



PERIODICO OFICIAL DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

MEDIO DE DIFUSION DEL GOBIERNO CONSTITUCIONAL DEL ESTADO

Registro Postal PP-Ags.-001-0125.- Autorizado por SEPOMEX

TOMO XXIII

Aguascalientes, Ags., 19 de Julio de 2022

Núm. 38

EXTRAORDINARIO

EXTRAORDINARIO

Con fundamento en el Artículo 9° de la Ley del Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes, 7° fracción III del Reglamento de la Ley del Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes, se publica en edición extraordinaria: Plan Hídrico Estatal 2021-2050.

CONTENIDO:

GOBIERNO DEL ESTADO
PODER EJECUTIVO

OFICINA DEL DESPACHO DEL GOBERNADOR

ÍNDICE:

Página 172

RESPONSABLE: Lic. Ricardo Enrique Morán Faz, Secretario General de Gobierno.

GOBIERNO DEL ESTADO

OFICINA DEL DESPACHO DEL GOBERNADOR

PLAN HÍDRICO ESTATAL 2021-2050

Conforme al ARTÍCULO 3° B.- de la Ley de agua para el Estado de Aguascalientes, “es facultad del Gobernador del Estado, expedir el Plan Hidráulico para el Estado de Aguascalientes, como instrumento rector en el tratamiento y atención de la problemática del suministro de agua en nuestra Entidad Federativa.

Para lo cual, será competencia del Instituto del Agua del Estado, elaborar, modificar y actualizar la propuesta del Plan Hidráulico para el Estado de Aguascalientes, de acuerdo con la Ley de Planeación del Desarrollo Estatal y Regional del Estado de Aguascalientes, mediante una Planeación de largo plazo.

EXPIDE:

C.P. MARTÍN OROZCO SANDOVAL
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

REFRENDA:

MTRO. JUAN MANUEL FLORES FEMAT
SECRETARIO GENERAL DE GOBIERNO

PROPONE:

ING. FREDICIO SOLEDAD REYES
DIRECTOR GENERAL DEL INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO

AGUASCALIENTES, AGUASCALIENTES, A 31 DE MARZO DE 2022

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

APC	Área Prioritaria de Conservación
ANP	Área Natural Protegida
APRN	Áreas de Protección de Recursos Naturales
BANOBRAS	Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos
CFE	Comisión Federal de Electricidad
COFEPRIS	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
CONABIO	Comisión Nacional de Biodiversidad
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
COTAS	Comité Técnico de Aguas Subterráneas
DOF	Diario Oficial de la Federación
DR	Distrito de Riego
GEI	Gases de efecto invernadero
GPRH	Grado de presión sobre los recursos hídricos
IDH	Índice de Desarrollo Humano
INAGUA	Instituto del Agua del Estado
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias
PICC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático
LAN	Ley de Aguas Nacionales
LEGEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
LFD	Ley Federal de Derechos
LGCC	Ley General de Cambio Climático
NADM	Monitor de Sequía de América del Norte
NOM	Norma Oficial Mexicana
ONU	Organización de Naciones Unidas
OO	Organismos Operadores
PEA	Población Económicamente Activa
PED	Plan Estatal de Desarrollo
PHE	Plan Hídrico Estatal 2021-2050
PIB	Producto Interno Bruto
PNH	Programa Nacional Hídrico
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
PTAR	Planta de tratamiento de agua residual
REPDA	Registro Público de Derechos de Agua

RHP	Regiones Hidrológicas Prioritarias
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SAGARPA	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SEDRAE	Secretaría de Desarrollo Rural y Agroempresarial
SEGUOT	Secretaría de Gestión Urbanística, Ordenamiento Territorial, Registral y Catastral
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SIACON	Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
SSMAA	Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
ZOMA	Zona Metropolitana de Aguascalientes

SÍMBOLOS

° C	Grados centígrados
ha	Hectáreas
hm ³	Hectómetro cúbico (un millón de m ³)
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
kWh	Kilovatios hora
l/hab/día	Litros por habitante al día
l/s	Litros por segundo
m	Metro
m ³	Metro cúbico
mm	Milímetros
MW	Megavatios (1 000 kWh)

INTRODUCCIÓN

*No se aprecia el valor del agua hasta que se seca el pozo.
"Proverbio inglés"*

*Nuestro pasado, nuestro presente y futuro, dependen
absolutamente de lo que hagamos ahora.
"Sylvia Earle"*

*Una gota de agua poderosa basta para crear un mundo y
para disolver la noche
"G. Bachelard"*

CONTEXTO ESTATAL

El estado de Aguascalientes se ubica al centro del país, colinda al norte, noreste y oeste con Zacatecas y al sur con Jalisco. La entidad representa el 0.3% de la superficie del país y tiene una extensión de 5,680 kilómetros cuadrados. La división política estatal consta de once municipios: Aguascalientes, Asientos, Calvillo, Cosío, El Llano, Jesús María, Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos, San Francisco de los Romo, San José de Gracia y Tepezalá.

