

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

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

INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA

INFORME VI

CHIHUAHUA, CHIHUAHUA

ELABORÓ:

DAVID HUMBERTO SÁNCHEZ NAVARRO

AGOSTO 2024

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

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

CAPITULO SEXTO: INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA

1.	Introducción	11
1.1.	Antecedentes	12
1.2.	Objetivo, Procedimiento y Estructura del Informe	13
1.3.	Metodología	13
2.	Integración del Análisis del Medio Natural	14
2.1.	Clima	14
2.1.1.	Problemática	14
2.1.2.	Áreas de oportunidad	16
2.2.	Ambiente Geológico	18
2.2.1.	Problemática	18
2.2.2.	Áreas de oportunidad	22
2.3.	Uso de Suelo y Vegetación	24
2.3.1.	Problemática	24
2.3.2.	Áreas de oportunidad	26
3.	Integración del Análisis Sociodemográfico	28
3.1.	Análisis Sociodemográfico	28
3.1.1.	Problemática	28
3.1.2.	Áreas de oportunidad	31
3.2.	Infraestructura Hidrosanitaria	32
3.2.1.	Problemática	32
3.2.2.	Áreas de oportunidad	33
3.3.	Análisis de Consumo y su Proyección hasta el año 2040	35
3.3.1.	Problemática	35

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

3.3.2. Áreas de oportunidad	40
4. Integración del Análisis Socioeconómico en el Ámbito del Uso del Agua	41
4.1. Empleos	44
4.1.1. Problemática	44
4.1.2. Áreas de oportunidad	45
4.2. Productividad Gobierno y Gobernanza	47
4.2.1. Problemática	47
4.2.2. Áreas de oportunidad	48
5. Integración del Análisis Urbano y Rural en el Ámbito del Uso del Agua	50
5.1. Fuentes de Abasto y Usos	51
5.1.1. Problemática	51
5.1.2. Áreas de oportunidad	59
5.2. Cambio en la Gestión del Recurso Hídrico de Oferta a Demanda	60
5.2.1. Problemática	60
5.2.2. Áreas de oportunidad	63
5.3. Calidad del Agua	65
5.3.1. Problemática	65
5.3.2. Áreas de oportunidad	66
6. Integración de Análisis de Riesgos y Resiliencia Hídrica	68
6.1. Cambio Climático	68
6.1.1. Problemática	68
6.1.2. Áreas de oportunidad	69
6.2. Contaminación de los Recursos Hídricos	70
6.2.1. Problemática	70
6.2.2. Áreas de oportunidad	71
6.3. Resiliencia Hídrica	72
6.3.1. Problemática	72
6.3.2. Áreas de oportunidad	73
7. Integración del Análisis del Marco Normativo	75
7.1. Problemática	76

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

7.2.	Áreas de Oportunidad	77
8.	Integración del Análisis de Aguas Subterráneas	79
8.1.	Acuífero Chihuahua-Sacramento (ACHS)	80
8.1.1.	Problemática	80
8.2.	Acuífero Tabalaopa-Aldama (ATA)	83
8.2.1.	Problemática	83
8.3.	Acuífero El Sauz-Encinillas (ASE)	86
8.3.1.	Problemática	86
8.4.	Áreas de Oportunidad para los Acuíferos	89
9.	Integración del Análisis de Aguas Superficiales	91
9.1.	Problemática	93
9.2.	Áreas de Oportunidad	95
10.	Integración del Análisis del Drenaje Pluvial	96
10.1.	Problemática	96
10.2.	Áreas de Oportunidad	101
11.	Conclusiones	103
12.	Referencias	108

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Índice de Figuras

Figura 1. Componentes del ciclo hidrológico en México.	
Fuente: Estadísticas del Agua en México (1).....	15
Figura 2. Representación del Relieve y Modelo de Elevación para el Centro Urbano derivados del Estudio para la Definición del Borde Urbano, Zonas de Valor Ambiental y de Preservación Ecológica.	
Fuente: CEE-1812 (2019) (6).	19
Figura 3. Representación Cartográfica de la Geología en el Municipio de Chihuahua. Elaborado por el autor con base en la información proporcionada por IMPLAN Chihuahua e INEGI.	20
Figura 4. Sección geológica esquemática de la porción centro del acuífero.	
Fuente: CONAGUA (2023) (7).....	21
Figura 5. Resumen de título de concesión de aguas nacionales.	
Fuente: REPDA-CONAGUA (2024) (8).....	23
Figura 6. Representación Cartográfica del Uso de Suelo y Cobertura Vegetal en el Municipio de Chihuahua. Elaborado por el autor con base en la información proporcionada por IMPLAN Chihuahua e INEGI.....	25
Figura 7. Distribución geográfica de las localidades en el municipio de Chihuahua. Elaborado por el autor con base en la información proporcionada por IMPLAN Chihuahua e INEGI (2010).	30
Figura 8. Dotación a los usuarios domésticos en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con información del JMAS y PIGOO-IMTA (13).	35
Figura 9. Tendencia de variabilidad y crecimiento de la población en la ciudad de Chihuahua Fuente: Elaboración propia con información del INEGI (11).....	36
Figura 10. Localización de los pozos en el municipio de Chihuahua por su tipo de uso. Fuente: elaboración propia con información del REPDA (8) (2023).	52
Figura 11. Porcentaje de los títulos de concesión en el municipio de Chihuahua por su tipo de uso. Fuente: elaboración propia con información del REPDA (8) (2023).	53
Figura 12. Porcentaje de eficiencias de los equipos de bombeo de los pozos en la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023).	55
Figura 13. Ubicación de la red de distribución de agua residual tratada utilizada en parques urbanos en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de información proporcionada por la JMAS (2023).....	56

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Figura 14. Volúmenes autorizados por uso de forma anual en el ACHS. Fuente: elaboración propia con datos del REPDA (8).	81
Figura 15. Volúmenes autorizados por uso de forma anual en el ATA. Fuente: elaboración propia con datos del REPDA (8).	84
Figura 16. Volúmenes autorizados por uso de forma anual en el ASE. Fuente: elaboración propia con datos del REPDA (8).	87
Figura 17. Volúmenes de escurrimiento promedio de los tres cauces principales de la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia.....	92
Figura 18. Volúmenes de escurrimiento promedio de arroyos principales. Fuente: elaboración propia.	93
Figura 19. Mapa: Índice de Personas Vulnerables. Fuente: elaboración propia con base en análisis de datos de INEGI (2020) (57).	97
Figura 20. Mapa de distribución espacial de los niveles de vulnerabilidad por nivel socioeconómico (IVNS) para la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con base en análisis de datos de INEGI (2020).	99

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Índice de Tablas

Tabla 1. Comparación de dotación de distintas ciudades y su clasificación de acuerdo con la ONU. Fuente: Elaboración propia, con información de la JMAS y PIGOO-IMTA (13).....	37
Tabla 2. Balance entre la demanda y oferta para el abastecimiento de agua potable de la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, con información de la JMAS y PIGOO-IMTA (13).	38
Tabla 3. Balance entre la demanda y oferta para el abastecimiento de agua potable de la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, con información de la JMAS y PIGOO-IMTA (13).	39
Tabla 4. Relación entre los Municipios de México con mayor PIB y el grado de presión sobre sus fuentes principales de abastecimiento de agua. Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2022) (18) (15).....	42
Tabla 5. Proyección de la demanda de agua potable en la zona urbana al 2040. Fuente: elaboración propia.....	61
Tabla 6. Proyección de la demanda de agua potable en la zona rural al 2040. Fuente: elaboración propia con información de INEGI (11) (30).	62
Tabla 7. Resumen de aprovechamientos con folio 8 registrados en el ACHS. Fuente: elaboración propia con datos del REPDA (8).	80
Tabla 8. Resumen de aprovechamientos con folio 8 registrados en el ATA. Fuente: elaboración propia con datos del REPDA (8).	83
Tabla 9. Resumen de aprovechamientos con folio 8 registrados en el ASE. Fuente: elaboración propia con datos del REPDA (8).....	86
Tabla 10. Volúmenes de escurrimiento promedio por cada uno de los cauces en estudio. Fuente: elaboración propia.....	91
Tabla 11. Relación entre nivel socioeconómico y vulnerabilidad ante inundaciones simplificada para vivienda. Fuente: adaptación de por Hernández-Samaniego (2018) (5).	98

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Acrónimos

Acrónimo	Significado
ANP	Áreas Naturales Protegidas
OMM	Organización Meteorológica Mundial
CSIS	Sistema de Información de Servicios Climáticos
SEV	Sondeos Eléctricos Verticales
REPDA	Registro Público de Derechos de Agua
PIB	Producto Interno Bruto
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).
lps	Litros por segundo
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
LAN	Ley de Aguas Nacionales
LFD	Ley Federal de Derechos
ACHS	Acuífero Chihuahua-Sacramento
ATA	Acuífero Tabalaopa-Aldama
ASE	Acuífero El Sauz-Encinillas
As	Arsénico
CF	Coliformes Fecales
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CIES	Centro de Información Económica y Social
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

COESPRIS	Comisión Estatal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CONAPRED	Consejo Nacional Para Prevenir la Discriminación
CONAZA	Comisión Nacional de las Zonas Áridas
COP	Conferencia de las Partes (países que se encuentran dentro del CMNUCC)
DBO5	Demanda Biológica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
ENSO	El Niño Oscilación del Sur
FONDEN	Fondo de Desastres Naturales
GEI	Gases de Efecto Invernadero
ICLEI	Gobiernos Locales por la Sustentabilidad
IMPI	Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial
IMPLAN	Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
IPCC	Panel Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático
JCAS	Junta Central de Agua y Saneamiento

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

JMAS	Junta Municipal de Agua y Saneamiento de la Ciudad de Chihuahua
MSM	Monitor de Sequia en México
NADM	Monitor de Sequia de América del Norte
NO3	Nitratos
NOAA	Centro Nacional de Información Climática de la Administración Nacional Oceánica y atmosférica de los Estados Unidos de América
NOM	Normas Oficiales Mexicanas
OMM	Organización Meteorológica Mundial
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PACMUN	Plan de Acción Climática Municipal de Chihuahua
PEH	Plan Estatal Hídrico
PNH	Plan Nacional Hídrico 2020-2024
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SDT	Sólidos Disueltos totales
SE	Secretaría de Economía
SECTUR	Secretaría de Turismo
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
SEDENA	Secretaría de la Defensa Nacional
SEGOB	Secretaría de Gobernación

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

SEMAR	Secretaría de Marina
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía de México
SEP	Secretaría de Educación Pública
SER	Secretaría de Relaciones Exteriores
SSPC	Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana
SST	Solidos Suspendidos Totales

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

CAPITULO SEXTO: INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA

En este capítulo se integra el análisis de problemas y oportunidades en materia de disponibilidad, uso, calidad y acceso al agua. Se sintetizan las problemáticas identificadas en los capítulos anteriores que pueden impactar en el Plan Municipal Hídrico en los rubros de disponibilidad, calidad y acceso del agua. Cabe señalar que en el capítulo **11. Interpretación integral del estado que guarda el agua en el municipio de Chihuahua**, se realizará una integración detallada del estado del agua. En el capítulo **12. Propuesta de visión, objetivos estratégicos y específicos, prospectiva, cartera de proyectos y acciones**, se desarrollarán las acciones, cartera de proyectos y estrategias sugeridas. Estas se integrarán en el informe final de este estudio, que servirá como herramienta base para la elaboración del Plan Municipal Hídrico de Largo Plazo de Chihuahua.

1. Introducción

Este capítulo se centra en la necesidad de identificar y evaluar los problemas y oportunidades relacionados con los recursos hídricos en el Municipio de Chihuahua. La zona de estudio se encuentra en una compleja intersección entre los impactos antropogénicos en el medio ambiente y los aspectos climáticos, lo que tiene repercusiones directas en los recursos hídricos y la sociedad. Para abordar eficazmente estos desafíos, es crucial considerar la relación intrínseca entre el agua, el impacto antropogénico y el cambio climático, identificando y evaluando los riesgos relacionados, como inundaciones, sequías, escasez de agua y contaminación.

En este capítulo se integran los diferentes problemas y oportunidades observados en los diagnósticos y capítulos anteriores con el propósito de identificar complicaciones y áreas de oportunidad para mejorar la disponibilidad, uso, calidad y acceso al agua.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

1.1. Antecedentes

La integración del análisis de problemas y oportunidades en materia de disponibilidad, uso, calidad y acceso al agua en el municipio de Chihuahua es un paso fundamental para comprender la complejidad de este recurso vital en la región. A lo largo de este capítulo, se identifican y analizan una serie de desafíos que impactan la gestión del agua en la zona, incluyendo la escasez, la contaminación y las disparidades en el acceso.

La disponibilidad limitada de agua, agravada por factores como el cambio climático y el crecimiento demográfico, genera preocupaciones sobre la capacidad del municipio para satisfacer las demandas presentes y futuras. La calidad del agua también enfrenta amenazas significativas debido a la contaminación de diversas fuentes, lo que compromete su idoneidad para el consumo humano y la preservación del ecosistema acuático.

En términos de acceso, existen disparidades marcadas en la distribución del agua, especialmente en comunidades marginadas y rurales, donde el acceso seguro y confiable es limitado. Sin embargo, en medio de estos desafíos, se identifican oportunidades para mejorar la gestión del agua mediante la implementación de tecnologías innovadoras, políticas efectivas y la participación de la comunidad.

Este capítulo ofrece un análisis detallado de estos problemas y oportunidades, junto con recomendaciones técnicas y prácticas para avanzar hacia una gestión más equitativa, sostenible y eficiente del agua en el municipio de Chihuahua.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

1.2. Objetivo, Procedimiento y Estructura del Informe

El objetivo principal de este estudio es desarrollar una herramienta base para la elaboración del Plan Municipal Hídrico (PMH) de largo plazo en el Municipio de Chihuahua. Este plan deberá articular un conjunto de acciones específicas destinadas a lograr una gestión sostenible del agua en la región. En este informe, se busca resaltar la problemática que pueda afectar la implementación y operación del PMH, centrándose en aspectos como la recarga, disponibilidad, calidad y balance hídrico de las fuentes actuales. También se pretende identificar los problemas relacionados con el acceso al agua para el abastecimiento en el municipio, así como los conflictos identificados y los factores sociales y económicos que influyen en el PMH.

1.3. Metodología

La metodología se llevó a cabo de la siguiente manera: se inició con la recopilación de datos e información existente, que se abordaron en cada capítulo. Se definieron los requerimientos para la generación de datos e información y se evaluaron sus impactos en el establecimiento de proyectos y acciones para el estudio que sirva como herramienta base para la elaboración del Plan Municipal Hídrico (PMH). También se identificaron posibles actores para liderar y llevar a cabo dichos proyectos. Se extrajeron de estos capítulos los factores que identifican problemáticas para el planteamiento y desarrollo del PMH, tales como la recarga, disponibilidad, balance hídrico, calidad y contaminación del agua, así como la inequidad y conflictos por el acceso al agua.

Es importante destacar que el análisis de la información recopilada no incluyó la validación o verificación de los datos proporcionados. Por lo tanto, se hace referencia a la fuente del estudio, dato o información presentada en este documento para cualquier duda o aclaración.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

2. Integración del Análisis del Medio Natural

En el **capítulo 1. Integración del Análisis del Medio Natural**, se abordan los factores primarios necesarios para comprender la interrelación de los sistemas atmosférico, hidrológico e hidrogeológico. Estos factores son fundamentales para la cuantificación y representación precisa de la condición de los sistemas. A continuación, se presentan los principales hallazgos relacionados con la problemática y las oportunidades identificadas, necesarios para el desarrollo del estudio que servirá como herramienta base para la elaboración del Plan Municipal Hídrico de Largo Plazo.

2.1. Clima

2.1.1. Problemática

El principal desafío para identificar variables climáticas y realizar análisis de datos correlativos con otras variables en un Plan Municipal Hídrico es **la falta de datos homogéneos y de alta calidad**. Otros problemas específicos que contribuyen a esta situación son:

1. Escasez de datos:
 - Poca cantidad de estaciones meteorológicas.
 - Registros históricos incompletos o inconsistentes.
 - Falta de datos sobre variables climáticas específicas.
2. Calidad de los datos:
 - Errores de medición o de registro.
 - Inconsistencias en las metodologías de medición.
 - Falta de control de calidad.
3. Dificultad para acceder a los datos:
 - Los datos pueden estar dispersos en diferentes instituciones.
 - Los formatos de los datos pueden ser incompatibles.
 - Los datos pueden no estar disponibles públicamente.

Estos problemas conllevan a las siguientes consecuencias:

- Dificultad para llevar a cabo análisis climáticos precisos.
- Imposibilidad de identificar tendencias climáticas a largo plazo.
- Dificultad para correlacionar variables climáticas con otras variables.
- Problemas para desarrollar planes hídricos eficientes y sostenibles.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

En este sentido, la información recopilada y analizada resulta insuficiente tanto en su alcance temporal como espacial para ser representativa de las condiciones climáticas del municipio. Las estaciones meteorológicas existentes no abarcan la totalidad del municipio ni los polígonos de los tres acuíferos de los cuales se abastece agua.

Es esencial destacar que esta información es crucial, ya que constituye la parte "visible" y más fácilmente cuantificable del ciclo hidrológico. A partir de estos datos se realizan la mayoría de las estimaciones en términos de cantidad y temporalidad del agua en una región o demarcación, como puede ser una cuenca o un acuífero.

Esto se puede apreciar en la Figura 1, que muestra los componentes del ciclo hidrológico en México, tal como los considera CONAGUA para la elaboración del Anuario de Estadísticas del Agua en México. A partir de este análisis se deriva el concepto de "Cantidad máxima de agua que puede explotarse anualmente en una región". Esta cantidad se refiere al volumen de agua que se renueva naturalmente a través de la lluvia y a la proveniente de otras regiones o países (importaciones). Se calcula sumando el escurrimiento natural medio superficial interno anual y la recarga total anual de los acuíferos, y luego restando los flujos de agua que salen hacia otras regiones.

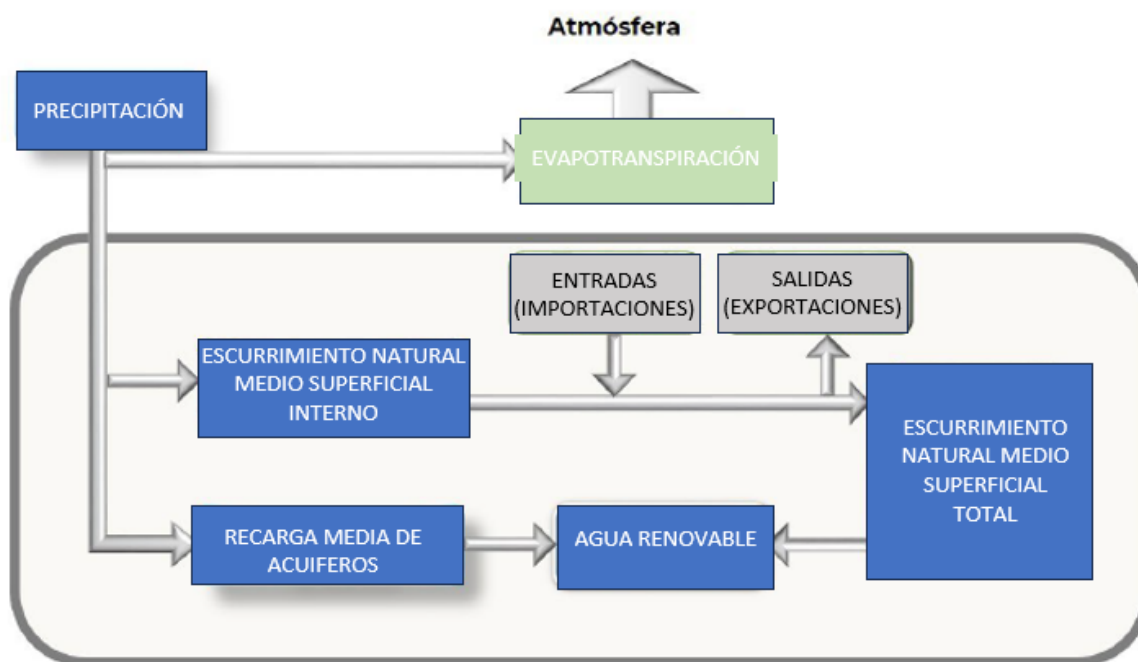


Figura 1. Componentes del ciclo hidrológico en México. Fuente: Estadísticas del Agua en México ⁽¹⁾.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

2.1.2. Áreas de oportunidad

Diseño e integración de una Red de Estaciones Climáticas y Gestión de Datos.

En el municipio de Chihuahua, a pesar de la presencia de estaciones meteorológicas, estas no están integradas para su consulta ni normalizadas. Cada entidad propietaria de la estación genera sus propios datos y rara vez están disponibles para consulta externa.

El primer desafío, que también representa una oportunidad de mejora, es la integración de una red de estaciones climáticas diseñada para recopilar datos de alta calidad sobre variables climáticas relevantes para la gestión del agua, como la precipitación, la temperatura, la humedad y la radiación solar. El sistema de gestión de datos debe ser capaz de almacenar, procesar y analizar los datos de manera eficiente para que puedan utilizarse en la toma de decisiones relacionadas con la gestión del agua.

Por tanto, se propone la homologación e implementación de un Sistema de Información de Servicios Climáticos (CSIS) basado en los estándares de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) ⁽²⁾. Este sistema tiene como objetivo principal generar e integrar los datos provenientes de las diversas estaciones climatológicas, así como archivar, analizar, modelar, intercambiar y procesar de manera sistemática la información climática (pasada, presente y futura).

El CSIS se convertiría en el "núcleo operativo" para monitorear los datos requeridos en el Plan Municipal Hídrico (PMH). La iniciativa sería liderada por el municipio o la institución designada, con el fin de apoyar la producción y entrega de productos de información climática autorizados mediante mecanismos operativos, estándares técnicos, comunicación y autenticación apropiados. Este sistema guiaría el desarrollo y la aplicación de información y servicios climáticos basados en evidencia científica para respaldar la toma de decisiones en sectores sensibles al clima, como la agricultura, la seguridad alimentaria, los recursos hídricos, la energía, la reducción del riesgo de desastres y la salud.

Las funciones principales del CSIS incluyen:

- ✓ Recopilación y almacenamiento de datos climáticos.
- ✓ Monitoreo continuo del clima.
- ✓ Predicción climática a corto y largo plazo.
- ✓ Proyección climática para el futuro.
- ✓ Suministro de información climática personalizada para los usuarios.

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

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

información bidireccional a través de plataformas de interfaz de usuario (UIP) a escala regional y nacional.

Diseño de la red de estaciones climáticas:

Al diseñar una red de estaciones climáticas, es crucial considerar los siguientes factores:

1. **Propósito de la red:** La red debe estar diseñada para cumplir con los objetivos específicos del plan hídrico.
2. **Variables climáticas que medir:** Las variables climáticas relevantes para la gestión del agua deben ser medidas.
3. **Densidad de la red:** La densidad de la red debe ser suficiente para capturar la variabilidad espacial del clima.
4. **Ubicación de las estaciones:** Las estaciones deben ubicarse en áreas representativas del clima de la región.
5. **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:

1. Almacenar los datos de manera segura y confiable.
2. Procesar los datos para eliminar errores y garantizar su calidad.
3. Analizar los datos para identificar tendencias y patrones.
4. Visualizar los datos de manera que sean fáciles de entender.

Beneficios de una red de estaciones climáticas y un sistema de gestión de datos:

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. Los datos climáticos precisos y confiables son esenciales para comprender los riesgos climáticos y tomar decisiones informadas sobre la gestión del agua.

Invertir en la instalación de nuevas estaciones meteorológicas.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Las acciones prioritarias y sistemáticas de esta implementación son:

- ✓ Digitalizar y homogenizar los registros históricos de datos climáticos.
- ✓ Implementar programas de control de calidad para los datos climáticos.
- ✓ Facilitar el acceso a los datos climáticos para los investigadores y los tomadores de decisiones.
- ✓ Fortalecer la colaboración entre las diferentes instituciones que generan y gestionan datos climáticos.

Además de la escasez de datos, se presentan otros desafíos para la identificación de variables climáticas y la realización de análisis de datos para su correlación con otras variables en un plan municipal hídrico:

1. La complejidad del sistema climático.
2. La necesidad de desarrollar capacidades en el personal o en las instituciones académicas para proporcionar apoyo profesional.
3. La falta de investigaciones que profundicen en el conocimiento sobre las relaciones entre las variables climáticas y otras variables.
4. La dificultad para obtener datos sobre otras variables relevantes.
5. La limitación de recursos financieros y humanos.

A pesar de estos desafíos, es importante destacar que la identificación de variables climáticas y la realización de análisis de datos son esenciales para el desarrollo de planes hídricos **eficientes y sostenibles** ^{(3) (4) (5)}.

2.2. Ambiente Geológico

2.2.1. Problemática

Entender la problemática del ambiente geológico del municipio de Chihuahua y sus subcuencas y acuíferos es fundamental para la gestión sostenible del agua en la región. Sin embargo, la falta de datos sistematizados y la escala inadecuada para desarrollar un PMH pueden representar desafíos significativos. A continuación, se detallan las principales consideraciones sobre el impacto de los rubros relacionados en el ambiente geológico y la situación de los datos abordados en el capítulo 1:

Topografía

El municipio de Chihuahua y sus subcuencas presentan una variada topografía (Figura 2), que va desde áreas montañosas hasta llanuras. Es importante considerar cómo el cambio de relieve de la

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

superficie terrestre se va adecuando conforme sus variaciones se den por cambio de uso de suelo.

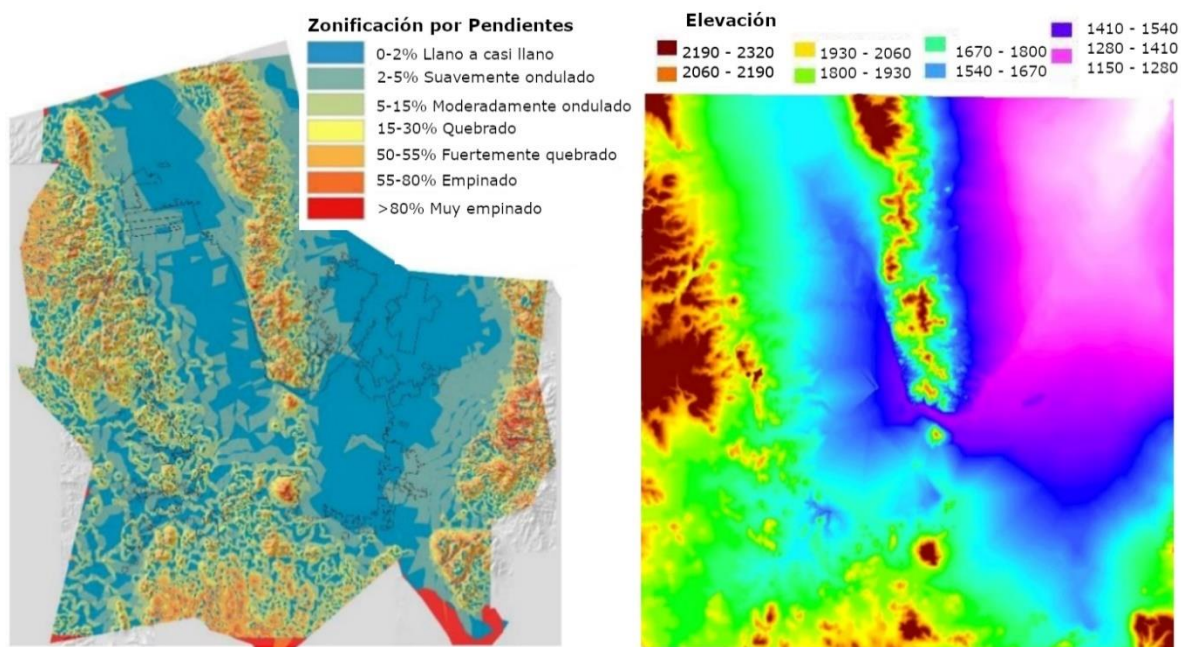


Figura 2. Representación del Relieve y Modelo de Elevación para el Centro Urbano derivados del Estudio para la Definición del Borde Urbano, Zonas de Valor Ambiental y de Preservación Ecológica. Fuente: CEE-1812 (2019) ⁽⁶⁾.

Dado que este cambio influye no solo de forma directa en la modificación de la trayectoria del escurrimiento superficial en caso de lluvia, sino también en la cantidad de agua recolectada y el tiempo de permanencia del agua en los cauces, así como en las posibilidades de respuesta ante tormentas que puedan provocar vulnerabilidad y perjuicios a la población.

Además, la topografía influye en las posibilidades de prestar servicios con menores dificultades, considerando los gradientes topográficos y las alturas hasta donde la carga de forma "rentable" puede ser absorbida por la infraestructura de agua potable y alcantarillado sanitario, como se observa en la imagen de elevación (Figura 2).

