecimiento de acuerdos.
- Formalización del comité mediante un acto oficial.

Capacitación y desarrollo (7-12 meses):

- Capacitación de los miembros del comité en gestión del agua y gobernanza.
- Desarrollo de procedimientos operativos y de toma de decisiones.

Operación inicial (1-2 años):

- Implementación de las primeras decisiones y proyectos piloto.
- Evaluación y ajuste de los procedimientos operativos.

Requerimientos legales y administrativos:

- Revisión y en su caso propuestas y aprobación del marco legal para la constitución del comité.
- Normativas que aseguren la transparencia y equidad en la toma de decisiones.
- Documentación oficial para la formalización del comité.

Requerimientos técnicos:

- Espacios para reuniones y equipos de comunicación.
- Herramientas para la gestión de datos y la elaboración de informes.

4.9.2. Actualización y fortalecimiento del marco regulatorio

Este proyecto busca actualizar y fortalecer el marco regulatorio vigente para la gestión del agua, promoviendo la transparencia, equidad y sostenibilidad. El objetivo es tener un marco regulatorio robusto que promueva la gestión integrada y sostenible del agua.

Fases del proyecto:

Análisis y diagnóstico (0-6 meses):

- Evaluación del marco regulatorio actual.
- Identificación de brechas y áreas de mejora.

Revisión de mejores prácticas internacionales.

Desarrollo del nuevo marco regulatorio (7-12 meses):

- Redacción de las propuestas de nuevas regulaciones.
- Consulta con expertos y stakeholders.
- Elaboración de un borrador del nuevo marco regulatorio.

Consulta pública y revisión (1-2 años):

- Realización de mesas de análisis y talleres participativos.
- Incorporación de comentarios y sugerencias de la comunidad y otros actores.
- Ajuste y finalización del nuevo marco regulatorio.

Implementación y seguimiento (2-3 años):

- Aprobación oficial y puesta en marcha del nuevo marco regulatorio.
- Capacitación de las autoridades y actores relevantes sobre las nuevas normativas.
- Monitoreo y evaluación continua de la implementación.

Requerimientos legales y administrativos:

- Procesos legales para la modificación y aprobación del marco regulatorio.
- Documentación y publicación de las nuevas regulaciones.
- Procedimientos de consulta pública y participación.

Requerimientos técnicos:

- Equipos para la gestión y análisis de datos regulatorios.
- Plataformas para la difusión de información y la participación ciudadana.

4.9.3. Programas de educación y concienciación ambiental

El objetivo de este proyecto es desarrollar programas de educación y concienciación ambiental para promover un uso responsable y sostenible del agua, tanto en escuelas como en comunidades locales.

Fases del proyecto:

Diseño del programa (0-3 meses):

- Identificación de las necesidades educativas y de concienciación.
- Desarrollo de materiales didácticos y contenidos educativos.
- Planificación de actividades y eventos de sensibilización.

Implementación inicial (4-6 meses):

- Lanzamiento de los programas en escuelas y comunidades.
- Realización de talleres, seminarios y campañas informativas.
- Distribución de materiales educativos.

Ampliación y refuerzo (7-12 meses):

- Expansión de las actividades a más escuelas y comunidades.
- Evaluación de la efectividad del programa y ajustes necesarios.
- Fortalecimiento de las redes de educadores y líderes comunitarios.

Monitoreo y evaluación continua (1-3 años):

- Seguimiento del impacto de los programas en el uso del agua.
- Realización de encuestas y estudios de caso.
- Ajustes continuos para mejorar la efectividad y alcance del programa.

Requerimientos legales y administrativos:

- Aprobación de programas educativos por parte de autoridades educativas.
- Coordinación con las escuelas y comunidades para la implementación de actividades.
- Documentación y reporte de actividades y resultados.

Requerimientos técnicos:

- Materiales didácticos y equipos audiovisuales.
- Plataformas de comunicación y difusión de contenidos.
- Recursos para la capacitación de educadores y facilitadores.

La inversión para este objetivo podrá ser estimado conforme se realicen los convenios y acuerdos entre instituciones y usuarios.

4.10. Relación de los Objetivos del PMH con el PEH 2040

La Tabla 8 muestra cómo los objetivos estratégicos planteados para el PMH se alinean y complementan con los objetivos y proyectos estratégicos del PEH 2040 [5], asegurando una gestión integral y coordinada de los recursos hídricos en el estado de Chihuahua.

Tabla 8. Relación de los objetivos estratégicos planteados para el Plan Municipal Hídrico con el PEH 2040.

Objetivo Estratégicos planteados para el PMH	Objetivo del PEH al cual está relacionado
1. Mejorar el monitoreo del uso del agua	**Objetivo 1 PEH**: Programa de estudios de redes de monitoreo piezométrico, Programa de estudios geohidrológicos, Programa de mejoramiento de la medición en infraestructura hidroagrícola.
2. Desarrollar proyectos climáticos	**Objetivo 6 PEH**: Estudios y proyectos de sistema de captación de agua, Estudios costo-beneficio para el uso de energías limpias, Estudio de viabilidad técnica y económica para remover hierro y manganeso, Programa para ampliar la red de medición hidrometeorológica
3. Invertir en infraestructura resiliente	**Objetivo 1 PEH**: Construcción y conservación de presas, Plan de manejo de cuencas, Inducción de recarga natural de acuíferos, Conservación de agua y suelo; PEH 5: Canalización de arroyos y cauces, Construcción de presa de control de avenidas, Infraestructura para la protección de centros de población contra inundaciones
4. Análisis y gestión de acuíferos	**Objetivo 1 PEH**: Estudios integrados de las aguas subterráneas, Recuperación y estabilización de acuíferos con déficit, Elaboración de modelos de simulación de flujos hidrodinámicos en acuíferos
5. Promover la captación y uso de aguas pluviales	**Objetivo 5 PEH**: Abastecimiento de agua potable con captación de agua de lluvia, Proyectos ejecutivos para la construcción de obras hidráulicas de regulación y conducción, Canalización y rehabilitación de obras hidráulicas en arroyos
6. Fomentar el uso de agua residual tratada	**Objetivo 1 PEH**: Estudio, proyecto ejecutivo y ejecución de obras para la recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada; **Objetivo 2 PEH**: Reúso de aguas residuales tratadas con énfasis en agricultura; **Objetivo 3 PEH**: Construcción de red de distribución de agua recuperada, Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales
7. Invertir en modernización y conservación de infraestructura	**Objetivo 1 PEH:** Construcción y conservación de presas, Recuperación y estabilización de acuíferos; **Objetivo 3 PEH:** Rehabilitación de estructura de rebombeos y cárcamos de bombeo, Sectorización y gestión de presiones, Reemplazo de líneas de conducción y redes de agua potable y drenaje sanitario
8. Asegurar la sostenibilidad ambiental y social	**Objetivo 1 PEH**: Plan de manejo de cuencas, Conservación de agua y suelo; **Objetivo 4 PEH:** Servicios ambientales, Formulación de iniciativas para el pago por servicios ambientales; **Objetivo 5 PEH**: Conservación de presas, Rehabilitación y mantenimiento de cauces
9. Fortalecer la gobernanza del agua	**Objetivo 4 PEH**: Creación, fortalecimiento y reactivación de los COTAS, Desarrollo de políticas para la integración de la enseñanza e investigación de recursos hídricos, Reforzamiento de espacios de cultura del agua, Creación de un Consejo Estatal Hídrico

- **Objetivo 1 PEH**, Garantizar la seguridad hídrica del estado de Chihuahua
- **Objetivo 2 PEH**, Incentivar el uso racional del agua en la agricultura
- **Objetivo 3 PEH**, Fortalecer a los organismos operadores
- **Objetivo 4 PEH**, Incentivar la gobernanza y gobernabilidad
- **Objetivo 5 PEH**, Reducir el riesgo ante fenómenos hidrometeorológicos
- **Objetivo 6 PEH**, Promover la educación, investigación e innovación en temas hídricos

La Tabla 9 muestra la relación de los proyectos propuestos con los objetivos estratégicos.

Tabla 9. Relación de los proyectos propuestos para los objetivos estratégicos planteados para el Plan Municipal Hídrico 2040.

Objetivo	Proyecto	Descripción	Monto Estimado	Tiempo de Ejecución
1	Medición para determinar dotaciones de las comunidades y sus requerimientos de infraestructura hidro-sanitaria	Instalación de medidores para mejorar la gestión del agua en áreas rurales y semiurbanas.	$18’000,000 MXN	4-6 meses
1	Diagnóstico de infraestructura	Estudio para evaluar la infraestructura hídrica existente.	$180,000 MXN	2-3 meses
1	Medición para determinar patrones y eficiencias en la gestión del agua de los usuarios industriales	Implementación de proyectos piloto en complejo industrial para mejorar eficiencia hídrica.	Costo por definir	4-6 meses (fase inicial)
1	Medición para determinar patrones y eficiencias en la gestión del agua de los usuarios ganaderos	Proyecto piloto con ganaderos para mejorar la gestión del agua.	Costo por definir	4-6 meses (fase inicial)
1	Medición para determinar patrones y eficiencias en la gestión del agua de los usuarios agrícolas	Proyecto piloto con agricultores para promover prácticas sostenibles.	Costo por definir	4-6 meses (fase inicial)

Objetivo	Proyecto	Descripción	Monto Estimado	Tiempo de Ejecución
2	Diseño e integración de una red de estaciones climáticas y gestión de datos/sistema de información de servicios climáticos (csis)	Implementación de red de estaciones climáticas y gestión de datos.	$5’000,000 MXN	Fase inicial y expansión a largo plazo
2	Impulsar la participación en mercados de carbono	Facilitación de la participación en mercados de bonos de carbono.	$500,000 USD	Proyecto a 3 años (10 proyectos)
3	Identificación de áreas degradadas	Estudio para identificar áreas afectadas por degradación.	$1’200,000 MXN	2 años
3	Reforestación con especies nativas	Programa de reforestación para mejorar la resiliencia hídrica.	$3’000,000 MXN	4 años
3	Construcción de infraestructuras hidráulicas	Modernización y construcción de infraestructuras para conservación del suelo.	$12,000,000 MXN	5 años
4	Optimización del sistema de monitoreo de aguas subterráneas en chihuahua	Mejora del sistema de monitoreo en acuíferos.	$9’000,000 MXN	3 años
4	Sistema integral de permisos y monitoreo de extracción de agua (SIPMEA)	Implementación de sistema de permisos basado en estudios científicos para regulación de extracción de agua subterránea.	Por definir	Fase posterior
4	Programa de recarga gestionada de acuíferos con agua de lluvia (PGAALL)	Desarrollo de infraestructura para captación y almacenamiento de agua de lluvia y recarga de acuíferos.	Por definir	Fase posterior
4	Programa de riego eficiente y agricultura sostenible (PREAS)	Promoción de prácticas agrícolas sostenibles y tecnologías de riego eficiente.	Por definir	Fase posterior

Objetivo	Proyecto	Descripción	Monto Estimado	Tiempo de Ejecución
4	Gestión sostenible del uso de suelo y vegetación en el municipio de chihuahua	Ordenamiento territorial, gestión de expansión urbana, incentivos para conservación, educación ambiental y monitoreo.	6'000,000 MXN	3 años
4	Gestión integrada de fuentes de abasto y usos del agua en el municipio de chihuahua	Implementación de gestión integrada del agua, modernización de infraestructura, promoción de uso eficiente y participación comunitaria.	10’000,000 MXN	3 años
4	Mejora de la calidad del agua en el municipio de chihuahua	Mejora del monitoreo, gestión de calidad del agua y programas de educación y participación.	Por definir	Fase posterior

Notas:

- Los proyectos SIPMEA, PGAALL y PREAS están planeados como fases posteriores y no tienen montos estimados definidos en este momento.
- Los tiempos de ejecución son aproximados y varían entre 3 años para los proyectos principales y fases posteriores que podrían desarrollarse posteriormente.