Su clima agradable en todo el territorio y fisiografía que combina contrastes entre valles y montañas en su paisaje, se consolidan con los programas y reglamentos de las áreas naturales protegidas de carácter federal (123,840 ha) y estatal (142,804 ha) que representan el 46.9% de la superficie estatal y permiten proteger y conservar los bosques y suelos, y la riqueza de flora y fauna que sustentan.

En los 11 municipios de la entidad se distribuye una población que de acuerdo con el Censo 2020 de INEGI se estima en 1.42 millones de habitantes, de los cuales, poco más de 1 millón 100 mil se concentran en la zona metropolitana de la capital del Estado (ZOMA) que forman los municipios de Aguascalientes, Jesús María y San Francisco de los Romo.

CONTEXTO REGIONAL

El estado de Aguascalientes forma parte de la alianza Centro-Bajío-Occidente, integrada con los estados de Guanajuato, Jalisco, Querétaro y San Luis Potosí, la cual trabaja en proyectos a largo plazo cuyo objetivo es integrar una agenda estratégica que permita definir el rumbo deseable y posible para la región integrada por dichos estados y determinar las líneas estratégicas para lograrlo, identificando los proyectos más relevantes a impulsar en los próximos años.

Se está construyendo una agenda con estrategias, acciones y proyectos que promuevan el desarrollo integral de la región. Esta región Centro-Bajío-Occidente se ha convertido en el motor económico de México. Durante los últimos siete años, estos estados han crecido más que el promedio nacional, ubicándose como la región más exitosa del país, generando el 16.7% del PIB nacional en el año 2017, y el 24.3% del PIB agroalimentario.

CONTEXTO NACIONAL

Durante las últimas décadas; el estado de Aguascalientes se ha distinguido por el crecimiento sostenido social y económico, que lo ha posicionado por encima del promedio nacional en diversos indicadores, en donde destaca en temas de desarrollo social, educación y salud. Aguascalientes tiene primer lugar en nivel de satisfacción en la vida según reporta INEGI¹ y el segundo lugar de las entidades con menor porcentaje de población en pobreza extrema, según reporta CONEVAL.

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 también señala que Aguascalientes se encuentra en los primeros lugares en los indicadores de salud por sus bajas tasas de mortalidad, oportunidades y remuneración del trabajo de las mujeres, 4º y 5º lugar en incidencia de delitos y en primer lugar en los índices de desarrollo democrático, democracia de instituciones y en la calidad crediticia.

¹ Satisfacción con la vida reportado por la población se situó en 8.3 durante julio de 2019. Su objetivo es generar de manera regular una estadística sólida de bienestar subjetivo, garantizando la comparabilidad con otros países integrantes de la OCDE, cubriendo la temática básica de dicha medición. <https://www.inegi.org.mx/investigacion/bienestar/basico/default.html#Tabulados>

CONTEXTO INTERNACIONAL

En las últimas dos décadas, el estado de Aguascalientes ha establecido con varias naciones y regiones del mundo, fructíferas relaciones comerciales, educativas, tecnológicas y culturales. Al respecto, sobresale la inversión extranjera en la entidad, que se ha diversificado en cuanto a su país de origen y vocación productiva.

Hoy en día, países como Alemania, Canadá, China, Colombia, Corea del Sur, España, Estados Unidos, Francia y Japón concentran importantes inversiones en la entidad. Destaca la inversión de las empresas japonesas, principalmente del ramo automotriz.

EL RECURSO HÍDRICO Y LAS POLÍTICAS DEL GOBIERNO DEL ESTADO

Este contexto favorable desde el punto de vista del desarrollo humano y socioeconómico de la entidad y sus expectativas, enfrentan un problema central con el que ha convivido el estado de Aguascalientes desde la década de los setenta: La sobreexplotación de los recursos hídricos subterráneos que constituyen su principal fuente de abastecimiento.