Geología

En cuanto a la geología, la escala es demasiado grande para identificar rasgos que influyen en la distribución y calidad del agua, especialmente del agua subterránea. Los planos más detallados, aunque a gran escala, se centran en la geología superficial y estructural, como se muestra en la Figura 3.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

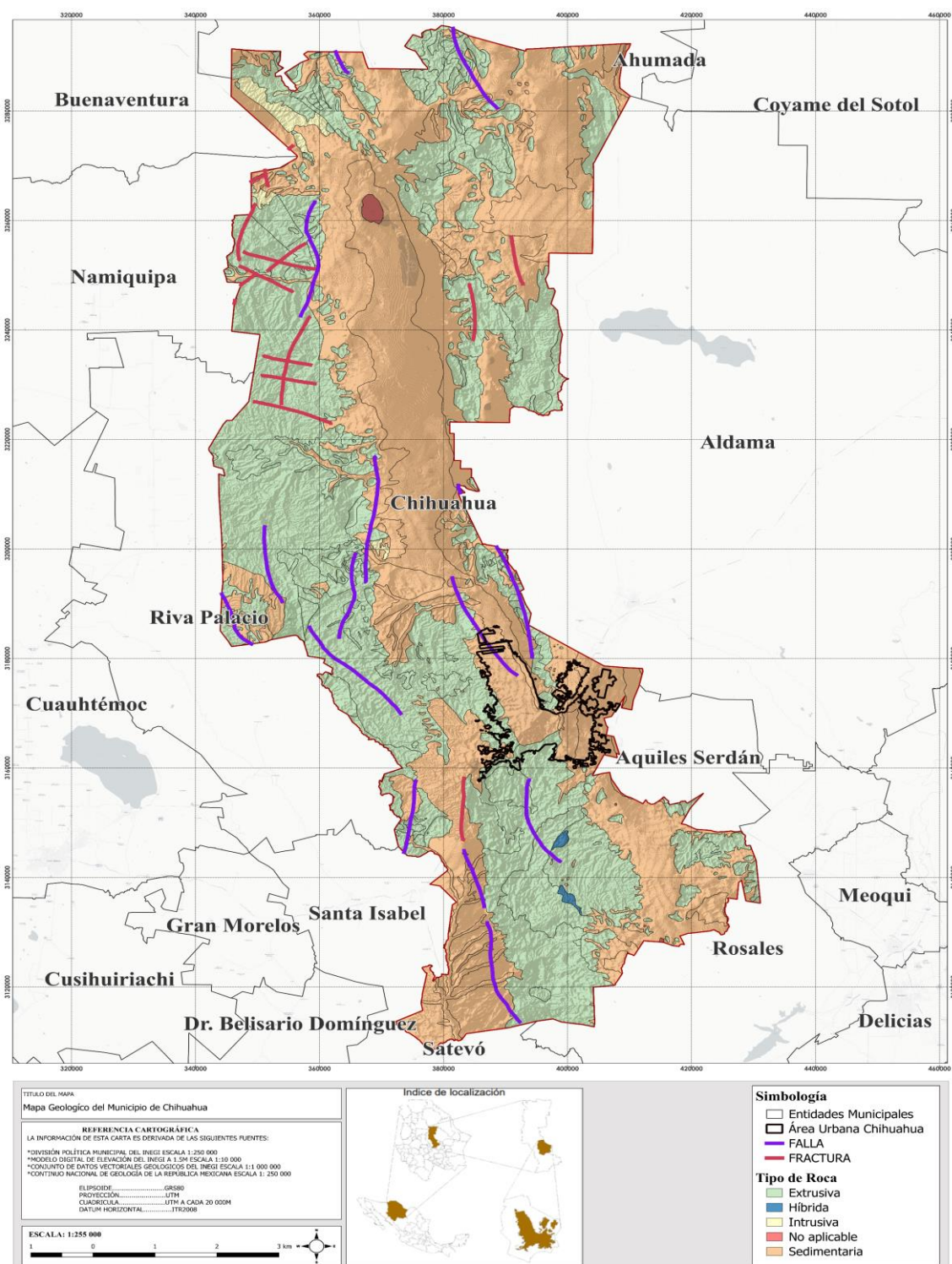


Figura 3. Representación cartográfica de la geología en el Municipio de Chihuahua. Elaborado por el autor con base en la información proporcionada por IMPLAN Chihuahua e INEGI.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Un problema significativo es la escasa resolución de los modelos geológicos subterráneos de los acuíferos, los cuales se basan en interpretaciones limitadas de datos provenientes de puntos de muestreo concretos, como los cortes litológicos de pozos situados en áreas geohidrológicas específicas. A pesar del aumento en el número de aprovechamientos perforados en los acuíferos en los últimos 20 años, la información utilizada en estos modelos se considera desactualizada para propósitos oficiales. Además, existe una falta generalizada de conocimiento y documentación sobre la litología de las perforaciones entre los usuarios. Por ejemplo, la sección del acuífero Sauz-Encinillas (Figura 4), elaborada por el Servicio Geológico Minero, se emplea en la publicación "Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero El Sauz-Encinillas (0807), estado de Chihuahua" ⁽⁷⁾.

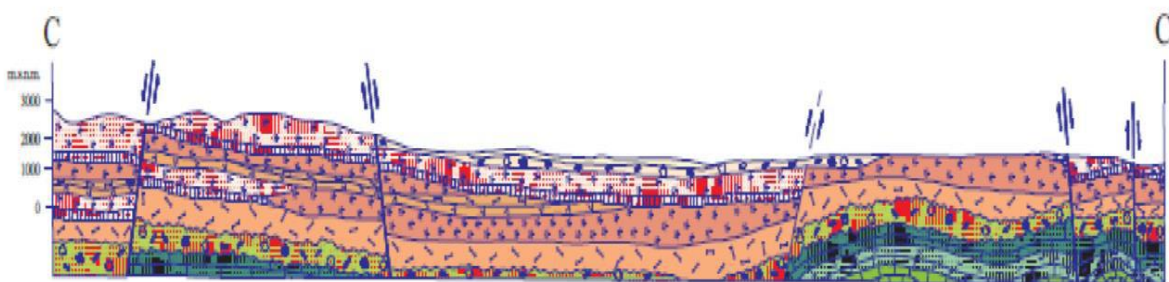


Figura 4. Sección geológica esquemática de la porción centro del acuífero. Fuente: CONAGUA (2023) ⁽⁷⁾.

La escala vertical en "bloques de aproximadamente 100 m" presenta limitaciones al ocultar las condiciones que afectan el movimiento y la permanencia del agua subterránea, factores críticos que influyen en su disponibilidad y calidad. Para profundizar en esta problemática, se considera la determinación de la profundidad de la zona saturada, también conocida como espesor del acuífero. Este dato es fundamental para calcular el volumen y comprender la capacidad de almacenamiento de agua subterránea, así como para determinar su disponibilidad. Además, este conocimiento es crucial para comprender la calidad del agua en función de los estratos que atraviesa el flujo del agua.

Geofísica

Aunque es común utilizar métodos geofísicos para caracterizar la geometría y las propiedades hidrogeológicas de un punto o porción del acuífero, estos se realizan de forma esporádica y se interpretan con el propósito de localizar sitios adecuados para perforar pozos. El método más utilizado son los Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), los cuales tienen limitaciones significativas en su aplicabilidad. Estas limitaciones incluyen la necesidad de una apertura del cable

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

al menos el doble de la profundidad deseada para una interpretación adecuada del subsuelo, así como la ubicación del cable en terreno con una pendiente topográfica mínima y sin estructuras cercanas que puedan causar interferencias electromagnéticas, como redes de alumbrado, vías de ferrocarril, redes de agua y alcantarillado, entre otros.

2.2.2. Áreas de oportunidad

Al igual que en el caso de las fases superficiales que componen el ciclo hidrológico, como la lluvia, la evaporación y el escurrimiento, entre otras, uno de los principales problemas radica en la disponibilidad de datos:

Intermitencia de los datos: La falta de datos sistemáticos y la esporadicidad, así como la falta de integración de los datos provenientes de diversas fuentes generadoras de información, pueden dificultar la evaluación precisa de los recursos hídricos y la planificación hidrológica. Es necesario establecer una vinculación para compartir información de manera más eficaz.

Ausencia de base de datos centralizada: La carencia de una base de datos centralizada dificulta el acceso a la información y la coordinación entre las diferentes entidades involucradas en la gestión del agua.

Escala inadecuada: La falta de datos a una escala adecuada puede dificultar la formulación de un plan hídrico detallado y efectivo, lo que resalta la importancia de enriquecer la base de datos geológicos y geofísicos. Para lograrlo, es necesario establecer acuerdos con instituciones educativas para llevar a cabo un proyecto sistemático que integre los datos de los usuarios individuales en un programa unificado. Este enfoque permitirá generar modelos y escenarios con mayor certeza.

Necesidad de estudios detallados: se requieren estudios detallados que se enriquezcan con la generación de datos a nivel local, especialmente para comprender la hidrogeología y la disponibilidad de agua en áreas específicas del municipio y sus subcuencas.

Análisis integrado: Se deben realizar análisis integrados que combinen datos geológicos, hidrogeológicos y geofísicos para comprender mejor la dinámica del agua subterránea.

Planificación a largo plazo: La planificación hidrológica debe realizarse evaluaciones a mediano plazo (cada 3 años) y redireccionar las acciones planificadas a largo plazo, considerando escenarios de cambio climático y variabilidad hidrológica.

La problemática del ambiente geológico del municipio de Chihuahua y sus subcuencas y acuíferos requiere una aproximación integral que involucre la recopilación de datos, la creación de una base de datos centralizada y la planificación a largo plazo. La colaboración entre instituciones

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil y la comunidad científica es fundamental para abordar estos desafíos y garantizar la gestión sostenible del agua en la región.

Un ejemplo significativo es la solicitud de integrar en el formato del Registro Público de Derechos de Agua (REPDa) no solo datos como la profundidad, el diseño de terminación del pozo, el volumen y el uso del agua, sino también los cortes litológicos de las perforaciones. Aunque esto pueda parecer complicado, debería ser un requisito establecido por la CONAGUA para garantizar una interpretación precisa de los modelos hidrogeológicos. Para lograrlo, es necesario implementar un formato específico y capacitar a los perforistas que realizan estas acciones, con el objetivo de proporcionar información detallada a los usuarios en general.

Al final la interpretación que se solicita para autorizar o no una perforación se resume en la siguiente imagen (Figura 5), lo cual resulta insuficiente para dar seguimiento sistemático a la situación de los recursos hidráulicos utilizados en cuencas y acuíferos

Títulos y permisos de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes

Salir

Título de concesión/asignación: 828315

Titular: COMITE DE AGUA POTABLE EJIDO OJO LAGUNA

Fecha de registro: 27 de Octubre del 2020

Uso que ampara el título: PUBLICO URBANO

Volumen de aguas nacionales (m3/año): 30,000.00

Anexos superficiales: 0 Volumen de aguas superficiales (m3/año): 0.00

Anexos subterráneos: 1 Volumen de aguas subterráneos (m3/año): 30,000.00

Anexos de descarga(s): 0 Volumen de descarga (m3/día): 0.00

Anexos de zona(s) federal(es): 0 Superficie (m2): 0.00

Anotaciones marginales: NO

Selecciona el tipo de anexo(s) a visualizar

☐ Superficiales
 ☐ Subterráneos
 ☐ Descargas Residuales
 ☐ Zonas Federales

Figura 5. Resumen de título de concesión de aguas nacionales. Fuente: REPDa-CONAGUA (2024) ⁽⁸⁾.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

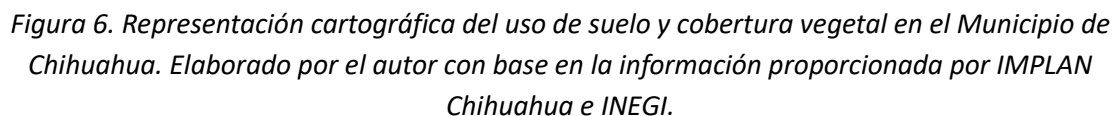
2.3. Uso de Suelo y Vegetación

2.3.1. Problemática

La problemática relacionada con el uso de suelo y vegetación en el municipio de Chihuahua radica en la necesidad de gestionar de manera adecuada la expansión urbana y el desarrollo agrícola, considerando la preservación de la vegetación natural y la cobertura vegetal existente. A pesar de la extensión predominante de suelo agrícola y la presencia de una destacada vegetación natural diversificada a lo largo del territorio, el crecimiento urbano ha generado presiones sobre los recursos naturales, especialmente en áreas de pastizales y matorrales.

La asignación de tierras para áreas urbanas, aunque represente un porcentaje relativamente bajo en comparación con la superficie total del municipio, tiene un impacto significativo en términos de cambio de uso del suelo y fragmentación del hábitat natural. Esta expansión urbana debe ser gestionada de manera sostenible para evitar la pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas ⁽⁹⁾.

Además, la diversidad de vegetación presente en el municipio, influenciada por su ubicación geográfica entre planicies desérticas y formaciones montañosas, representa un valor ecológico y paisajístico importante que requiere protección y conservación. La coexistencia de ecosistemas como bosques de encino y pino-encino (Figura 6) en áreas de mayor altitud y plantas características del desierto en zonas de clima cálido desértico añade complejidad a los desafíos de gestión ambiental ⁽¹⁰⁾.



CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

2.3.2. Áreas de oportunidad

Para abordar la problemática del uso de suelo y vegetación en el municipio de Chihuahua, el PMH debería contemplar las siguientes acciones o áreas de oportunidad:

Ordenamiento territorial: Establecer normativas y políticas de ordenamiento territorial que regulen la expansión urbana y el uso del suelo agrícola, con el objetivo de proteger áreas naturales y vegetación significativa, pero que tengan como rubro transversal el agua.

Zonificación: Definir zonas de conservación y áreas protegidas donde se prohíba el desarrollo urbano y se promueva la preservación de la vegetación natural, especialmente en zonas de alto valor ecológico, pero que se considere la transversalidad del agua, ya que esto generalmente es realizado y no se incluyen especialistas en el tema del agua.

Gestión de la expansión urbana: Implementar estrategias de planificación urbana que fomenten un crecimiento urbano compacto y sostenible. Esto implica priorizar la rehabilitación de áreas urbanas existentes y limitar la expansión hacia áreas de vegetación y ecosistemas frágiles. Es fundamental considerar cómo impactan los nuevos desarrollos en las redes de infraestructura existentes y en los usuarios a los cuales ya se les tiene obligación de prestar el servicio. Además, es importante evitar presentar planes maestros de desarrollo desarticulados con lo anteriormente mencionado. El plan de desarrollo municipal debe contemplar la expansión de cualquier infraestructura, considerando el agua como un eje principal y transversal.

Incentivos para la conservación: Establecer incentivos económicos y fiscales para propietarios de terrenos que conserven áreas de vegetación natural, como exenciones fiscales o programas de pago por servicios ambientales, así mismo buscar desarrollar capacidades en los urbanistas para cuando propongan estructuras que favorecen la infiltración, se apoyen con especialistas que puedan determinar que la propuesta no contraviene la normatividad, así como que a mediano o largo plazo se conviertan en un impacto negativo; que no sea moda sin conocimiento técnico la definición de pozos de absorción, o favorecer la infiltración, sino que se requieren estudios detallados para identificar la idoneidad del sitio, la factibilidad de resultados tangibles, y la determinación de los métodos adecuados.

Restauración y reforestación: Desarrollar programas de restauración y reforestación en áreas degradadas o con vegetación alterada, con el fin de recuperar la biodiversidad y mejorar la calidad del hábitat.

Educación ambiental: Promover la sensibilización y educación ambiental entre la población, con énfasis en la importancia de la conservación de la vegetación y los ecosistemas naturales para el bienestar humano y la biodiversidad.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Monitoreo y seguimiento: Establecer 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 para evaluar el impacto de las acciones implementadas y tomar decisiones informadas.

Coordinación interinstitucional: Fomentar la coordinación y colaboración entre instituciones gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil y el sector privado para implementar acciones integrales y efectivas de conservación del suelo y la vegetación.

Muchas de estas acciones, ya se realizan por distintas instituciones, pero es necesario realizar un protocolo para que la toma de decisiones sea un modelo integrador que pueda abonar en el PMH, con lo cual se podrá avanzar hacia una gestión más sostenible del uso de suelo y vegetación en el municipio de Chihuahua, asegurando la protección de los recursos naturales y la biodiversidad para las generaciones presentes y futuras.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

3. Integración del Análisis Sociodemográfico

En el **capítulo 2. Integración del Análisis Sociodemográfico**, se aborda el análisis del ámbito sociodemográfico en relación con el uso del agua en la zona de estudio. La demografía del municipio de Chihuahua, donde la mayoría de la población es joven y menor de 45 años ⁽¹¹⁾, influye significativamente en la percepción y gestión del agua. Esta población ha crecido en un entorno donde la crisis del agua y el racionamiento son comunes, pero muchos de ellos no asumen su corresponsabilidad en su manejo. Suelen pensar que la responsabilidad recae en otros y no se ven a sí mismos como parte del problema, a pesar de sus patrones de consumo y su indiferencia ante las fugas de agua, que rara vez reportan a menos que les afecte en la facturación. Por lo tanto, es necesario implementar programas de concientización no solo por parte del organismo operador del agua, sino también involucrando a los administradores de parques industriales, asociaciones sociales y otros actores relevantes. Estos programas deben enfocarse en fomentar la comprensión y asunción de la corresponsabilidad de todos los ciudadanos en la gestión del agua, promoviendo una cultura de cuidado y uso responsable del recurso. A continuación, se desarrollan los principales hallazgos de la problemática y las oportunidades requeridas para desarrollar como parte del PMH.

3.1. Análisis Sociodemográfico

3.1.1. Problemática

La problemática sociodemográfica y de salud en el Municipio de Chihuahua se ve profundamente afectada por múltiples factores interrelacionados, destacando principalmente las características de vivienda y la calidad del suministro de agua.

En cuanto a las viviendas, aunque la mayoría están habitadas, persiste un porcentaje considerable de viviendas deshabitadas, lo que refleja desafíos en términos de acceso a una vivienda digna y segura. A pesar de que existe un reconocimiento internacional del derecho a una vivienda adecuada, una parte de la población carece de servicios básicos como agua entubada, drenaje y energía eléctrica, lo que agrava las condiciones de habitabilidad y afecta directamente la calidad de vida de los habitantes.

Esta situación se ve agravada por la incidencia de enfermedades relacionadas con el agua, como enfermedades diarreicas, fiebre tifoidea y hepatitis A, especialmente en áreas donde el suministro de agua no cumple con los estándares de calidad requeridos. Sin embargo, el seguimiento fragmentado de las enfermedades por distintas instituciones y la falta de correlación con las estadísticas de los proveedores de las fuentes de agua plantea un desafío significativo en la estimación cuantitativa de los riesgos para la población. Esta situación crea una brecha en la

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

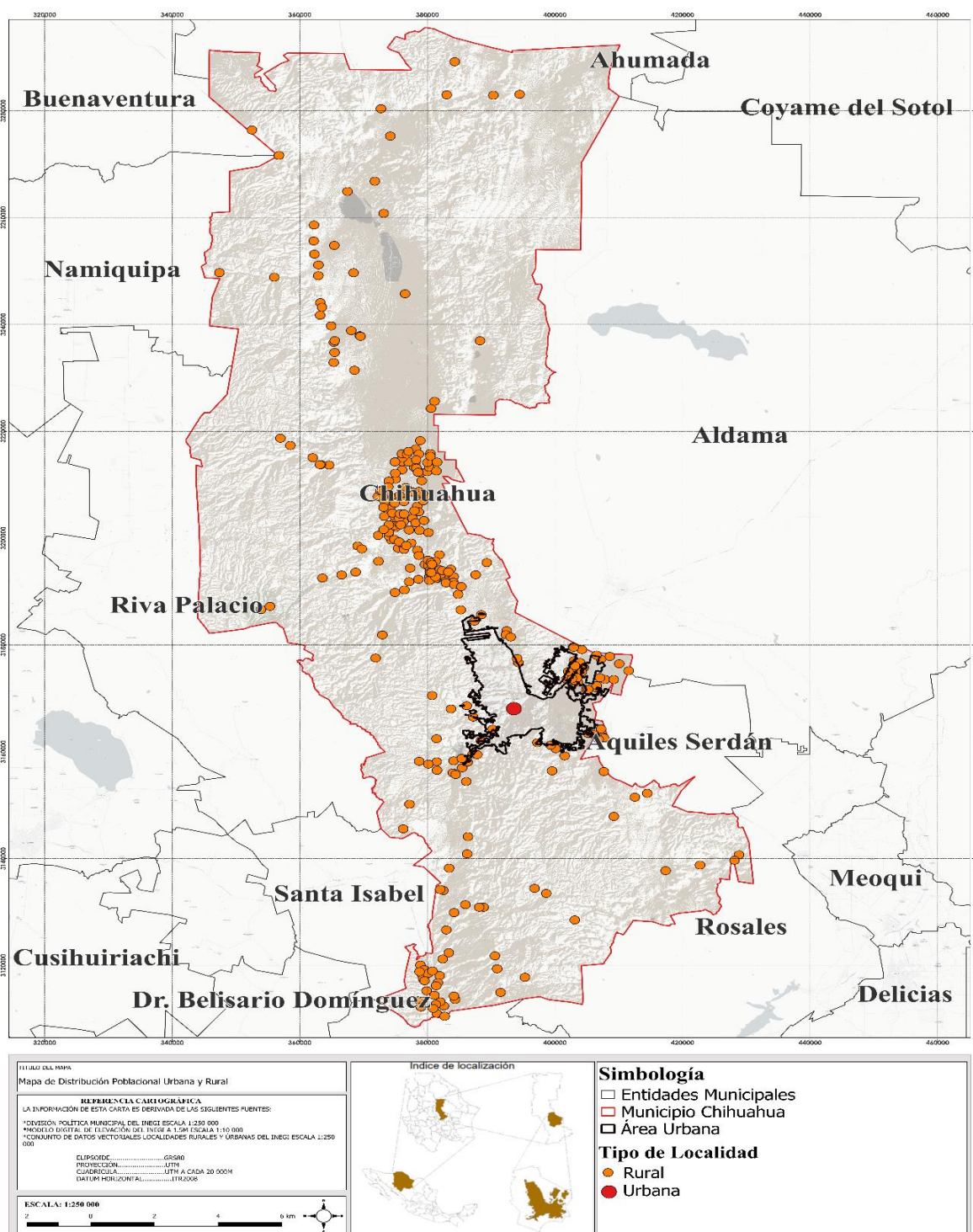
recopilación y análisis de datos necesarios para determinar los índices de vulnerabilidad, peligrosidad y riesgo.

La falta de coordinación entre las instituciones encargadas de monitorear la salud pública y los proveedores de agua (en el municipio Figura 7, no solo en la mancha urbana donde la responsable es la JMAS Chihuahua) dificulta la identificación precisa de las áreas de mayor riesgo y la implementación de medidas preventivas efectivas. Además, la ausencia de supervisión o normativa sobre el almacenamiento de agua en ciertos tipos de viviendas contribuye a la pérdida de volumen de agua y a una carga de presión ineficiente, lo que impacta negativamente en la calidad y disponibilidad del servicio de agua.

Esta situación resalta la importancia de establecer mecanismos de colaboración entre las autoridades de salud y los proveedores de agua para recopilar datos relevantes y desarrollar estrategias integrales de gestión de riesgos. Solo a través de una coordinación efectiva y una supervisión adecuada de las condiciones de vivienda y el suministro de agua se podrá garantizar un servicio óptimo y seguro para todos los habitantes del Municipio de Chihuahua.

El Plan Municipal Hídrico de Chihuahua busca abordar estas problemáticas mediante estrategias que incluyen la mejora de la educación y conciencia sobre el agua, así como la implementación de medidas para monitorear y controlar la calidad del suministro de agua potable. Sin embargo, se requiere una acción integral que considere tanto las condiciones de vivienda como la salud de la población para lograr un impacto significativo en la calidad de vida y el bienestar de los habitantes del municipio.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI



*Figura 7. Distribución de geográfica de las localidades en el municipio de Chihuahua.
Elaborado por el autor con base en la información proporcionada por IMPLAN Chihuahua e
INEGI (2010).*

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

3.1.2. Áreas de oportunidad

Las áreas de oportunidad para abordar estas problemáticas con el Plan Municipal Hídrico (PMH) y su implementación son diversas y requieren una acción integral, como:

Coordinación interinstitucional: Es fundamental establecer mecanismos de colaboración efectivos entre las autoridades de salud, los proveedores de agua (especialmente la JMAS Chihuahua, JCAS, Presidencia Municipal, Secretaria de Salud) y otras instituciones relevantes. Esto permitirá una recopilación y análisis de datos más exhaustivos, así como la identificación precisa de las áreas de mayor riesgo y la implementación de medidas preventivas.

Monitoreo integral de la calidad del agua: Se deben implementar programas de monitoreo continuo y sistemático de la calidad del agua en todas las fuentes de abastecimiento, incluyendo tanto el suministro público como las fuentes alternativas. Esto ayudará a identificar y abordar rápidamente cualquier problema relacionado con la contaminación del agua y a garantizar su potabilidad.

Normativas y supervisión del almacenamiento de agua: Es necesario establecer normativas claras y supervisar el almacenamiento de agua en todos los tipos de viviendas para evitar pérdidas de volumen y garantizar una distribución eficiente. Esto incluye la instalación de sistemas de almacenamiento adecuados y la regulación de la presión del agua para minimizar desperdicios.

Educación y concientización: Se deben desarrollar campañas de educación y concientización sobre la importancia del acceso seguro al agua potable y las buenas prácticas de uso y almacenamiento del agua en el hogar. Esto ayudará a empoderar a la población para tomar medidas preventivas y utilizar el agua de manera responsable.

Mejora de las condiciones de vivienda: Se deben implementar políticas y programas para mejorar las condiciones de vivienda, especialmente en lo que respecta al acceso y mantenimiento de los servicios básicos como agua entubada, drenaje y energía eléctrica. Esto contribuirá no solo a mejorar la calidad de vida de los habitantes, sino también a reducir los riesgos para la salud asociados con la falta de acceso a estos servicios.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

3.2. Infraestructura Hidrosanitaria

3.2.1. Problemática

La infraestructura hidrosanitaria en el Municipio de Chihuahua enfrenta una serie de desafíos que deben abordarse para garantizar un suministro de agua potable y un sistema de drenaje eficientes, no solo en la mancha urbana; sino que lo más relevante es que no existe integración de datos o no existe información o catastro de la infraestructura de las 391 comunidades que tiene el municipio de Chihuahua, sin embargo, es un hecho que estas comunidades tienen algo de infraestructura por lo cual es recomendable, establecer una metodología para generar y dar seguimiento a esta información. En el REPDA, existen 201 registros de comunidades del municipio de Chihuahua que tienen como fuente un pozo, los cuales están amparados a nombre de la presidencia municipal de Chihuahua. A continuación, se resumen rubros en cuanto a la problemática para abasto y distribución de agua potable, tanto en la mancha urbana como en las comunidades rurales:

Envejecimiento de la red hidrosanitaria: La mayoría de las redes de agua potable y drenaje tienen más de 30 años de antigüedad. Este envejecimiento puede provocar pérdidas de agua y contaminación, lo que afecta la calidad del suministro y aumenta los costos de operación y mantenimiento.

Insuficiente inversión en infraestructura: A pesar de la necesidad de modernizar y ampliar la infraestructura, la inversión actual es insuficiente. Se requiere una inversión significativa para reemplazar tuberías envejecidas, rehabilitar sistemas de alcantarillado, y mejorar la eficiencia operativa de los sistemas.

Distribución desigual del suministro de agua: La distribución del agua potable es desigual, con algunas áreas experimentando interrupciones en el suministro. Esto puede deberse a la falta de capacidad económica y técnica para mantener la infraestructura adecuada, así como al crecimiento no planificado de la ciudad en áreas de difícil acceso.

Falta de coordinación en áreas rurales: En las comunidades rurales, no existe un sistema centralizado para monitorear y gestionar el suministro de agua. Esto puede llevar a la sobreexplotación de los recursos hídricos y a la falta de acceso equitativo al agua potable.

Necesidad de implementar tecnologías avanzadas: La falta de tecnologías modernas para monitorear y gestionar la infraestructura hidrosanitaria dificulta la detección y reparación temprana de fugas, así como la optimización del sistema de distribución.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

3.2.2. Áreas de oportunidad

Para abordar estas problemáticas, es necesario un enfoque integral que incluya:

Mayor inversión en infraestructura: Se requiere una inversión significativa para modernizar y expandir la infraestructura de agua potable y alcantarillado, así como para implementar tecnologías avanzadas de monitoreo y gestión. Cuanto y como, va a depender de la integración de la información de estudios que generen los datos necesarios para jerarquizar dicha inversión.

Coordinación entre autoridades y comunidades: Es fundamental establecer mecanismos de colaboración entre las autoridades municipales, las instituciones de salud y las comunidades para garantizar un suministro equitativo y seguro de agua potable, especialmente en áreas rurales.

Mejora en la gestión del agua: Se deben implementar políticas y programas que fomenten el uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos. Además, es crucial promover la reutilización del agua tratada para usos no potables, como el riego y la construcción.

Innovación tecnológica: Se deben explorar soluciones innovadoras, como sistemas de detección de fugas en tiempo real y redes inteligentes de distribución de agua, para mejorar la eficiencia y la calidad del servicio.