Tabla 10. Continuación de la relación de los proyectos propuestos para los objetivos estratégicos planteados para el Plan Municipal Hídrico 2040.

Objetivo	Proyecto	Descripción	Monto Estimado	Tiempo de Ejecución
5	Mejora integral del manejo de escurrimientos y prevención de inundaciones	Mejorar el funcionamiento hidráulico de arroyos y canales. Actualizar y optimizar el estado de los drenajes pluviales existentes. Mitigar las alteraciones hidrológicas causadas por la urbanización. Identificar y proteger zonas críticas de inundación.	$3’000,000 (para proyectos ejecutivos)	5 años (Fases detalladas)
6	Fomentar el uso de agua residual tratada en el municipio de chihuahua	Promover el uso de aguas residuales tratadas en la industria y la agricultura para disminuir la demanda de agua de primer uso.	$2’000,000 (hasta la fase de Diseño y Desarrollo)	5 años (Fases detalladas)
7	Proyectos específicos JMAS/Presidencia Municipal/JCAS	Implementación en comunidades rurales de sistemas hidrosanitarios y posibles nuevas fuentes de abastecimiento.	No se incluyen estimaciones de inversión	Después de la implementación de los proyectos del objetivo 1
7	Acciones para asegurar la sostenibilidad ambiental y social,	Incluyendo la protección de ecosistemas, promoción de equidad en el acceso al agua, reducción de huella hídrica, programas educativos y de eficiencia.	Por definir	Varios plazos según la acción
8	Restauración y protección de ecosistemas acuáticos y terrestres	Protección y restauración de ecosistemas para conservar la biodiversidad y servicios ecosistémicos. Incluye evaluación, rehabilitación, protección de áreas naturales, monitoreo, y participación comunitaria.	Por definir	Depende del avance de los proyectos del objetivo 1
8	Programa de equidad en el acceso y uso del agua	Mejora de infraestructura hídrica, adopción de tecnologías ahorradoras de agua, programas educativos y de sensibilización para promover el uso responsable del agua y garantizar acceso equitativo.	Por definir	Varios plazos según la acción

Objetivo	Proyecto	Descripción	Monto Estimado	Tiempo de Ejecución
9	Creación del comité municipal de gestión del agua	Creación de un comité municipal para gestionar el agua de manera transparente y equitativa, involucrando a todos los sectores relevantes.	Pendiente de acuerdos y convenios	Pendiente de acuerdos y convenios
9	Actualización y fortalecimiento del marco regulatorio	Actualización del marco regulatorio para promover una gestión integrada y sostenible del agua, asegurando transparencia y equidad en la toma de decisiones.	Pendiente de acuerdos y convenios	Pendiente de acuerdos y convenios
9	Programas de educación y concienciación ambiental	Desarrollo de programas educativos para fomentar un uso responsable y sostenible del agua en escuelas y comunidades locales.	Pendiente de acuerdos y convenios	Pendiente de acuerdos y convenios

Aquí resume los principales proyectos y sus componentes para la gestión integral del agua y del medio ambiente en el municipio de Chihuahua.

Estos proyectos están diseñados para fortalecer la gobernanza del agua en el municipio, promoviendo una gestión más transparente, inclusiva y sostenible. Los montos estimados y tiempos de ejecución específicos están pendientes de acuerdos y convenios futuros entre las instituciones involucradas.

4.11. Propuestas y Alternativas Planteadas con Anterioridad

La Tabla 11 presenta un resumen de las propuestas que se han realizado y que aún no han sido ejecutadas, se generó una estimación actualizada del monto estimado de la inversión para el año 2024.

Tabla 11. Propuestas antecedentes, con actualización de inversión.

Objetivo	Propuestas	Monto Estimado (MXN)	Tiempo de Ejecución
1. Mejorar el monitoreo del uso del agua	- Implementar sistemas de monitoreo y medición avanzados para el uso del agua en sectores doméstico, industrial, ganadero y agrícola. - Reemplazar las estimaciones actuales por datos precisos y confiables.	50’000,000 + 15% (7,500,000) = 57’500,000 MXN	24 meses
2. Desarrollar proyectos climáticos	- Promover proyectos de adaptación y mitigación al cambio climático. - Incluir la compra y venta de bonos de carbono. - Buscar financiamiento climático como el Fondo Verde del Clima (GCF).	30’000,000 + 15% (4’500,000) = 34'500,000	36 meses
3. Invertir en infraestructura resiliente	- Promover proyectos de adaptación y mitigación al cambio climático. - Implementar soluciones basadas en la naturaleza con la construcción de obras.	40,000,000 + 15% (6,000,000) = 46’000,000	48 meses
4. Análisis y gestión de acuíferos	- Implementar proyectos de análisis y gestión de acuíferos para mejorar la comprensión y el manejo de los recursos hídricos subterráneos en el municipio de Chihuahua. - Fomentar la colaboración interinstitucional y la participación de la comunidad.	25’000,000 + 15% (3,750,000) = 28’750,000	30 meses
5. Promover la captación y uso de aguas pluviales	- Fomentar la captación de aguas pluviales en áreas urbanas y rurales para su aprovechamiento en usos no potables. - Reducir la presión sobre las fuentes de agua potable. - Incentivar el uso de tecnologías y prácticas para la recolección y almacenamiento de agua de lluvia.	15’000,000 + 15% (2,250,000) = 17’250,000	24 meses
6. Fomentar el uso de agua residual tratada	- Promover el uso de aguas residuales tratadas en la industria y la agricultura para disminuir la demanda de agua de primer uso.	20’000,000 + 15% (3,000,000) = 23’000,000	36 meses
7. Invertir en infraestructura, modernización y conservación de infraestructura	- Invertir en la modernización de las infraestructuras hidráulicas. - Enfocarse en la reducción de fugas y la eliminación de tomas clandestinas.	60’000,000 + 15% (9,000,000) = 69,000,000	60 meses

Objetivo	Propuestas	Monto Estimado (MXN)	Tiempo de Ejecución
8. Asegurar la sostenibilidad ambiental y social	- Proteger y restaurar los ecosistemas acuáticos y terrestres que dependen del agua. - Mantener la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. - Promover la equidad en el acceso y uso del agua. - Asegurar que todas las comunidades tengan acceso a este recurso vital. - Promover la reducción de la huella hídrica en todos los sectores industriales. - Adoptar tecnologías y prácticas que aumenten la eficiencia en el uso del agua. - Desarrollar programas educativos y de concienciación para fomentar el uso responsable del agua.	80’000,000 + 15% (12,000,000) = 92’000,000	72 meses
9. Fortalecer la gobernanza del agua	- Asegurar que la toma de decisiones en materia hídrica se base en criterios técnicos y no en intereses políticos. - Garantizar la transparencia y la participación de todos los actores relevantes. - Plantear las reformas necesarias para establecer un marco regulatorio sólido. - Promover la gestión integrada		

Estas propuestas fueron extraídas de: Plan Sectorial de Agua Pluvial de la Ciudad de Chihuahua, Programa de Mediano Plazo Gestión Hídrica 2022-2027, Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 y Plan Estatal Hídrico 2040 (Región Centro).

4.12. Proyectos para la seguridad de abastecimiento de agua potable y para la Mejora de la Infraestructura Hidrosanitaria en el Municipio de Chihuahua a cargo de la JMAS Chihuahua

Abasto de agua potable

En este sentido existen propuestas que van focalizadas a integrar nuevas fuentes de abastecimiento a la ciudad de Chihuahua, a continuación, se enumeran de forma cronológica y describen de forma sintética.

La JCAS, establece las siguientes alternativas que está desarrollando en el año 2024:

I. Mina San Antonio, con un potencial de extracción de 1000 lps.
II. Proyecto de captación en Bavisa, con un potencial de extracción de 1000 lps, el tipo de fuente de agua es superficial.
III. Proyecto de captación en el rio Papigochi; con un potencial de 2000 lps, el tipo de fuente de agua es superficial.
IV. Pozos en el acuífero Villalba, con un potencial de 500 lps, el tipo de fuente es agua subterránea.
V. Proyecto de actualización de disponibilidad de los acuíferos Chihuahua-Sacramento, Tabalaopa-Aldama y Sauz-Encinillas por la WWF y la UACH.

En 2013, la JCAS, en coordinación con la CONAGUA y la JMAS, llevó a cabo la "Evaluación de las fuentes actuales de abastecimiento a la ciudad de Chihuahua, estudio de factibilidad de fuentes alternas y anteproyecto de infraestructura hidráulica necesaria" [(42)]. Además de las propuestas actuales de la JCAS, es importante destacar que estas fuentes también fueron evaluadas en aquel momento. A continuación, se enumeran las alternativas para nuevas fuentes de abastecimiento para la ciudad:

I. Agua superficial

- Presa La Boquilla, sin disponibilidad para la ciudad de Chihuahua, de acuerdo con el análisis realizado de almacenamientos históricos y extracciones considerando el abastecimiento de 1, 2, 4 y 6 m3/s, la presa La Boquilla no representa una fuente potencial de abastecimiento superficial para la ciudad de Chihuahua, por sobre concesión de los derechos de extracción y compromiso internacional con el Tratado de 1944.
- Presa las Vírgenes, no representa una fuente potencial de abastecimiento superficial para la ciudad de Chihuahua, dado el comportamiento del vaso bajo diferentes condiciones reducción en las descargas de los compromisos aguas abajo (0, 10, 15, 20 y 30%). Estas descargas es necesario reducirlas en porcentajes variables, con el fin de aumentar la capacidad de extracción para abastecimiento de agua para la ciudad de Chihuahua. También se puede observar que en los años de sequía extrema se refleja un

almacenamiento crítico. Para que esta presa se pueda considerar de manera eficiente como fuente superficial de abastecimiento se tendrían que reducir drásticamente las extracciones para riego, ya que en los diferentes escenarios analizados se muestran años críticos, principalmente aquellos donde prevalecen las sequías hidrológicas importantes.