Existe un desequilibrio entre la demanda de agua, principalmente generada por los usos agrícola y público urbano, y la capacidad natural de renovación del agua en cuencas y acuíferos, que ha motivado el estudio y propuesta de acciones durante varios lustros para lograr el aprovechamiento sostenible de este recurso que proporciona la naturaleza².

Ante los retos que es necesario asumir no es posible soslayar la grave situación del sector en el país cuando los principales acuíferos están sobreexplotados en zonas en que no hay otras fuentes viables para atender nuevas demandas y salvo contadas excepciones crece la contaminación de cauces y cuerpos de agua en todas las cuencas que reciben descargas urbanas y agroindustriales. Hace falta reconocer que la tolerancia con la cual se ha ejercido la autoridad y su acción normativa junto con los esquemas de subsidio al agua y la energía, no han favorecido el aprovechamiento sostenible del recurso y la protección de los ecosistemas.

Aguascalientes, el tercer estado más pequeño en superficie y población, ha logrado, comparativamente, un elevado nivel de coberturas en abastecimiento seguro de agua, sistemas de recolección y capacidades de tratamiento de agua residual. Sin embargo, la falta e rigor en la aplicación de la normatividad para el control de la calidad de las descargas de agua residual al drenaje y a los cauces, junto con la irregularidad de las acciones de mantenimiento y rehabilitación de redes y sistemas de tratamiento por parte del Estado y los Municipios, no ha permitido completar el proceso de saneamiento de cauces y cuerpos de agua. Por otra parte, se siguen sobreexplotando los acuíferos debido a la falta de medición y vigilancia de los aprovechamientos subterráneos y al hecho de no haberse ajustado el volumen concesionado para eliminar la sobre concesión.

Esta es, en síntesis, la situación del sector en el país y su repercusión en el Estado, sus recursos hídricos e instituciones, que el nuevo Plan Hídrico Estatal 2021-2050 propone revertir.

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 (PED) ha concedido importancia relevante a lograr el aprovechamiento sostenible de este recurso hídrico. El PED establece prioridades en acciones clave, así como enlazar las acciones del Plan Hídrico con las políticas establecidas en el Plan de Ordenamiento Territorial y el Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Aguascalientes. Asimismo, se ha actualizado la Ley Estatal de Aguas para puntualizar la agenda del Gobierno del Estado respecto de la planeación hidráulica.

² El Programa Nacional de Estabilización de Acuíferos Sobreexplotados, desarrollado por la CONAGUA con recursos de apoyo y asesoría del Banco Mundial y la Organización Meteorológica Mundial (2001-2005), llevaron a cabo varios ejercicios de planeación con el acuífero interestatal, el principal de la entidad. Posteriormente se han desarrollado diversos trabajos con miras a establecer planes de manejo y apoyar la tecnificación del riego.

La normatividad del Estado en torno a la planeación ha dado lugar al desarrollo de planes y sus actualizaciones que establecen acciones prioritarias en función del avance de la problemática. Se ha concedido mayor importancia al control de la sobreexplotación en los acuíferos del Estado, destacando el impacto en el Valle de Aguascalientes donde las condiciones socioeconómicas se pueden ver limitadas por la disponibilidad de agua.

Las Estrategias y Proyectos del Plan, tienen como finalidad contribuir a los objetivos de desarrollo sostenible, el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Considera la estrategia Nacional de Cambio Climática y se encuentra alineado al Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, el Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 y la visión de desarrollo plasmada en el Plan Aguascalientes. Asimismo, se enlaza con los programas y proyectos del Plan de Ordenamiento Territorial, el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Aguascalientes, publicado en el Periódico Oficial del Estado el 8 de octubre de 2021.

El diagnóstico en el PHE 2015-2050 existente, considera que, aun aprovechando toda el agua residual de las zonas urbanas para sustituir agua del acuífero en riego, persiste un déficit global (23%) para atender la demanda.

Ante la persistencia del sobre-concesionamiento, la falta de control de los aprovechamientos subterráneos por parte de la autoridad, así como el uso extensivo del agua en riego y elevadas pérdidas por fugas en las redes de distribución, sugiere una estrategia para cerrar esa brecha, que considera, además del esquema de economía circular con reúso intensivo, actividades de reglamentación, mejoramiento de eficiencias y tecnificación de los aprovechamientos.

La actualización del Plan presenta una estructura alineada con el PNH 2020-2024 que considere en sus los objetivos y estrategias políticas diferentes en torno al papel del Estado frente a la problemática de la sociedad y el ambiente con relación al agua. Privilegia, en primer término, asegurar el derecho humano universal al agua potable y al saneamiento y, en el diagnóstico, revela la importante diferencia que persiste entre la denominada "cobertura de servicio" y el servicio continuo efectivo que proporcionan los sistemas.