Desarrollo de capacidades de personal: la educación continua son áreas cruciales que podrían abordarse como oportunidades para mejorar la gestión del agua en el Municipio de Chihuahua. Aquí hay algunas sugerencias sobre cómo podrían implementarse programas de capacitación y educación continua:

- **Programas de formación en hidrología y gestión del agua:** Estos programas podrían incluir cursos y talleres sobre temas como hidrología, gestión de recursos hídricos, hidrología urbana, y manejo de cuencas hidrográficas. Se podría trabajar en colaboración con universidades y organizaciones especializadas para desarrollar contenido relevante y de alta calidad.
- **Entrenamiento en tecnología y herramientas hidro informáticas:** Dado el creciente uso de tecnología en la gestión del agua, sería beneficioso ofrecer capacitación en el uso de herramientas hidro informáticas, como modelos de simulación hidrológica, sistemas de información geográfica (SIG) aplicados al agua, y software de gestión de recursos hídricos.
- **Desarrollo de habilidades en hidro economía y gestión financiera del agua:** Capacitar al personal en temas de hidro economía y gestión financiera del agua puede ayudar a mejorar la eficiencia en la asignación de recursos y la toma de decisiones relacionadas con la inversión en infraestructura hidrosanitaria.
- **Educación sobre aspectos sociales y comunitarios del agua:** Es importante que el personal esté capacitado en temas de hidro sociología y participación comunitaria en la gestión del

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

agua. Esto podría incluir cursos sobre políticas públicas relacionadas con el agua, participación ciudadana en la toma de decisiones y resolución de conflictos hídricos.

Programas de prácticas y proyectos integradores: Facilitar oportunidades de prácticas y proyectos entre las instituciones formadores de profesionales y las instituciones relacionadas con la gestión del agua, como la JMAS, la CONAGUA o instituciones académicas, puede ser una excelente manera de cerrar la brecha y desvinculación de la educación formal y con los requerimientos reales y prácticos en el campo.

Para diseñar e implementar un plan hídrico municipal efectivo en el Municipio de Chihuahua, es crucial abordar la infraestructura hidrosanitaria en su conjunto, tanto en áreas urbanas como rurales, y considerar no solo el uso para consumo humano, sino también otras necesidades y desafíos relacionados con la distribución del agua y el saneamiento.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

3.3. Análisis de Consumo y su Proyección hasta el año 2040

3.3.1. Problemática

La problemática que muestra el análisis de Consumo y la proyección hasta el año 2040 tiene varias implicaciones que impactan en la implementación del Plan Municipal Hídrico y en la disponibilidad de las fuentes actuales de agua en el municipio de Chihuahua. Se pueden señalar de la siguiente manera, en específico para el uso y consumo humano:

Dotación y Consumo: La dotación se refiere a la cantidad de agua asignada a un usuario o sector específico, mientras que el consumo es la cantidad de agua realmente utilizada ⁽¹²⁾. La diferencia entre dotación y consumo varía según el tipo de usuario y el uso del agua. Por ejemplo, en el uso doméstico, el consumo puede verse afectado por factores como la población, el nivel de vida y los hábitos de consumo. En este sentido, no existen bases de datos que integren la información de los diferentes tipos de usos y usuarios en el municipio, salvo lo que el organismo operador (JMAS) genera y que es recopilada y analizada por otras instituciones como el IMTA, como se muestra en la Figura 8.

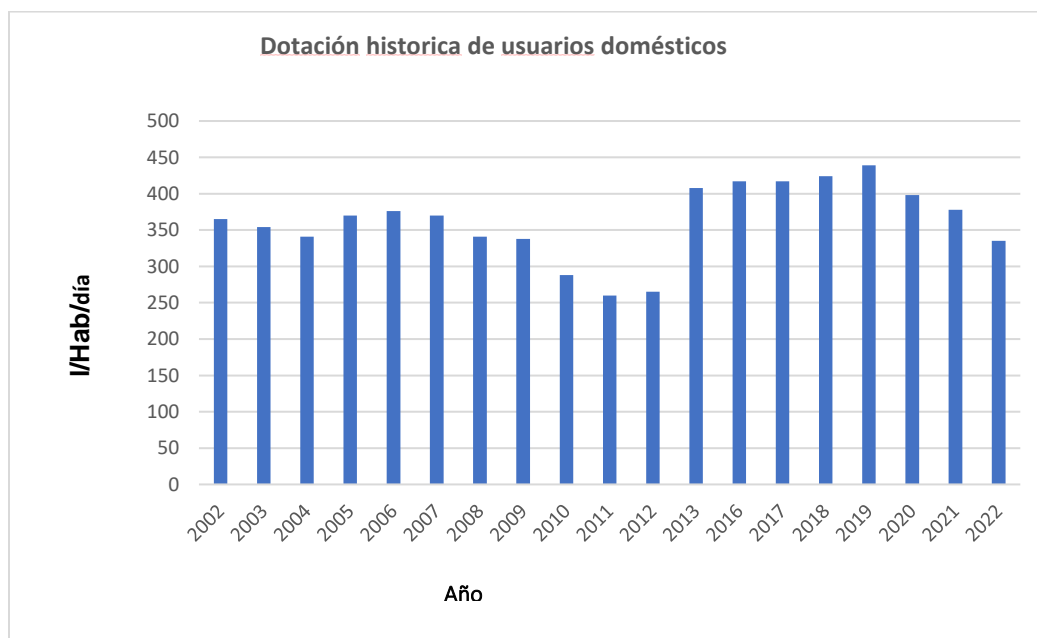


Figura 8. Dotación a los usuarios domésticos en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con información del JMAS y PIGOO-IMTA ⁽¹³⁾.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

En la Figura 8 se muestra que la mayor dotación en los últimos 20 años es en el año 2019, con magnitud de 439 l/hab/día, en los años 2011 y 2012 se tienen las dotaciones menores con magnitud de 260-265 l/hab/día respectivamente. Como se puede observar la tendencia de dotación tiene variabilidad desde el 2002 al 2018, lo cual no responde a la tendencia de crecimiento de población como se muestra en la Figura 9.

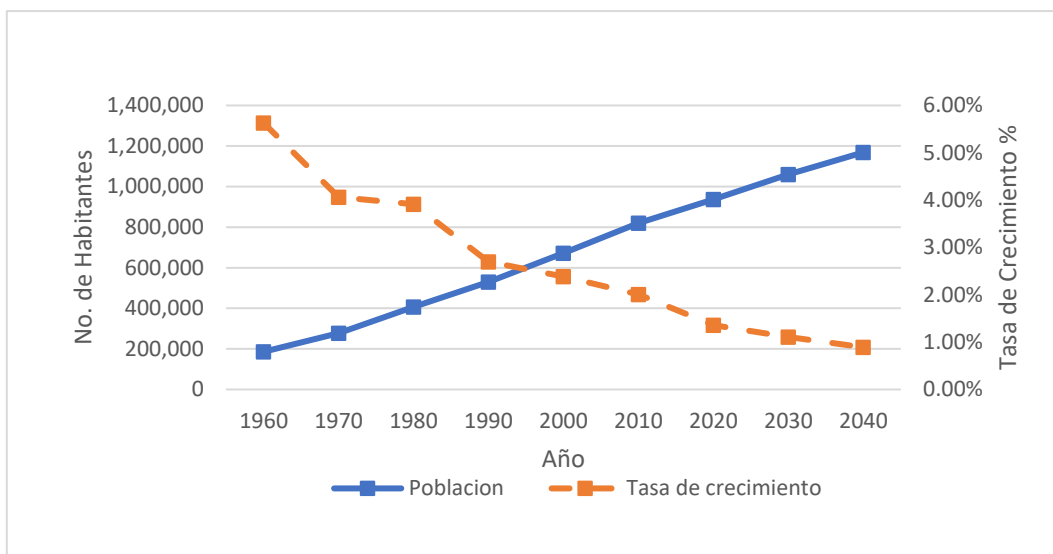


Figura 9. Tendencia de variabilidad y crecimiento de la población en la ciudad de Chihuahua
Fuente: Elaboración propia con información del INEGI⁽¹¹⁾.

Es importante tener en cuenta que la dotación de agua no es el único factor que determina la disponibilidad de agua para el consumo humano. Otros factores importantes incluyen la eficiencia del sistema de distribución de agua, la cantidad de agua disponible en los recursos hídricos locales y el nivel de estrés hídrico en la región. En la Tabla 1 se presenta una comparación entre ciudades de acuerdo con la información de CONAGUA y PIGOO-IMTA para el 2022, en la cual se puede observar que Chihuahua tiene una dotación alta para sus condiciones y su población

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

*Tabla 1. Comparación de dotación de distintas ciudades y su clasificación de acuerdo con la ONU.
Fuente: Elaboración propia, con información de la JMAS y PIGOO-IMTA ⁽¹³⁾.*

Ciudad	Población (millones)	Dotación de agua (l/hab/día)	Clasificación	Suministro Tandeado
Guadalajara	5.3	380	alta	No
Monterrey	4.1	350	alta	Sí
Puebla	1.7	335	alta	Sí
Tijuana	2.2	320	alta	No
León	1.5	210	media	Si
Juárez	1.4	305	alta	No
Chihuahua	0.9	335	alta	Sí
Culiacán	0.8	285	media	No
Ciudad de México	22.5	125	Baja	Si

La clasificación de "baja", "media" y "alta", se refiere a dotaciones que están en los siguientes rangos: menor 200, entre 200 y 300, mayor de 300 respectivamente. Las que tienen dotaciones altas, son las que están en riesgo de sostenibilidad de su desarrollo y equidad de acceso en la población servida.

La ciudad de Chihuahua ocupa el sexto lugar en cuanto a la dotación de agua por habitante por día entre las ciudades de México con más de un millón de habitantes. Cabe señalar, que la situación del agua en México es compleja y varía mucho de una región a otra. Algunas de las ciudades que no están experimentando un suministro tandeado en este momento aún pueden enfrentar desafíos relacionados con la escasez de agua en el futuro.

Demanda Futura: Se prevé un incremento en la demanda de agua potable para el año 2040 debido al crecimiento poblacional y posiblemente al aumento en los usos industriales y comerciales. Esta creciente demanda debe ser abordada con una oferta suficiente de agua, lo que plantea desafíos para garantizar la disponibilidad y distribución equitativa de este recurso vital.

En el primer escenario (Tabla 2), se observa claramente el impacto significativo que tiene la disminución de la dotación, lo que implica un aumento en la eficiencia del uso del agua. Esta

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

eficiencia puede prolongar la sostenibilidad del suministro de agua a la ciudad y retrasar la necesidad de incrementar la oferta de nuevas fuentes hídricas.

Tabla 2. Balance entre la demanda y oferta para el abastecimiento de agua potable de la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, con información de la JMAS y PIGOO-IMTA ⁽¹³⁾.

Tipo de caudal		2022	2025	2030	2040
Demanda	Gasto Medio Diario/invierno (l/s)	3640	3570	3501	3400
	Gasto Máximo Diario/verano (l/s)	5096	4998	4901	4760
	Gasto máximo horario (l/s)	7899	7747	7597	7378
Oferta	Gasto Máximo Suministrado (l/s)	4222	4222	4222	4222
Comparativo entre el Gasto Suministrado	Balance en Invierno (l/s)	582	652	721	822
	Balance en Verano (l/s)	-874	-776	-679	-538

Por otro lado, en el segundo escenario (Tabla 3), la diferencia entre este y el primero subraya la imperiosa necesidad de una nueva fuente de agua si no se produce un impacto en la dotación.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Tabla 3. Balance entre la demanda y oferta para el abastecimiento de agua potable de la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, con información de la JMAS y PIGOO-IMTA ⁽¹³⁾.

Tipo de caudal		2022	2025	2030	2040
Demanda	Gasto Medio Diario/invierno (l/s)	3640	3678	3790	4021
	Gasto Máximo Diario/verano (l/s)	5096	5150	5306	5629
	Gasto máximo horario (l/s)	7899	7982	8225	8726
Oferta	(Gasto Máximo Suministrado (l/s)	4222	4222	4222	4222
Comparativo entre el Gasto Suministrado	Balance en Invierno (l/s)	582	544	432	201
	Balance en Verano (l/s)	-874	-928	-1084	-1407

En ambos escenarios, se constata que la demanda invernal puede ser satisfecha. Sin embargo, durante el verano, se evidencia un déficit debido a los "usuarios ficticios" mencionados anteriormente, como los usos necesarios para satisfacer la demanda de agua en verano (aires lavados, etc.). Por consiguiente, la operación del sistema hasta ahora ha adoptado un enfoque híbrido: suministro continuo en invierno y racionamiento durante el verano. Este enfoque puede ser gradualmente disminuido a medida que se reestructura el sistema y se mejora la eficiencia, además de considerar alternativas más adecuadas para la refrigeración y la optimización de los sistemas de almacenamiento doméstico. Además, es fundamental promover una mayor conciencia y responsabilidad por parte de los usuarios en cuanto al uso y consumo del agua.

Estacionalidad de la Demanda: Se señala que la demanda de agua varía estacionalmente, siendo mayor durante los meses de verano debido a las condiciones climáticas. Esto requiere una planificación cuidadosa para garantizar que la infraestructura de suministro de agua pueda satisfacer la demanda máxima durante estos períodos, lo que puede implicar la necesidad de infraestructuras de almacenamiento adecuadas y la gestión de la demanda durante los picos estacionales.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

3.3.2. Áreas de oportunidad

Para abordar estas problemáticas, es necesario un enfoque integral que incluya:

Gestión de la dotación y el consumo: Es crucial implementar estrategias para gestionar de manera más eficiente la dotación de agua asignada a los diferentes usuarios y sectores, así como promover prácticas de consumo responsable ⁽¹⁴⁾. Esto puede incluir programas de educación pública sobre el uso eficiente del agua, tecnologías de conservación del agua y tarifas basadas en el consumo.

Planificación para la demanda futura: Ante el crecimiento proyectado de la población y los usos industriales y comerciales, es necesario desarrollar e implementar planes de acción concretos para satisfacer la creciente demanda de agua potable. Esto puede incluir la exploración de nuevas fuentes de agua, el desarrollo de infraestructura de almacenamiento y distribución, y la promoción de prácticas de conservación del agua.

Mejora de la eficiencia del sistema: Se debe realizar una inversión significativa en la mejora de la infraestructura y tecnología del sistema de distribución de agua para reducir las pérdidas y mejorar la eficiencia operativa. Esto puede implicar la reparación de tuberías viejas y dañadas, la implementación de sistemas de monitoreo y control avanzados, y la adopción de prácticas de gestión del agua más eficientes.

Gestión de la estacionalidad de la demanda: Dada la variación estacional en la demanda de agua, es fundamental desarrollar estrategias de gestión de la demanda y planificación de la infraestructura que puedan adaptarse a las fluctuaciones estacionales. Esto puede incluir la implementación de programas de racionamiento durante los períodos de alta demanda, el desarrollo de infraestructuras de almacenamiento adecuadas y la promoción de prácticas de conservación del agua entre los usuarios.

Promoción de la sostenibilidad: Es esencial adoptar un enfoque integral de gestión del agua que promueva la sostenibilidad a largo plazo del recurso. Esto puede implicar la implementación de políticas de conservación del agua, la promoción de tecnologías de reutilización y reciclaje del agua, y la adopción de prácticas agrícolas y de uso del suelo más sostenibles. Además, se debe fomentar la colaboración entre los diferentes actores involucrados en la gestión del agua, incluyendo al gobierno, la industria, la sociedad civil y el sector académico.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

4. Integración del Análisis Socioeconómico en el Ámbito del Uso del Agua

En el **capítulo 3. Integración del Análisis Socioeconómico en el Ámbito del Uso del Agua**, se aborda la conexión que existe entre los factores socioeconómicos con el uso del agua. La relación entre el valor económico productivo de los municipios y el grado de presión o sobreexplotación del agua de sus fuentes de abasto es crucial para entender cómo la gestión del agua afecta a la actividad económica y viceversa. En primer lugar, los municipios con un alto valor económico productivo suelen tener una mayor demanda de agua para sus actividades industriales, agrícolas y de servicios ^{(15) (16)}. Esta alta demanda puede ejercer una presión considerable sobre las fuentes de abasto de agua, especialmente en regiones donde los recursos hídricos son limitados o están siendo sobreexplotados.

La falta de acción o el entendimiento insuficiente de los sectores productivos frente a la problemática del agua puede tener consecuencias devastadoras. La escasez o mala calidad del agua puede afectar la producción industrial, reducir la productividad agrícola e incluso obstaculizar el desarrollo de nuevas empresas y proyectos. A continuación, se desarrollan los principales hallazgos de la problemática y las oportunidades requeridas para desarrollar como parte del PMH. Es importante destacar que ^{(17) (13)}:

- Existe una estrecha relación entre el desarrollo económico y el uso del agua.
- La sobreexplotación del agua puede tener graves consecuencias para el medio ambiente, la economía y la sociedad.
- Es necesario implementar medidas urgentes para gestionar el agua de manera sostenible en México.

El municipio de Chihuahua se sitúa en el lugar 14 a nivel nacional desde el punto de vista económico ⁽¹⁵⁾, lo cual compromete más a los sectores productivos a aportar y asumir su corresponsabilidad para la sostenibilidad del recurso hídrico.

En la Tabla 4 se presenta una relación entre los 100 municipios con mayor Producto Interno Bruto (PIB) y el grado de presión de sus fuentes principales de abastecimiento de agua. Esta relación se basa en la información del subsistema de información económica del INEGI para el año 2022.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Tabla 4. Relación entre los Municipios de México con mayor PIB y el grado de presión sobre sus fuentes principales de abastecimiento de agua. Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2022)⁽¹⁸⁾ (15).

Municipio	Ranking de Valor Económico Productivo (PIB)	Grado de Presión o Sobreexplotación del Agua
Aguascalientes, Aguascalientes	18	Alto (Acuífero Aguascalientes)
Atizapán de Zaragoza, Estado de México	22	Medio (Sistema Cutzamala)
Benito Juárez, Ciudad de México	4	Alto (Sistema Cutzamala)
Cadereyta Jiménez, Nuevo León	32	Alto (Acuífero Monterrey)
Campeche, Campeche	44	Bajo (Acuíferos Calcareos)
Celaya, Guanajuato	27	Medio (Acuíferos Guanajuato)
Chihuahua, Chihuahua	14	Alto (Acuíferos Chihuahua-Sacramento y Sauz Encinillas)
Ciudad Juárez, Chihuahua	19	Alto (Acuífero Juárez)
Coahuila de Zaragoza, Coahuila	28	Alto (Acuífero Coahuila)
Culiacán, Sinaloa	31	Medio (Acuíferos Sinaloa)
Ensenada, Baja California	21	Alto (Acuíferos Ensenada)
Guadalajara, Jalisco	7	Medio (Río Lerma)
Hermosillo, Sonora	20	Alto (Acuífero Sonora)
León, Guanajuato	10	Medio (Acuíferos Guanajuato)
Mazatlán, Sinaloa	35	Medio (Acuíferos Sinaloa)
Mexicali, Baja California	24	Alto (Acuífero Mexicali)
Monterrey, Nuevo León	3	Alto (Acuífero Monterrey)
Mérida, Yucatán	30	Bajo (Acuíferos Calcareos)
Mexicali, Baja California	24	Alto (Acuífero Mexicali)

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Municipio	Ranking de Valor Económico Productivo (PIB)	Grado de Presión o Sobreexplotación del Agua
Nezahualcóyotl, Estado de México	15	Alto (Sistema Cutzamala)
Puebla, Puebla	13	Medio (Acuíferos Puebla)
Querétaro, Querétaro	26	Medio (Acuíferos Querétaro)
Saltillo, Coahuila	33	Alto (Acuífero Coahuila)
San Luis Potosí, San Luis Potosí	29	Medio (Acuíferos San Luis Potosí)
Santiago de Querétaro, Querétaro	26	Medio (Acuíferos Querétaro)
Tijuana, Baja California	5	Alto (Acuíferos Tijuana)
Toluca, Estado de México	11	Medio (Sistema Cutzamala)
Torreón, Coahuila	34	Alto (Acuífero Laguna)

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

4.1. Empleos

4.1.1. Problemática

La problemática del empleo en el municipio de Chihuahua, en el contexto del diseño e implementación del Plan Hídrico, implica la urgencia de mejorar la eficiencia en el uso del agua en los sectores primario, secundario y terciario. Además, es necesario abordar los desafíos particulares que cada uno de estos sectores enfrenta en relación con la gestión del agua y la sostenibilidad ambiental. A continuación, se enumeran dichos desafíos según los sectores mencionados.

Sector Primario:

- Aunque el sector primario representa una pequeña proporción del empleo total en el municipio, enfrenta desafíos significativos, como la competencia de la producción de alimentos y materias primas en otros lugares, especialmente en los Estados Unidos ⁽¹⁹⁾.
- El cambio climático está afectando la disponibilidad de agua para la agricultura y la ganadería, lo que puede impactar negativamente la productividad y los ingresos de los trabajadores del sector primario ⁽⁹⁾.
- Es necesario mejorar la productividad y la eficiencia en la gestión del agua en el sector primario para garantizar su sostenibilidad a largo plazo y reducir su impacto ambiental.

Sector Secundario:

- El sector secundario es una fuente importante de empleo y contribuye significativamente al PIB municipal, enfrenta desafíos relacionados con la gestión del agua en sus actividades industriales.
- La producción industrial requiere grandes cantidades de agua para procesos de fabricación, refrigeración, limpieza y otros fines, lo que genera una alta huella hídrica que puede tener un impacto negativo en los recursos hídricos locales ⁽²⁰⁾.
- Es esencial implementar medidas para reducir la huella hídrica de la producción industrial, como el uso de tecnologías más eficientes, la reutilización del agua y la adopción de prácticas sostenibles.

Sector Terciario:

- El sector terciario, especialmente el comercio y los servicios sociales, también enfrenta desafíos en cuanto a la gestión del agua en sus actividades diarias.
- El consumo de agua en la refrigeración de alimentos, la limpieza de locales comerciales, los servicios de salud y otras actividades puede contribuir significativamente a la huella hídrica del sector terciario.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

- Es importante promover prácticas comerciales y de servicios más sostenibles que reduzcan el consumo de agua y minimicen el impacto ambiental.

4.1.2. Áreas de oportunidad

Para abordar estas problemáticas, es necesario un enfoque integral que incluya:

Gestión integrada del agua: Desarrollar un enfoque integral para la gestión del agua que incluya aspectos como la conservación, el uso eficiente, la reutilización y el tratamiento de aguas residuales.

Involucramiento comunitario: Fomentar la participación de la comunidad en la identificación de problemas relacionados con el agua, así como en la búsqueda de soluciones y la implementación de medidas de conservación.

Educación y concienciación: Promover programas educativos y campañas de concienciación pública sobre la importancia del agua, la conservación y el uso responsable, dirigidas a diferentes grupos de la sociedad, desde estudiantes hasta empresarios.

Valoración del agua: Promover la valoración del agua como un recurso económico y estratégico, incorporando su costo real en los procesos productivos y de servicios.

Eficiencia hídrica: Impulsar programas de eficiencia hídrica en empresas e industrias para reducir el consumo de agua y optimizar su uso en los procesos productivos.

Tecnologías y prácticas sostenibles: Fomentar la adopción de tecnologías y prácticas sostenibles que permitan una gestión más eficiente del agua, como la reutilización, reciclaje y captación de agua pluvial.

Monitoreo y seguimiento: Implementar sistemas de monitoreo y seguimiento del uso del agua para identificar patrones de consumo y evaluar el impacto de las medidas implementada

Innovación tecnológica: Explorar tecnologías innovadoras para la gestión del agua, como sistemas de monitoreo en tiempo real, sensores inteligentes para la detección de fugas, y técnicas de captación y almacenamiento de agua de lluvia.

Gobernanza y coordinación intersectorial: Establecer mecanismos de coordinación entre los diferentes actores involucrados en la gestión del agua a nivel municipal, incluyendo autoridades locales, empresas, organizaciones civiles y la academia.

Políticas y regulaciones: Desarrollar políticas y regulaciones claras que promuevan la conservación del agua, el uso eficiente y la protección de fuentes hídricas, así como sanciones para quienes incumplan estas normativas.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Infraestructura hídrica: Mejorar y expandir la infraestructura hídrica municipal, incluyendo sistemas de distribución y tratamiento de agua potable, redes de alcantarillado, y sistemas de drenaje pluvial. Pero también la de las industrias y tener un programa que cuantitativamente refleje el compromiso del patrón de uso del agua, tanto de sus asociados u operarios como de la gestión de sus fuentes.

Adaptación al cambio climático: Considerar los impactos del cambio climático en la disponibilidad y calidad del agua, y desarrollar estrategias de adaptación para mitigar estos efectos, como la implementación de medidas de gestión del riesgo de inundaciones y sequías.

Desarrollo económico sostenible: Integrar la gestión del agua en las políticas de desarrollo económico municipal, promoviendo actividades económicas sostenibles que minimicen el uso y la contaminación y sean sensibles a la disponibilidad del agua.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

4.2. Productividad Gobierno y Gobernanza

4.2.1. Problemática

La problemática de la productividad en relación con el gobierno y la gobernanza en el municipio de Chihuahua requiere un enfoque integral que involucre a los sectores productivos y al gobierno local. Para abordar esta situación, es necesario promover la inversión en infraestructura hídrica, fomentar prácticas agrícolas y ganaderas más eficientes en el uso del agua, y fortalecer las instituciones y mecanismos de gobernanza del agua.

El fortalecimiento institucional, la promoción de la participación ciudadana en la gestión del agua y el desarrollo de mecanismos de cooperación entre los diferentes actores son esenciales para mejorar la gobernanza del agua en el municipio. El gobierno municipal debe desempeñar un papel activo en la coordinación y facilitación de estos esfuerzos, asegurando que todas las partes interesadas trabajen juntas hacia un objetivo común de seguridad hídrica y desarrollo sostenible. A continuación, se presenta los principales desafíos relacionados con la gobernanza y la gobernabilidad:

Dependencia del agua en la agricultura y ganadería: La agricultura y la ganadería son pilares económicos del municipio, pero su uso intensivo plantea desafíos importantes en términos de sostenibilidad hídrica. Actualmente, la utilización del agua se basa en la oferta y disponibilidad, más que en una demanda definida acorde a las necesidades de los cultivos y el entorno geográfico. Esta alta demanda de agua para riego y consumo animal puede ejercer presión sobre los recursos hídricos locales, especialmente durante períodos de sequía, agravada por la falta de datos y análisis de la evolución de los patrones de uso del agua en estos sectores.

Variabilidad en los cultivos y la producción: La variabilidad en los cultivos agrícolas y la producción ganadera puede influir en los patrones de uso del agua, lo que conlleva desafíos para garantizar una distribución equitativa y sostenible del recurso en todas las épocas del año.

Impacto del cambio climático: Los fenómenos climáticos extremos, como sequías e inundaciones, plantean amenazas adicionales a la seguridad hídrica del municipio. El cambio climático puede exacerbar estos eventos, aumentando la presión sobre los recursos hídricos y desafiando la capacidad de adaptación de los sectores productivos y gubernamentales⁽²¹⁾.

Necesidad de mejora de la eficiencia del uso del agua: Mejorar la eficiencia en el uso del agua en sectores como la agricultura y la ganadería es fundamental para garantizar la sostenibilidad a largo plazo. Esto implica la implementación de tecnologías de riego más eficientes, prácticas agrícolas sostenibles y medidas de conservación del agua que requieren una coordinación efectiva entre los sectores productivos y el gobierno.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Desafíos en la gestión del agua y la gobernanza: La gestión del agua esta fragmentada entre diferentes organismos y autoridades, lo que dificulta la coordinación y la implementación de políticas y acciones efectivas.

4.2.2. Áreas de oportunidad

Para solventar las problemáticas relacionadas con la gobernanza y gobernabilidad y desarrollar un Plan Hídrico efectivo en el Municipio de Chihuahua, se encontraron las siguientes áreas de oportunidad y acciones a realizar:

Promover la diversificación de cultivos y prácticas agrícolas sostenibles: Fomentar la diversificación de cultivos hacia opciones menos intensivas en el uso del agua y promover prácticas agrícolas sostenibles, como la agricultura de conservación y el uso de técnicas de riego eficientes, puede ayudar a reducir la presión sobre los recursos hídricos.

Implementar tecnologías de riego más eficientes: Incentivar la adopción de tecnologías de riego más eficientes, como el riego por goteo o la agricultura de precisión, puede ayudar a optimizar el uso del agua en la agricultura y reducir las pérdidas por evaporación y escorrentía.

Promover la gestión integrada del agua: Desarrollar un enfoque de gestión integrada del agua que involucre a todos los sectores relevantes, incluyendo agricultura, ganadería, industria y gobierno, para facilitar la coordinación y la implementación de medidas.

Fortalecer la infraestructura hídrica: Invertir en la mejora y expansión de la infraestructura hídrica, como sistemas de almacenamiento y distribución de agua, plantas de tratamiento de aguas residuales y redes de alcantarillado.

Fomentar la participación ciudadana y la educación ambiental: Promover la participación de la comunidad en la gestión del agua a través de campañas de sensibilización, programas educativos y consultas públicas para generar conciencia sobre la importancia de conservar y proteger los recursos hídricos locales.

Adaptación al cambio climático: Desarrollar e implementar estrategias de adaptación al cambio climático, como la gestión de riesgos de inundaciones y sequías, la reforestación de cuencas hidrográficas y la protección de ecosistemas acuáticos.

Mejorar la gobernanza del agua: Fortalecer las instituciones y mecanismos de gobernanza del agua, promover la cooperación y coordinación entre los diferentes niveles de gobierno y actores involucrados permite mejorar la eficacia de la gestión del agua y la toma de decisiones relacionadas. Mejorar la gobernanza del agua implica fortalecer las instituciones, promover la participación y la transparencia, coordinar acciones entre diferentes niveles de gobierno y actores, descentralizar la

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

toma de decisiones, adoptar un enfoque de cuenca hidrográfica y promover la capacitación y educación en temas relacionados con la gestión del agua.

Fortalecimiento institucional: Se requiere fortalecer las instituciones encargadas de la gestión del agua, como la junta de agua y saneamiento, las agencias gubernamentales responsables del manejo de recursos hídricos, y los comités locales de agua. Esto implica asegurar que estas instituciones cuenten con los recursos humanos, financieros y técnicos adecuados para cumplir con sus funciones de manera efectiva.