- Presa El Granero, del análisis realizado de almacenamientos históricos y extracciones considerando el abastecimiento de 1, 4 y 5 m^3/s, la presa El Granero representa una fuente potencial de abastecimiento superficial para la ciudad de Chihuahua, de acuerdo con el comportamiento del vaso bajo diferentes condiciones reducción en las descargas de los compromisos aguas abajo (0, 10, 15 y 20%), estas descargas es necesario reducirlas en porcentajes variables, con el fin de aumentar la capacidad de extracción para abastecimiento de agua para la ciudad de Chihuahua. También se puede observar que en los años de sequía extrema se refleja un almacenamiento crítico. El inconveniente es su lejanía respecto a la Ciudad y la baja calidad del líquido.
- Río Conchos-Hidrométrica Las Burras, según los escurrimientos naturales restituidos [(43)], no se están considerando los años con excedencias de las presas. Además, bajo estas condiciones, no se puede extraer agua para abastecimiento en la mayoría de los años del registro histórico.

Resumen de los principales problemas relacionados con el recurso hidráulico proveniente de aguas superficiales:

1. Escasez del recurso hídrico: la región sufre de baja precipitación media anual, registrando alrededor de 412 mm.
2. Ubicación geográfica: La cuenca se localiza en la meseta central de México, flanqueada por la Sierra Madre Occidental, lo que impide la llegada de masas de aire húmedo del océano Pacífico, resultando en un clima árido a semiárido con escasa precipitación.
3. Compromiso de disponibilidad de agua: La disponibilidad media anual está completamente comprometida para satisfacer tanto las demandas de la cuenca como los compromisos aguas abajo.
4. Periodos de sequía: el análisis con el concepto de anomalía de la precipitación muestra significativos periodos de sequía. La falta de nevadas en la última década ha contribuido a la disminución de escurrimientos en la región.
5. Ineficiencia en el uso del agua: El sector agrícola usa cerca del 90% del agua para riego con una eficiencia media de 34% en distritos de riego y 55% en unidades de riego. Aunque hay inversiones para modernización, persisten técnicas obsoletas como el riego por inundación.
6. Almacenamiento en embalses: Los embalses presentan volúmenes de almacenamiento frecuentemente por debajo del 50% de su capacidad debido a las bajas precipitaciones, ciclos de sequía y altos volúmenes de evaporación.

Conclusiones:

- Concesión total del agua almacenada: los volúmenes de agua en los embalses de las presas Francisco I. Madero, La Boquilla y Luis L. León están completamente concesionados, lo que limita el suministro continuo de agua para la ciudad de Chihuahua.
- Presa Francisco I. Madero: no se recomienda como fuente alterna de abastecimiento debido a su limitada disponibilidad de agua en periodos de sequía.
- Presa Luis L. León: a pesar de que todos sus volúmenes están comprometidos y la calidad del agua no es óptima, mantiene su volumen por encima de la capacidad de conservación en años de sequía y podría considerarse como fuente alterna de abastecimiento para la ciudad de Chihuahua.

Recomendaciones

- Propiciar un balance entre los volúmenes asignados y concesionados y disponibilidad media anual aprovechable del recurso hídrico, lo cual conlleve a la sustentabilidad en el aprovechamiento de las aguas superficiales en la cuenca.
- Mejorar significativamente el manejo de las aguas superficiales destinadas al uso agrícola por cuenca hidrológica mediante la tecnificación de los procesos de riego que permita reducir el considerable despilfarro del agua.
- Dado que la disponibilidad del agua en la cuenca del río Conchos esta concesionado en su totalidad, la única opción viable sería la "transmisión de derechos o compra de concesiones" que permita utilizar el recurso hídrico para abastecimiento de la población de la ciudad de Chihuahua.

II. Agua subterránea

- Acuífero Aldama-San Diego, con un potencial de extracción de 350 lps, pero con mala calidad del agua presencia de metales pesados.
- Acuífero Alto Rio San Pedro, con un potencial de extracción de 150 lps.
- Acuífero Laguna de Hormigas, con un potencial de extracción de 350 lps.
- Acuífero El Sauz-Encinillas, con un potencial de extracción de 300 lps (San Agustín).

En el 2017 se realizó un estudio de factibilidad para nuevas fuentes de abasto, por parte del Corporativo de Diseño y Construcción, considerando alternativas ya planteadas y que se revisaron.

a) Acueducto Sierra Azul Ojos del Chuvíscar, con un potencial de extracción de 300 lps, con una inversión alrededor de $383 millones de pesos.
b) Acueducto Aldama-San Diego, con un potencial de extracción de 180 lps, con una inversión alrededor de $456 millones de pesos.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

c) Acueducto Villalba, con un potencial de extracción de 210 lps, con una inversión alrededor de $620 millones de pesos.
d) Acueducto Sur, con un potencial de extracción de 450 lps, con una inversión alrededor de $389 millones de pesos.

Infraestructura hidrosanitaria en la mancha urbana

En cuanto a la infraestructura de agua potable, es necesario realzar los siguientes proyectos de acuerdo con los estudios mencionados:

1. Acuaferico, este es la forma de darle sostenibilidad al trasvase de los volúmenes de agua potable, de forma tal que no importa de donde venga la oferta de agua podrá incorporarse los volúmenes de agua en los acueductos principales.
2. Continuar con la sectorización y gestión de presiones, esto ha permitido al organismo tener mayor control en la distribución y aminorar las pérdidas de volúmenes de agua potable.
3. Modernización de infraestructura, renovación y ampliación de la red de agua potable y alcantarillado.
    - Identificación de áreas prioritarias basadas en el inventario y análisis de datos.
    - Reemplazo de tuberías viejas y deterioradas.
    - Implementación de sistemas de monitoreo y control para detección temprana de fugas y optimización del suministro.
4. Implementación de tecnologías avanzadas, integración de sistemas y tecnologías avanzadas para mejorar la gestión del agua.
    - Instalación de sensores y medidores inteligentes para monitorizar el consumo y la calidad del agua en tiempo real.
    - Desarrollo de un sistema de información geográfica (SIG) para análisis espacial y planificación.
    - Implementación de software de gestión de recursos hídricos para optimización operativa y planificación estratégica.
5. Fortalecimiento institucional y educación comunitaria, capacitación del personal y sensibilización comunitaria para una gestión efectiva del agua.
    - Desarrollo de programas de formación en gestión del agua y tecnologías hidrosanitarias para el personal de la JMAS y otras instituciones locales.
    - Campañas educativas sobre el uso eficiente del agua dirigidas a la comunidad.
    - Establecimiento de mecanismos de participación comunitaria para la gestión sostenible del recurso hídrico.
6. Planificación para la demanda futura, desarrollo de estrategias para gestionar la demanda futura de agua potable, buscando que los usuarios disminuyan sus consumos

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

de forma consciente y responsable, apoyados en una medición correcta de sus volúmenes de agua utilizados.

Beneficios Esperados:

- ✓ Mejora en la calidad y continuidad del suministro de agua potable.
- ✓ Reducción de pérdidas de agua y costos operativos.
- ✓ Aumento en la cobertura y equidad en el acceso al agua potable en áreas rurales.
- ✓ Fortalecimiento de capacidades locales en gestión del agua y uso de tecnologías avanzadas.

El proyecto requerirá de financiamiento público y posiblemente colaboraciones público-privadas, con un presupuesto estimado basado en los estudios de inventario y proyecciones de demanda realizados.

5. Síntesis de la Cartera de Proyectos

El Plan Municipal Hídrico de Largo Plazo del Municipio de Chihuahua se debe diseñar para abordar los desafíos críticos relacionados con la gestión del agua en el municipio, alineándose con los objetivos del Plan Estatal Hídrico 2040 (PEH 2040). Las propuestas de proyectos, acciones y alternativas del PMH abarcan una amplia gama de áreas, desde la mejora del monitoreo del uso del agua hasta la inversión en infraestructura resiliente y la promoción del uso de aguas pluviales y residuales tratadas.

Objetivos y proyectos clave

1. **Mejorar el monitoreo del uso del agua:**
   Proyectos:
   - Instalación de medidores en fuentes de abasto.
   - Diagnóstico de infraestructura.
   - Pilotos en sectores industriales, agrícolas y ganaderos.
   - Monto estimado: $18’180,000 pesos
   - Tiempo de ejecución: 2-6 meses
2. **Desarrollar proyectos climáticos:**
   Proyectos:
   - Red de estaciones climáticas y gestión de datos.
   - Participación en mercados de carbono.
   - Monto estimado: $5’000,000 pesos
   - Tiempo de ejecución: proyecto a 3 años
3. **Invertir en infraestructura resiliente:**

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Proyectos:

- Identificación de áreas degradadas.
- Reforestación con especies nativas.
- Construcción de infraestructuras hidráulicas.
- Monto estimado: $16’200,000 pesos
- Tiempo de ejecución: 2-5 años

4. **Análisis y gestión de acuíferos:**

Proyectos:

- Optimización del sistema de monitoreo de aguas subterráneas.
- Implementación del sipmea y pgaall.
- Programa de riego eficiente y gestión del uso de suelo.
- Monto estimado: $9’000,000 pesos
- Tiempo de ejecución: 3 años

5. **Promover la captación y uso de aguas pluviales:**

Proyectos:

- Captación de aguas pluviales en áreas urbanas y rurales.
- Monto estimado: $17’250,000 pesos
- Tiempo de ejecución: 24 meses

6. **Fomentar el uso de agua residual tratada:**

Proyectos:

- Uso de aguas residuales tratadas en la industria y agricultura.
- Monto estimado: $23’000,000 pesos
- Tiempo de ejecución: 36 meses

7. **Invertir en modernización y conservación de infraestructura:**

Proyectos:

- Modernización de infraestructuras hidráulicas.
- Monto estimado: $69’000,000 pesos
- Tiempo de ejecución: 60 meses

8. **Asegurar la sostenibilidad ambiental y social:**

Proyectos:

- Protección y restauración de ecosistemas.
- Promoción de equidad en el acceso al agua.
- Monto estimado: $92’000,000 pesos
- Tiempo de ejecución: 72 meses

9. **Fortalecer la gobernanza del agua:**

Proyectos:

- Creación del comité municipal de gestión del agua.
- Actualización del marco regulatorio.