Para actualizar y reforzar el diagnóstico, se integraron series de tiempo, para conocer los cambios durante los últimos 20 o 30 años con las distintas variables vinculadas con la gestión del agua. Muchas de las variables requieren actualización y medir las aquellas para las que aún no se tienen registros, no obstante que las leyes y sus reglamentos lo exigen.

PLANEACIÓN PARTICIPATIVA

El proceso mediante el cual la toma de decisiones se construye en conjunto con la sociedad para su beneficio es denominado como: planeación participativa. Este proceso es un elemento que contribuye a fortalecer la democracia y además permite dar legitimidad a las propuestas definidas.

Para la actualización del Plan Hídrico Estatal se considera fundamental la participación ciudadana para identificar la problemática hídrica desde la perspectiva de la sociedad, así como para recabar propuestas de solución de los diferentes sectores, la academia y la sociedad civil organizada.

La participación ciudadana para la actualización del PHE se lleva a cabo a partir de talleres y foros con diferentes sectores de usuarios, la academia y sociedad en general. Sin embargo, el 11 de marzo de 2020 de la Organización Mundial de Salud (OMS) declaró que la epidemia provocada por el virus SARS-COVID 19 pasó de ser una epidemia a una pandemia por la alta cantidad de personas infectadas y muertes alrededor del mundo. A nivel nacional, se expedieron una serie de decretos orientados a reducir la transmisión del virus, limitando las actividades de los sectores público y privado, que involucraran la concentración física, tránsito o desplazamiento de personas.

En conclusión, a partir de marzo de 2020 prácticamente cualquier reunión o evento masivo fue suspendido, posteriormente sólo las actividades de los sectores primordiales fueron autorizadas, con limitaciones que condicionaron a que cualquier reunión de trabajo se llevará a cabo de manera remota.

Considerando la situación anterior, para contar con la participación ciudadana en la actualización del PHE, se realizó un cambio en los mecanismos de trabajo, por lo que se programaron dos videoconferencias que contaron con la participación de múltiples actores, conforme se indica en la siguiente relación. Adicionalmente se realizaron acercamientos con representantes de las dependencias que desarrollan actividades de alto impacto en el recurso hídrico y una encuesta a través de medios electrónicos para promover la participación ciudadana. Actividades vigentes prácticamente hasta el cierre del presente documento. A continuación, se enlistan los participantes a las videoconferencias convocadas.

- Asociación Estatal Forestal de Aguascalientes
- Asociación Mexicana de Hidráulica, Del. Aguascalientes
- Asociación Sierra del Laurel A.C.
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción
- Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda
- Centro de Investigación en Matemáticas de Aguascalientes
- Colegio de Arquitectos
- Colegio de Biólogos
- Colegio de Geólogos
- Colegio de Ingenieros Civiles
- Colegio de Maestros en Diseño Urbano
- Colegio de Urbanistas A.C.
- Comisión de Igualdad Sustantiva y Equidad de Género
- Comisión de Recursos Hidráulicos
- Comité Guardabosques Cobos
- Coordinación del Centro de Justicia para las Mujeres
- Coordinación Estatal de Protección Civil
- Coordinación General de Movilidad
- Delegación Estatal Comisión Nacional Forestal
- Delegación Estatal de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
- Delegación Estatal de Programas para el Bienestar
- Dirección Local de CONAGUA
- Gerencia de Aguascalientes Gran Visión
- Instituto Aguascalentense de las Mujeres
- Instituto de Educación de Aguascalientes
- Instituto Municipal de las Mujeres
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón
- Instituto Tecnológico de el Llano
- Organismo Operador de Agua Potable de Asientos
- Organismo Operador de Agua Potable de Cosío
- Organismo Operador de Agua Potable de San Francisco de los Romo
- Organismo Operador de Agua Potable de Pabellón de Arteaga
- Organismo Operador de Agua Potable de Rincón de Romos
- Organismo Operador de Agua Potable de San José de Gracia
- Organismo Operador de Agua Potable de Tepezalá
- Secretaría de Sustentabilidad Medio Ambiente y Agua
- Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente de Aguascalientes
- Secretaría de Desarrollo Económico
- Secretaría de Desarrollo Rural y Agroempresarial
- Secretaría de Gestión Urbanística y Ordenamiento Territorial
- Universidad Autónoma de Aguascalientes
- Universidad del Valle de México, Campus Aguascalientes
- Universidad Panamericana Bonaterra

Como resultado de las reuniones se obtuvieron 49 propuestas que fueron integradas a las estrategias del PHE, observándose un gran interés al tema de la sustentabilidad de cuencas, así como el fortalecimiento de la autoridad del agua y de los cuerpos técnicos. Estas propuestas se incluyeron en el anexo 4.