Participación y transparencia: Es fundamental promover la participación de los diferentes actores involucrados en la gestión del agua, incluyendo gobiernos locales, comunidades, empresas, organizaciones de la sociedad civil y usuarios del agua. Esto puede lograrse a través de consultas públicas, audiencias, mesas de diálogo y otros mecanismos que permitan a todos los interesados contribuir con sus opiniones y conocimientos. Además, se debe garantizar la transparencia en los procesos de toma de decisiones y el acceso a la información relacionada con el agua.

Coordinación interinstitucional: Es necesario establecer mecanismos efectivos de coordinación entre las diferentes instituciones y niveles de gobierno involucrados en la gestión del agua. Esto incluye coordinar acciones y políticas entre los gobiernos municipales, estatales y federales, así como entre las autoridades responsables del agua, la agricultura, la industria, el medio ambiente y otros sectores relevantes.

Descentralización y participación local: Promover la descentralización de la gestión del agua y fortalecer la participación de las comunidades locales en la toma de decisiones relacionadas con el uso y manejo del agua. Esto puede implicar la creación de comités de cuenca o comités de usuarios del agua, que permitan a las comunidades locales tener un mayor control sobre los recursos hídricos en sus áreas.

Enfoque de cuenca hidrográfica y/o acuífero: Adoptar un enfoque de gestión integrada de cuenca hidrográfica y/o acuífero, que reconozca la interconexión entre los diferentes usos del agua dentro de una cuenca o acuífero y promueva la cooperación entre los diversos actores involucrados. Esto implica coordinar la gestión del agua, la conservación de suelos, etc.

Capacitación y educación: Brindar capacitación y educación sobre temas relacionados con la gestión del agua a funcionarios públicos, líderes comunitarios, usuarios del agua y otros actores relevantes. Esto puede incluir programas de formación en temas como legislación del agua, técnicas de gestión de recursos hídricos, conservación del agua y adaptación al cambio climático.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

5. Integración del Análisis Urbano y Rural en el Ámbito del Uso del Agua

En el **capítulo 4. Integración del Análisis Urbano y Rural en el Ámbito del Uso del Agua**, se analiza la integración del uso del agua en el espacio urbano y rural. La importancia de integrar el análisis urbano y rural en el ámbito del uso del agua radica en reconocer que todos los usos y usuarios, independientemente de su ubicación geográfica o su clasificación como urbano o rural, tienen un impacto significativo en la gestión de las fuentes de agua. Esto implica que tanto las áreas urbanas como rurales dependen de recursos hídricos compartidos y están interconectadas en términos de su disponibilidad y calidad del agua.

Al considerar esta integración, se reconoce la interdependencia entre los diferentes sectores y usuarios del agua, lo que subraya la necesidad de abordar los desafíos hídricos de manera colaborativa y coordinada. Además, se resalta la importancia de una gestión inclusiva y equitativa del agua, que tenga en cuenta las necesidades y preocupaciones de todas las comunidades, tanto urbanas como rurales.

Este enfoque integrado también permite identificar y abordar de manera más efectiva los conflictos y tensiones que pueden surgir entre los diferentes usuarios del agua, así como desarrollar estrategias de gestión que promuevan la sostenibilidad y la resiliencia de los recursos hídricos en el largo plazo.

En el municipio de Chihuahua, se presentan varios conflictos entre usos y usuarios del agua, en específico entre el ámbito urbano y rural. Estos conflictos incluyen:

Competencia por recursos limitados: Tanto en el área urbana como en la rural, existe una competencia por los recursos hídricos limitados disponibles. Los usuarios agrícolas, industriales, domésticos y públicos compiten por el acceso al agua, lo que puede generar tensiones y conflictos sobre la distribución equitativa de los recursos.

Diferentes necesidades y prioridades: Los usuarios urbanos suelen requerir agua para consumo humano, fines domésticos y servicios municipales, mientras que los usuarios rurales pueden necesitar agua para riego agrícola, ganadería y actividades industriales. Estas diferencias en las necesidades y prioridades pueden generar conflictos sobre cómo se asigna y utiliza el agua en el municipio.

Impacto ambiental y ecosistémico: El uso excesivo de agua en áreas urbanas y rurales puede tener un impacto significativo en los ecosistemas locales, como la disminución de los niveles de los cuerpos de agua, la degradación de los hábitats acuáticos y la pérdida de biodiversidad.

Gestión y regulación aplicada: La falta de una gestión integrada y regulación aplicada del agua puede exacerbar los conflictos entre diferentes usuarios y usos. La ausencia de políticas claras y mecanismos de coordinación entre autoridades locales y regionales puede dificultar la resolución de disputas sobre el acceso y la distribución del agua, así como contribuir a la corrupción en las

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

instituciones normativas. Un ejemplo de esto fue la situación en la que las zonas de libre alumbramiento asesoraban a desarrolladores y productores para perforar pozos en dichos polígonos, lo que ocurrió de forma masiva e incontrolada, impactando significativamente en la dinámica de flujo de los acuíferos (ASE, ACHS y ATA).

Contaminación y calidad del agua: Tanto en áreas urbanas como rurales, la contaminación del agua puede ser un problema significativo que afecta la disponibilidad y la calidad del recurso. Los vertidos industriales, la agricultura intensiva y la descarga de aguas residuales sin tratar pueden contaminar fuentes de agua superficiales y subterráneas, lo que genera preocupaciones sobre la salud pública y el acceso seguro al agua potable.

Para abordar estos conflictos y facilitar la implementación de un PMH, es crucial adoptar un enfoque colaborativo que involucre a todos los usuarios y partes interesadas relevantes. Una medida clave podría ser la creación del COTAS metropolitano, que estaría encargado de la reglamentación, la promoción de prácticas sostenibles de uso del agua, el desarrollo de infraestructura para la captación y tratamiento de agua, y la implementación de programas de educación y concientización sobre el uso responsable del recurso. Además, es fundamental establecer mecanismos efectivos de monitoreo y cumplimiento para garantizar el cumplimiento de las regulaciones y la protección a largo plazo de los recursos hídricos del municipio.

5.1. Fuentes de Abasto y Usos

5.1.1. Problemática

Los problemas y desafíos relacionados con la situación de las fuentes de abastecimiento de agua son de suma importancia y deben abordarse considerando la relación entre el uso y la administración de los volúmenes de agua concesionados. A continuación, se presenta la problemática observada y documentada en el capítulo cuarto.

Sobreexplotación de acuíferos: Los acuíferos Chihuahua-Sacramento (ACHS) y El Sauz-Encinillas (ASE) muestran volúmenes de extracción que superan significativamente la recarga natural, lo que los clasifica como sobreexplotados. Esto conlleva riesgos como la disminución de los niveles piezométricos, deterioro de la calidad del agua y otros impactos ambientales negativos. Esto sin contar que los datos con los que se basan los balances y publicaciones oficiales no cuentan con información actualizada e incluso tienen discrepancias entre sus cuantificaciones.

En la Figura 10 se puede visualizar la ubicación y distribución geográfica de los títulos que amparan la explotación por uso del agua subterránea en el municipio, se observa que los pozos destinados a uso industrial se encuentran en la mancha urbana de la capital del estado, así como los de público

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

urbano, aunque estos últimos también se encuentran dispersos en el municipio, su mayor concentración es en la zona urbana que corresponde a los pozos en el ACHS.

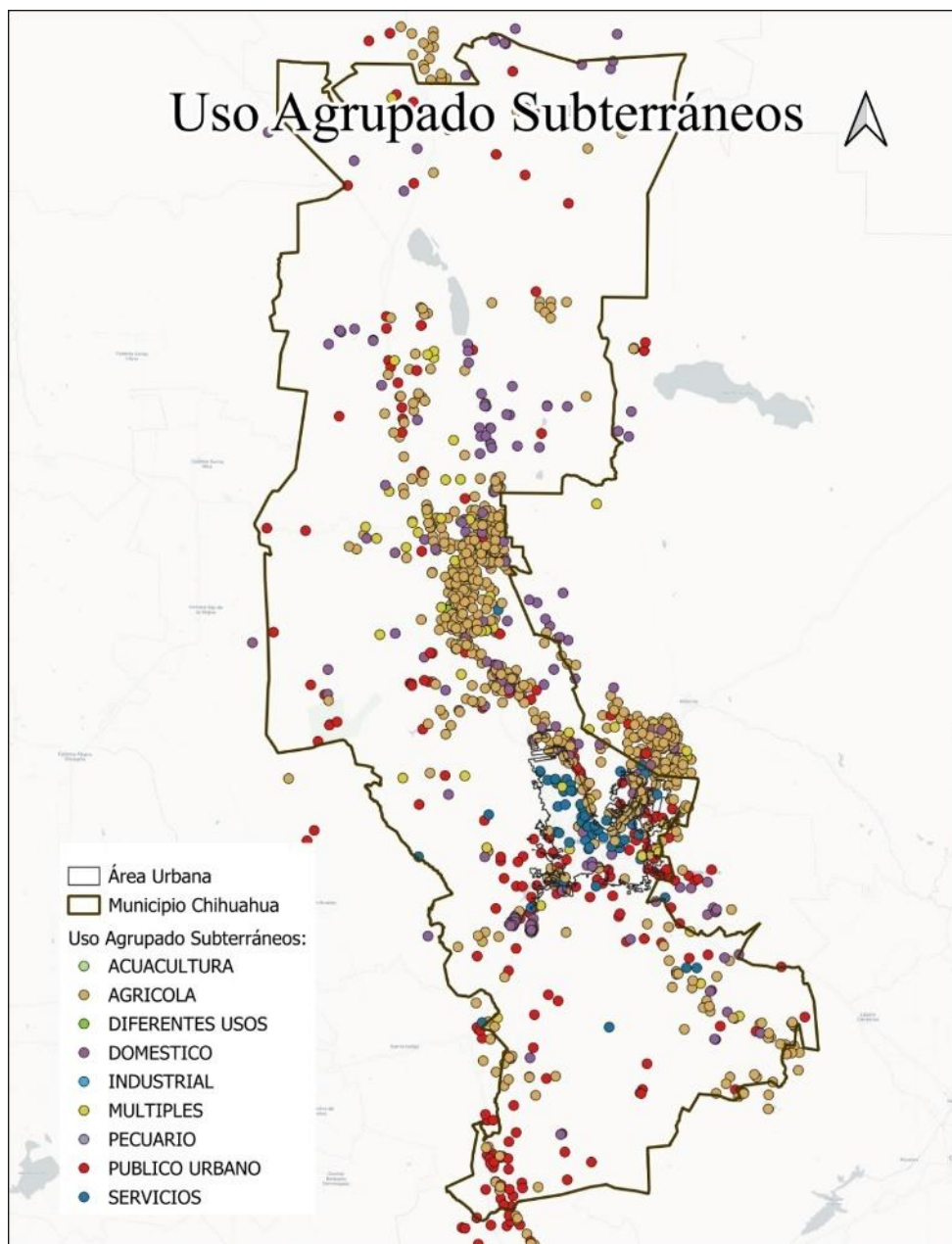


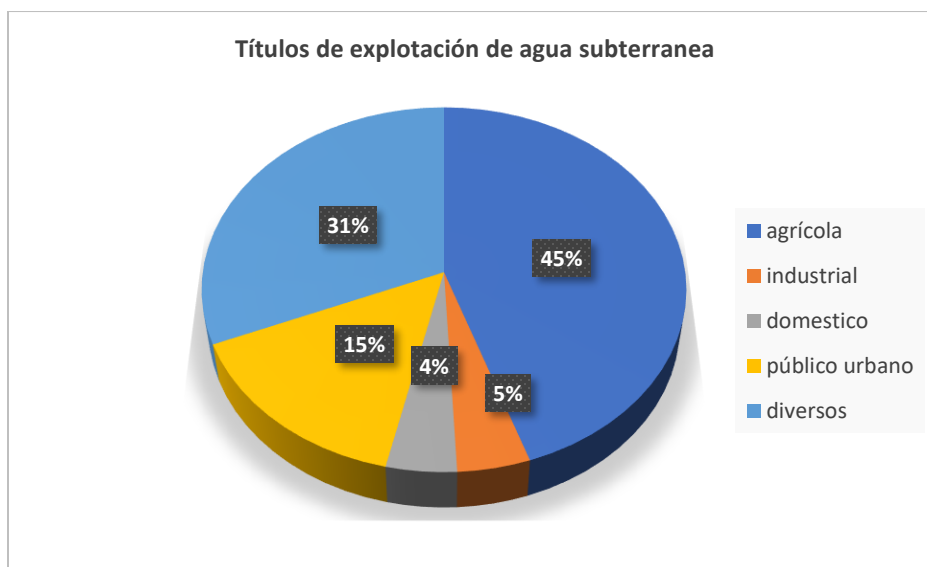
Figura 10. Localización de los pozos en el municipio de Chihuahua por su tipo de uso. Fuente: elaboración propia con información del REPDA⁽⁸⁾ (2023).

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Impacto de las vedas: Si bien las vedas son necesarias para proteger los acuíferos, también pueden tener implicaciones en el suministro de agua. Las vedas restringen la extracción de agua, lo que puede afectar a los usuarios existentes y dificultar el acceso al agua para nuevos proyectos o necesidades emergentes.

Falta de mantenimiento de infraestructura: Las presas existentes están en mal estado debido a la falta de mantenimiento, lo que las hace inoperables para el suministro de agua. Del mismo modo, los pozos, tanto para el abasto de agua potable como en general, carecen de programas de mantenimiento, lo que reduce considerablemente la factibilidad de extracción. Esto genera incertidumbre en cuanto a si la falta de capacidad de extracción se debe a problemas en la estructura civil del pozo y su equipamiento, o a la reducción de la capacidad de captación debido al deterioro de las condiciones de almacenamiento del agua en la zona.

Incertidumbre en el suministro de agua que se extrae: Se cuenta con datos de las captaciones de agua inscritas en el REPDA, que muestran la existencia de 1390 títulos que amparan la explotación de agua subterránea en el municipio de Chihuahua. Sin embargo, es importante señalar que el número real de pozos puede ser mucho mayor, ya que un solo título puede amparar varios aprovechamientos, como sucede en el caso de la JMAS. De estos títulos, el 45% están destinados al uso agrícola, mientras que el uso público urbano e industrial representa el 20% de los títulos de explotación de agua subterránea (Figura 11).



*Figura 11. Porcentaje de los títulos de concesión en el municipio de Chihuahua por su tipo de uso.
Fuente: elaboración propia con información del REPDA ⁽⁸⁾ (2023).*

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Desafíos legales y administrativos: La gestión del agua está regulada por una serie de leyes y decretos, lo que puede complicar la implementación de medidas para abordar los problemas de abastecimiento. Además, el pago de derechos por el uso del agua puede representar una carga financiera para los usuarios, especialmente en el contexto de la sobreexplotación de acuíferos. En este sentido, es obligatorio para todos los usuarios que tienen requisitado el pago de derechos conforme a la Norma Mexicana NMX-AA-179-SCFI-2018, que establece la medición de volúmenes de aguas nacionales usados, explotados o aprovechados, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de septiembre de 2018 ⁽²²⁾.

En este capítulo se recopila y analiza la condición de los usos del agua, de acuerdo con su ámbito de ubicación, ya sea urbano o rural.

Urbano

La problemática descrita se centra en dos aspectos principales: el tratamiento de aguas para consumo humano y la depuración de aguas residuales generadas por actividades humanas. Ambos aspectos son cruciales para mejorar la calidad de vida de la población, prevenir enfermedades transmitidas por el agua y reducir la contaminación ambiental. Los principales desafíos presentados en el sector urbano son los siguientes:

Disponibilidad y extracción de agua superficial: Aunque se cuenta con volúmenes autorizados para la extracción de agua, la cantidad utilizada en realidad es mucho menor. Por ejemplo, solo se aprovecha alrededor del 10% del agua superficial autorizada. Esta discrepancia entre los volúmenes autorizados y los utilizados plantea interrogantes sobre la gestión del recurso hídrico, su factibilidad física y la evaluación de las estimaciones de disponibilidad ⁽²³⁾.

Uso predominante del agua subterránea: La mayor parte del agua extraída para consumo humano en el municipio proviene de fuentes subterráneas, especialmente del acuífero Chihuahua-Sacramento. Esto plantea preocupaciones sobre la sustentabilidad a largo plazo de este recurso, especialmente considerando los desafíos asociados con la sobreexplotación y la calidad del agua.

Desafíos en el suministro de agua potable: A pesar de contar con una infraestructura extensa para el suministro de agua potable, la ciudad enfrenta desafíos como el crecimiento demográfico, el envejecimiento de la infraestructura y la disponibilidad de recursos hídricos. La necesidad de modernizar y mejorar la infraestructura es evidente para garantizar un suministro seguro y confiable de agua potable a toda la población.

Impacto de la infraestructura obsoleta: La falta de mantenimiento en la presa y los pozos que abastecen a los usuarios de la ciudad limita su capacidad para almacenar y regular el agua, como se evidencia en la Figura 12, que muestra la eficiencia de los equipos de bombeo que suministran agua a la ciudad. En cuanto al porcentaje considerado óptimo o sostenible en términos de eficiencia de los equipos de bombeo para pozos de agua potable, esto puede variar dependiendo

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

de varios factores, incluyendo el tipo de bomba, la profundidad del pozo, el caudal requerido y las condiciones locales. Sin embargo, en general, se considera que un equipo de bombeo eficiente puede tener un rendimiento de al menos el 75% al 85% ⁽²⁴⁾. Esto significa que entre el 75% y el 85% de la energía consumida por la bomba se convierte en trabajo útil de bombeo, mientras que el resto se pierde en forma de calor u otros tipos de pérdidas. Es importante destacar que la eficiencia energética de los equipos de bombeo no solo reduce el consumo de energía, sino que también puede disminuir los costos operativos y de mantenimiento, así como minimizar el impacto ambiental asociado con el uso de recursos energéticos. Por lo tanto, se recomienda que las autoridades locales, las empresas de servicios públicos y los propietarios de pozos de agua potable consideren la eficiencia energética al seleccionar, operar y mantener los equipos de bombeo.

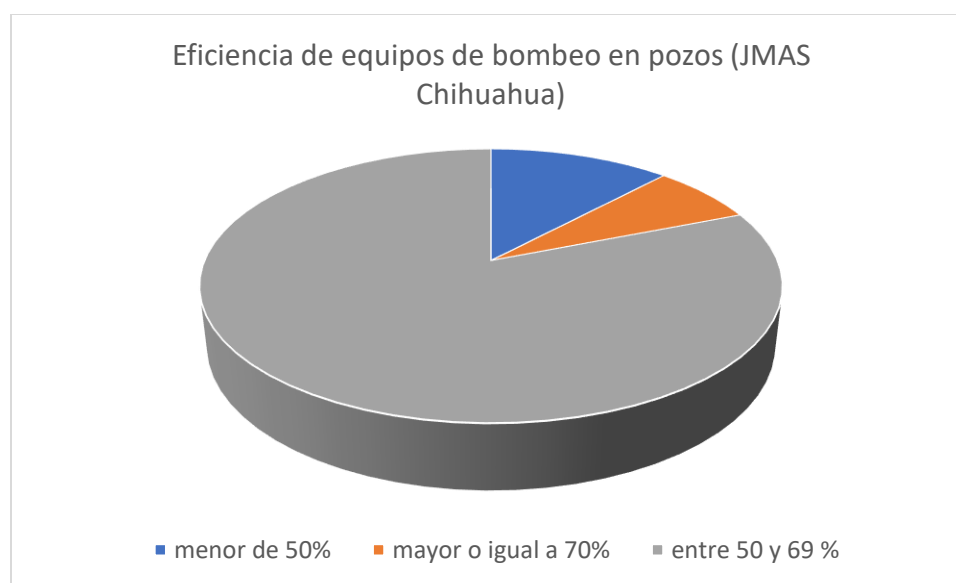


Figura 12. Porcentaje de eficiencias de los equipos de bombeo de los pozos en la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023).

Tratamiento y reúso de aguas residuales: Aunque se han identificado tres plantas de tratamiento de aguas residuales en la zona urbana a cargo del organismo operador (JMAS) y existe la "red morada" para la distribución de agua residual tratada en la ciudad de Chihuahua, la cantidad de agua tratada utilizada es solo una fracción del total tratado, lo que sugiere un sub-aprovechamiento de este recurso. Aunque se han registrado usuarios de la red morada, el volumen de agua residual tratada utilizado representa solo alrededor del 9%, lo que indica un potencial de uso no explotado.

Además, aunque la ciudad cuenta con una cantidad considerable de áreas verdes, parques y jardines que podrían beneficiarse del riego con agua residual tratada, aún se desconoce la cantidad exacta

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

de agua residual tratada utilizada para este propósito (Figura 13). La sustitución del agua potable por agua residual tratada en otros usos, como el industrial y agrícola, es una estrategia que necesita ser ampliada y promovida.

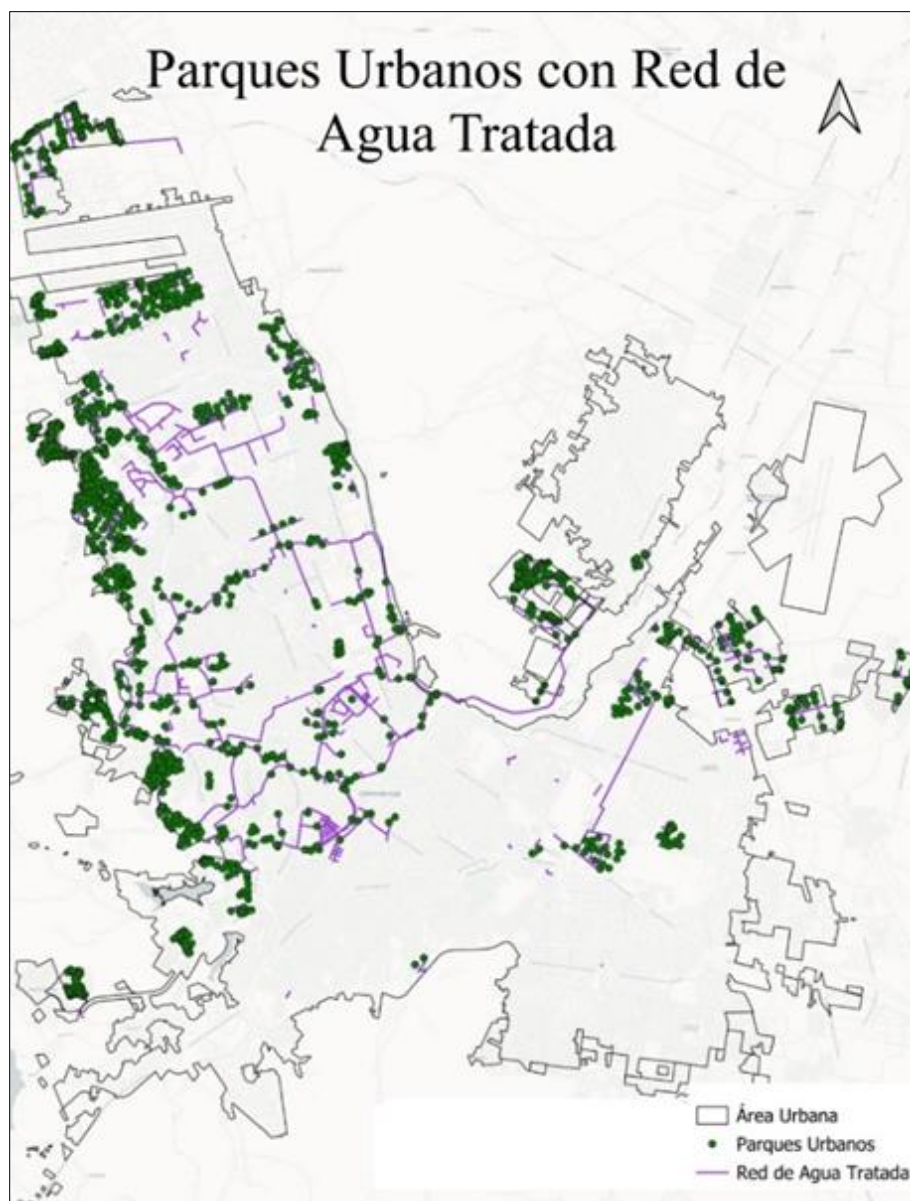


Figura 13. Ubicación de la red de distribución de agua residual tratada utilizada en parques urbanos en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de información proporcionada por la JMAS (2023).

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

El uso industrial del agua en el municipio de Chihuahua presenta varios desafíos que requieren una gestión cuidadosa y sostenible para garantizar un uso eficiente y responsable del recurso hídrico. A continuación, se destacan algunos de estos desafíos:

Suministro de agua para uso industrial: En la mancha urbana de Chihuahua, existen dos posibilidades de suministro de agua para uso industrial: a través de la red del organismo operador (JMAS) o mediante asignaciones directas de CONAGUA para la explotación de volúmenes de agua. Las empresas ubicadas en parques industriales suelen obtener su suministro directamente de CONAGUA, lo que requiere una adecuada gestión de estos recursos.

Tratamiento de agua residual industrial: En algunas ocasiones, estas industrias pueden descargar aguas residuales al sistema de alcantarillado gestionado por el organismo operador, lo que puede generar problemas de calidad del agua y operación de las plantas de tratamiento, sin embargo, las que estén en esta situación deben de tener un permiso de la JMAS. La cual implementa un programa de control de descargas para monitorear y regular las descargas industriales y de servicios, como hoteles, restaurantes y hospitales, con el objetivo de prevenir efectos adversos en el funcionamiento de las plantas de tratamiento.

Registro y control de descargas industriales: El REPDA ⁽⁸⁾ registra los títulos que amparan las descargas de aguas residuales industriales, indicando las empresas autorizadas y los tipos de uso. Sin embargo, es crucial asegurar que estas descargas cumplan con los estándares de calidad establecidos para evitar impactos negativos en el medio ambiente y en las plantas de tratamiento de aguas residuales. El problema es de las industrias que no se encuentran adheridas al sistema de colección de aguas residuales de la JMAS Chihuahua y que pueden tener plantas de tratamiento o no de sus aguas residuales, no existiendo un inventario para este tipo de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Por lo cual no es posible constatar su seguimiento y evaluación de impacto en el municipio.

Incremento en la demanda de agua industrial: El número de usuarios industriales registrados ha aumentado en los últimos años, lo que indica un crecimiento en la demanda de agua para uso industrial en el municipio.

En resumen, la problemática del uso industrial del agua en el municipio de Chihuahua incluye desafíos relacionados con el suministro de agua, el control de descargas industriales y el aumento en la demanda de agua para uso industrial. Estos desafíos requieren medidas de gestión integradas y colaborativas entre las autoridades locales, las empresas industriales y los organismos reguladores para garantizar un uso eficiente y responsable del recurso hídrico y proteger el medio ambiente.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Rural

El ámbito rural en el municipio de Chihuahua se caracteriza por su diversidad geográfica y la presencia de comunidades que dependen en gran medida del agua para sus actividades agrícolas, ganaderas y domésticas. En estas zonas, el acceso al agua potable y el manejo adecuado de los recursos hídricos son aspectos cruciales para el desarrollo y bienestar de la población ⁽²⁵⁾.

Dada la importancia de este tema, diversas dependencias gubernamentales están involucradas en el seguimiento y gestión de los recursos hídricos en el ámbito rural. Entre ellas se encuentran la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Secretaría de Desarrollo Rural, la Junta Central de Agua y Saneamiento del Estado de Chihuahua (JCAS) y la Presidencia Municipal de Chihuahua (PMCh).

La implementación del PMH en el ámbito rural enfrenta desafíos relacionados con la gestión fragmentada, la falta de infraestructura y datos, la escasez de agua, el uso agrícola del agua y la pequeña escala de las unidades de riego. Abordar estas problemáticas requiere una acción coordinada entre las diferentes instituciones involucradas y un enfoque integral que tenga en cuenta las necesidades de las comunidades rurales y el uso sostenible del recurso hídrico. A continuación, se enuncian los problemas identificados en este capítulo:

Falta de infraestructura de saneamiento: Existe una falta de infraestructura de saneamiento en varias localidades rurales importantes, lo que resalta la necesidad de ampliar esta infraestructura para garantizar un tratamiento adecuado de las aguas residuales. Muchas localidades rurales carecen de esta infraestructura, lo que representa un riesgo para la salud pública y el medio ambiente.

El sub-aprovechamiento del agua residual tratada: Existe una necesidad de aumentar el uso del agua residual tratada en diferentes sectores, en este caso el agrícola. Además, se carece de datos precisos sobre la cantidad de agua residual tratada utilizada en el riego de áreas verdes y otros usos.

Gestión fragmentada: La responsabilidad del suministro de agua potable en el ámbito rural recae en diversas instituciones, lo que puede generar fragmentación en la gestión y dificultar el seguimiento y control de los sistemas de agua potable y alcantarillado, especialmente en comunidades más alejadas.

Falta de infraestructura y datos: Existe una falta de información y documentación sobre la infraestructura de agua potable y alcantarillado en las comunidades rurales, lo que dificulta la planificación y gestión adecuada de estos sistemas. Además, la falta de respuesta por parte de las instituciones mencionadas sugiere una posible carencia de registros y archivos sobre el estado y funcionamiento de los sistemas.