- Programas de educación y concienciación ambiental.
- Monto estimado y tiempo de ejecución: pendiente de acuerdos y convenios

Sistema de monitoreo

El sistema de información y monitoreo serán fundamentales para evaluar la efectividad de las acciones del PMH. Se plantean la propuesta de sistema de información, y monitoreo, y evaluación del Plan en el informe 13 del estudio que sirva como herramienta base y deberán ser revisados y ajustados conforme se avance en la implementación de las acciones.

Planeación adaptativa

El PMH debe proponer una planeación adaptativa, integrando todos los componentes existentes y evaluándolos conforme se vayan realizando las acciones. Esto permitirá ajustes dinámicos y basados en resultados, asegurando una gestión más eficiente y sostenible de los recursos hídricos.

Relación con el PEH 2040

La Tabla 8 muestra cómo los objetivos estratégicos planteados en este estudio para el diseño del PMH se alinean y complementan con los objetivos del PEH 2040, asegurando una gestión integral y coordinada de los recursos hídricos en el estado de Chihuahua.

Evaluación y adaptación

Es crucial que el PMH sea evaluado de manera continua conforme se vayan realizando las acciones propuestas. Esto permitirá ajustes dinámicos y basados en resultados, asegurando una gestión más eficiente y sostenible de los recursos hídricos.

6. Análisis de la Implementación de los Proyectos

6.1. Posibles Fuentes de Financiamiento

Existen alternativas para apoyar en la gestión de los recursos para solventar de manera estratégica los proyectos y acciones mencionadas para cada uno de los objetivos estratégicos planteados en este estudio. Una de las principales fuentes de financiamiento para las acciones que se deben llevar a cabo en el municipio en cuestión de gestión y sostenibilidad de los recursos hídricos, corresponde a los diversos niveles de gobierno. En cuestión de gobierno del estado la JCAS y la JMAS de Chihuahua son de las instituciones que es importante se sumen a la realización de los diversos proyectos. De los programas federales que actualmente maneja CONAGUA se presentan los siguientes [(44)]:

Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (PROAGUA)

Tiene como propósito apoyar el fortalecimiento e incremento de la cobertura de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento que prestan los organismos operadores, de los municipios, a través de las entidades federativas. Cuenta con los apartados urbano (APAUR), rural (APARURAL) y agua limpia (AAL), mismos que se describen brevemente a continuación.

Apartado Urbano (APAUR)

El Apartado Urbano (APAUR) tiene como objetivo fortalecer e incrementar los sistemas de agua potable y alcantarillado en centros de población con 2,500 habitantes o más. Esto se logra mediante acciones de construcción, ampliación, rehabilitación, y apoyo a la sostenibilidad operativa y financiera de los organismos operadores y municipios de las entidades federativas.

Este apartado incluye el Programa de Agua Potable y Alcantarillado en Zonas Urbanas (APAZU), que ofrece apoyo para:

- Redes de agua potable
- Plantas potabilizadoras
- Alcantarillado y saneamiento
- Mejoramiento de la eficiencia comercial y física
- Rehabilitaciones
- Estudios y proyectos
- Drenaje pluvial urbano

Los porcentajes de apoyo federal van desde el 40% al 80% de la inversión total.

Apartado Rural (APARURAL)

El Apartado Rural (APARURAL) tiene la misma finalidad que el APAUR, pero está enfocado en localidades con menos de 2,500 habitantes. Este apartado incluye el Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en comunidades rurales fase IV (PROSSAPYS IV), financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo.

- Dentro de APARURAL se puede solicitar apoyo para:
- Estudios de factibilidad técnica y económica
- Proyectos ejecutivos
- Construcción, ampliación y rehabilitación de obras de agua potable, alcantarillado y saneamiento
- Adquisición de tubería, materiales y piezas especiales para sistemas de agua potable

Los porcentajes de apoyo federal en APARURAL varían del 10% al 80% de la inversión total.

Apartado Agua Limpia (AAL)

El Apartado Agua Limpia (AAL) fomenta y apoya el desarrollo de acciones para ampliar la cobertura de agua de calidad para uso y consumo humano, enfocándose en la desinfección y tratamiento de contaminantes específicos.

Este programa ofrece apoyo para:

- Instalación, reposición y rehabilitación de equipos o dispositivos de desinfección en sistemas y fuentes de abastecimiento
- Adquisición de refacciones para equipos de desinfección
- Adquisición y suministro de reactivos desinfectantes, incluyendo alternativos al cloro
- Muestreo y determinación de cloro residual libre
- Análisis bacteriológico y de turbiedad

Los porcentajes de aportación federal en el AAL varían del 50% al 100% de la inversión total.

Tratamiento de Aguas Residuales (PROSAN)

El Programa de Tratamiento de Aguas Residuales (PROSAN) tiene como objetivo incrementar la capacidad instalada de tratamiento de aguas residuales municipales en las entidades federativas del país. Su propósito es apoyar la prevención y control de la contaminación de los cuerpos de agua nacionales y asegurar el cumplimiento de la normatividad aplicable.

- Programa de Tratamiento de Aguas Residuales (PROTAR): Integrado dentro de PROSAN, enfocado en el tratamiento de aguas residuales municipales.
- Programa de Agua Limpia: Ofrece apoyo para la construcción y equipamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y la gestión de los lodos generados.

El porcentaje de participación federal en la inversión total puede alcanzar hasta el 60%. Adicionalmente, si se implementa el reúso de aguas residuales tratadas, se puede acceder a un porcentaje adicional de financiamiento de hasta el 20%.

Otras fuentes de financiamiento importante son las siguientes [45] [46] [47] [48] [49] [50] [51] [52] **:**

Fuentes Multilaterales y Bilaterales

El financiamiento proviene de diversas fuentes multilaterales y bilaterales, tales como:

- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) - AquaFund
- Banco Mundial (BM)
- Banco de Desarrollo de América del Norte (NADBANK)
- Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF)
- Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos S.N.C. (BANOBRAS)
- Nacional Financiera Banca de Desarrollo (NAFIN)

Fuentes Nacionales

A nivel nacional, se destacan:

- Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF)
- Nacional Financiera (NAFIN)
- Fondos Estatales de Cambio Climático
- Programas de Acción Climática Municipal (PACMUN)

La banca comercial, microfinancieras, Administradoras de Fondos para el Retiro (AFORES), fundaciones, aseguradoras y Asociaciones Público-Privadas también son opciones para acceder a financiamiento y garantías para los OO de agua y saneamiento.

Financiamiento Privado

Existen oportunidades de financiamiento incipiente a través de la banca privada mediante la formación de Asociaciones Público-Privadas (APP).

- Programas de Financiamiento para Infraestructura y Proyectos Verdes

- Pagos por Servicios Ambientales (PSA) de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)
- Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos del Estado de México

Proyectos de Conservación de Cuencas Hídricas

Proyectos basados en Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) incluyen:

- Proyecto Cuencas y Ciudades
- Proyecto Restauración de Ríos para la Adaptación al Cambio Climático (liderados por el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza - FMCN)

Oportunidades de Financiamiento para Organismos Operadores de Agua (OOA)

Los OOA pueden identificar y postular a diversas fuentes de financiamiento, considerando las restricciones de endeudamiento actuales. Algunas fuentes de financiamiento multilateral incluyen:

- Banco Mundial (BM)
- Banco de Desarrollo de América Latina (CAF)
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

Estos bancos ofrecen apoyos financieros alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la reducción de GEI. Un esquema novedoso apoyado por la CAF y el BID es la creación de bonos temáticos para agua.

Fondos Especiales de Cambio Climático

Algunos fondos destacados incluyen:

- Fondo Verde del Clima (GCF)
- Fondo de Adaptación (AF)

Asistencia Oficial para el Desarrollo (AOD)

La AOD incluye diversas instituciones implementadoras y canales bilaterales, tales como:

- Agencia Alemana de Cooperación al Desarrollo (GIZ)
- KfW
- Iniciativa Climática Internacional (IKI)
- Fondo Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS)
- Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)

- Agencia Danesa de Desarrollo Internacional (Danida)
- Fondo Nórdico para el Clima (NCF)
- Agencia Noruega de Cooperación al Desarrollo (NORAD)
- Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Asdi)
- Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE)
- Foreign, Commonwealth & Development Office (FCDO) del Reino Unido
- Fondo Internacional para el Clima (ICF)
- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)
- Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD)
- SwedFund
- Partnering for Accelerated Climate Transitions (UkPact)

Fondos No Gubernamentales

Existen numerosos fondos no gubernamentales accesibles, como:

- Bloomberg Philanthropies
- Fundación ClimateWorks
- Fundación Ford
- Fundación Hewlett
- Fundación KR
- Fundación MacArthur
- Fundación Oak
- Fundación Packard
- Pan para el Mundo (Brot für die Welt)
- Diaconía Ayuda de Emergencia (Diakonie Katastrophenhilfe)

FONAGUA

FONAGUA respalda los financiamientos que obtengan los usuarios de riego para sus proyectos de infraestructura hidroagrícola, ofreciendo:

- 20% sobre el saldo respectivo de capital del crédito hasta su vencimiento final.
- Apoyo en tasa (200 puntos base) directamente al beneficiario.

6.2. Beneficios, Riesgos y Responsables de los Proyectos

Se relacionaron los objetivos estratégicos planteados para el desarrollo del PMH con sus respectivos proyectos, los actores involucrados, responsables, financiamiento, los beneficios de realizarlos y los riesgos de no implementarlos.

Tabla 12. Relación de los riesgos y beneficios de los proyectos del objetivo estratégico 1.

Proyecto	Beneficios	Riesgo de no implementarlo	Actores Responsables Financiamiento
Medición para determinar dotaciones de las comunidades y sus requerimientos de infraestructura hidro-sanitaria	Preservación de recursos hídricos, prevención de sobreexplotación. Mejorar la precisión en la medición del uso de agua y detectar necesidades específicas de infraestructura.	Ineficiencia en el uso del agua, problemas de abastecimiento, falta de infraestructura adecuada.	Gobierno municipal, COTAS, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales
Diagnóstico de infraestructura	Identificación de deficiencias y necesidades de actualización.	Continuación de deficiencias en la infraestructura, posibles fallos y desperdicio de recursos.	Gobierno municipal, sector privado, organismos internacionales, banca de desarrollo
Medición para determinar patrones y eficiencias en la gestión del agua de los usuarios industriales	Evaluar y mejorar el uso del agua en la industria.	Uso ineficiente del agua, costos altos, impacto ambiental negativo.	Gobierno municipal, COTAS, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales
Medición para determinar patrones y eficiencias en la gestión del agua de los usuarios ganaderos	Evaluar y optimizar el uso del agua en la ganadería.	Sobreuso del agua, costos elevados, degradación ambiental.	Gobierno estatal y federal, COTAS, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales
Medición para determinar patrones y eficiencias en la gestión del agua de los usuarios agrícolas	Identificar y aplicar prácticas agrícolas sostenibles.	Ineficiencia en el riego, uso excesivo del agua, impacto negativo en la productividad.	Gobierno estatal y federal, COTAS, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales
Medición para determinar dotaciones de las comunidades y sus requerimientos de infraestructura hidro-sanitaria	Preservación de recursos hídricos, prevención de sobreexplotación. Mejorar la precisión en la medición del uso de agua y detectar necesidades específicas de infraestructura.	Ineficiencia en el uso del agua, problemas de abastecimiento, falta de infraestructura adecuada.	Gobierno municipal, COTAS, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Tabla 13. Relación de los riesgos y beneficios de los proyectos del objetivo estratégico 2.