Asimismo, en la página web del INAGUA se incluyó una encuesta para la actualización del Plan Hídrico Estatal 2021-2050 para Aguascalientes, con la cual la población en general realizó algunas propuestas para ser consideradas en el PHE. En dicha encuesta participaron 44 personas y además de sus datos personales, respondieron a dos reactivos: a) A qué estrategia considera que se alinea su propuesta y b) Acción propuesta. En la participación de la encuesta, se logró captar la perspectiva y opinión de los ciudadanos con respecto a la problemática hídrica que se tienen en el Estado. En el anexo 4 se incorporaron las propuestas enviadas por el público en general.

En el aspecto metodológico, el Plan Hídrico ha sido formulado con apoyo de una versión simplificada de la metodología del Marco Lógico. El ejercicio contribuyó a definir objetivos, estrategias y metas del plan. Se analizaron las propuestas y proyectos del ejercicio de planeación 2015-2050, actualizado en función del nuevo diagnóstico. Debido a las restricciones impuestas por la pandemia ocasionada por el virus SARS-COVID-19, se involucró a las diversas instancias y a la sociedad en el proceso, a través de las exposiciones virtuales, difusión vía correo electrónico de materiales e invitaciones a proporcionar retroalimentación de los interesados, misma que se incorporó en el Plan.

Se proponen, asimismo, una serie de estrategias, proyectos y un conjunto de indicadores y metas para el seguimiento y evaluación del Plan, así como los criterios para generar la información que actualmente no está disponible.

1. MARCO NORMATIVO

El presente Plan se realiza en cumplimiento al Artículo 30 de la Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Aguascalientes, en donde se especifica que “El Plan de Largo Plazo para el Desarrollo del Estado es el instrumento fundamental de la planeación que contendrá las prioridades y objetivos para el desarrollo del Estado por un período de al menos veinticinco años”, estableciendo los lineamientos para el desarrollo estatal y sectorial. Asimismo, se apega al Artículo 3º, VIII. Donde se indica que, “Son autoridades, instancias u organismos encargados de la aplicación de esta Ley, en materia de planeación para el desarrollo, dentro de su ámbito de competencia: Las dependencias y entidades de la Administración Pública Estatal”.

El marco jurídico que sustenta la integración de planes y programa generales y sectoriales para garantizar a la población el cabal ejercicio de sus derechos y que, por lo tanto, justifica la actualización e implementación del Plan Hídrico Estatal 2015-2050, se puede resumir de la siguiente manera:

Tabla 1. Aspectos relevantes de instrumentos normativos para la planeación hídrica