Escasez de agua: En el ámbito rural, la disponibilidad de agua puede ser limitada, lo que representa un desafío para garantizar el suministro suficiente de agua potable para las comunidades. Esto puede ser especialmente crítico en épocas de sequía o en zonas donde el acceso al agua es más difícil.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Uso agrícola del agua: La agricultura es una actividad importante en el ámbito rural, y el riego de cultivos puede representar una demanda significativa de agua. La falta de información sobre los volúmenes de agua utilizados por ciclo agrícola dificulta la planificación y gestión integrada del recurso hídrico, así como la identificación de posibles conflictos de uso entre el abastecimiento de agua potable y las necesidades agrícolas.

Pequeña escala de las unidades de riego: La mayoría de las unidades de riego en el municipio son de pequeña escala, lo que puede dificultar la implementación de prácticas de gestión eficientes y sostenibles del agua. Además, la falta de unidades de riego de gran escala limita las posibilidades de implementar proyectos de gestión integrada del agua a mayor escala.

La implementación del PMH en el ámbito rural enfrenta desafíos relacionados con la gestión fragmentada, la falta de infraestructura y datos, la escasez de agua, el uso agrícola del agua y la pequeña escala de las unidades de riego. Abordar estas problemáticas requiere una acción coordinada entre las diferentes instituciones involucradas y un enfoque integral que tenga en cuenta las necesidades de las comunidades rurales y el uso sostenible del recurso hídrico.

5.1.2. Áreas de oportunidad

Para abordar las problemáticas relacionadas con el uso del agua en el ámbito urbano y rural y desarrollar un Plan Hídrico efectivo en el Municipio de Chihuahua, se identificaron las siguientes áreas de oportunidad y acciones a realizar:

Gestión integrada del agua: Se necesita una coordinación efectiva entre las diferentes instituciones involucradas en la gestión del agua, tanto a nivel urbano como rural. Esto incluye una mayor colaboración entre la CONAGUA, JMAS, JCAS, la Presidencia Municipal y otras entidades relevantes para garantizar una planificación y gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos.

Mejora de infraestructura: Es necesario invertir en la mejora y ampliación de la infraestructura de abastecimiento de agua potable y saneamiento, especialmente en las áreas rurales que carecen de esta infraestructura. Esto incluye la construcción y mantenimiento de pozos, sistemas de distribución de agua y plantas de tratamiento de aguas residuales.

Eficiencia en el uso del agua: Se deben implementar medidas para promover el uso eficiente del agua en todos los sectores, incluyendo el agrícola, industrial y doméstico. Esto puede incluir la adopción de tecnologías de riego más eficientes, la reutilización de aguas residuales tratadas y la implementación de prácticas de conservación del agua.

Monitoreo y gestión de recursos hídricos: Se necesita mejorar la recopilación de datos y el monitoreo de los recursos hídricos para una gestión más informada y efectiva. Esto incluye el

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

establecimiento de sistemas de monitoreo de calidad y cantidad de agua, así como la implementación de herramientas de modelado para predecir y gestionar la disponibilidad de agua.

Participación comunitaria: Es importante involucrar a las comunidades locales en la planificación y gestión de los recursos hídricos, así como en la toma de decisiones sobre el uso y manejo del agua. Esto puede incluir la creación de comités de agua y la realización de programas de capacitación y sensibilización sobre el uso responsable del agua.

Promoción de tecnologías sostenibles: Se deben promover tecnologías y prácticas sostenibles en el uso y manejo del agua, incluyendo el uso de energías renovables para el bombeo de agua, la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales descentralizados y la adopción de prácticas agrícolas más sostenibles.

5.2. Cambio en la Gestión del Recurso Hídrico de Oferta a Demanda

En la planificación de recursos hídricos, la tendencia internacional ha evolucionado de la gestión de la oferta hacia la gestión de la demanda. La gestión de la oferta se enfoca en aumentar la disponibilidad de agua mediante la captación, almacenamiento y distribución, mientras que la gestión de la demanda se centra en controlar, reducir o modificar la cantidad de agua utilizada por los usuarios finales mediante la eficiencia, la conservación y el reúso ^{(26) (27) (14)}. Ambos enfoques son importantes para lograr un uso sostenible y equitativo del agua.

5.2.1. Problemática

Los problemas o desafíos asociados con la gestión de la demanda y la eficiencia en el suministro de agua potable en áreas urbanas y rurales son diversos. A continuación, se presentan algunas áreas de preocupación:

Agua potable en la zona urbana

Variabilidad de la dotación de agua: La variación en la dotación de agua potable por habitante y día puede ocasionar discrepancias en el caudal necesario para satisfacer la demanda. Estas discrepancias se deben a los distintos niveles de consumo per cápita y a la eficiencia en la distribución del agua.

Diferencias en los caudales requeridos: Las diferencias en la eficiencia física de distribución del agua impactan significativamente en los caudales requeridos para el suministro de agua potable. Por ejemplo, una eficiencia del 54% requiere un caudal mayor que una eficiencia del 75% para satisfacer la misma demanda, como se muestra en la Tabla 5.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Impacto del crecimiento poblacional: El aumento de la población urbana también influye en la demanda de agua potable. A medida que la población crece, se requieren mayores caudales de suministro para satisfacer las necesidades de agua de la comunidad.

Necesidad de mejorar la eficiencia en la distribución: La eficiencia en la distribución del agua es crucial para reducir pérdidas y optimizar el uso de los recursos hídricos. Mejorar la infraestructura y los sistemas de distribución puede ayudar a alcanzar niveles más altos de eficiencia y reducir los caudales requeridos.

Tabla 5. Proyección de la demanda de agua potable en la zona urbana al 2040. Fuente: elaboración propia.

Año			2020	2025	2030	2035	2040
Población			925,762	1,017,744	1,116,077	1,221,180	1,333,486
Consumo (l/hab/día)	Dotación (l/hab/día)	Eficiencia física %	Caudal requerido de suministro (l/día)				
160	234	54	2,503	2,752	3,018	3,302	3,605
220	321		3,442	3,784	4,149	4,540	4,957
119	220		2,357	2,591	2,842	3,109	3,395
217	401		4,297	4,724	5,180	5,668	6,189
160	224	60	2,400	2,639	2,894	3,166	3,457
220	308		3,300	3,628	3,979	4,353	4,754
132	220		2,357	2,591	2,842	3,109	3,395
241	401		4,297	4,724	5,180	5,668	6,189
160	216	65	2,314	2,544	2,790	3,053	3,334
220	297		3,182	3,498	3,837	4,198	4,584
143	220		2,357	2,591	2,842	3,109	3,395
261	401		4,297	4,724	5,180	5,668	6,189
160	208	70	2,229	2,450	2,687	2,940	3,210
220	286		3,064	3,369	3,694	4,042	4,414
154	220		2,357	2,591	2,842	3,109	3,395
281	401		4,297	4,724	5,180	5,668	6,189
160	200	75	2,143	2,356	2,584	2,827	3,087
220	275		2,947	3,239	3,552	3,887	4,244
165	220		2,357	2,591	2,842	3,109	3,395
301	401		4,297	4,724	5,180	5,668	6,189

✓ *220 l/hab/día Dotación óptima recomendada por CONAGUA.

✓ *401 l/hab/día Dotación actual calculada.

✓ *160 l/hab/día Consumo meta

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Agua potable en la zona rural

Para proyectar la demanda y su impacto en el caudal suministrado de agua potable en zonas rurales, se consideraron dos eficiencias físicas. Dado que no se contaba con información base de estas localidades, se fundamentó en dos valores (Tabla 6): el 50%, que es el más común en el país ⁽¹³⁾, y el 65%, que representa una eficiencia para la cual "al menos" se dispone de información suficiente para realizar una gestión adecuada ⁽²⁸⁾ ⁽²⁹⁾.

Tabla 6. Proyección de la demanda de agua potable en la zona rural al 2040. Fuente: elaboración propia con información de INEGI ⁽¹¹⁾ ⁽³⁰⁾.

Año			2020	2030	240
Población			6,520	9,128	12,779
Consumo l/hab/día	dotación l/hab/día	Eficiencia física %	Caudal requerido de suministro (l/día)		
50	100	50	8	11	15
68	135		10	14	20
100	200		15	21	30
65	100	65	8	11	15
88	135		10	14	20
100	140		11	15	21

La demanda de caudal a suministrar para agua potable en la zona rural, no se ve comprometida en el horizonte de planeación al 2040, sin importar la dotación o la eficiencia del sistema de distribución; es decir la oferta que se tiene actualmente es suficiente para cubrir las necesidades presentes y futuras, esta afirmación se basa en los volúmenes autorizados en el REPDA ⁽⁸⁾, cuya suma de todos los aprovechamientos para las localidades rurales destinados a público urbano ascienden a más de 123 lps.

Gestión basada en la oferta en lugar de la demanda: La gestión tradicional del agua a menudo se ha centrado en aumentar la oferta, en lugar de gestionar la demanda. Sin embargo, considerar la gestión de la demanda puede ser clave para abordar eficazmente los desafíos relacionados con el suministro de agua potable en la zona urbana ⁽³¹⁾.

Otros usos diferentes a consumo humano

La planeación e implementación de un PMH enfrenta desafíos significativos también en cuanto a la demanda de agua para usos no domésticos. Es crucial abordar estos desafíos de manera integral y adoptar enfoques innovadores para garantizar un suministro adecuado de agua para todos los

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

sectores, al tiempo que se protegen y conservan los recursos hídricos disponibles. Los principales problemas que se presentan son:

Crecimiento desigual por sector: Se observa un crecimiento desigual en la demanda de agua entre los diferentes sectores, como el comercial, industrial, escolar y público. Este crecimiento dispar puede generar presión adicional sobre los recursos hídricos disponibles y aumentar la competencia por el agua.

Tasas de crecimiento variadas: Los distintos tipos de usuarios, como el comercial e industrial, muestran tasas de crecimiento anuales diferentes. Esto puede dificultar la planificación y gestión efectiva de la demanda de agua, especialmente en el largo plazo.

Necesidad de infraestructura adicional: El aumento en la demanda de agua para usos no domésticos puede requerir la expansión de la infraestructura hídrica, como sistemas de distribución de agua potable y redes de alcantarillado. La falta de infraestructura adecuada puede limitar la capacidad de suministrar agua de manera eficiente a estos sectores.

Impacto ambiental: El aumento en la demanda de agua para usos comerciales e industriales puede tener un impacto negativo en el medio ambiente, especialmente si no se implementan medidas adecuadas para la conservación del agua y la gestión sostenible de los recursos hídricos.

Necesidad de gestión eficiente y sostenible: Para garantizar un suministro adecuado de agua para todos los sectores, es necesario implementar medidas de gestión eficientes y sostenibles. Esto incluye la promoción de prácticas de uso eficiente del agua, la reutilización de aguas residuales tratadas y la adopción de tecnologías más eficientes en el uso del agua.

5.2.2. Áreas de oportunidad

Se han identificado varias áreas de oportunidad tanto en la gestión de la demanda como en la gestión de la oferta de agua. A continuación, se presentan las principales:

Gestión de la Demanda:

- ✓ **Promoción de la eficiencia en el uso del agua:**
 - Campañas de concientización sobre el uso responsable del agua.
 - Instalación de dispositivos de bajo consumo en hogares y empresas.
 - Incentivos económicos para la implementación de tecnologías más eficientes en el uso del agua.
- ✓ **Mejora de la infraestructura y sistemas de distribución:**
 - Modernización y mantenimiento de redes de distribución de agua para reducir pérdidas.
 - Implementación de tecnologías de detección de fugas y monitoreo en tiempo real.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

- Desarrollo de sistemas de distribución inteligentes para una gestión más eficiente del agua.
- ✓ **Planificación urbana sostenible:**
- Integración de criterios de eficiencia hídrica en la planificación urbana.
- Diseño de paisajes urbanos que favorezcan la captación y filtración natural del agua de lluvia.
- Uso de técnicas de reutilización de aguas grises en edificaciones y áreas urbanas.
- ✓ **Políticas de gestión integrada del agua:**
- Implementación de programas de gestión integrada de recursos hídricos a nivel municipal.
- Establecimiento de metas y objetivos claros para la reducción del consumo de agua y la mejora de la eficiencia en la distribución.

Otros usos diferentes al consumo humano:

- ✓ **Desarrollo de incentivos para la eficiencia hídrica en sectores no domésticos:**
- Programas de certificación y reconocimiento para empresas que implementen prácticas sostenibles de gestión del agua.
- Establecimiento de tarifas diferenciadas que incentiven el uso responsable del agua en sectores comerciales e industriales.
- ✓ **Fomento de la reutilización y reciclaje del agua:**
- Promoción de sistemas de tratamiento de aguas residuales para su reutilización en procesos industriales y riego agrícola.
- Implementación de políticas y regulaciones que fomenten la adopción de tecnologías de reciclaje del agua en sectores productivos.
- ✓ **Desarrollo de estrategias de adaptación al cambio climático:**
- Evaluación de riesgos climáticos y desarrollo de planes de contingencia para asegurar el suministro de agua en situaciones de escasez.
- Promoción de prácticas agrícolas y de gestión del suelo que mejoren la retención de agua y reduzcan la erosión.
- ✓ **Fortalecimiento de la cooperación y gobernanza del agua:**
- Fomento de la colaboración entre sectores y actores involucrados en la gestión del agua, incluyendo gobiernos locales, empresas, ONGs y comunidades locales.
- Creación de plataformas de diálogo y participación ciudadana para la toma de decisiones relacionadas con el uso y gestión del agua.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

5.3. Calidad del Agua

5.3.1. Problemática

La problemática relacionada con la calidad del agua en el municipio de Chihuahua incluye la falta de seguimiento y consulta en algunas localidades, así como las demandas específicas de calidad y cantidad de agua para las industrias y los cultivos agrícolas. Existe la necesidad de desarrollar un enfoque integral y participativo para la gestión del agua en el municipio. Se ha señalado la falta de datos para el seguimiento y la vinculación de impactos, especialmente en lo que respecta a la salud de la población del municipio. Los principales usos del agua en el municipio requieren atención en estos aspectos:

Agua potable:

- **Falta de seguimiento y consulta:** Aunque se realizan esfuerzos para garantizar la calidad del agua potable suministrada por la Junta Municipal de Agua y Saneamiento (JMAS), existe una falta de mecanismos de consulta o seguimiento para los habitantes de las más de 300 localidades del municipio.
- **Limitaciones en el monitoreo:** Aunque la JMAS cumple con las normativas⁽³²⁾ ⁽³³⁾ obligatorias para el control de la calidad del agua, la red de monitoreo de la calidad del agua de CONAGUA es limitada, lo que dificulta la evaluación precisa de la calidad del agua en todas las localidades.

Agua industrial:

- **Demandas específicas:** Las industrias en el municipio, como la manufactura, la industria alimentaria y la electrónica, tienen demandas específicas de calidad y cantidad de agua para sus procesos, lo que requiere una evaluación detallada y adaptada a cada caso.
- **Potencial de reutilización:** Se destaca el potencial de reutilización del agua residual tratada en algunas industrias, pero se requiere una evaluación cuidadosa de la calidad del agua residual y las necesidades de la industria antes de implementar sistemas de reutilización.

Agua agrícola:

- **Necesidades específicas de cultivos:** Los cultivos agrícolas tienen requisitos específicos de calidad de agua para el riego, que varían según el tipo de cultivo, el suelo y el clima. Es importante garantizar que el agua de riego cumpla con estos requisitos para promover un crecimiento saludable de las plantas y la seguridad alimentaria.
- **Potencial de reutilización:** Se menciona el potencial de reutilización del agua residual tratada en algunos cultivos que no tienen contacto directo con los consumidores finales,

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

pero se requiere una evaluación detallada de la calidad del agua residual y las prácticas de manejo agronómico antes de implementar el riego con agua residual tratada.

5.3.2. Áreas de oportunidad

Se han identificado varias áreas de oportunidad en lo que respecta a la calidad de agua. A continuación, se presentan las principales:

- ✓ **Mejora del seguimiento y consulta en las localidades:**
 - Establecer mecanismos de consulta y participación ciudadana para que los pobladores de todas las localidades puedan expresar sus preocupaciones y necesidades con respecto a la calidad del agua.
 - Implementar programas de educación y concientización sobre la importancia de la calidad del agua y cómo los ciudadanos pueden contribuir a su monitoreo y mejora.
- ✓ **Fortalecimiento del monitoreo de la calidad del agua:**
 - Ampliar la red de monitoreo de la calidad del agua en colaboración con CONAGUA y otras instituciones relevantes para cubrir todas las localidades del municipio.
 - Implementar tecnologías de monitoreo remoto y en tiempo real para mejorar la eficiencia y la cobertura del monitoreo de la calidad del agua.
- ✓ **Evaluación detallada de las demandas específicas de calidad y cantidad de agua para las industrias:**
 - Realizar estudios detallados de las necesidades de agua de las industrias en el municipio, incluidos los requisitos específicos de calidad para diferentes procesos industriales.
 - Desarrollar programas de asistencia técnica para ayudar a las industrias a mejorar la eficiencia en el uso del agua y adoptar prácticas sostenibles de gestión del agua.
- ✓ **Promoción de la reutilización del agua residual tratada en la industria:**
 - Realizar evaluaciones de la calidad del agua residual tratada y su idoneidad para diferentes usos industriales.
 - Establecer incentivos y políticas que fomenten la implementación de sistemas de reutilización del agua residual tratada en las industrias, garantizando al mismo tiempo la seguridad y la calidad del producto final.
- ✓ **Adecuación de la calidad del agua para riego agrícola:**
 - Realizar análisis detallados de la calidad del agua para riego en función de los requisitos específicos de diferentes cultivos agrícolas.
 - Desarrollar programas de capacitación para agricultores sobre prácticas de manejo del agua que promuevan el uso eficiente y sostenible del agua en la agricultura.
- ✓ **Evaluación de la viabilidad del riego con agua residual tratada en la agricultura:**

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

- Realizar estudios de viabilidad técnica, económica y ambiental sobre el uso de agua residual tratada para riego agrícola en diferentes cultivos.
- Establecer regulaciones y estándares para el uso seguro y efectivo del agua residual tratada en la agricultura, protegiendo la salud pública y el medio ambiente.
- ✓ **Integración de todas estas acciones en un PMH integral:**
- Desarrollar un PMH que integre todas estas acciones y establezca metas claras y medidas concretas para mejorar la calidad del agua en el municipio de Chihuahua.
- Involucrar a todas las partes interesadas relevantes, incluidos gobiernos locales, agencias de agua, industrias, agricultores y la comunidad en general, en el proceso de planificación de implementación del PMH.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

6. Integración de Análisis de Riesgos y Resiliencia Hídrica

En el **capítulo 5. Integración de Análisis de Riesgos y Resiliencia Hídrica**, se analiza los riesgos y vulnerabilidad social relacionados con el ámbito hídrico, incluyendo inundaciones, sequías, escasez y contaminación del agua. Se examinan las causas y posibles consecuencias de estos riesgos en el suministro y la calidad del agua, así como en la población y el medio ambiente. Además, se analiza cómo el cambio climático está afectando el ciclo hidrológico, aumentando la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos

El cambio climático es crucial para comprender y abordar los desafíos asociados con la disponibilidad y calidad del agua en el contexto actual. Este enfoque implica considerar diversos factores interrelacionados, como la variabilidad climática, la proyección de cambios en los patrones de precipitación y temperatura, así como la vulnerabilidad de las comunidades y ecosistemas frente a eventos extremos. Además, se debe examinar los impactos potenciales del cambio climático en los recursos hídricos, como sequías más frecuentes e intensas, inundaciones, y cambios en la disponibilidad y distribución del agua; todo ello requiere de esfuerzos conjuntos para la generación de datos, que puedan ser analizados e interpretados para objetivos específicos.

En el municipio de Chihuahua, se presentan varios desafíos relacionados con el cambio climático y su relación con la resiliencia hídrica.

6.1. Cambio Climático

6.1.1. Problemática

El municipio de Chihuahua enfrenta una alta vulnerabilidad al cambio climático, evidenciada por la frecuencia de fenómenos extremos como sequías y tormentas. Esta situación se agrava por su ubicación geográfica y las condiciones socioeconómicas de su población. Los eventos climáticos extremos han causado pérdidas significativas, amenazando la vida y el bienestar de la población, así como la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad. El rápido crecimiento demográfico y la urbanización han generado problemas ambientales y urbanos adicionales, como la contaminación y el aumento en la demanda de agua. La dispersión urbana conlleva ineficiencias en los sistemas urbanos y un uso inadecuado del suelo. Es imperativo abordar estos desafíos de manera integral, promoviendo un desarrollo urbano sostenible y la gestión adecuada de los recursos hídricos para garantizar la resiliencia ante futuros eventos climáticos extremos. A continuación, se enumeran los problemas detectados:

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

- Los impactos del cambio climático son evidentes, con registros de récords de temperaturas y precipitaciones, lo que indica un aumento significativo en la temperatura global y cambios en los patrones de precipitación, a pesar de no tener suficientes bases de datos.
- El análisis muestra que el hemisferio norte se calentará aproximadamente el doble de rápido que el hemisferio sur, lo que puede desplazar el ecuador térmico y afectar los cinturones de lluvias.
- Las actividades agropecuarias, especialmente la ganadería, son tanto causantes como víctimas del cambio climático debido a la emisión de gases de efecto invernadero y la degradación del suelo ⁽²¹⁾.
- Se proyectan diversos impactos relacionados con el cambio climático, como aumento de temperatura, alteraciones en la precipitación, aumento de huracanes, sequías prolongadas, reducción de agua disponible y cambios en la biodiversidad ⁽³⁴⁾.
- En el caso específico de Chihuahua, se observa un aumento en la temperatura promedio, tanto máxima como mínima, así como una disminución en la precipitación, lo que indica una posible influencia del cambio climático en la región.
- Se espera que la sequía, exacerbada por fenómenos como El Niño, afecte la disponibilidad de agua y aumente el riesgo de incendios forestales y daños a los cultivos ⁽³⁵⁾.
- El municipio de Chihuahua enfrenta una alta vulnerabilidad al cambio climático debido a su ubicación geográfica y condiciones socioeconómicas, lo que requiere una gestión adecuada de los recursos hídricos y medidas de adaptación y mitigación para garantizar la resiliencia ante eventos climáticos extremos ⁽³⁶⁾.

6.1.2. Áreas de oportunidad

Para abordar la problemática del cambio climático y la gestión de los recursos hídricos en el municipio de Chihuahua a mediano y largo plazo, se sugiere implementar las siguientes acciones:

Desarrollo de políticas y estrategias integrales: Es necesario elaborar políticas y estrategias que aborden de manera integral los desafíos del cambio climático y la gestión del agua, considerando aspectos como la conservación de ecosistemas, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la promoción de prácticas sostenibles en sectores clave como la agricultura y la ganadería ⁽³⁷⁾.

Mejora de la infraestructura hídrica: Se deben realizar inversiones en infraestructura hídrica para mejorar la captación, almacenamiento y distribución del agua, así como para aumentar la eficiencia en su uso y reducir las pérdidas por fugas y filtraciones. Esto puede incluir la construcción de presas, represas, sistemas de riego eficientes y redes de distribución de agua potable.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Fomento de la adaptación y la resiliencia: Se deben implementar medidas de adaptación y resiliencia que permitan a la población y a los ecosistemas enfrentar y recuperarse de los impactos del cambio climático, como la promoción de prácticas agrícolas resilientes, la reforestación de áreas degradadas y la implementación de sistemas de alerta temprana para fenómenos climáticos extremos ⁽³⁷⁾.

Educación y concientización: Es fundamental promover la educación y la concientización sobre el cambio climático y la importancia de la gestión sostenible de los recursos hídricos, tanto entre la población como entre los tomadores de decisiones y los actores clave en el desarrollo urbano y rural.

Cooperación y colaboración: Se deben establecer mecanismos de cooperación y colaboración entre diferentes niveles de gobierno, sectores económicos, organizaciones civiles y la sociedad en general para enfrentar de manera efectiva los desafíos del cambio climático y la gestión del agua en el municipio de Chihuahua.

Monitoreo y evaluación: Es necesario establecer sistemas de monitoreo y evaluación para seguir de cerca los cambios en el clima y en los recursos hídricos, así como para evaluar la efectividad de las acciones implementadas y realizar ajustes según sea necesario en función de la evolución de la situación climática y las necesidades de la población.

6.2. Contaminación de los Recursos Hídricos

6.2.1. Problemática

La problemática de la contaminación de los recursos hídricos en el municipio de Chihuahua es multifacética y abarca tanto las fuentes superficiales como las subterráneas. Aquí hay algunas de las principales preocupaciones identificadas:

Contaminación de las fuentes superficiales: Los ríos Chuvíscar y Sacramento están experimentando altos niveles de contaminación debido a actividades humanas como la deforestación, la urbanización y la descarga de aguas residuales no tratadas desde asentamientos humanos y actividades agropecuarias ubicadas aguas arriba de las presas locales. Esta contaminación se manifiesta en forma de altos niveles de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Coliformes Fecales (CF), todos los cuales representan un riesgo para la salud pública y el medio ambiente local ⁽³⁸⁾.

Contaminación de las presas: Las presas locales, como Chuvíscar, Rejón y Chihuahua, corren el riesgo de contaminación debido a la actividad agropecuaria y los asentamientos humanos cercanos que vierten desechos en las vertientes dirigidas hacia los embalses.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Sobreexplotación de los acuíferos: El municipio depende en gran medida del agua subterránea para satisfacer su demanda de agua potable, pero los acuíferos están experimentando una sobreexplotación, lo que lleva a un déficit de agua y a una posible disminución en la calidad del agua subterránea.

Contaminantes en el agua subterránea: Los acuíferos que abastecen al municipio muestran naturalmente altos niveles de arsénico (As) y flúor (F), así como otros contaminantes como Sólidos Disueltos Totales (SDT), Coliformes Fecales (CF) y Nitratos (NO₃). La presencia de estos contaminantes en niveles elevados representa un riesgo para la salud humana y requiere medidas de mitigación ⁽³⁹⁾ ⁽⁴⁰⁾.

Actividad radioactiva en el agua subterránea: Se ha detectado actividad radioactiva alfa en los pozos que suministran agua a la ciudad, principalmente debido a la presencia de uranio (U) y radio (Ra) en niveles superiores a los permitidos para el consumo humano. Esta contaminación puede atribuirse a la geología local, incluida la proximidad a la cuenca uranífera de Peña Blanca ⁽⁴¹⁾.

6.2.2. Áreas de oportunidad

Existen diversas áreas de oportunidad que, si se vuelven acciones de manera coordinada y sistemática, el municipio de Chihuahua podría enfrentar eficazmente la problemática de la contaminación de los recursos hídricos y garantizar un suministro de agua seguro y sostenible para sus habitantes.

Mejora de la gestión de aguas residuales: Implementar sistemas de recolección y tratamiento de aguas residuales para prevenir su descarga directa en los ríos y presas. Esto puede incluir la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales y la promoción de prácticas de gestión sostenible de aguas residuales en áreas urbanas y rurales.

Regulación de actividades agrícolas y urbanas: Establecer regulaciones y políticas que controlen las actividades agrícolas y urbanas para prevenir la contaminación de las fuentes superficiales y subterráneas. Esto puede incluir la implementación de prácticas agrícolas sostenibles, la promoción de tecnologías de manejo de desechos y la zonificación adecuada para evitar la contaminación de áreas sensibles.

Conservación y recarga de acuíferos: Desarrollar e implementar programas de conservación y recarga de acuíferos para abordar la sobreexplotación y mejorar la calidad del agua subterránea. Esto puede incluir la implementación de técnicas de captación de agua de lluvia, la restauración de zonas de recarga y la promoción de prácticas agrícolas que minimicen la extracción de agua subterránea.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Tratamiento de agua: Invertir en sistemas de tratamiento de agua para reducir los niveles de contaminantes en el agua superficial y subterránea. Esto puede incluir la construcción de plantas de tratamiento de agua potable y la implementación de tecnologías de tratamiento avanzadas para eliminar contaminantes específicos como arsénico, flúor y nitratos.

Vigilancia y monitoreo continuo: Establecer programas de vigilancia y monitoreo continuo de la calidad del agua en todas las fuentes superficiales y subterráneas. Esto puede incluir la realización regular de pruebas de calidad del agua y la creación de sistemas de alerta temprana para detectar y responder rápidamente a cualquier problema de contaminación.

Educación y sensibilización: Promover la educación y sensibilización pública sobre la importancia de proteger los recursos hídricos y adoptar prácticas sostenibles de uso del agua.

Coordinación interinstitucional y participación comunitaria: Fomentar la coordinación y colaboración entre diferentes entidades gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y la comunidad local para abordar la problemática de manera integral y participativa.

6.3. Resiliencia Hídrica

6.3.1. Problemática

Los principales problemas derivados de la pérdida de resiliencia hídrica, causada por acciones antropogénicas y el cambio climático en el ciclo hidrológico, se manifiestan de diversas maneras:

Mayor frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos: El cambio climático provoca un aumento en la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos como inundaciones, sequías, vientos extremos, olas de calor y granizadas. Estos eventos pueden causar daños significativos a la infraestructura hídrica, provocar erosión del suelo, reducir la disponibilidad de agua y afectar la calidad del agua.

Variabilidad en los patrones de precipitación: Las proyecciones indican cambios en los patrones de precipitación, con algunas regiones experimentando disminuciones en la cantidad de lluvia y otras enfrentando episodios de lluvias torrenciales más intensas y frecuentes. Esta variabilidad puede afectar la disponibilidad de agua para abastecimiento humano, agricultura y otros usos, así como aumentar el riesgo de inundaciones y deslizamientos de tierra.