Proyecto	Beneficios	Riesgo de no implementarlo	Actores Responsables Financiamiento
Diseño e integración de una red de estaciones climáticas y gestión de datos/sistema de información de servicios climáticos (csis)	Monitoreo y análisis de datos climáticos para la toma de decisiones. Reducción de vulnerabilidad a eventos extremos, mejora en la gestión de riesgos	Falta de datos precisos, toma de decisiones ineficiente, vulnerabilidad a eventos climáticos.	Gobierno municipal, estatal y federal, COTAS, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales
Impulsar la participación en mercados de carbono	Promoción de prácticas sostenibles y reducción de emisiones.	Pérdida de oportunidades financieras, mayor impacto ambiental.	Gobierno municipal, IMPLAN, instituciones educativas, ONGs,

Tabla 14. Relación de los riesgos y beneficios de los proyectos del objetivo estratégico 3.

Proyecto	Beneficios	Riesgo de no implementarlo	Actores Responsables Financiamiento
Identificación de áreas degradadas	Evaluar el estado de las áreas afectadas y planificar su recuperación.	Continuación de la degradación ambiental, pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos.	Gobierno municipal, IMPLAN, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales
Reforestación con especies nativas	Restauración de ecosistemas, mejora en la captación de agua.	Degradación continua de ecosistemas, pérdida de biodiversidad, menor resiliencia hídrica.	Gobierno municipal, IMPLAN, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales
Construcción de infraestructuras hidráulicas	Mejora en la gestión del agua y conservación del suelo.	Erosión del suelo, pérdida de recursos hídricos, menor capacidad de almacenamiento.	Gobierno municipal, estatal y federal, COTAS, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales

Tabla 15. Relación de los riesgos y beneficios de los proyectos del objetivo estratégico 4.

Proyecto	Beneficios	Riesgo de no implementarlo	Actores Responsables Financiamiento
Optimización del sistema de monitoreo de aguas subterráneas en chihuahua	Evaluación precisa de los niveles y calidad del agua subterránea.	Sobreexplotación de acuíferos, escasez de agua, deterioro de la calidad del agua.	Gobierno municipal, estatal y federal, COTAS, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales
Sistema integral de permisos y monitoreo de extracción de agua (sipmea)	Control y regulación de la extracción de agua subterránea. Preservación de recursos hídricos, prevención de sobreexplotación.	Sobreexplotación de recursos hídricos, disminución de niveles de agua subterránea.	Gobierno municipal, estatal y federal, COTAS, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales
Programa de recarga gestionada de acuíferos con agua de lluvia (pgaall)	Aumento de la recarga de acuíferos y mejora en la disponibilidad de agua. Preservación de recursos hídricos, prevención de sobreexplotación.	Escasez de agua, disminución de los niveles de acuíferos, vulnerabilidad a sequías.	Gobierno municipal, estatal y federal, COTAS, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales
Programa de riego eficiente y agricultura sostenible (preas)	Mejora en la eficiencia del riego y sostenibilidad agrícola.	Ineficiencia en el uso del agua, disminución de la productividad, impacto ambiental negativo.	Gobierno municipal, estatal y federal, COTAS, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales
Gestión sostenible del uso de suelo y vegetación en el municipio de chihuahua	Planificación y gestión efectiva del uso del suelo y conservación de vegetación. Reducción de vulnerabilidad a eventos extremos, mejora en la gestión de riesgos.	Desorden urbano, pérdida de vegetación, impacto negativo en el medio ambiente.	Gobierno municipal, IMPLAN, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales
Gestión integrada de fuentes de abasto y usos del agua en el municipio de chihuahua	Uso eficiente y sostenible de recursos hídricos, reducción de conflictos por el agua	Escasez de agua, uso ineficiente, conflictos por recursos hídricos.	Gobierno municipal, estatal y federal, COTAS, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales

Proyecto	Beneficios	Riesgo de no implementarlo	Actores Responsables Financiamiento
Mejora de la calidad del agua en el municipio de chihuahua	Aseguramiento de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial.	Problemas de salud pública, enfermedades transmitidas por el agua, desconfianza en el suministro.	Gobierno municipal, estatal y federal, COTAS, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales

Tabla 16. Relación de los riesgos y beneficios de los proyectos del objetivo estratégico 5-6.

Proyecto	Beneficios	Riesgo de no implementarlo	Actores Responsables Financiamiento
Mejora integral del manejo de escurrimientos y prevención de inundaciones	Recuperación de servicios ecosistémicos, mejora en la calidad del agua. Preservación de recursos hídricos, prevención de sobreexplotación.	Inundaciones frecuentes, daños materiales, riesgos para la vida humana.	Gobierno municipal, IMPLAN, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales
Fomentar el uso de agua residual tratada en el municipio de chihuahua	Reducción de la demanda de agua potable y promoción de prácticas sostenibles.	Sobreexplotación de fuentes de agua potable, incremento de costos, impacto ambiental negativo.	Gobierno municipal, estatal y federal, COTAS, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales

Tabla 17. Relación de los riesgos y beneficios de los proyectos del objetivo estratégico 7-8.

Proyecto	Beneficios	Riesgo de no implementarlo	Actores Responsables Financiamiento
Proyectos específicos JMAS/Presidencia Municipal/JCAS	Mejora en la infraestructura de agua y saneamiento en áreas rurales.	Falta de acceso a servicios básicos, problemas de salud pública, desigualdad en el acceso.	Gobierno municipal, estatal y federal, COTAS, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales

Proyecto	Beneficios	Riesgo de no implementarlo	Actores Responsables Financiamiento
Acciones para asegurar la sostenibilidad ambiental y social,	Promoción de prácticas sostenibles y equitativas en la gestión del agua.	Degradación ambiental, desigualdad en el acceso al agua, menor conciencia y educación.	Gobierno municipal, IMPLAN, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales
Restauración y protección de ecosistemas acuáticos y terrestres	Conservación de la biodiversidad y mejora de servicios ecosistémicos.	Pérdida de biodiversidad, degradación de ecosistemas, menor capacidad de resiliencia.	Gobierno municipal, IMPLAN, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales
Programa de equidad en el acceso y uso del agua	Promoción de acceso equitativo y uso responsable del agua.	Desigualdad en el acceso, uso irresponsable del agua, menor conciencia y educación.	Gobierno municipal, estatal y federal, COTAS, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales

Tabla 18. Relación de los riesgos y beneficios de los proyectos del objetivo estratégico 9.

Proyecto	Beneficios	Riesgo de no implementarlo	Actores Responsables Financiamiento
Creación del comité municipal de gestión del agua	Mejor coordinación y gestión equitativa del agua, incremento de la confianza pública, mejor toma de decisiones informadas.	Problemas de salud pública, desconfianza en el suministro, impacto negativo en la agricultura e industria.	Gobierno municipal, estatal y federal, COTAS, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales
Actualización y fortalecimiento del marco regulatorio	Gestión más eficiente del agua, mayor equidad y transparencia, reducción de problemas legales y administrativos.	Gestión ineficiente del agua, falta de equidad y transparencia, problemas legales y administrativos.	Gobierno municipal, estatal y federal, COTAS, instituciones educativas, ONGs, fondos federales y estatales
Programas de educación y concienciación ambiental	Aumento de la conciencia ambiental, uso más responsable del agua, conservación de recursos hídricos.	"Uso irresponsable del agua, falta de conciencia ambiental, agotamiento de recursos hídricos.	Gobierno municipal, estatal y federal, COTAS, instituciones educativas, ONGs.

7. Estrategia de Promoción de la Cultura del Agua

La cultura del agua abarca un conjunto de valores, actitudes, costumbres y hábitos inculcados en individuos y sociedades para fomentar una conciencia responsable sobre el uso racional del agua. Esta cultura subraya la importancia de valorar y preservar el recurso hídrico, promoviendo su uso responsable en todas las actividades dentro de un esquema de desarrollo sustentable. Promover una cultura del agua sostenible en el Municipio de Chihuahua es imperativo y puede lograrse mediante el aumento de la conciencia pública, el fomento del uso sostenible del agua y la promoción de políticas de conservación [(53) (54)].

Para ello, es crucial identificar los sectores prioritarios e implementar estrategias basadas en estudios recientes de la ciencia del comportamiento humano. Es necesario establecer indicadores cuantificables para los programas de conservación del agua y desarrollar herramientas que proyecten la aceptación e implementación de estas estrategias, facilitando así la toma de decisiones y mejorando la capacidad para implementar los programas de conservación del agua de manera efectiva.

Estas acciones no solo desarrollarán la capacidad para implementar mejor los programas de conservación de agua, sino que también mejorarán la respuesta a crisis a corto plazo, como las sequías, al tiempo que proporcionarán reducciones persistentes en la demanda de agua asociada al crecimiento poblacional [(55)].

Desde 1990, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ha implementado acciones educativas para promover la Cultura del Agua en México, en respuesta a los problemas asociados con el agua no potable. Estas iniciativas buscan sensibilizar a la población y motivarla a adoptar prácticas responsables en el uso del agua, destacando la responsabilidad compartida entre la ciudadanía, el gobierno y otros sectores. Las acciones se desarrollan en colaboración con municipios y entidades federativas a través del Programa Presupuestal de Capacitación Ambiental y Desarrollo Sustentable, en conjunto con el Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU), con el objetivo de consolidar la participación social en el manejo del agua y promover su uso sostenible [(56)].

La estrategia para promover la cultura del agua en el municipio de Chihuahua debe basarse en la comprensión y aplicación de estos valores, actitudes, costumbres y hábitos que fomenten un uso responsable del agua, enfatizando la importancia de valorar y preservar este recurso esencial dentro de un esquema de desarrollo sustentable.