Instrumento normativo	Aspecto relevante
Proceso de planeación	
Ámbito Federal	
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Artículo 26. El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional.
Ley de Planeación	Artículo 4o. Es responsabilidad del Ejecutivo Federal conducir la planeación nacional del desarrollo con la participación democrática de los grupos sociales. Artículo 22. El Plan indicará los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que deberán ser elaborados...
Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024	Alcanzar a través de la construcción de un modelo viable de desarrollo económico, de ordenamiento político y de convivencia entre los sectores sociales, que garantice un progreso con justicia y un crecimiento con bienestar.
Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (LFPRH)	Artículo 16. Los indicadores de la política económica deben ser congruentes con los establecidos en el PND 2019-2024 y los programas que se derivan del mismo.
Ámbito Estatal	
Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Aguascalientes	Artículo 5o. La planeación para el desarrollo se instrumentará a través de los planes y programas establecidos en esta Ley, los cuales fijarán las prioridades, objetivos, metas y estrategias para el desarrollo del Estado que responderán a los siguientes principios: Dignidad humana, Sustentabilidad y sostenibilidad, Transparencia y Combate a la Corrupción, Igualdad sustantiva de derechos entre mujeres y hombres, Gobernanza y Participación Ciudadana e Interés superior de los niños, niñas y adolescentes: Artículo 14.- El Sistema Estatal de Planeación Democrática contará con una infraestructura de soporte que estará conformada por el conjunto de herramientas necesarias para facilitar los procesos de diagnóstico y planeación a través de la integración, actualización, monitoreo, seguimiento y evaluación de los planes y programas de desarrollo Artículo 22.- Se entiende por planeación para el desarrollo del Estado al proceso integral, racional y participativo, con carácter preventivo, innovador, prospectivo y estratégico, para el eficaz desempeño de la responsabilidad del gobierno sobre el desarrollo democrático, equitativo, incluyente, integral, próspero y sostenible del Estado. Artículo 23.- El proceso de planeación para el desarrollo deberá integrarse, cuando menos, con las siguientes etapas: diagnóstico, formulación, coproducción, aprobación y publicación, instrumentación, monitoreo, seguimiento, evaluación y actualización en los plazos establecidos por la Ley. Artículo 26. El Plan de Desarrollo del Estatal es el instrumento de planeación de la gestión del Poder Ejecutivo del Estado que deberá elaborarse a partir de una metodología de Planeación Estratégica y contendrá los objetivos, metas y estrategias que sirvan de base a sus actividades de forma que aseguren el cumplimiento del Plan de Largo Plazo para el Desarrollo del Estado. Artículo 30. El Plan de Largo Plazo para el Desarrollo, es el instrumento de Planeación que contendrá las prioridades y objetivos por un periodo de al menos 25 años.
Planeación del sector hídrico	
Ámbito Federal	
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Artículo 4o. Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. Artículo 27. Las aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponden originalmente a la nación, que ese dominio es inalienable e imprescriptible, y que su explotación, uso o aprovechamiento no podrá realizarse sino mediante concesiones otorgadas por el Ejecutivo Federal de conformidad a las reglas y condiciones que establezcan las leyes.

Instrumento normativo	Aspecto relevante
Ley de Aguas Nacionales	<p>Artículo 15. La planificación hídrica debe ser de carácter obligatoria para la gestión integrada de los recursos hídricos, conservación de los recursos naturales, de los ecosistemas vitales y del medio ambiente, lo que convierte al proceso como el instrumento más importante de la gestión hídrica.</p> <p>Artículo 9 fracción II. La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) es la responsable de formular la política hídrica nacional; lo anterior, en concordancia con lo establecido en el Artículo 13, que considera la pluralidad, intereses, demandas y necesidades en la cuenca o cuencas hidrológicas que correspondan.</p>
Programa Nacional Hídrico 2020-2024	<p>Visión "Un México donde el agua es pilar de bienestar y se realiza su manejo sustentable y coordinado con la participación de la ciudadanía, las instituciones y los órdenes de gobierno".</p>
Ámbito Estatal	
Constitución Política del Estado de Aguascalientes	<p>Artículo 2o. Todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.</p> <p>Artículo 7o. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, así como el deber de protegerlo y conservarlo.</p> <p>Artículo 7o. A. El Gobierno organizará un sistema de planeación del desarrollo estatal que garantice equidad y justicia en el crecimiento de la economía, impulse la competitividad fomentando la independencia y la democratización política, social y cultural del Estado.</p> <p>Artículo 69. Los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes: I.- Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales II.- ... Los Municipios, previo acuerdo entre sus Ayuntamientos, podrán coordinarse y asociarse para la más eficaz prestación de los servicios públicos o el mejor ejercicio de las funciones que les correspondan. En este caso y tratándose de la asociación de Municipios del Estado con uno o más Municipios de otra u otras Entidades Federativas, deberán contar con la aprobación del Congreso. Artículo 71.- Los Municipios, en los términos de las Leyes Federales y Estatales relativas, estarán facultados para: I.- ... III.- Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o el Estado elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los Municipios.</p>
Ley de Agua para el Estado de Aguascalientes	<p>Artículo 1o.- Las disposiciones de esta Ley son de orden público e interés social y regulan en el Estado de Aguascalientes la participación de las autoridades estatales y municipales, en el ámbito de su competencia, en la realización de acciones relacionadas con la planeación, explotación, uso, aprovechamiento, preservación, recarga y reúso del agua, así como los servicios públicos de agua potable, alcantarillado y saneamiento.</p> <p>Artículo 2o.- La presente Ley tiene por objeto regular: I. La coordinación entre los Municipios y el Estado y entre éste y la Federación, para la realización de las acciones relativas a la explotación, uso, aprovechamiento integral y sustentable, y reúso del agua; II. La organización, funcionamiento y atribuciones del Instituto del Agua del Estado; III. Los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, saneamiento y su reúso; IV. La organización, funcionamiento y atribuciones de los organismos operadores municipales e intermunicipales; V. La participación de los sectores gubernamental, social y privado en las diversas acciones previstas en esta ley; VI. Las relaciones entre las autoridades, los prestadores de los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, saneamiento y su reúso, los contratistas y los usuarios de dichos servicios; VII. La recuperación de los gastos y costos de inversión, operación, conservación y mantenimiento de los sistemas de agua potable, alcantarillado, saneamiento y su reúso; y VIII. La organización, funcionamiento y atribuciones relativas a la captación de aguas pluviales.</p> <p>Artículo 3o A.- Se indican los principios rectores que sustentan la política hídrica: El agua es un recurso vital, limitado y finito; se debe garantizar el derecho humano al agua; manejo sustentable del recurso y regulación de los usos; aprovechamiento eficiente del agua; usuarios informados y responsables; preferencia para el uso doméstico; restauración de la calidad del recurso hídrico; equilibrio hídrico.</p> <p>Artículo 3o B.- El Gobernador del Estado, expedirá el Plan Hidráulico para el Estado de Aguascalientes. El Instituto del Agua del Estado, elaborará, modificará y actualizará la propuesta del Plan Hidráulico para el Estado de Aguascalientes.</p> <p>Artículo 3o C.- El Plan Hidráulico para el Estado de Aguascalientes tendrá por objeto establecer los criterios para la aplicación de las políticas públicas que permitan la detección de problemas en materia de agua, así como su atención eficaz; el cual se integrará por lo menos con los siguientes apartados: fundamentos legales, antecedentes, diagnóstico y análisis y prospección de los esfuerzos para atender este tema.</p> <p>Artículo 4o.- El Instituto del Agua del Estado es un organismo público descentralizado del Gobierno del Estado, con personalidad jurídica y patrimonio propios.</p>