Incremento de la demanda de agua: El aumento de las temperaturas y la mayor frecuencia de olas de calor pueden aumentar la demanda de agua para usos domésticos, agrícolas e industriales. Esto ejerce presión adicional sobre los recursos hídricos existentes y puede llevar a conflictos por el acceso al agua entre diferentes sectores y comunidades ⁽⁴²⁾.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Impactos en la infraestructura y servicios de agua: La infraestructura hídrica, como presas, sistemas de distribución de agua y plantas de tratamiento, enfrenta desafíos debido a la mayor variabilidad climática y los eventos extremos. Las inundaciones pueden dañar la infraestructura, mientras que las sequías pueden reducir la capacidad de almacenamiento de agua y afectar la operación de las plantas de tratamiento.

Vulnerabilidad de sectores sensibles: Sectores como la agricultura, la ganadería, la salud pública y el desarrollo urbano son especialmente vulnerables a los impactos del cambio climático en el ciclo hidrológico. La disminución de la productividad agrícola, el estrés hídrico en la ganadería, el aumento de enfermedades relacionadas con el agua y la vulnerabilidad de los asentamientos humanos a inundaciones y deslizamientos de tierra son algunas de las preocupaciones principales ⁽²¹⁾.

6.3.2. Áreas de oportunidad

Para abordar esta problemática y mejorar la resiliencia hídrica del municipio de Chihuahua, se deben implementar medidas adaptativas y de gestión del riesgo que incluyan:

Desarrollo de infraestructura resistente y adaptable: Construcción y mantenimiento de infraestructura hídrica que pueda resistir y adaptarse a eventos climáticos extremos, como sistemas de drenaje urbano mejorados, presas y embalses diseñados para manejar flujos de agua variables, y sistemas de abastecimiento de agua potable más resilientes ⁽²⁹⁾.

Mejora de la gestión del agua: Implementación de medidas de gestión integrada de recursos hídricos que incluyan la conservación del agua, el uso eficiente y sostenible del agua, la recarga de acuíferos, la reutilización de aguas residuales tratadas y la promoción de prácticas agrícolas y urbanas sostenibles ⁽⁴³⁾.

Fortalecimiento de la capacidad de respuesta ante desastres: Desarrollo de planes de emergencia y respuesta ante desastres que aborden específicamente los riesgos hidrometeorológicos, incluyendo la evacuación de áreas vulnerables, la provisión de refugios seguros y la coordinación de recursos para la respuesta y recuperación.

Promoción de la educación y la conciencia pública: Sensibilización sobre los impactos del cambio climático en el ciclo hidrológico y la importancia de la conservación y el uso sostenible del agua, así como la capacitación de comunidades locales en medidas de adaptación y mitigación.

Cooperación y coordinación intersectorial: Fomento de la colaboración entre diferentes sectores y actores, incluyendo gobiernos locales, agencias gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, sector privado y comunidades locales, para desarrollar e implementar estrategias integrales de gestión del agua y adaptación al cambio climático.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Sistemas de Alerta Temprana: Implementar sistemas de alerta temprana para fenómenos como inundaciones, sequías, granizo, vientos fuertes y otros peligros identificados en el municipio.

Agricultura Climáticamente Inteligente: Fomentar prácticas agrícolas que usen el agua de manera eficiente, como el riego por goteo, la implementación de depósitos de agua y la formación de organizaciones agrícolas para la elaboración de planes de contingencia.

Inundaciones y Deslaves: Desarrollar planes de contingencia detallados, implementar sistemas de alerta temprana, mejorar la infraestructura de regulación de avenidas y control de erosión, aumentar la cobertura vegetal en las cuencas y promover el acceso a pagos por servicios ambientales.

Ganadería Extensiva: Desarrollar planes de contingencia para sequías, promover prácticas sostenibles en la ganadería, aumentar la cobertura vegetal en las cuencas y diversificar fuentes de agua.

Cambio y Uso de Suelo: Promover decretos para la creación de Áreas Naturales Protegidas, fortalecer los programas para la propagación de flora nativa, limitar el crecimiento de la mancha urbana y desarrollar programas de restauración ambiental en áreas degradadas.

Recomendaciones para Proteger la Sostenibilidad del Recurso Hídrico frente al Cambio Climático: Incluir acciones como la adquisición y operación de estaciones meteorológicas estratégicas, mejora de la infraestructura de drenajes pluviales y sanitarios, construcción de obras para la infiltración de agua de lluvia, promoción del uso sustentable del agua y otros. Estas acciones abordan diferentes aspectos clave para aumentar la resiliencia hídrica del municipio de Chihuahua, desde la gestión del agua hasta la planificación urbana y la educación ambiental. La colaboración entre diversos actores, tanto gubernamentales como de la sociedad civil, es fundamental para su implementación efectiva.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

7. Integración del Análisis del Marco Normativo

En el **capítulo 7. Integración del Análisis del Marco Normativo**, se está analizando cómo las leyes, regulaciones y políticas públicas regulan la gestión hídrica en el Municipio de Chihuahua. La región de estudio está sujeta a normativas a nivel federal, estatal y municipal, y busca alinearse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que buscan garantizar el acceso universal al agua potable y al saneamiento de aguas residuales.

La gestión efectiva del agua representa un desafío crucial en Chihuahua, donde la disponibilidad y calidad de este recurso vital son fundamentales para el bienestar de la comunidad y el desarrollo sostenible. En este contexto, se encuentra en proceso el análisis exhaustivo del marco normativo vigente a nivel federal, estatal y municipal, con el objetivo de comprender cómo estas regulaciones impactan en el uso y manejo del agua en la región. En este capítulo se presenta los problemas y oportunidades en materia de los recursos hídricos de dicho análisis.

La gestión del agua en el Municipio de Chihuahua ha sido y sigue siendo un tema de gran relevancia debido a la importancia estratégica de este recurso para la población y el desarrollo sostenible de la región. La zona se enfrenta a desafíos significativos en términos de disponibilidad, distribución equitativa, calidad y sostenibilidad de los recursos hídricos.

El marco normativo que regula la gestión del agua en Chihuahua es complejo y abarca normativas a nivel federal, estatal y municipal. A nivel federal, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece un esquema de gestión descentralizada de los recursos hídricos, con el gobierno federal como propietario de los recursos nacionales y las entidades subnacionales responsables de proveer agua ⁽⁴⁴⁾.

Dos leyes federales clave que regulan la gestión hídrica en México son la Ley de Aguas Nacionales (LAN) y la Ley Federal de Derechos (LFD). La LAN establece los principios y mecanismos para la gestión de los recursos hídricos, mientras que la LFD recauda tarifas relacionadas con la gestión de los recursos hídricos. Ambas leyes buscan regular la asignación de títulos de concesión y derechos de uso de agua, así como promover la sostenibilidad hidrológica y de los ecosistemas ^{(45) (46)}.

A nivel estatal, los gobiernos son responsables de diversas actividades relacionadas con los recursos hídricos, como la planificación, regulación y desarrollo de infraestructura, así como la prestación directa de servicios de agua y saneamiento en algunos casos. En muchos estados, la responsabilidad de fijar las tarifas cobradas por los proveedores de agua y saneamiento recae en los Congresos estatales, aunque en algunos casos esta autoridad ha sido delegada a las comisiones estatales del agua.

A nivel municipal, se establecen las bases para la prestación de servicios de agua y saneamiento, otorgando facultades a los municipios para realizar tareas de abastecimiento,

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

tratamiento y desalojo de agua. Los municipios pueden otorgar concesiones a entidades operadoras de agua potable y saneamiento, públicas, privadas o mixtas, para ejecutar estas tareas. En este contexto, los municipios son responsables de la prestación directa de servicios de agua potable y saneamiento, ya sea a través de organismos descentralizados o mediante la creación de organismos operadores de agua potable y saneamiento. Estos organismos tienen la responsabilidad de brindar servicios de calidad a los ciudadanos y cumplir con las normativas vigentes en materia de agua y saneamiento. En las regiones urbanas más densamente pobladas de México, los organismos descentralizados o paramunicipales son responsables de brindar servicios de agua y exhiben diversas competencias técnicas, comerciales, financieras y administrativas.

7.1. Problemática

Los principales problemas o desafíos que se presentan debido al marco normativo que se tiene en el municipio de Chihuahua para establecer un PMH son los siguientes:

Complejidad normativa: El marco normativo que regula la gestión del agua en Chihuahua es complejo y abarca normativas a nivel federal, estatal y municipal, lo que puede dificultar su aplicación efectiva y coordinada.

Descentralización y responsabilidades institucionales: A nivel federal, la gestión del agua sigue un esquema descentralizado, con el gobierno federal como propietario de los recursos hídricos nacionales y los gobiernos estatales y municipales responsables de proveer agua a la población. Esta descentralización puede plantear desafíos en términos de coordinación y asignación de responsabilidades entre los diferentes niveles de gobierno.

Regulación y tarifas: La Ley de Aguas Nacionales (LAN) y la Ley Federal de Derechos (LFD) son leyes federales clave que regulan la gestión hídrica en México. Estas leyes buscan regular la asignación de títulos de concesión y derechos de uso de agua, así como promover la sostenibilidad hidrológica y de los ecosistemas. Sin embargo, la aplicación de estas leyes y la fijación de tarifas relacionadas con la gestión de los recursos hídricos pueden plantear desafíos en términos de equidad y eficiencia. La falta de aplicación o implementación de las regulaciones genera una competencia por los diferentes usos y derechos de los recursos hídricos.

División de responsabilidades: A nivel municipal, los municipios son responsables de la prestación de servicios de agua y saneamiento, lo que incluye tareas como el abastecimiento, tratamiento y desalojo de agua. La delegación de estas responsabilidades a organismos operadores como en este caso es la JMAS puede plantear desafíos en términos de supervisión y cumplimiento de normativas, debido a que el organismo operador solamente opera en la mancha urbana y existen más de 300 localidades fuera de esta zona que reciben los servicios de agua potable y saneamiento por parte de la JCAS u otra institución.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Falta de implementación de las regulaciones: A pesar de contarse con un marco normativo, existe una falta de implementación efectiva de las regulaciones relacionadas con la gestión del agua. Esto puede deberse a limitaciones en la capacidad institucional, falta de recursos u otros factores, lo que dificulta la aplicación adecuada de las leyes y reglamentos existentes.

Falta de manejo de los escurrimientos pluviales: A nivel municipal debido a la complejidad normativa, existe la falta de una institución que pueda regular el adecuado manejo de los escurrimientos pluviales.

7.2. Áreas de Oportunidad

Para abordar esta problemática y mejorar la implementación de la normatividad del municipio de Chihuahua en relación con los recursos hídricos, se encontraron las siguientes alternativas:

Simplificación normativa: Buscar simplificar el marco normativo relacionado con la gestión del agua, de manera que sea más fácil de entender y aplicar por parte de los diferentes actores involucrados y las instituciones reguladoras. Realizar una revisión selectiva para identificar y corregir áreas que puedan estar causando problemas o dificultades en la aplicación. Esto podría incluir la eliminación de duplicidades, la actualización de regulaciones obsoletas y la clarificación de disposiciones ambiguas.

Fortalecimiento institucional: Mejorar la coordinación entre los diferentes niveles de gobierno (federal, estatal y municipal) para asegurar una implementación efectiva de las regulaciones y una asignación clara de responsabilidades.

Educación y sensibilización: Promover la educación y sensibilización sobre la importancia del agua y la existencia de la normativa que permite conocer que es lícito.

Mejora en el manejo de los escurrimientos pluviales: Establecer mecanismos para un adecuado manejo de los escurrimientos pluviales, incluyendo la conformación de una institución encargada de los escurrimientos pluviales en la zona urbana u otorgarle la responsabilidad a una de las ya existentes que permita la construcción de infraestructura adecuada y la implementación de prácticas sostenibles de gestión del agua con el objetivo de prevenir inundaciones y garantizar un uso adecuado de este recurso.

Mayor participación ciudadana: Fomentar la participación ciudadana en la elaboración, revisión y seguimiento de la normativa relacionada con la gestión del agua. Esto podría ayudar a identificar áreas de mejora y a garantizar que las regulaciones reflejen las necesidades y preocupaciones de la comunidad.

Fortalecimiento de capacidades: Fortalecer las capacidades de las instituciones responsables de la gestión del agua proporcionándoles los recursos y la capacitación necesaria. Esto ayudaría a mejorar la implementación y cumplimiento de las regulaciones existentes.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Implementación de sistemas de monitoreo y seguimiento: Establecer sistemas de monitoreo y seguimiento para evaluar el cumplimiento de las regulaciones y el impacto de las medidas implementadas en la gestión del agua.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

8. Integración del Análisis de Aguas Subterráneas

En el **capítulo 8. Integración del Análisis de Aguas Subterráneas**, se analiza las aguas subterráneas en el municipio de Chihuahua, con un enfoque en los acuíferos principales que actualmente proveen el suministro de agua. Si bien todos los capítulos han abordado el tema del agua subterránea, dada su importancia como la principal fuente de todos los usos, es crucial presentar la problemática más relevante identificada que debe incluirse en las acciones para abordar el PMH. Es importante señalar que el alcance del análisis de información no incluye la validación o verificación de los datos proporcionados. Por lo tanto, en el capítulo octavo se hace referencia a la fuente del estudio, dato o información presentada en este documento para cualquier duda o aclaración.

La problemática más significativa identificada en relación con las aguas subterráneas en el municipio de Chihuahua es la sobreexplotación de los acuíferos. Esta se caracteriza por el uso excesivo de agua subterránea, superando la capacidad de recarga natural del acuífero y resultando en una disminución en el nivel del agua subterránea y la degradación de su calidad.

Esta problemática se ve agravada por diversas razones, como el crecimiento demográfico, el desarrollo urbano no planificado, la expansión de la agricultura y la falta de regulación y control en la extracción de agua subterránea.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

8.1. Acuífero Chihuahua-Sacramento (ACHS)

8.1.1. Problemática

Según el Registro Público de Derechos de Agua (REPD) ⁽⁸⁾ hasta el 31 de diciembre de 2023, se tienen registrados 356 aprovechamientos de agua subterránea en el acuífero Chihuahua-Sacramento, con un volumen autorizado de 151,918,276.8 m³ anuales. De estos, 50 corresponden a aprovechamientos identificados como folios 8 (Tabla 7); estos son los aprovechamientos que no cuentan con una asignación o título de concesión, ya que se encuentran en lo que anteriormente se denominaba "zona de libre alumbramiento".

Tabla 7. Resumen de aprovechamientos con folio 8 registrados en el ACHS. Fuente: elaboración propia con datos del REPD ⁽⁸⁾.

FOLIOS 8		
Uso	No. Aprovechamientos	Volumen (m ³ /año)
AGRICOLA	32	2,209,534
INDUSTRIAL	6	2,006,137
PUBLICO		
URBANO	2	116,000
DOMESTICO	2	4,720
SERVICIOS	1	4,000
OTROS	7	282,968.8
Total	50	4,623,359.8

En cuanto al volumen autorizado para la extracción de agua del acuífero Chihuahua-Sacramento (ACHS) destinado al uso público urbano, específicamente otorgado al organismo operador (JMAS), este representa el 85% del total del volumen de agua subterránea, como se indica en la Figura 14. El uso agrícola e industrial tiene porcentajes similares (7 y 6% respectivamente). Este dato es relevante, ya que la gestión de este acuífero y la política pública del organismo operador son determinantes para garantizar su sostenibilidad.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

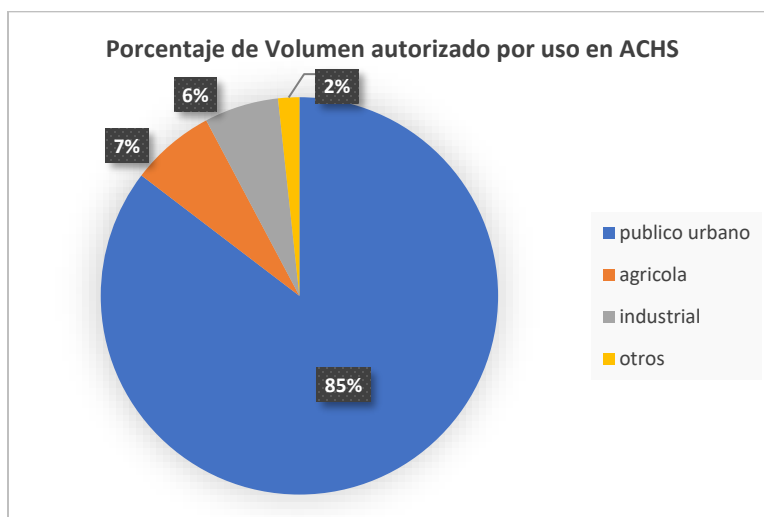


Figura 14. Volúmenes autorizados por uso de forma anual en el ACHS. Fuente: elaboración propia con datos del REPDA ⁽⁸⁾.

Dado que no se dispone de un censo actualizado, y considerando que el uso más importante del agua subterránea es el público urbano, se estima que el 48% del agua subterránea extraída y suministrada a la ciudad proviene del acuífero Chihuahua-Sacramento (ACHS). Sin embargo, este porcentaje solo representa el 49% del volumen autorizado que el organismo operador tiene para utilizar del ACHS.

Otro uso significativo, debido a su ubicación en la zona de influencia de la mancha urbana, es el industrial, con un volumen autorizado de extracción en el ACHS de 9,184,670 m³. Sería importante integrar o estructurar la información de los aprovechamientos de este uso para proporcionar certidumbre a la actividad económica industrial, que es uno de los principales contribuyentes al Producto Interno Bruto (PIB) del municipio a través de las maquiladoras.

La problemática principal que debe abordarse en el acuífero Chihuahua-Sacramento para un PMH se puede identificar a partir de varios elementos del análisis proporcionado:

Falta de generación de datos sistemáticos: Existe una falta de generación sistemática y continua de datos de todas las variables necesarias para analizar la evolución del almacenamiento de agua en el acuífero, incluyendo el número de pozos y sus usos, así como el volumen real extraído. Para abordar esta carencia, es necesario impulsar la obligatoriedad de la norma NMX AA 179 SCFI 2018 ⁽⁴⁷⁾, la cual establece los lineamientos para la medición de volúmenes de aguas nacionales usados, explotados o aprovechados.

Estimación de recarga actualizada: El volumen utilizado para realizar el balance y determinar la disponibilidad "ha permanecido constante", como se ejemplifica en el año 2015 con un valor de 56.6

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Mm³/anuales, que se mantiene sin cambios en la publicación fechada en el 2024. Esto ocurre a pesar de las tendencias de disminución de precipitación (que se utilizan para estimar este volumen) y la falta de datos representativos ⁽⁴⁷⁾.

Variabilidad en los parámetros hidráulicos: Se observa una amplia variabilidad en los parámetros hidráulicos, como la transmisividad y la conductividad hidráulica. Estos parámetros, al igual que la estimación de recarga, no se han enriquecido con la integración de datos existentes de los estudios técnicos realizados por diferentes instituciones. Esta falta de integración impacta en la complejidad de la dinámica del acuífero, lo que a su vez afecta la representación de las simulaciones realizadas en modelos.

Censo de aprovechamientos y volumen autorizado de extracción: Aunque se han realizado censos de aprovechamientos, la información disponible no está actualizada, lo que dificulta una gestión precisa de la extracción de agua subterránea. Además, el volumen autorizado de extracción puede estar desactualizado o tener diferencias con los volúmenes utilizados, lo que podría llevar a sub o sobre estimación de la condición de la sobreexplotación del acuífero si no se gestiona adecuadamente.

Impacto del uso público urbano e industrial: El uso público urbano representa la mayor parte significativa del volumen autorizado de extracción, lo que puede ejercer presión sobre el acuífero por lo cual se requiere que en el organismo operador (JMAS) se desarrolle capacidades para dar evaluación y seguimiento a acciones. Además, el uso industrial también tiene un impacto importante y necesita integrarse la información de los pozos particulares, así como generar información para garantizar su sostenibilidad, por parte de los administradores de los parques industriales.

Indicadores de sistemas de flujo: Los indicadores de sistemas de flujo, como la piezometría, no se actualizan de manera sistemática, lo que impide mostrar las evoluciones reales en el sistema de flujo o la complejidad en la dinámica del agua subterránea, con zonas de recarga y descarga claramente identificadas. La gestión efectiva del acuífero requerirá una comprensión detallada de estos sistemas de flujo.

Hidro geoquímica y calidad del agua: Se han identificado problemas de calidad del agua, como la presencia de minerales disueltos y metales pesados en algunas áreas del acuífero. Esto puede representar un riesgo para la salud humana y el medio ambiente y requiere una atención específica en la gestión del recurso ⁽⁴⁹⁾.

Balance hídrico y disponibilidad de agua: La información sobre el balance hídrico y la disponibilidad de agua subterránea es fundamental para una gestión sostenible del acuífero. Sin embargo, la falta de datos actualizados no permite la evaluación precisa de la situación y la implementación de medidas de gestión adecuadas.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

8.2. Acuífero Tabalaopa-Aldama (ATA)

8.2.1. Problemática

Según el Registro Público de Derechos de Agua (REPDa) ⁽⁸⁾ hasta el 31 de diciembre de 2023, se tienen registrados 389 aprovechamientos de agua subterránea en el acuífero Tabalaopa-Aldama con un volumen autorizado de 164,649,052.8 m³ anuales. De estos, 55 corresponden a aprovechamientos identificados como folios 8 (Tabla 8); estos son los aprovechamientos que no cuentan con una asignación o título de concesión, ya que se encuentran en lo que anteriormente se denominaba "zona de libre alumbramiento".

Tabla 8. Resumen de aprovechamientos con folio 8 registrados en el ATA. Fuente: elaboración propia con datos del REPDa (8).

FOLIOS 8		
Uso	No. Aprovechamientos	Volumen (m ³ /año)
AGRICOLA	40	5,978,817
INDUSTRIAL	2	224,000
PUBLICO URBANO	1	15,000
DOMESTICO	3	2,262.5
SERVICIOS	4	470,000
OTROS	5	103,371.87
Total	55	6,793,451.37

En relación con el volumen autorizado para la extracción de agua del ATA destinado al uso público urbano, este representa el 81% del total del volumen de agua subterránea. Según la publicación de disponibilidad de CONAGUA en 2016, la extracción alcanzó los 75.1 millones de m³ anuales, lo que significa un incremento del doble en la autorización de extracción respecto al año anterior, cuando el volumen para uso público urbano representaba solo el 42%.

De acuerdo con los datos del organismo operador, se extrae un volumen promedio anual de 43,291,359 m³, lo que equivale al 27% del volumen autorizado para todas las formas de uso del ATA. Como se muestra en la Figura 15, el uso industrial es insignificante, representando menos del 1%, mientras que el uso agrícola tiene un volumen autorizado del 17%. Estos datos son relevantes para

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

la gestión de este acuífero, ya que la política pública del organismo operador juega un papel determinante en la sostenibilidad de este recurso hídrico.

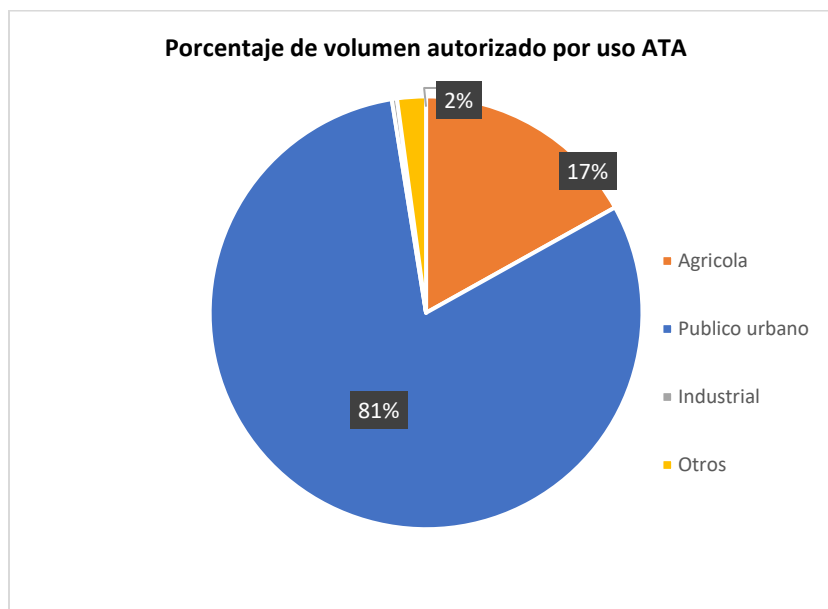


Figura 15. Volúmenes autorizados por uso de forma anual en el ATA. Fuente: elaboración propia con datos del REPDA ⁽⁸⁾.

La problemática más importante identificada en el acuífero Tabalaopa-Aldama que impacta en el PMH se puede resumir en los siguientes puntos:

Falta de generación de datos sistemáticos: Existe una falta de generación sistemática y continua de datos de todas las variables necesarias para analizar la evolución del almacenamiento de agua en el acuífero, incluyendo el número de pozos y sus usos, así como el volumen real extraído. Para abordar esta carencia, es necesario impulsar la obligatoriedad de la norma NMX AA 179 SCFI 2018 ⁽⁴⁷⁾, la cual establece los lineamientos para la medición de volúmenes de aguas nacionales usados, explotados o aprovechados.

Estimación de recarga actualizada: El volumen utilizado para realizar el balance y determinar la disponibilidad "ha permanecido constante", como se ejemplifica en el año 2015 con un valor de 76.65 Mm³/anuales, que se mantiene sin cambios en la publicación fechada en el 2024. Esto ocurre a pesar de las tendencias de disminución de precipitación (que se utilizan para estimar este volumen) y la falta de datos representativos ⁽⁴⁷⁾.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Variabilidad en los parámetros hidráulicos: Se observa una amplia variabilidad en los parámetros hidráulicos, como la transmisividad y la conductividad hidráulica. Estos parámetros, al igual que la estimación de recarga, no se han enriquecido con la integración de datos existentes de los estudios técnicos realizados por diferentes instituciones. Esta falta de integración impacta en la complejidad de la dinámica del acuífero, lo que a su vez afecta la representación de las simulaciones realizadas en modelos.

Censo de aprovechamientos y volumen autorizado de extracción: Aunque se han realizado censos de aprovechamientos, la información disponible no está actualizada, lo que dificulta una gestión precisa de la extracción de agua subterránea. Además, el volumen autorizado de extracción puede estar desactualizado o tener diferencias con los volúmenes utilizados, lo que podría llevar a sub o sobre estimación de la condición de la sobreexplotación del acuífero si no se gestiona adecuadamente.

Indicadores de sistemas de flujo: Los indicadores de sistemas de flujo, como la piezometría, no se actualizan de manera sistemática, lo que impide mostrar las evoluciones reales en el sistema de flujo o la complejidad en la dinámica del agua subterránea, con zonas de recarga y descarga claramente identificadas. La gestión efectiva del acuífero requerirá una comprensión detallada de estos sistemas de flujo.

Hidro geoquímica y calidad del agua: Se han identificado problemas de calidad del agua, como la presencia de minerales disueltos y metales pesados en algunas áreas del acuífero. Esto puede representar un riesgo para la salud humana y el medio ambiente y requiere una atención específica en la gestión del recurso ⁽⁴⁸⁾.

Balance hídrico y disponibilidad de agua: La información sobre el balance hídrico y la disponibilidad de agua subterránea es fundamental para una gestión sostenible del acuífero. Sin embargo, la falta de datos actualizados no permite la evaluación precisa de la situación y la implementación de medidas de gestión adecuadas.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

8.3. Acuífero El Sauz-Encinillas (ASE)

8.3.1. Problemática

Según el Registro Público de Derechos de Agua (REPDa) ⁽⁸⁾ hasta el 31 de diciembre de 2023 se tienen registrados 516 aprovechamientos de agua subterránea con un volumen autorizado de 201,973,291.14 m³/anuales. De estos, 129 corresponden a aprovechamientos identificados como folios 8 (Tabla 9); estos son los aprovechamientos que no cuentan con una asignación o título de concesión, ya que se encuentran en lo que anteriormente se denominaba "zona de libre alumbramiento".

Tabla 9. Resumen de aprovechamientos con folio 8 registrados en el ASE. Fuente: elaboración propia con datos del REPDa (8).

FOLIOS 8		
Uso	No. Aprovechamientos	Volumen (m ³ /año)
AGRICOLA	116	20,957,790.7
INDUSTRIAL	0	0
PUBLICO URBANO	1	30,000
DOMESTICO	2	1,941
SERVICIOS	1	20,000
OTROS	9	513,156
Total	129	21,522,887.74

En el ASE, el volumen autorizado para la extracción de agua destinado al uso público urbano representa el 67% del total del volumen de agua subterránea disponible. Este volumen autorizado específico para uso urbano asciende a 134,420,240 m³. Por otro lado, el uso agrícola ha experimentado un notable aumento en la autorización de extracción, alcanzando un volumen de 61,231,220.1 m³, según los registros del Registro Público de Derechos de Agua (REPDa), específicamente con los folios 8 (Figura 16).