Antecedentes

Actualmente, el Programa Presupuestal de Capacitación Ambiental y Desarrollo Sustentable, dirigido por el Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), busca consolidar la participación social en el manejo del agua y promover su uso sostenible a través de una cultura del agua.

Este programa tiene como objetivo mejorar la capacidad de gestión en educación y cultura ambiental de actores estratégicos como individuos, instituciones, organizaciones de la sociedad civil y entidades gubernamentales. Como servicio gubernamental, sus actividades abarcan la educación formal, no formal e informal, y no se realizan de manera periódica. Entre sus acciones destacan el apoyo a la cultura del agua en municipios y entidades federativas, el desarrollo e impartición de cursos, talleres y diplomados (tanto en línea como presenciales), la organización de ferias, la provisión de asesorías técnicas, y la producción y difusión de documentos sobre el tema, incluyendo su difusión en la web y redes sociales.

El objetivo principal del programa es fortalecer y formar una ciudadanía participativa, crítica y corresponsable en la transformación hacia la sustentabilidad.

El programa cuenta con un convenio entre SEMARNAT y SEP (Secretaría de Educación Pública) para desarrollar programas de educación ambiental para la sustentabilidad en instituciones educativas oficiales y particulares de nivel básico, medio superior y superior, así como en diferentes modalidades y opciones educativas. Entre las áreas de cooperación destacan: "Regresa a clases con un árbol" (2022-2023), días ambientales conmemorativos, escuelas sustentables, reconocimiento a las escuelas con trayectoria ambiental, y diseño de materiales educativos y de difusión, entre otros.

Además, el programa ofrece cursos y talleres a distancia sobre diversos temas ambientales, utilizando encuestas de satisfacción para evaluar la calidad del servicio y la pertinencia de los contenidos y actividades. En los cursos y talleres presenciales, se fomenta la participación de los usuarios, quienes al final de cada evento realizan una evaluación de la actividad [(57)].

Es imperativo desarrollar soluciones innovadoras para abordar los problemas ambientales actuales, no solo desde un enfoque tecnológico, sino también reforzando los valores de la sociedad. La educación ambiental es una herramienta fundamental para lograr este objetivo, ya que promueve un mayor involucramiento en la resolución de problemas y la toma de medidas para mejorar el medio ambiente por parte de los diferentes sectores de la población, basándose en decisiones informadas y responsables [(56)].

Generalmente, existen tres respuestas ante un déficit de agua potable:

1. Aumentar los suministros existentes.
2. Sustituir las fuentes actuales de abastecimiento por zonas alternativas de explotación.
3. Conservación del recurso hídrico.

Las estrategias 1 y 2 suelen tener costos considerables y requieren tiempo para su implementación. Por el contrario, la estrategia 3 de conservación del recurso hídrico apoya una gobernanza más receptiva, puede implementarse rápidamente y no está asociada con grandes costos de inversión en infraestructura.

El principal impulsor de la cultura de la conservación del agua es la adopción de prácticas eficientes en el uso del agua por parte de los hogares, promoviendo la conciencia y la comprensión, y

añadiendo un desencadenante de decisión, como una sequía, que inicia cambios de comportamiento que llevan a la conservación del recurso.

Muchos programas de conservación de agua se centran en aumentar la conciencia en lugar de ofrecer incentivos financieros o restricciones. Un ejemplo de esto es China, donde debido a la creciente escasez de agua, se ha propuesto el aumento de precios del agua y la concienciación como estrategias clave para reducir la demanda, ya que las reformas de precios son difíciles de implementar correctamente. Existe un gran potencial en la conservación voluntaria del agua, ya que el primer paso para que un hogar decida conservar agua es entender su importancia y saber cómo reducir la demanda. En India, se ha encontrado que la falta de familiaridad obstaculiza la adopción de ciertos esfuerzos de conservación, como la recolección de agua de lluvia.

Las campañas de información son cruciales para crear usuarios más informados y racionales. Se ha observado que las transmisiones en los medios tienden a reducir la demanda de agua entre un 2% y 5%, y la efectividad de las campañas de concienciación varía entre 0% y 8%. En California, EE.UU., la atención mediática sobre la sequía y la necesidad de conservación del agua se asoció con una reducción del 11% al 18%. En Namibia, con un estrés hídrico casi permanente, se argumenta que las campañas de concienciación necesitan un enfoque a largo plazo. En Australia, se demostró que proporcionar a los hogares información sobre cómo reducir su consumo de agua logró una reducción del 16% [(55)].

Casos de éxito en las estrategias de conservación del recurso hídrico

La decisión de conservar el agua está influenciada por diversos factores contextuales, tales como el precio del agua, las características del hogar, el nivel de inconveniencia y practicidad de las prácticas, así como las actividades y normas sociales del hogar. Sin embargo, se ha evidenciado que la adopción de la conservación del agua está principalmente impulsada por la conciencia ambiental, la implicación personal, la formación de hábitos y factores socioeconómicos como los ingresos [(55)].

En la Tabla 19, se presenta una estimación del ahorro de agua derivado de diferentes propuestas enfocadas en la conservación:

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Tabla 19. Estimación de ahorro de agua a partir de diferentes programas enfocados a la conservación del agua [55].

Tipo de programa	Rango estimado de ahorro
Campañas de concienciación pública / medios de comunicación	2–20%
Campañas de concienciación pública, por ejemplo, transmisiones en medios de comunicación	2–5%
Campaña de concienciación pública y medios de comunicación durante una sequía en Barcelona	21%
Proveer información procedural simple a los hogares sobre cómo lograr la conservación del agua en un pequeño estudio en Queensland, Australia	16%
Atención de los medios de comunicación durante la sequía, es decir, ~100 artículos bimensuales	11–18%
Información y campaña de medios de comunicación durante la sequía	11%
Implementación de restricciones de uso de agua y reducciones en la fuga de agua doméstica y de la red en el Reino Unido	14%
Una revisión de la evidencia sobre la efectividad de las campañas de concienciación reporta resultados de reducción del 5–20%, pero señala que los factores contextuales y el diseño de la campaña de concienciación son de importancia crítica	5–20%
Medición vinculada con mecanismos de precios	16–56%
En un estudio de 8 años en Aurora, Colorado, la medición vinculada con una tarifa basada en bloques encontró que las personas, de hecho, usaron un 16% más de agua que antes, presumiblemente debido a que podían controlar mejor no pasar a un bloque superior	16%
Implementar un sistema de tarifa dinámica y usar medidores inteligentes en Valencia, España ha proporcionado considerables ahorros de agua	Hasta 18%
Medición del uso residencial de agua y cobro por unidad en varios casos en EE.UU., excluyendo medición limitada	10–56%
Retroalimentación de medidores inteligentes a los hogares	3–20%
Retroalimentación en tiempo real sobre el uso de agua, a través de medidores	3%
Concienciación pública promovida mediante medidores inteligentes de agua en Copenhague	20%
En Dubuque, EE.UU., un estudio sobre los efectos de conservación del agua de un portal de agua en línea que proporciona retroalimentación casi en tiempo real a los hogares basada en información de medidores inteligentes mostró ahorros de agua medibles	7%
Establecimiento de metas públicas combinado con la instalación de medidores inteligentes para proporcionar retroalimentación a los hogares, en Zaragoza, España	5%
Intervención con medidores inteligentes que proporciona retroalimentación detallada sobre el uso de agua en el hogar, en el contexto de Australia	8%
Retroalimentación de medidores inteligentes a los hogares	7%
Síntesis de una gama de estudios de retroalimentación de medidores inteligentes	6%
Se encontró que la cantidad de ahorros de agua basados en la retroalimentación sobre el consumo de agua a los hogares varía considerablemente (3–54%), con ahorros promedio del 20%	20%
Dispositivos de ahorro de agua / eficiencia	12–80%
El programa de reacondicionamiento residencial en Sydney proporcionó considerables ahorros a nivel de población	12%
Adopción de la recolección de agua de lluvia, en el contexto de Australia	Hasta 80%
Se encontró que el uso de agua de lluvia puede satisfacer una gran proporción de la demanda doméstica en el contexto de Melbourne, Australia	40%

Tipo de programa	Rango estimado de ahorro
Reacondicionamiento de dispositivos eficientes en el uso de agua	50%
Se encontró que las lavadoras eficientes en el uso del agua en un estudio de medición proporcionan ahorros significativos de agua a hogares individuales en Gold Coast, Australia	15%
Se encontró que las cabezas de ducha eficientes en el uso del agua en un estudio de medición proporcionan altos niveles de ahorro de agua a hogares individuales en Gold Coast, Australia	19%

Casos de éxito para el ahorro de agua en el Estado de Chihuahua

En el Distrito de Riego 005 Delicias, el Fondo Mundial para la Naturaleza WWF-México ha destacado los significativos avances en la eficiencia hídrica gracias a la adopción de tecnologías avanzadas. Mediante el revestimiento de canales, la canalización de agua a través de tubos cerrados y el uso de técnicas de riego presurizado, los productores locales han logrado reducir el consumo de agua hasta en un 35%. Anteriormente, predominaba el riego por inundación, pero ahora, con sistemas de alta presión adaptados para cultivos como la alfalfa y la nuez pecanera, se aplica el agua de manera más uniforme y con volúmenes considerablemente menores, alcanzando ahorros de hasta el 90% en el caso específico de la nuez [(58)].

Por otro lado, la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Chihuahua (JMAS) ha lanzado la campaña "Chihuahua sin Fugas" con el objetivo de sensibilizar a la comunidad sobre la importancia de evitar el desperdicio de agua en los hogares. Equipos de plomeros y gestores de la JMAS están dedicados a la reparación de fugas menores reportadas en diversas colonias, con la intención de concienciar sobre los microdesperdicios en instalaciones cotidianas y promover un uso responsable del recurso hídrico. Además, se ofrece asistencia regular a las familias para corregir sus instalaciones hidráulicas, buscando reducir significativamente el desperdicio de agua y generar beneficios ambientales y económicos para la comunidad, aunque no se ha cuantificado el volumen de ahorro hasta el momento [(59)].

Simultáneamente, el Gobierno Municipal de Chihuahua, a través de la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología, está colaborando activamente en la expansión de la cobertura de la "Línea Morada" en fraccionamientos y áreas urbanas, con el propósito de disminuir el consumo de agua potable destinada al riego de áreas verdes [(60)].

Además, el programa "Ahorrante un Chorro" de la JMAS tiene como objetivo la instalación de regaderas ecológicas que reducen el consumo de agua de 10 a 3.8 litros por minuto, representando un ahorro del 60%. Este esfuerzo tiene como meta final ahorrar hasta 92 millones de litros de agua, contribuyendo significativamente a la sostenibilidad hídrica en la región [(61)].