Instrumento normativo	Aspecto relevante
Ley de Protección Ambiental para el Estado de Aguascalientes	<p>Artículo 1o.- La presente Ley es de orden público, interés social y de observancia obligatoria en el Estado de Aguascalientes y tiene como objeto proteger el ambiente, conservar el patrimonio natural y propiciar el desarrollo sustentable del Estado, así como:</p> <p>I. Establecer los mecanismos para otorgar a los habitantes en el Estado el derecho a un ambiente adecuado para su bienestar y desarrollo;</p> <p>II. ...</p> <p>XI. Establecer medidas y mecanismos para crear conciencia en la población aguascalentense sobre la importancia de la participación ciudadana para contribuir a la solución de la problemática ambiental.</p> <p>Artículo 10. Corresponde a los Ayuntamientos:</p> <p>I. ...</p> <p>XIII. Aplicar las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación de las aguas que se descarguen a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, así como de las aguas nacionales que tengan asignadas;</p> <p>XIV. ...</p> <p>Artículo 30. Los programas de desarrollo urbano estatal y municipales deberán considerar los siguientes criterios:</p> <p>I. ...</p> <p>V. La poca disponibilidad de agua en el Estado.</p>
Ley de Cambio Climático para el Estado de Aguascalientes	<p>Artículo 6o. El Gobierno del Estado por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente deberá formular, regular, dirigir e instrumentar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en materia de la preservación, restauración, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y recursos hídricos de su competencia.</p>
Ley Municipal para el Estado de Aguascalientes	<p>Artículo 1o.- La presente ley es de interés público y tiene por objeto establecer las bases generales de integración y organización del territorio, población, gobierno y administración municipal.</p> <p>Artículo 4o.- Los municipios del Estado de Aguascalientes, son autónomos para organizar la Administración Pública Municipal, regular las materias, procedimientos, funciones y servicios públicos de su competencia, sus relaciones con el Estado y demás municipios y para asegurar la participación ciudadana y vecinal, a través de las disposiciones de carácter general, bandos y reglamentos que al efecto expidan los ayuntamientos correspondientes, en los que se observen leyes de su competencia.</p> <p>Artículo 36.- Los Ayuntamientos tienen como función general el gobierno del Municipio y como atribuciones y facultades las siguientes:</p> <p>I. ...</p> <p>XXXVIII. Tener a su cargo los servicios y funciones públicas siguientes:</p> <p>a) Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales;</p> <p>b) ...</p>
Actualización del Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2016-2022 Aguascalientes	<p>Se propone como un programa estratégico el Plan Hídrico Estatal, el cual tiene como objetivo: Garantizar la disponibilidad y calidad del recurso hídrico en el Estado, fomentando en la sociedad el uso eficiente del agua y su reutilización en los sectores agrícola, industrial y público urbano; coadyuvando a la sustentabilidad de los sistemas acuíferos granulares del Estado; y conservando los cuerpos de agua mediante la reducción del efecto de la evaporación a través de la inducción del agua de lluvia en áreas permeables.</p>
Plan Aguascalientes 2045	<p>Estrategias: Incrementar la sustentabilidad del sector; impulsar la recarga del acuífero; restaurar el medio ambiente; agua suficiente; sanear cuerpos y afluentes de agua; desarrollo en equilibrio; desarrollo urbano sustentable; implementar el Plan Hídrico.</p>
Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico y Territorial Aguascalientes 2013 – 2035	<p>Plantea los siguientes lineamientos con relación con el recurso hídrico: subcuencas hidrológicas en equilibrio; abatir la contaminación y aprovechamiento inadecuado de cuerpos de agua; disponer de información actual y precisa del Estado de los recursos naturales; contar con medidas que prevengan, mitiguen o se adapten a los efectos del cambio climático, la sequía y desertificación.</p>
Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Aguascalientes	<p>Con respecto al recurso hídrico, propone dentro de sus lineamientos y estrategias ecológicas, conservar y mejorar las condiciones de los cauces hidrológicos, cuerpos de agua, áreas inundables y áreas de recarga, disminuir el consumo de agua utilizada para la actividad agrícola e implementar mecanismos que permitan hacer eficiente el uso del agua para riego.</p>