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

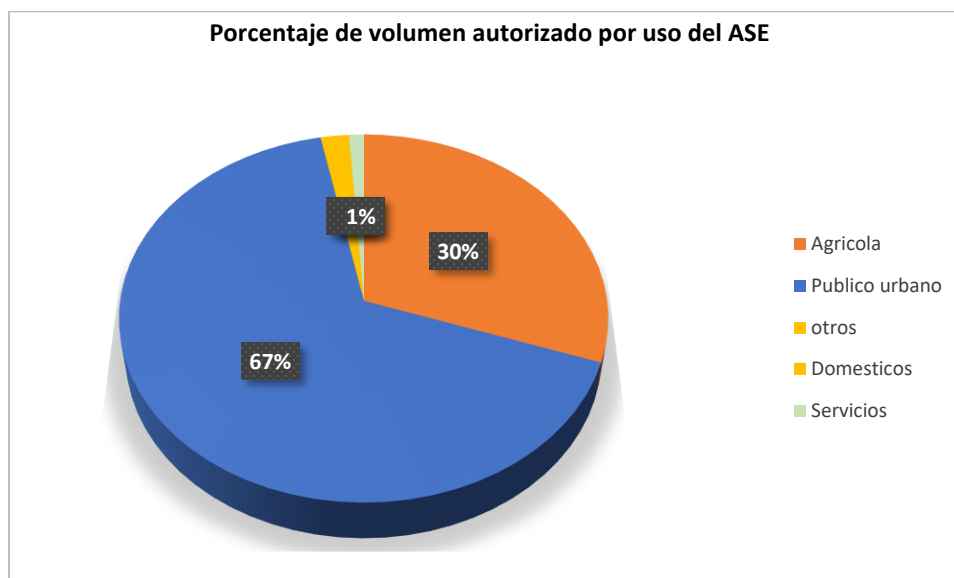


Figura 16. Volúmenes autorizados por uso de forma anual en el ASE. Fuente: elaboración propia con datos del REPDA ⁽⁸⁾.

La problemática identificada en el acuífero Sauz-Encinillas que impacta en la implementación del plan municipal hídrico puede dividirse en varias áreas clave:

Falta de generación de datos sistemáticos: Existe una falta de generación sistemática y continua de datos de todas las variables necesarias para analizar la evolución del almacenamiento de agua en el acuífero, incluyendo el número de pozos y sus usos, así como el volumen real extraído. Para abordar esta carencia, es necesario impulsar la obligatoriedad de la norma NMX AA 179 SCFI 2018 ⁽⁴⁷⁾, la cual establece los lineamientos para la medición de volúmenes de aguas nacionales usados, explotados o aprovechados.

Heterogeneidad y anisotropía del sistema acuífero: La naturaleza heterogénea del acuífero, con estratos de baja permeabilidad interdigitados, puede dificultar la gestión eficiente del agua subterránea. Esta heterogeneidad puede influir en la distribución y movimiento del agua, lo que complica la predicción de la disponibilidad y la implementación de medidas de gestión ⁽⁵⁰⁾.

Explotación no sostenible: La sobreexplotación del acuífero, especialmente para uso agrícola y público urbano, ha llevado a un déficit en la disponibilidad de agua subterránea. Los volúmenes autorizados de extracción superan la recarga natural del acuífero, lo que ha generado un agotamiento de los recursos hídricos subterráneos ⁽⁷⁾.

Estimación de recarga actualizada: El volumen utilizado para realizar el balance y determinar la disponibilidad "ha permanecido constante", como se ejemplifica en el año 2015 con un valor de 62.4 Mm³/anuales, que se mantiene sin cambios en la publicación fechada en el 2024.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Esto ocurre a pesar de las tendencias de disminución de precipitación (que se utilizan para estimar este volumen) y la falta de datos representativos ⁽⁴⁷⁾.

Variabilidad en los parámetros hidráulicos: Se observa una amplia variabilidad en los parámetros hidráulicos, como la transmisividad y la conductividad hidráulica. Estos parámetros, al igual que la estimación de recarga, no se han enriquecido con la integración de datos existentes de los estudios técnicos realizados por diferentes instituciones. Esta falta de integración impacta en la complejidad de la dinámica del acuífero, lo que a su vez afecta la representación de las simulaciones realizadas en modelos.

Censo de aprovechamientos y volumen autorizado de extracción: Aunque se han realizado censos de aprovechamientos, la información disponible no está actualizada, lo que dificulta una gestión precisa de la extracción de agua subterránea. Además, el volumen autorizado de extracción puede estar desactualizado o tener diferencias con los volúmenes utilizados, lo que podría llevar a sub o sobre estimación de la condición de la sobreexplotación del acuífero si no se gestiona adecuadamente.

Indicadores de sistemas de flujo: Los indicadores de sistemas de flujo, como la piezometría, no se actualizan de manera sistemática, lo que impide mostrar las evoluciones reales en el sistema de flujo o la complejidad en la dinámica del agua subterránea, con zonas de recarga y descarga claramente identificadas. La gestión efectiva del acuífero requerirá una comprensión detallada de estos sistemas de flujo.

Hidro geoquímica y calidad del agua: Se han identificado problemas de calidad del agua, como la presencia de minerales disueltos y metales pesados en algunas áreas del acuífero. Esto puede representar un riesgo para la salud humana y el medio ambiente y requiere una atención específica en la gestión del recurso ^{(51) (52)}.

Balance hídrico y disponibilidad de agua: La información sobre el balance hídrico y la disponibilidad de agua subterránea es fundamental para una gestión sostenible del acuífero. Sin embargo, la falta de datos actualizados no permite la evaluación precisa de la situación y la implementación de medidas de gestión adecuadas.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

8.4. Áreas de Oportunidad para los Acuíferos

Se determinaron las siguientes áreas de oportunidad y acciones posibles para abordar la problemática identificada y promover una gestión sostenible del recurso hídrico en el ámbito municipal:

Generación de datos sistemáticos: Establecer programas de monitoreo continuo para recopilar datos sobre variables clave.

Actualización de la estimación de recarga: Realizar estudios actualizados para estimar la recarga de los acuíferos, teniendo en cuenta las tendencias de disminución de precipitación y utilizando datos representativos. Integrar datos existentes de estudios técnicos realizados por diversas instituciones para enriquecer esta estimación.

Mejora de la comprensión de los parámetros hidráulicos: Realizar análisis detallados de los parámetros hidráulicos, como transmisividad y conductividad hidráulica, para comprender mejor la dinámica del acuífero. Integrar datos de estudios técnicos previos para mejorar la representación en modelos de simulación.

Actualización del censo de aprovechamientos y volumen autorizado de extracción: Realizar censos actualizados de los aprovechamientos de agua subterránea y mantener actualizada la información sobre el volumen autorizado de extracción.

Gestión del uso público urbano, agrícola e industrial: Desarrollar capacidades en el organismo operador, presidencia municipal, desarrollo rural y demás administradores para evaluar y dar seguimiento a las acciones relacionadas con el uso público urbano e industrial del agua subterránea. Integrar información de pozos particulares y generar datos para garantizar la sostenibilidad de los parques industriales.

Monitoreo de indicadores de sistemas de flujo: Establecer un sistema de monitoreo sistemático de la piezometría y otros indicadores de sistemas de flujo para comprender mejor la dinámica del agua subterránea, incluyendo zonas de recarga y descarga.

Monitoreo y mejora de la calidad del agua: Establecer un sistema de monitoreo sistemático e implementar medidas para abordar problemas de calidad del agua, como la presencia de minerales disueltos y metales pesados. Esto puede incluir programas de tratamiento y acciones para prevenir la contaminación.

Evaluación del balance hídrico y disponibilidad de agua: Realizar evaluaciones del balance hídrico y la disponibilidad de agua subterránea con datos actualizados, para informar la gestión sostenible del acuífero. Esto implica la recopilación y análisis continuo de datos para tomar decisiones informadas.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Regulación y control de la extracción de agua: Implementar medidas para regular y controlar la extracción de agua subterránea, incluyendo la implementación de permisos de extracción, límites de extracción basados en estudios científicos, y monitoreo continuo de los niveles y calidad del agua subterránea.

Recarga inducida de acuíferos: Desarrollar estudios para idoneidad y programas de recarga inducida de acuíferos, que determinen el mejor método de recarga de acuerdo con la normatividad vigente ^{(53) (54)} y donde se pueda constatar los resultados, mediante el monitoreo. Es crucial evitar impactos negativos al no contar con estudios específicos y especializados sobre los procesos de infiltración de agua, que podrían proporcionar volúmenes reales de recarga. El objetivo es disminuir el descenso de la recarga natural de los acuíferos y restaurar los niveles de agua subterránea.

Promoción de prácticas agrícolas sostenibles: Fomentar el uso eficiente del agua en la agricultura mediante la adopción de prácticas de riego eficientes, la implementación de técnicas de agricultura de conservación, y la diversificación de cultivos menos intensivos en el uso de agua.

Reforestación y manejo de cuencas hidrográficas: Implementar programas de reforestación y manejo de cuencas hidrográficas para disminuir la erosión del suelo y favorecer la infiltración de agua, reducir la escorrentía superficial y mejorar la calidad del agua subterránea.

Desarrollo de infraestructura para el tratamiento de agua subterránea: Invertir en tecnologías de tratamiento de agua subterránea para mejorar su calidad y reducir la contaminación por nitratos, pesticidas y otros contaminantes.

Promoción de la participación comunitaria y la conciencia pública: Involucrar a la comunidad en la gestión y conservación de los recursos hídricos subterráneos a través de programas de educación ambiental, participación ciudadana en la toma de decisiones y la promoción de prácticas de uso responsable del agua.

Reglamentación y gestión mediante la operación del COTAS Metropolitano. Se requiere implementar los procesos de interacción para la generación de datos, integración de información, responsabilidades de seguimiento y evaluación sistemática.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

9. Integración del Análisis de Aguas Superficiales

En el **capítulo 9. Integración del Análisis de Aguas Superficiales**, se analiza las aguas superficiales a diferentes escalas, desde cuencas hasta unidades hidrológicas, abordando aspectos como la precipitación pluvial, los escurrimientos y los gastos máximos por periodo de retorno. Esta integración es fundamental para realizar un análisis hidrológico completo de la zona de estudio y para gestionar de manera adecuada y sostenible el recurso hídrico en el municipio. La información detallada obtenida a través de este análisis es crucial para la toma de decisiones en la gestión hídrica y la planificación urbana, permitiendo el diseño de infraestructuras para controlar inundaciones y almacenar agua, asegurando un suministro adecuado incluso en periodos de sequía. En la Tabla 10 se observa los volúmenes promedio de escurrimiento obtenidos para los cauces principales.

Tabla 10. Volúmenes de escurrimiento promedio por cada uno de los cauces en estudio. Fuente: elaboración propia.

ID	Nombre	Volumen de escurrimiento promedio por cuenca (hm ³)
C-1	Río Sacramento	172.757
C-1.13	Río Chuvíscar	50.028
C-1.14	Arroyo Nogales Sur	21.254
C-1.8	Arroyo Mimbres Sur	4.445
C-1.14.1	Arroyo Concordia 1	4.082
C-1.6	Arroyo El Picacho	3.701
C-1.13.1	Arroyo La Cantera	3.196
C-1.9	Arroyo Galera Sur	2.864
C-1.11	Arroyo Marmol	2.741
C-1.5	Arroyo Nogales Norte	2.524
C-1.1	Arroyo La Noria	2.319
C-1.4	Arroyo Los Arcos	1.977
C-1.3	Arroyo El Alamo	1.901
C-1.12	Arroyo Concordia 2	1.900
C-1.8.1	Arroyo Saucito 1	1.819
C-1.13.7	Arroyo El Chamizal	1.667
C-1.2	Arroyo Mimbres Norte 2	1.330
C-1.13.2	Arroyo Plaza de Toros	1.285
C-1.2.1	Arroyo Mimbres Norte 1	1.044
C-1.7	Arroyo Magallanes	1.007
C-1.10	Arroyo San Rafael	0.994
C-1.9.1	Arroyo Galera Norte	0.957
C-1.13.5	Arroyo El Barro	0.901
C-1.13.4	Arroyo Las Malvinas	0.878
C-1.13.8	Arroyo La Manteca	0.739
C-1.13.6	Arroyo La Canoa	0.646
C-1.13.3	Arroyo Los Temporales	0.575
C-1.8.1.1	Arroyo Saucito 2	0.250

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

En la Figura 17 se muestran los volúmenes anuales esperados de escurrimiento de los tres principales cauces de la ciudad de Chihuahua.

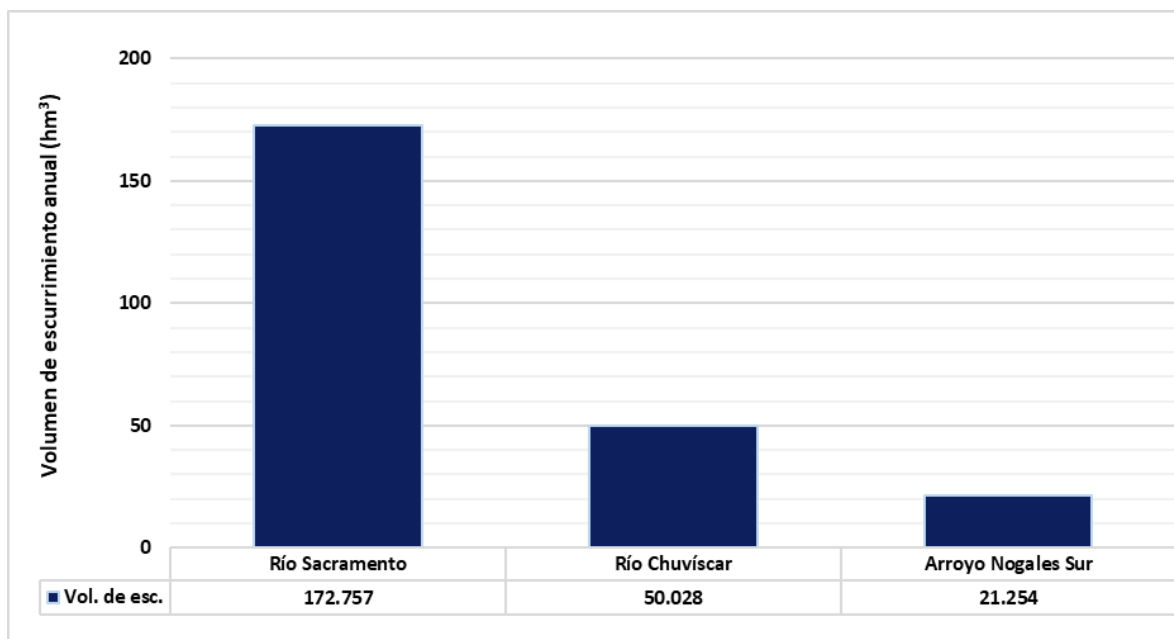


Figura 17. Volúmenes de escurrimiento promedio de los tres cauces principales de la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia

En la Figura 18 se muestran los valores para los arroyos principales de la ciudad de Chihuahua. Es importante señalar que, debido al orden tributario considerado para el análisis de los cauces, los volúmenes de estos no deben ser sumados para obtener un total. El volumen total escurrido corresponde al del río Sacramento, considerado como el cauce principal en estudio. Además, a modo de ejemplo, el volumen escurrido por el arroyo Saucito 2 está incluido en el volumen escurrido por el arroyo Saucito 1, y ambos a su vez están considerados en el volumen escurrido por el arroyo Mimbres Sur.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

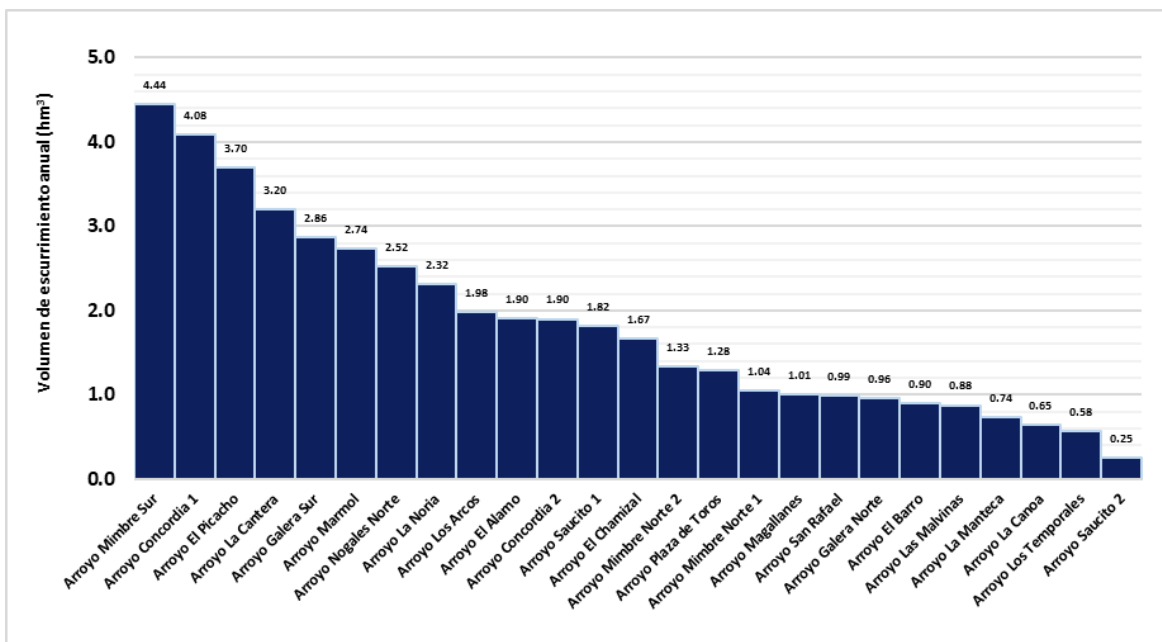


Figura 18. Volúmenes de escurrimiento promedio de arroyos principales. Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con las Figuras anteriores es notorio que el volumen de escurrimiento de los diversos ríos y arroyos varía ampliamente con valores desde 0.25 y 0.58 Hm³ al año en algunos de los cauces más pequeños en análisis, hasta 172.75, 50.03 y 21.25 Hm³ al año en los tres cauces principales. Por tanto, al momento de analizar opciones de manejo y aprovechamiento de volumen, deberá tenerse en cuenta las particularidades del cauce que se desee intervenir.

9.1. Problemática

La disponibilidad de agua en el municipio de Chihuahua está influenciada por varios factores, incluyendo la precipitación pluvial, los escurrimientos superficiales y la recarga de acuíferos. Sin embargo, debido a la variabilidad climática y la presión sobre los recursos hídricos, la disponibilidad de agua puede fluctuar significativamente a lo largo del tiempo y en diferentes áreas del municipio. Los principales problemas identificados con las aguas superficiales en el municipio de Chihuahua son:

Precipitación pluvial: La cantidad de agua disponible está estrechamente relacionada con los patrones de precipitación en la región. Las lluvias pueden recargar los cuerpos de agua superficiales

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

y contribuir a la recarga de los acuíferos. Sin embargo, los patrones variables de precipitación pueden ocasionar una gran variabilidad en los volúmenes disponibles.

Inundaciones en la zona urbana: Las precipitaciones, por el tipo de tormenta, consideradas de alta intensidad y corta duración provocan desbordes de ríos y arroyos, causando inundaciones en diversas partes de la ciudad de Chihuahua.

Impactos sociales: Las inundaciones tienen impactos significativos en la sociedad, afectando la vida cotidiana de los habitantes y la infraestructura urbana.

Fenómenos perturbadores: Se registran diversos fenómenos hidrometeorológicos y geológicos, como inundaciones pluviales y fluviales, sequías, heladas, ondas gélidas, tormentas eléctricas y de nieve, así como inestabilidad de laderas, hundimientos y sismos.

Atlas de riesgos: El Atlas de Riesgos del municipio de Chihuahua⁽⁵⁵⁾ recopila información sobre estos fenómenos, lo que ayuda a comprender mejor sus impactos y tomar medidas de mitigación. Es necesario tenerlo disponible para la población y los técnicos, especialmente para los proyectistas que realizan propuestas de redirección o encauzamiento de arroyos.

Análisis del drenaje pluvial: Es necesario actualizar la capacidad de los sistemas de drenaje pluvial existentes para hacer frente al flujo de agua durante eventos de lluvia intensa y para identificar zonas críticas y vulnerables a inundaciones. El último plan con el que se cuenta es el Plan Sectorial de Agua Pluvial Municipio de Chihuahua⁽⁵⁶⁾.

Infraestructura de drenaje pluvial: Se necesita actualización del catastro y sus condiciones para realizar un análisis detallado de la infraestructura de drenaje de los principales cauces, como el río Sacramento y el río Chuvíscar, para garantizar su eficacia y capacidad para manejar el flujo de agua.

Zonas críticas y vulnerables: Se identifican arroyos de mayor impacto sobre la ciudad, como el Mimbres Sur, La Concordia, El Picacho, La Cantera y Nogales Norte, que requieren una atención especial en términos de gestión de riesgos e infraestructura de drenaje.

Escurrecimientos superficiales: Los escurrecimientos provenientes de ríos, arroyos y canales contribuyen a la disponibilidad de agua para diversos usos, como el abastecimiento urbano, la agricultura y la industria, sin embargo, no hay estadísticas ni instrumentación de medición para estimar y conformar una base de datos que pueda ser utilizada para la toma de decisiones.

Recarga de acuíferos: La recarga de los acuíferos subterráneos es crucial para mantener la disponibilidad de agua a largo plazo. Esta recarga puede provenir tanto de la infiltración de las aguas superficiales como de la recarga directa de lluvia, de lo cual se desconoce por que no hay información que relacionen el tiempo de tránsito del flujo del agua en los escurrecimientos y los volúmenes escurrecidos, así como los volúmenes estimados, para identificar cuanto de estos volúmenes podrían infiltrarse y llegar a ser recarga de acuíferos, así como los sitios idóneos para estructuras que favorezcan la infiltración a lo largo de los cauces.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

9.2. Áreas de Oportunidad

Se determinaron las siguientes áreas de oportunidad y acciones posibles para abordar la problemática relacionada con el agua superficial y promover una gestión sostenible del recurso hídrico en el ámbito municipal:

Evaluación de la disponibilidad: Evaluar la disponibilidad con datos actualizados para identificar si es posible utilizar los títulos autorizados y registrados en el REPDA ⁽⁸⁾.

Evaluación y gestión de riesgos hidrometeorológicos: Se debe llevar a cabo una evaluación exhaustiva de los riesgos hidrometeorológicos, incluyendo inundaciones pluviales y fluviales, sequías y otros fenómenos, utilizando información actualizada y que sea recopilada en el Atlas de riesgos del municipio. Con base en esta evaluación, se deben desarrollar estrategias de gestión de riesgos y planes de contingencia.

Mejora de la infraestructura de drenaje pluvial: Es necesario actualizar el catastro y las condiciones de la infraestructura de drenaje pluvial existente para garantizar su eficacia y capacidad para manejar el flujo de agua durante eventos de lluvia intensa. Se deben identificar y priorizar las zonas críticas y vulnerables a inundaciones para la implementación de medidas de mitigación.

Monitoreo y medición de escurrimientos superficiales: Se requiere establecer una red de monitoreo y medición de los escurrimientos superficiales en ríos, arroyos y canales para estimar los volúmenes disponibles de agua y contribuir a la gestión sostenible del recurso hídrico. Esto implica la instalación de estaciones de monitoreo y la recopilación de datos sobre caudales y niveles de agua.

Promoción de la infiltración para recarga de acuíferos: Se deben identificar y desarrollar estrategias para promover estudios especializados, como ya se ha mencionado para identificar si es posible la recarga de los acuíferos, tanto a través de la infiltración de aguas superficiales como de la recarga directa de lluvia, con la observancia de las normas vigentes ⁽⁵³⁾ ⁽⁵⁴⁾. Esto puede implicar la implementación de prácticas de conservación del suelo y del agua, así como la construcción de estructuras de infiltración en áreas estratégicas e identificadas por su idoneidad.

Concientización y participación ciudadana: Es fundamental promover la concientización y la participación de la ciudadanía en la gestión del agua, destacando la importancia de su corresponsabilidad en la conservación y el uso eficiente, en especial en este caso del agua de lluvia.

Coordinación intersectorial y colaboración: Se debe promover la coordinación y la colaboración entre diferentes sectores y actores involucrados en la gestión del agua, incluyendo entidades gubernamentales, organismos operadores, empresas, organizaciones de la sociedad civil y la academia. Esto facilitará la implementación de acciones integrales y la maximización de recursos y esfuerzos.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Desarrollo e implementación de políticas y regulaciones: Es necesario desarrollar e implementar políticas y regulaciones efectivas para la gestión sostenible del agua, incluyendo normativas para la conservación de cuencas hidrográficas, la protección de ecosistemas acuáticos y la promoción de prácticas de uso eficiente del agua en diferentes sectores económicos.

10. Integración del Análisis del Drenaje Pluvial

En el **capítulo 10. Integración del Análisis del Drenaje Pluvial**, se analiza las zonas de inundación, drenajes pluviales, el funcionamiento hidráulico de los arroyos y canales urbanos, así como las propuestas necesarias para minimizar los riesgos a la población por inundaciones. Este capítulo está intrínsecamente relacionado con el noveno, debido que para la gestión y cálculos de los funcionamientos hidráulicos se utilizaron los datos generados en ese capítulo.

10.1. Problemática

La problemática principal se centra en la vulnerabilidad de las personas y las viviendas ante inundaciones en áreas urbanas del municipio de Chihuahua. Esta vulnerabilidad está influenciada por diversos factores, como la vivienda informal, la autoconstrucción, la desinformación y el nivel socioeconómico. Las prácticas habituales, como la ubicación gradual de personas con menos recursos en zonas más expuestas a fenómenos naturales o causados por el ser humano, contribuyen a esta situación.

La dimensión social es crucial para determinar esta vulnerabilidad, ya que está directamente vinculada con el nivel socioeconómico de las personas. La vulnerabilidad se define como la susceptibilidad a ser afectado por una acción externa específica, como las inundaciones. En el caso de este análisis, la vulnerabilidad se relaciona directamente con el evento perturbador de las inundaciones. En la Figura 19 se muestra el mapa de la ciudad de Chihuahua en donde se puede observar cual es el índice de personas vulnerables, con clasificación desde muy alta hasta muy baja.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

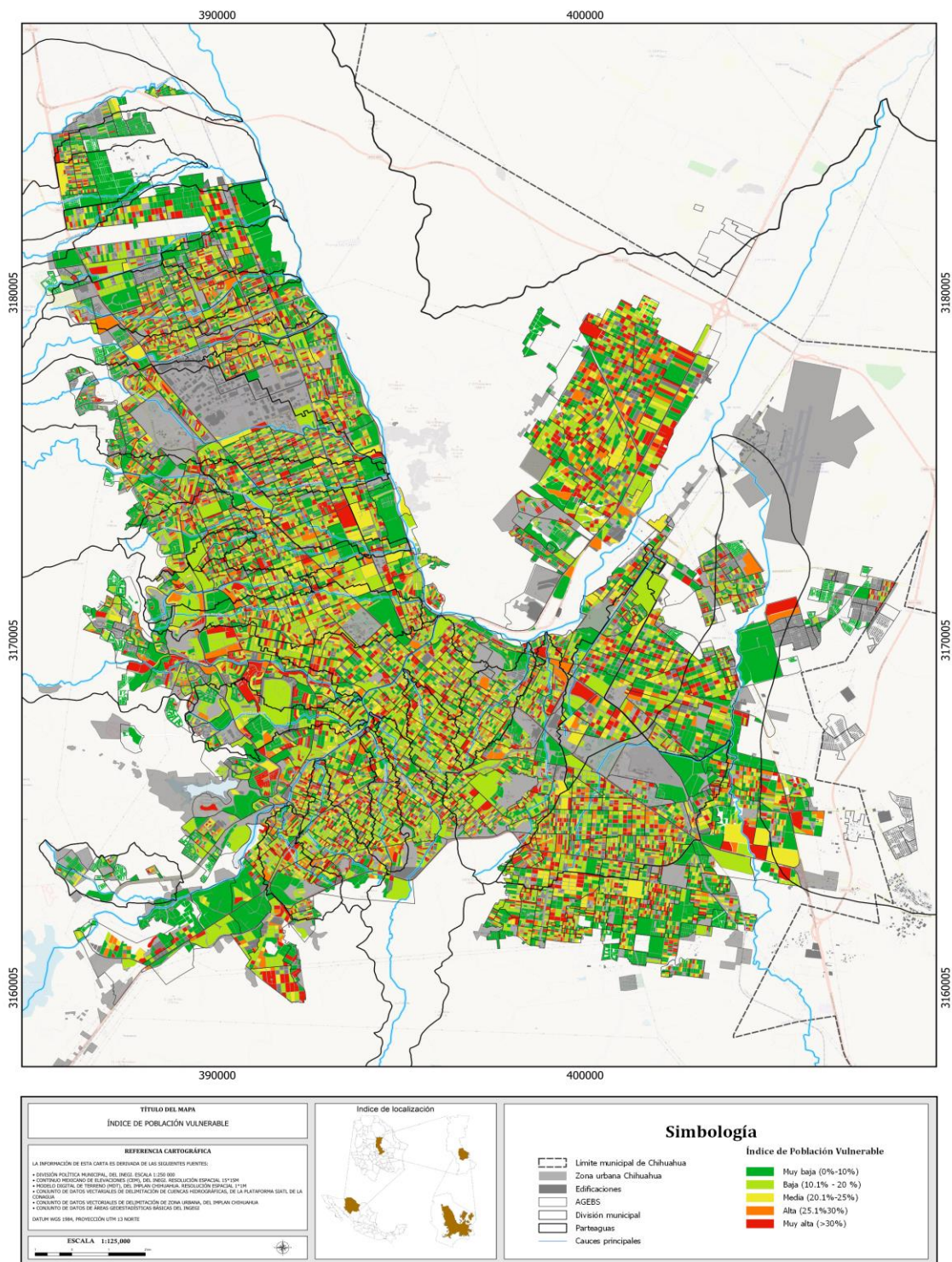


Figura 19. Mapa: Índice de Personas Vulnerables. Fuente: elaboración propia con base en análisis de datos de INEGI (2020) ⁽⁵⁷⁾.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Se determinó el nivel de vulnerabilidad ante inundaciones de cada manzana utilizando la información de INEGI, basándose en el cálculo previo de los niveles socioeconómicos de cada manzana. Se consideró una relación inversa entre el nivel socioeconómico y el nivel de vulnerabilidad; es decir, a mayor nivel socioeconómico, menor vulnerabilidad. Se agruparon los niveles socioeconómicos para generar 5 niveles de vulnerabilidad, siguiendo la propuesta de Hernández-Samaniego (2018) ⁽⁵⁸⁾ como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Relación entre nivel socioeconómico y vulnerabilidad ante inundaciones simplificada para vivienda. Fuente: adaptación de por Hernández-Samaniego (2018) ⁽⁵⁾.