7.1. Estrategia de la Promoción de la Cultura del Agua en el Municipio de Chihuahua

Objetivo general

Fomentar una cultura del uso responsable y sostenible del agua en el municipio de Chihuahua, involucrando a todos los sectores de la sociedad en la conservación y gestión eficiente del recurso hídrico.

Objetivos específicos

- Incrementar la concienciación sobre la importancia del agua y la necesidad de su conservación mediante campañas de información y actividades educativas.
- Promover prácticas de uso eficiente y ahorro de agua en todos los sectores (hogares, industrias y públicos) a través de programas de formación y difusión de tecnologías eficientes.
- Fortalecer la educación ambiental enfocada en la gestión del recurso hídrico a través de la integración de contenido especializado en currículos escolares y programas de capacitación comunitaria.
- Implementar y monitorear políticas y medidas que incentiven el uso sostenible del agua, incluyendo regulaciones y sistemas de incentivos para prácticas responsables.
- Fomentar la responsabilidad compartida entre individuos, comunidades y gobiernos en la gestión del agua, mediante la creación de plataformas de colaboración y participación ciudadana.
- Promover y apoyar la adopción de tecnologías sostenibles para el ahorro y reutilización del agua mediante subsidios, programas de financiamiento y alianzas con el sector privado.
- Mejorar la gestión y conservación del agua a través de la implementación de políticas públicas efectivas y programas educativos continuos, orientados a la protección y recuperación de fuentes de agua.

7.1.1. Componentes de la estrategia

A. Educación y concienciación

Campañas de concienciación pública

Descripción: campañas en medios de comunicación para educar al público sobre la importancia de conservar el agua. Rango estimado de ahorro: 2-20%

Acciones:

- Información procedural simple a los hogares sobre cómo lograr la conservación del agua.
- Desarrollar campañas de largo plazo que informen a la población sobre la importancia del agua, el impacto de la sequía y la necesidad de conservar este recurso.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

- Utilizar medios de comunicación masiva, redes sociales y eventos comunitarios para difundir mensajes clave sobre el uso responsable del agua.

Programas educativos

Descripción: distribución de materiales informativos que describan métodos sencillos para conservar agua en el hogar. Rango estimado de ahorro: 16%

- Incorporar contenido sobre el uso sostenible del agua en los currículos escolares a nivel primario y secundario.
- Organizar talleres y seminarios para diferentes grupos de la comunidad, incluyendo niños, jóvenes, adultos y empresas, sobre técnicas de ahorro y gestión eficiente del agua.

Centros de Información y Educación Ambiental:

Establecer centros de información y educación ambiental donde los ciudadanos puedan aprender sobre la gestión del agua, tecnologías de ahorro y prácticas sostenibles.

B. Incentivos y políticas de conservación

Regulación de uso de agua

Descripción: implementación de políticas que restrinjan el uso de agua durante periodos críticos y reducción de fugas. Rango estimado de ahorro: 14%

Acciones:

- Implementar un sistema de tarificación volumétrica que refleje el costo real del agua y promueva su uso eficiente, penalizando el uso excesivo y recompensando el ahorro.
- Ofrecer incentivos económicos, como subsidios o descuentos, para la instalación de dispositivos ahorradores de agua (p. Ej., cabezales de ducha eficientes, sistemas de recolección de agua de lluvia).
- Establecer normativas que obliguen a nuevas construcciones a incorporar tecnologías y sistemas de ahorro de agua.
- Promover la reutilización y reciclaje de agua en sectores industriales y agrícolas.

C. Tecnología y monitoreo

Retroalimentación de medidores inteligentes

Descripción: proveer retroalimentación en tiempo real a los hogares sobre su consumo de agua. Rango estimado de ahorro: 3-20%

Acciones:

- Implementar medidores inteligentes en hogares y empresas que proporcionen retroalimentación detallada sobre el consumo de agua, ayudando a los usuarios a identificar y corregir ineficiencias.

- Desarrollar sistemas de monitoreo que permitan la supervisión en tiempo real del uso de agua en distintas áreas del municipio, facilitando la detección de fugas y la gestión eficiente del recurso.

Adopción de dispositivos de ahorro de agua

Descripción: promoción y subsidio de dispositivos eficientes en el uso del agua, como cabezas de ducha y lavadoras eficientes. Rango estimado de ahorro: 12-80%

Acciones:

- Programas de reacondicionamiento residencial.
- Subsidios para la compra de dispositivos eficientes.
- Promoción del uso de sistemas de recolección de agua de lluvia.

D. Participación comunitaria

Voluntariado y programas comunitarios

Acciones:

- Fomentar la creación de grupos de voluntarios dedicados a la conservación del agua y la promoción de prácticas sostenibles en sus comunidades.
- Involucrar a la ciudadanía en la toma de decisiones relacionadas con la gestión del agua, mediante consultas públicas y mesas de trabajo.

E. Evaluación y mejora continua

Monitoreo y evaluación

- Establecer indicadores de desempeño para evaluar la efectividad de las estrategias implementadas y realizar ajustes necesarios para mejorar los resultados.
- Publicar informes periódicos sobre el estado del recurso hídrico y los avances en la implementación de la estrategia de cultura del agua, asegurando la transparencia y la rendición de cuentas.

4. Cronograma y Recursos

Año 1:

- Inicio de campañas de sensibilización y desarrollo de programas educativos.
- Implementación piloto de medidores inteligentes en zonas seleccionadas.
- Establecimiento de normativas para nuevas construcciones.

Año 2-3:

- Expansión de programas educativos y talleres comunitarios.
- Implementación de incentivos económicos y sistemas de tarificación volumétrica.

- Evaluación inicial y ajustes a la estrategia basada en resultados obtenidos.

Año 4-5:

- Consolidación de centros de información y educación ambiental.
- Ampliación de la cobertura de medidores inteligentes.
- Publicación de informes y ajuste continuo de la estrategia.

Recursos Necesarios:

- Financiamiento para campañas de sensibilización y programas educativos.
- Recursos técnicos y humanos para la implementación y monitoreo de tecnologías de ahorro y sistemas inteligentes.
- Colaboración con instituciones educativas, organizaciones comunitarias y sectores privados.

Conclusión

El agua es un recurso cada vez más escaso debido a la contaminación y al uso insostenible. En el Municipio de Chihuahua, las principales fuentes de agua dulce son los acuíferos Chihuahua-Sacramento, El Sauz-Encinillas y Tabalaopa-Aldama, los cuales enfrentan un déficit significativo entre la recarga media anual y el volumen de extracción. Esto representa un riesgo grave para la disponibilidad futura del recurso. Ante este panorama, es crucial implementar una gestión eficiente del agua que promueva una cultura de uso sostenible. Esto incluye iniciativas que aumenten la conciencia pública, fomenten el uso de tecnologías ahorradoras y establezcan políticas efectivas de conservación.

Abordar la crisis del recurso hídrico requiere promover activamente la cultura del agua mediante la educación ambiental y la adopción de mejores prácticas en todos los sectores de la sociedad. Desde acciones individuales, como el uso eficiente de electrodomésticos y la reducción del consumo en los hogares, hasta esfuerzos comunitarios y gubernamentales que incluyan la educación ambiental en la enseñanza básica, el reciclaje del agua y la implementación de tecnologías de riego eficientes en la agricultura, así como políticas públicas que incentiven la conservación.

Es esencial identificar y superar los principales obstáculos para la implementación de estos planes, como la falta de infraestructura adecuada, la resistencia al cambio o la adopción de buenas prácticas, y la escasez de recursos. La colaboración estrecha entre comunidades, centros de investigación académicos y el gobierno es fundamental para lograr una gestión sostenible del agua que garantice su disponibilidad para las generaciones futuras y mitigue los impactos del estrés hídrico en el desarrollo económico y social.

Responsabilidad

El cuidado del agua es una responsabilidad que recaí en todos, todos somos consumidores y todos debemos cuidarla. En materia de agua, se requiere de plena corresponsabilidad con la sociedad.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Individuos: promover acciones y prácticas diarias que contribuyan al ahorro de agua, como cerrar el grifo mientras se cepillan los dientes, duchas más cortas y uso eficiente de electrodomésticos.

Comunidades: fomentar iniciativas colectivas, como la creación de jardines comunitarios con sistemas de riego eficientes, campañas de limpieza de cuerpos de agua y programas de reciclaje de agua.

Gobiernos: implementar políticas públicas que promuevan la conservación del agua, como incentivos para el uso de tecnologías ahorradoras de agua, regulaciones para la protección de fuentes de agua y programas de educación ambiental.

Recomendaciones prácticas para el uso sostenible del agua

Las prácticas para el uso sostenible del agua se centran en dos áreas principales: la reducción del consumo y la reutilización o reciclaje del agua. Aquí algunas propuestas prácticas:

Reducción de consumo:

- En el lavabo, utilizar un tapón para llenarlo en lugar de dejar correr el agua.
- Cerrar la llave mientras se cepillan los dientes puede ahorrar hasta 40 litros de agua diarios por familia.
- Instalar inodoros de bajo consumo y reparar cualquier fuga para evitar desperdicios.
- Tomar duchas más breves y utilizar dispositivos ahorradores de agua en las regaderas.
- En el fregadero, instalar aeradores y lavar vegetales con el tapón puesto para conservar el agua.

Reutilización y reciclaje:

- Utilizar agua de enjuague para tareas de limpieza o riego.
- Reutilizar el agua de la lavadora para regar el jardín.
- Captar y almacenar agua de lluvia para usos no potables.
- Implementar sistemas de reciclaje de agua en áreas urbanas e industriales para usos diversos como riego, limpieza y refrigeración.

8. Conclusión

Este informe con sus proyectos estratégicos y su enfoque en la gobernanza, la sostenibilidad y la adaptación, está bien posicionado para enfrentar los desafíos hídricos en Chihuahua. La colaboración interinstitucional, la participación comunitaria y la adopción de tecnologías innovadoras serán esenciales para el éxito de este plan.

La implementación de una estrategia de cultura del agua en el municipio de Chihuahua es fundamental para asegurar la sostenibilidad del recurso hídrico ante los desafíos del cambio climático y el crecimiento poblacional. A través de la educación, la participación comunitaria, la adopción de tecnologías eficientes y el establecimiento de políticas y normativas adecuadas, se puede promover un uso responsable del agua que beneficie a toda la comunidad.

9. Referencias

1. Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.: Diario Oficial de la Federación (DOF); 2021 [cited 2023 06 05. Available from: https://www.gob.mx/indesol/documentos/constitucion-politica-de-los-estados-unidos-mexicanos-97187.

2. CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. Ley de Planeación. [Online].; 2023 [cited 2024 05 29. Available from: chrome-extension://oemmndcbldboiebfnladdacbdfmadadm/https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LPlan.pdf.