Nivel socioeconómico	Vulnerabilidad (IVNS)
Muy bajo (E)	Muy alta (I)
Bajo (D+)	Alta (II)
Medio Bajo (D+)	Media (II)
Medio (C-)	
Medio alto (C)	Baja (IV)
Alto (C+)	
Muy alto (A/B)	Muy baja (V)

En la Figura 20 se muestra el mapa con la distribución espacial de los niveles de vulnerabilidad por nivel socioeconómico (IVNS) para la ciudad de Chihuahua.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

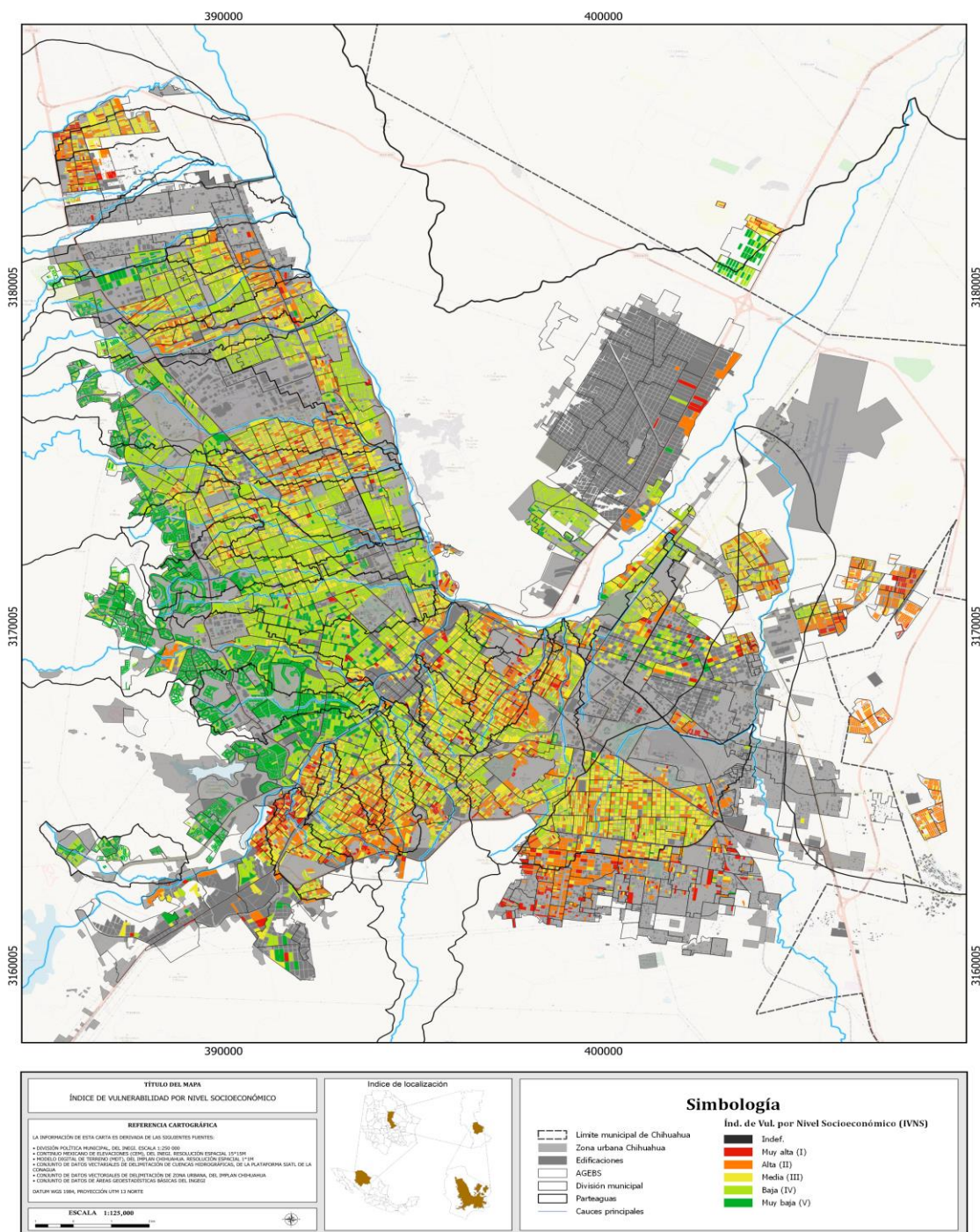


Figura 20. Mapa de distribución espacial de los niveles de vulnerabilidad por nivel socioeconómico (IVNS) para la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con base en análisis de datos de INEGI (2020).

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

A partir de la determinación de estas zonas de vulnerabilidad y del análisis del funcionamiento hidráulico de los arroyos y canales urbanos, se encontraron las siguientes problemáticas:

Definición de inundaciones: Es necesario establecer las y clasificar cuando sucede una inundación, que son la ocupación temporal de superficies donde comúnmente no lo está, pudiendo ser de diversas naturalezas como pluviales, fluviales, lacustres, costeras o causadas por rotura de cortinas de presas.

Clasificación de las afectaciones: Es necesario clasificar las afectaciones por inundaciones, por lo que pueden ser directas o indirectas, tangibles o intangibles, dependiendo de si implican contacto directo con el agua y si se pueden cuantificar monetariamente.

Identificación de zonas críticas: Es prioritario establecer zonas críticas de inundación con la información de diversas fuentes de información, como el Atlas de Riesgos del Municipio de Chihuahua de los años 2014 y 2022, así como estudios específicos sobre zonas de inundación.

Inundaciones repentinas y de corta duración: Las intensas lluvias provocan una rápida acumulación de agua en ríos, arroyos y corrientes de agua, lo que puede resultar en inundaciones repentinas que duran horas, por lo que la ciudad no está preparada para el desalojo de estos volúmenes repentinos de agua.

Falta de conciencia sobre los peligros de las lluvias: Debido a la naturaleza esporádica de las lluvias intensas en un clima semidesértico, la sociedad no siempre está consciente de los riesgos que representan las lluvias y las inundaciones.

Infraestructura pluvial subutilizada: A pesar de contar con infraestructura pluvial, como canales y estructuras de detención y retención pluvial, esta no se utiliza a su capacidad máxima debido a su diseño para eventos extremos, lo que genera una falsa sensación de seguridad en la población.

Carencia de un drenaje pluvial formal: La ciudad de Chihuahua carece de un drenaje pluvial entubado formal, lo que significa que la gestión del agua de lluvia se realiza principalmente a través de la red de arroyos y ríos de la ciudad y sus obras pluviales asociadas.

Necesidad de acciones de manejo de agua pluvial: Se identifica la necesidad de implementar acciones preventivas, correctivas y reactivas, tanto estructurales como no estructurales, para gestionar el agua de lluvia y mitigar los riesgos de inundación.

Riesgo hidrológico en vialidades: Se señala que los flujos de agua sobre vialidades representan un alto riesgo hidrológico de inundaciones, lo que requiere una atención especial en términos de planificación urbana y gestión de riesgos.

Aumento de afectaciones por inundaciones debido a la urbanización:

- La urbanización no planificada conlleva a un aumento en las afectaciones por inundaciones en zonas urbanas.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

- Factores como el cambio de uso de suelo no controlado y los asentamientos irregulares contribuyen a este problema.

Cambio en el régimen hidrológico de las cuencas:

- La urbanización altera el régimen hidrológico de las cuencas, aumentando el coeficiente de escurrimiento.
- Este cambio se traduce en un mayor volumen y flujo de agua pluvial, lo que incrementa la frecuencia y gravedad de las inundaciones.

Ejemplo específico: cuenca del arroyo La Cantera:

- Se observa un aumento significativo en el caudal de escurrimiento debido a la urbanización.
- Las obras de manejo de agua de lluvia pueden quedar sub-dimensionadas, aumentando el riesgo de inundaciones.

Urbanización de cuencas de presas:

- La urbanización de las cuencas de presas como El Rejón, Chuvíscar y Chihuahua afecta el diseño y funcionamiento de estas estructuras.
- Se incrementa el riesgo de falla en las estructuras de excedencias de las presas debido a la urbanización.

Falta de análisis de áreas no identificadas: Se señala la presencia de volúmenes importantes en áreas en las colonias San Felipe I y II, San Felipe Viejo, Santo Niño, San Martín, Inalámbrica, Francisco I. Madero, Zarco, Guadalupe, Residencial Zarco y Jardines del Santuario, pero no se identificaron los principales flujos de agua, pero se sugiere que es probable que existan debido al tamaño de las cuencas analizadas y a la evidencia de su presencia antes de la urbanización de la zona.

10.2. Áreas de Oportunidad

Implementar acciones estructurales y no estructurales podría ayudar a reducir el riesgo de inundaciones y mejorar la gestión del agua de lluvia en Chihuahua, con la generación de datos y su sistematización de análisis. Se determinaron las siguientes áreas de oportunidad y acciones posibles para abordar la problemática relacionada con el drenaje pluvial y las inundaciones:

Canalización de arroyos y construcción de obras de regulación:

- Priorizar la canalización de arroyos que atraviesan vialidades o áreas urbanas para reducir el riesgo de inundaciones repentinas.
- Construir nuevas obras de regulación (detención) y rehabilitar las existentes para controlar el flujo de agua de lluvia y reducir el impacto de las inundaciones.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Programas de mantenimiento:

- Establecer un programa de inspección, mantenimiento y limpieza periódica de canales pluviales y arroyos para garantizar su buen funcionamiento.
- Realizar inspecciones anuales durante la época de estiaje y limpieza de cauces antes de la temporada de lluvias.

Estudios detallados y simulaciones hidrológicas:

- Realizar un estudio actualizado de la situación pluvial en la ciudad, incluyendo mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones.
- Utilizar simulaciones hidrológicas-hidráulicas para determinar el funcionamiento de las presas, arroyos y canales ante diferentes escenarios de lluvia.

Control de urbanización en cuencas de presas:

- Limitar la urbanización en las cuencas de las presas y exigir la construcción de obras de reducción de impacto hidrológico antes de autorizar nuevos proyectos de desarrollo urbano.
- Evaluar la posibilidad de restaurar la capacidad útil de las presas mediante el desazolve y considerar su función recreativa y estética.

Ley de Responsabilidad de Impacto Hidrológico: Crear una ley que exija a particulares y empresas urbanizadoras la generación de proyectos ejecutivos y la construcción de obras de reducción de impacto hidrológico como requisito para obtener permisos de construcción. Teniendo un plan maestro del municipio de Chihuahua, que rijan estos nuevos proyectos.

Cálculo de Índice de Resiliencia en ciudades: Calcular un índice de resiliencia en ciudades ante fenómenos hidrometeorológicos para identificar áreas de oportunidad y deficiencias en la gestión del agua de lluvia.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

11. Conclusiones

Este trabajo de identificación y jerarquización de las problemáticas relacionadas con los recursos hídricos en el municipio de Chihuahua cubre una amplia gama de aspectos, desde la disponibilidad y calidad del agua hasta la gestión de inundaciones y la conciencia pública sobre los riesgos asociados. Organizar estas problemáticas según su impacto y urgencia proporciona una base sólida para el diseño e implementación del Plan Municipal Hídrico.

Las áreas principales de enfoque incluyen **la sobreexplotación de acuíferos, la falta de infraestructura y mantenimiento, los desafíos en el suministro de agua potable, el tratamiento y reúso de aguas residuales, y la competencia por recursos limitados**. Estos puntos críticos ofrecen una guía clara para priorizar acciones y asignar recursos de manera efectiva.

Además, la integración del análisis sociodemográfico en la planificación del agua es crucial para comprender las necesidades específicas de la población y garantizar un acceso equitativo al recurso. Considerar factores como **el crecimiento demográfico, los patrones de consumo** y las condiciones de vida permitirán que el PMH se adapte mejor a las necesidades cambiantes de la comunidad y promueva la sostenibilidad a largo plazo.

En este apartado se presentan las bases para el desarrollo de estrategias efectivas de gestión del agua en el municipio de Chihuahua. Al abordar estas problemáticas de manera integral y colaborativa, estaremos en camino hacia un futuro más resiliente y sostenible en términos de recursos hídricos.

Agrupando las problemáticas identificadas y clasificadas según su impacto en la disponibilidad, uso, calidad, contaminación y acceso al agua, se establecen las siguientes áreas que deben ser abordadas para el diseño e implementación del PMH:

1) Disponibilidad del agua:

Sobreexplotación de acuíferos: Este problema amenaza la disponibilidad y calidad del agua a largo plazo, lo que puede tener graves consecuencias para la sostenibilidad del recurso.

Impacto: Reducción de la disponibilidad a largo plazo.

Falta de infraestructura de almacenamiento y distribución: La infraestructura hídrica obsoleta o mal mantenida limita la capacidad del municipio para distribuir agua de manera eficiente y segura.

Impacto: Limitación en el suministro de agua durante períodos de alta demanda o escasez.

Variabilidad en la recarga de acuíferos:

Impacto: Incertidumbre sobre la disponibilidad estacional y a largo plazo del recurso hídrico.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Desafíos en el suministro de agua potable: El crecimiento demográfico y la dependencia de fuentes subterráneas plantean desafíos para garantizar un suministro adecuado de agua potable para la población.

Impacto: Los desafíos en el suministro de agua potable, incluido el crecimiento demográfico y la dependencia de fuentes subterráneas, pueden reducir la disponibilidad de agua. Esto podría resultar en racionamiento, aumentando los costos y el riesgo de escasez. Además, la calidad del agua puede deteriorarse debido a la sobreexplotación de acuíferos, empeorando la situación de disponibilidad.

2) Uso del agua:

Ineficiencia en el uso agrícola: Mejorar la eficiencia en el sector agrícola es crucial dada su alta demanda de agua y su impacto en la disponibilidad del recurso.

Impacto: Uso excesivo de agua en la agricultura, reduciendo la disponibilidad para otros fines.

Falta de regulación en el uso industrial:

Impacto: Contaminación y uso excesivo del agua en procesos industriales, afectando su disponibilidad y calidad.

Escasez de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales: Aprovechar el agua residual tratada puede ayudar a mitigar la escasez de agua, pero enfrenta desafíos en su implementación efectiva.

Impacto: Contaminación de cuerpos de agua y limitación en la reutilización de recursos hídricos.

Suministro de agua para uso industrial: Asegurar un suministro sostenible de agua para uso industrial es vital para el desarrollo económico, pero requiere un control riguroso de las descargas y un uso eficiente del recurso.

3) Calidad del agua:

Contaminación por vertidos industriales y urbanos: La contaminación de fuentes superficiales y subterráneas representa una amenaza para la salud pública y el medio ambiente, y debe abordarse urgentemente.

Impacto: Reducción de la calidad del agua para consumo humano y otros usos.

Falta de monitoreo de la calidad del agua: La falta de datos detallados dificulta la identificación y mitigación de riesgos para la salud asociados con el suministro de agua.

Impacto: Incapacidad para identificar y abordar fuentes de contaminación, afectando la salud pública.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

4) Contaminación del agua:

Contaminación química por agroquímicos y desechos industriales: La falta de datos detallados dificulta la identificación y mitigación de riesgos para la salud asociados con el suministro de agua.

Impacto: Reducción de la calidad del agua y riesgos para la salud humana y ambiental.

Contaminación bacteriana por aguas residuales sin tratar: La falta de datos detallados dificulta la identificación y mitigación de riesgos para la salud asociados con el suministro de agua.

Impacto: Aumento de enfermedades transmitidas por el agua y riesgos para la salud pública.

5) Acceso al agua:

Desigualdad en el acceso al agua potable: Las interrupciones en el suministro afectan de manera desproporcionada a áreas de difícil acceso o con crecimiento no planificado, lo que afecta la equidad en el acceso al recurso, por lo cual es indispensable mejorar la infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento es crucial para mejorar la calidad de vida y la salud en estas áreas.

Impacto: Exclusión de comunidades marginadas o rurales de acceso a servicios básicos de agua potable.

Disponibilidad limitada en áreas periurbanas o rurales: La infraestructura carece de documentación o catastro de lo existente. Por lo tanto, es crucial mejorar la calidad de vida y la salud en estas áreas mediante la implementación y expansión de su cobertura, así como mejorar la eficiencia de operación y servicio a las comunidades no urbanas.

Impacto: Dificultades para cubrir la demanda de agua en áreas menos desarrolladas.

Estas problemáticas representan desafíos clave que deben abordarse de manera integral en el diseño e implementación del Plan Municipal Hídrico, garantizando así una gestión sostenible y equitativa de los recursos hídricos en el municipio.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

A continuación, se agrupan de manera enunciativa las acciones o estrategias que debe contemplar el diseño, implementación y operación del PMH:

Disponibilidad del agua:

- ✓ Implementar medidas de gestión del uso del agua, como cuotas de extracción y recarga artificial de acuíferos.
- ✓ Modernizar y ampliar la red de distribución de agua, incluyendo la construcción de nuevos embalses y sistemas de tuberías.
- ✓ Desarrollar sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia para aprovechar los periodos de recarga.
- ✓ Mejorar la eficiencia de los sistemas de suministro mediante la reparación de fugas y la optimización de la gestión de la demanda, así como la utilización de tecnología.

Uso del agua:

- ✓ Promover prácticas agrícolas sostenibles, como el riego por goteo y la rotación de cultivos, mediante incentivos, asistencia técnica y la utilización de tecnología.
- ✓ Establecer normativas más estrictas para el uso y descarga de agua en industrias, con inspecciones regulares y sanciones por incumplimiento, asistencia técnica y la utilización de tecnología.
- ✓ Invertir en la construcción y actualización de plantas de tratamiento de aguas residuales, incluyendo tecnologías de tratamiento avanzadas.
- ✓ Fomentar la reutilización del agua en procesos industriales y promover prácticas de uso eficiente del recurso.

Calidad del agua:

- ✓ Implementar programas de control de la contaminación y tratamiento de efluentes industriales y domésticos.
- ✓ una red de monitoreo continuo de la calidad del agua en cuerpos superficiales y subterráneos, con análisis regulares y divulgación de resultados.
- ✓ Promover prácticas agrícolas orgánicas y seguras, así como la implementación de tecnologías de tratamiento en industrias para reducir la contaminación.
- ✓ Contaminación bacteriana por aguas residuales sin tratar: Ampliar la cobertura de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, especialmente en áreas urbanas y periurbanas.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

Acceso al agua:

- ✓ Expandir la infraestructura de servicios de agua potable y saneamiento en áreas marginadas, con especial atención a comunidades rurales y periurbanas.
- ✓ Realizar estudios de viabilidad y proyectos piloto para la implementación de sistemas descentralizados de abastecimiento de agua en zonas con acceso limitado a servicios municipales.

Este exhaustivo análisis sobre las problemáticas relacionadas con el agua en el municipio de Chihuahua resalta la complejidad y urgencia de las acciones necesarias para garantizar un futuro sostenible y equitativo en términos de recursos hídricos. Cada área identificada, desde la sobreexplotación de acuíferos hasta la desigualdad en el acceso al agua potable, demanda atención inmediata y estratégica. Es imperativo que el diseño e implementación del PMH aborde de manera integral y colaborativa cada una de estas áreas de oportunidad, aprovechando acciones concretas como la modernización de infraestructuras, la promoción de prácticas sostenibles y la implementación de tecnologías avanzadas de tratamiento. Solo a través de un enfoque interdisciplinario y una acción coordinada se podrá lograr una gestión efectiva del agua que garantice la sostenibilidad ambiental y el bienestar de toda la comunidad. En el capítulo **12. Propuesta de visión, objetivos estratégicos y específicos, prospectiva, cartera de proyectos y acciones** se realizará un detalle de las estrategias para la optimización del uso del agua y las tecnologías adecuadas acordes a las condiciones del municipio, presentando una matriz de interacción de estas estrategias, su temporalidad y los actores participantes.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

12. Referencias

1. CONAGUA. Estadísticas del Agua en México. ; 2019.
2. World Meteorological Organization. Climate Service Information System. [Online].; 2024 [cited 2024 04 04. Available from: <https://wmo.int/activities/climate-services-information-system>.
3. CMNUCC. México ante el Cambio Climático. [Online]. [cited 2024 02 12. Available from: <https://cambioclimatico.gob.mx/convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico/>.
4. CEPAL. Avances en la Gestión Integrada del Agua Urbana y Rural en América Latina y el Caribe. [Online].; 2014 [cited 2024 02 12.
5. IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis, the Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report. Cambridge, UK;; 2021.
6. Centro de Estudios Estratégicos (CEE) y Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua. Estudio para la Definición del Borde Urbano, Zonas de Valor Ambiental y de Preservación Ecológica. Estudio. Chihuahua;; 2019.
7. CONAGUA. Actualización de la Disponibilidad Media Anual De Agua en el Acuífero El Sauz Encinillas (0807), Estado de Chihuahua. Ciudad de México;; 2023.
8. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Consulta a la base de datos del REPDA. [Online].; 2023 [cited 2023 12 27. Available from: <https://app.conagua.gob.mx/ConsultaRepda.aspx>.
9. Lucero López Claudia. Impacto del Cambio Climático en la Agricultura del Distrito de Riego 005 Chihuahua, México, Universidad Autónoma de Chihuahua UACH. Chihuahua;; 2022.
10. Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua. Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Chihuahua Visión 2040. [Online].; 2021 [cited 2023 12 27. Available from: <https://implanchihuahua.org/PDU2040.html>.
11. INEGI. INEGI. [Online].; 2020 [cited 2023 12 28. Available from: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Datos_abiertos.
12. Suárez E. Characterization of the daily consumption curve of the drinking water network of the Huachi Grande sector of the Ambato canton [Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable del sector Huachi Grande del cantón Ambato]. Universidad Técnica de Ambato; 2019.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

13. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). PIGOO. [Online].; 2023 [cited 2023 12 27. Available from: <http://www.pigoo.gob.mx/organismosoperadores.jsp>.
14. Sánchez DH, Navarro-Gómez CJ, Rentería M, Sánchez-Navarro JR. Saving water by returning to a constant water supply in Chihuahua. Water International. 2022.
15. Secretaría de Economía. Data México. [Online].; 2023 [cited 2024 01 12. Available from: <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/chihuahua-ch?redirect=true>.
16. Secretaría de Innovación y Desarrollo Económico; Centro de Información Económica y Social (CIES). Perfil Económico 2023 Región Chihuahua. Chihuahua;; 2023.
17. 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>.
18. INEGI. Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2022. [Online].; 2023 [cited 2024 01 12. Available from: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463910534>.
19. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Avance de Siembras y Cosechas. [Online].; 2023 [cited 2024 01 12. Available from: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do.
20. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Efectos del cambio climático-Acciones y Programas. [Online].; 2018 [cited 2023. Available from: <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/que-es-el-clima>.
21. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN). Escenarios sobre el Impacto del Cambio Climático en la Ganadería sostenible/regenerativa en Chihuahua, México. Chihuahua;; 2022.
22. CONAGUA. Acciones de implementación de la norma mexicana: NMX-AA-179-SCFI-2018 Medición de volúmenes de aguas nacionales usados, explotados o aprovechados. [Online].; 2023 [cited 2024 04 04. Available from: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/medicion-de-volumenes-de-aguas-nacionales>.
23. Diario Oficial de la Federación (DOF). NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. [Online].; 2015 [cited 2023 12 11. Available from: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5387027&fecha=27/03/2015#gsc.tab=0.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

24. CONAGUA. Maps for the Design of Drinking Water Distribution Networks [Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable]. Cd. de México.; 2015.
25. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. [Online].; 2023 [cited 2024 02 12. Available from: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
26. Salazar A, Pineda N. Escenarios de demanda y políticas para la administración del agua potable en México: el caso de Hermosillo, Sonora. Región y sociedad. 2010; 22(47).
27. 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).
28. Alcocer VH, Tzatchkov VG, Buchberger SG, Feliciano D. Stochastic Residential Water Demand Characterization. In World Water & Environmental Resources Congress; 2004; Salt Lake City, UT.: ASCE-EWRI.
29. 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).
30. INEGI. Censos Económicos. [Online].; 2019 [cited 2023 01 12. Available from: <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/>.
31. Janjua S, Hassan I, Muhammad S, Ahmed S, Ahmed A. Water management in Pakistan's Indus Basin: challenges and opportunities. Water Policy. 2021; 23(6).
32. Diario Oficial de la Federación (DOF). NORMA Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua. [Online].; 2022 [cited 2023 12 27. Available from: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5650705&fecha=02/05/2022#gsc.tab=0.
33. Diario Oficial de la Federación (DOF). NORMA Oficial Mexicana NOM-179-SSA1-2020, Agua para uso y consumo humano. Control de la calidad del agua distribuida por los sistemas de abastecimiento de agua. [Online].; 2020 [cited 2023 12 27. Available from: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5603318&fecha=22/10/2020#gsc.tab=0.
34. IPCC. Cambio climático 2021. ; 2021.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

35. Organización de las Naciones Unidas (ONU). Se espera que El Niño dure al menos hasta abril de 2024. [Online].; 2024 [cited 2024. Available from: <https://news.un.org/es/story/2023/11/1525507>.
36. SEMARNAT-INECC. Adaptación al cambio climático en México: visión, elementos y criterios para la toma de decisiones. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático-Comisión Intersecretarial de Cambio Climático; 2012.
37. H. AYUNTAMIENTO de CHIHUAHUA. PLAN DE ACCION CLIMATICA MUNICIPAL (PACMUN®) MUNICIPIO DE CHIHUAHUA 2019. Chihuahua.; 2019.
38. JCAS, JMAS, JMAS Juarez y UACH. Inventario Estatal de Fuentes de Suministro de Agua Potable en el Estado de Chihuahua. ; 2022.
39. Morales-Garduño, M. et al. Vulnerabilidad a la contaminación del acuífero Tabalaopa en Chihuahua.. Hidrogeología. 2020; 28: 123-135.
40. Ledezma Ruíz R. Análisis de la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero Tabalaopa-Aldama, Chihuahua. Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ingeniería.; 2009.
41. Villalba Lourdes-Centro de Investigación de Materiales Avanzados (CIMAV). Actividades de Uranio y Radio en Muestras de Agua Subterránea de las Principales Ciudades del estado de Chihuahua. Chihuahua.; 2003.
42. Barkin D. The contradictions of urban water management in Mexico. VertigO. 2005.
43. Closas A, Schuring M, Rodriguez D. Integrated Urban Water Management -Lessons and Recommendations from Regional Experiences in Latin America, Central Asia, and Africa. , Water Partnership Program, Case Profile 1. World Bank; 2012.
44. CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. [Online].; 2024 [cited 2024 02 12. Available from: <chrome-extension://oemmndcbldboiebfnladdacbfmadadm/https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>.
45. 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.
46. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ley de Aguas Nacionales. [Online].; 2023 [cited 2023 12 27. Available from: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf>.

CONTRATO: 08-2023-PH	ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO	FECHA: AGOSTO 2024
	INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES EN MATERIA DE DISPONIBILIDAD, USO, CALIDAD Y ACCESO AL AGUA	INFORME VI

47. 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.
48. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Disponibilidad por Acuíferos. [Online].; 2023 [cited 2023 12 27. Available from: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Disponibilidad_Acuiferos.html.
49. 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.
50. Rivas L. Modelo de unidades geoelectricas del acuífero El Sauz-Encinillas, Chihuahua México. [Online].; 2019 [cited 2024 03 02. Available from: <http://repositorio.uach.mx/244/>.
51. Sandoval-Silva, E. et al. Caracterización hidrogeológica del acuífero Sauz Encinillas en Chihuahua. Investigaciones Geográficas. 2016;(81): 92-107.
52. 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.
53. Diario Oficial de la Federación (DOF). NORMA Oficial Mexicana NOM-014-CONAGUA-2003, Requisitos para la recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada. [Online].; 2003 [cited 2024 02 04. Available from: https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5105753.
54. Diario Oficial de la Federación (DOF). NORMA Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007, Infiltración artificial de agua a los acuíferos. [Online].; 2009 [cited 2024 04 12. Available from: <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3330/1/nom-015-conagua-2007.pdf>.
55. Gobierno Municipal de Chihuahua, Protección Civil Chihuahua, Centro Nacional de Prevención de desastres (CENAPRED). Atlas de Riesgos del Municipio de Chihuahua. Chihuahua.; 2022.
56. Instituto Municipal de Planeación de Chihuahua. Plan Sectorial de Agua Pluvial en la Ciudad de Chihuahua. Diagnóstico. Chihuahua.; 2009.
57. Inegi. SINCE. [Online].; 2020 [cited 2022 mayo 15. Available from: <https://gaia.inegi.org.mx/scince2020/>.
58. Hernández-Samaniego E. Tesis: Índice Pérdida-Poseción para Generación de Mapas de Riesgo Ante Inundaciones en Zonas Urbanas México: Universidad Autónoma de México (UNAM); 2018.
59. Sistema Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas por Estado. [Online]. [cited 2023. Available from: <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=chih>.