3. CONAGUA. Programa Nacional Hídrico 2020-2024. [Online].; 2020 [cited 2024 02 12. Available from: https://www.gob.mx/conagua/articulos/consulta-para-el-del-programa-nacional-hidrico-2019-2024-190499.

4. CONAGUA. Programa Hídrico Regional 2021-2024. [Online].; 2020 [cited 2024. Available from: chrome-extension://oemmndcbldboiebfnladdacbdfmadadm/https://files.conagua.gob.mx/conagua/generico/PNH/PHR_2021-2024_RHA_VI_R_o_Bravo_.pdf.

5. Junta Central de Agua y Saneamiento de Chihuahua; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. PLAN ESTATAL HÍDRICO 2040 DE CHIHUAHUA. ; 2022.

6. Junta Central de Agua y Saneamiento del Estado de Chihuahua. Programa de Mediano Plazo Gestio Hídrica 2022-2027. ; 2022.

7. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Sistema Nacional de Información del Agua (SINA). [Online].; 2023 [cited 2022 12 27. Available from: https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=repda.

8. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Programa Hídrico Regional 2021-2024. México:; 2021.

9. Inegi. Delimitación de las zonas Metropolitanas de México 2015 México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía; 2015.

10. Gobierno Municipal Chihuahua, Pro Natura noreste. Agenda Hídrica Municipal de Chihuahua. [Online].; 2018-2021 [cited 2024. Available from: https://drive.google.com/file/d/1GZjquMJQIM6JAKblFn4McITlUxqiv7X8/view.

11. H. Congreso del Estado. Ley del Agua del Estado de Chihuahua. Chihuahua:; 2023.

12. CONAGUA. Ley Federal de Derechos (LFD). [Online].; 2023 [cited 2024 02 12. Available from: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/831228/LEY_FEDERAL_DE_DERECHOS_2023.pdf.

13. Diario Oficial de la Federación (DOF). NMX-AA-179-SCFI-2018 MEDICIÓN DE VOLÚMENES DE AGUAS NACIONALES USADOS, EXPLOTADOS O APROVECHADOS. [Online].; 2018 [cited 2024 02 04. Available from: https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5598209.

14. ANEAS. Agua y Saneamiento de la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México, A.C. [Online].; 2020 [cited 2023 Junio 08. Available from: https://www.aneas.com.mx/aguaysaneamiento.

15. Bravo-Cadena J, Pavon NP, Balvanera P, Sánchez-Rojas G, Razo-Zarate R. Availability–Demand Balance under Climate Change Scenarios in an Overpopulated Region of Mexico. Int. J. Environ. Res. Public Health. 2021; 18(1846).

16. Green city Chihuahua. Chihuahua Green City. [Online].; 2024 [cited 2024. Available from: https://chihuahuagreencity.org/.

17. CEPAL. Avances en la Gestión Integrada del Agua Urbana y Rural en América Latina y el Caribe. [Online].; 2014 [cited 2024 02 12.

18. FAO. Gestión Integrada del Agua Urbana y Rural: Un Marco Conceptual. [Online].; 2007 [cited 2024 02 12. Available from: http://www.fao.org/3/a-ak478s.pdf: http://www.fao.org/3/a-ak478s.pdf.

19. Unión Ganadera Regional de Chihuahua. Unión Ganadera Regional de Chihuahua. [Online].; 2024 [cited 2024. Available from: https://ugrch.org/.

20. Palacios E, Palacios L, Espinosa J. Evaluación de la eficiencia del uso del agua en la agricultura apoyada por imágenes satélites. Tecnología y ciencias del agua. 2020; 9(1).

21. Nacional Financiera. Fondo Verde para el Clima. [Online]. [cited 2024. Available from: https://www.nafin.com/portalnf/content/emisiones-y-relaciones-internacionales/fondo-verde-clima.html.

22. United Nations Climate Change. Fondo Verde para el Clima. [Online].; 2024 [cited 2024. Available from: https://unfccc.int/es/news/fondo-verde-para-el-clima-estrena-sitio-web.

23. H. Congreso del Estado. Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua. Chihuahua:; 2018.

24. H. Congreso del Estado. Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Chihuahua. Chihuahua:; 2022.

25. H. Congreso del Estado. Ley de Desarrollo Urbano Sostenible del Estado de Chihuahua. Chihuahua:; 2020.

26. OMM. Organización Meteorológica Mundial. [Online].; 2024 [cited 2024. Available from: https://wmo.int/es.

27. H. AYUNTAMIENTO de CHIHUAHUA. PLAN DE ACCION CLIMATICA MUNICIPAL (PACMUN®) MUNICIPIO DE CHIHUAHUA 2019. Chihuahua:; 2019.

28. García-Moya E, Miranda-Avilés H. Vegetación del estado de Chihuahua. Revista Mexicana de Biodiversidad, 81(4), 1079-1116. Revista Mexicana de Biodiversidad. 2010;(81): 1079-1116.

29. Comisión Nacional Forestal. Prácticas de reforestación. ; 2010.

30. WWF. WWF. [Online]. [cited 2024. Available from: https://www.wwf.org.mx/.

31. Martinez-Santos P, Aldaya MM, Llamas MR. Integrated Water Resources Management: State of the art and the way forward. In Integrated Water Resources Management in the 21st Century: Revisiting the paradigm.; 2014.

32. Saleth M. Institutional Response as An Adaptation to Water Scarcity. In Garrido A, editor. Water for the Americas: Challenges and Opportunities.: Routledge; 2014.

33. Sánchez DH, Navarro-Gómez CJ, Rentería M, Rose JF, Sánchez-Navarro JR. Evolution of the groundwater system in the Chihuahua-Sacramento aquifer due to climatic and anthropogenic factors. journal of Water & Climate Change. 2022; 13(2).

34. Ledezma Ruíz R. Análisis de la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero Tabalaopa-Aldama, Chihuahua. Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ingeniería.; 2009.

35. Serrano-Cisneros, J. et al. Gestión integrada de los recursos hídricos en el acuífero Sauz Encinillas.. Revista de Ingeniería del Agua. 2019;(26(): 175-189.

36. SEMARNAT-IMTA. Indicadores de Derechos Humanos al Agua y al Saneamiento en Mexico 2023. ; 2023.

37. López-Hernández, J. et al. Evaluación de la disponibilidad de agua subterránea en el acuífero Aldama, Chihuahua.. Revista de Ciencias Ambientales. 2018;(26): 89-102.

38. Cruz-Martinez et. al. Evaluación de la calidad del agua subterránea en el acuífero Chihuahua-Sacramento. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. 2017; 69: 527-538.

39. JCAS, JMAS, JMAS Juarez y UACH. Inventario Estatal de Fuentes de Suministro de Agua Potable en el Estado de Chihuahua. ; 2022.

40. Organización Mundial de la Salud (OMS). Guía para la calidad del agua potable. Ginebra:; 2023.

41. Gobierno Municipal de Chihuahua, Protección Civil Chihuahua, Centro Nacional de Prevención de desastres (CENAPRED). Atlas de Riesgos del Municipio de Chihuahua. Atlas de Riesgo. Chihuahua:; 2022.

42. JCAS-JMAS-CONAGUA-UACH. Evaluación de las fuentes actuales y de fuentes alternas. Junta Municipal de Agua y Saneamiento; 2015.

43. Silva-Hidalgo H, Moreno-Lara R. Determinación conjunta de escurrimientos naturales restituidos, retornos de irrigación y volumen neto de pérdidas y ganancias en la cuenca del río Conchos, en el Estado de Chihuahua, para el periodo 1950 al año 2008. In.

44. CONAGUA. Acciones y programas. [Online]. [cited 2024. Available from: : https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/pro-.

45. BANOBRAS. BANOBRAS. [Online]. [cited 2024. Available from: https://www.gob.mx/banobras.

46. BID. BID Impact. [Online].; 2024. Available from: https://www.iadb.org/es.

47. CAF. Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe. [Online].; 2024. Available from: https://www.caf.com/.

48. CONAGUA. FONAGUA El Fondo de Garantías para el Uso Eficiente del Agua. [Online]. [cited 2024. Available from: https://www.fira.gob.mx/Nd/FONAGUA.jsp.

49. Fondo de Agua Metropolitano de Monterrey. Plan Hídrico Nuevo León 2050. ; 2017.

50. NADBank. Banco de Desarrollo de América del Norte. [Online].; 2024 [cited 2024. Available from: https://www.nadb.org/es.

51. NAFIN. http://www.nafin.com. [Online]. [cited 2024. Available from: http://www.nafin.com.

52. CONAGUA, GIZ y Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de la Rpública Federal de Alemania. Estudio de identificación de fuentes de financiamiento climático nacional e internacional para organismos operadores de agua y saneamiento (OO) en México. ; 2021.

53. Gobierno de México, Instituto Nacional de Salud Pública. Importancia del agua para el buen funcionamiento de nuestro organismo. México:; 2020.

54. iAgua, Maceira A. ¿Que es el agua? [Online].; 2024. Available from: https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua.

55. Moglia M, Cook S, Tapsuwan S. Promoting Water Conservation: Where to from here? Water. 2018.

56. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Educación ambiental y Cultura del Agua. [Online].; 2021. Available from: https://www.gob.mx/semarnat/educacionambiental/es/articulos/educacion-ambiental-y-cultura-del-agua?idiom=es.

57. El Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Capacitación Ambiental y Desarrollo Sustentable. México:; 2022.

58. Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). Ahorrar el agua, salvar al río: Chihuahua, Mexico. [Online].; 2006. Available from: https://wwf.panda.org/?69260/4/Ahorrar-el-agua-salvar-al-rio-Chihuahua-Mexico.

59. Gobierno del Estado de Chihuahua, Junta Municipal de Agua y Saneamiento (JMAS). Abate JMAS desperdicio de agua con programa “Chihuahua Sin Fugas”. [Online].; 2023. Available from: https://chihuahua.gob.mx/prensa/abate-jmas-desperdicio-de-agua-con-programa-chihuahua-sin-fugas.

60. Gobierno Municipal de Chihuahua, Junta Municipal de Agua y saneamiento (JMAS). Beneficia Municipio a 487 familias con riego de áreas verdes y agua tratada. [Online].; 2022. Available from: https://www.municipiochihuahua.gob.mx/CCS/Prensa/Beneficia_Municipio_a_487_familias_con_riego_de_%C3%A1reas_verdes_y_agua_tratada.

61. El Heraldo. Buscan ahorrar 92 millones de litros de agua con mil regaderas ecológicas. [Online].; 2023. Available from: https://www.elheraldodechihuahua.com.mx/doble-via/ecologia/buscan-ahorrar-92-millones-de-litros-de-agua-con-mil-regaderas-ecologicas-10855111.html.