Fuente: Elaboración propia con base en la información de los documentos señalados

Las leyes en materia de planeación promueven la participación de la sociedad en la definición de sus necesidades y metas; al mismo tiempo que consideran el corto, mediano y largo plazos en el planteamiento de problemas, políticas, estrategias y acciones.

Por otra parte, los instrumentos relacionados con la planeación hídrica reconocen en primer lugar el derecho humano al agua y al saneamiento; así también confirman que los gobiernos de todos los niveles deben encargarse de garantizar dicho derecho y fomentar el aprovechamiento eficiente del agua promoviendo su reutilización. El reúso, un tema que ha tomado relevancia en los últimos años, es considerado como uno de

los principios rectores de la política hídrica en la entidad. Bajo el concepto de economía circular³, el sector hídrico busca utilizar el agua residual tratada, en diferentes destinos, como pueden ser: la industria, parques o riego agrícola; y con estas acciones, lograr reducir el déficit hídrico.

En la Ley de Protección Ambiental para el Estado, se reconoce la escasez del recurso hídrico y su importancia para el desarrollo estatal y municipal, por lo que se establece la obligación de que los programas de desarrollo urbano estatal y municipales consideren la poca disponibilidad de agua en el Estado para establecer sus escenarios. La Ley de Cambio Climático indica la necesidad de formular acciones de mitigación y adaptación al cambio climático para preservar, restaurar, manejar y aprovechar sustentablemente los recursos hídricos. El Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico y Territorial considera como lineamientos para su integración conceptos hídricos como: cuencas en equilibrio, saneamiento de cuerpos de agua, optimización del uso consuntivo del agua, entre otros.

Las anotaciones anteriores nos obligan a pensar en un enfoque transversal que enlace las estructuras del PHE con la de otros planes, de tal manera que, al definir los objetivos y estrategias para mejorar el sector hídrico en la entidad, se consideren aspectos de otros sectores que permitan coadyuvar a preservar la disponibilidad y con ello a la mejoría de la calidad de vida.

Un aspecto que se observa y es de suma importancia, es que los instrumentos normativos en materia hídrica se han actualizado durante el Gobierno actual para contar con una plataforma robusta en el sector agua. Aunado a lo anterior, la actualización normativa se considera parte importante en las propuestas del Plan.

Finalmente, de manera específica la Ley de Agua para el Estado de Aguascalientes indica que el Instituto del Agua del Estado es quién deberá elaborar, modificar y actualizar la propuesta del Plan Hídrico Estatal con la finalidad de detectar y atender la problemática en materia de agua en la entidad. Asimismo, el Plan Estatal de Desarrollo establece como Eje Rector la elaboración del Plan Hídrico Estatal y en el Plan Aguascalientes 2045 se determina como una de las estrategias la implementación del Plan Hídrico. Es así como el marco normativo existente no sólo permite, sino que considera como estrategia relevante la actualización del Plan Hídrico Estatal, por lo cual, la implementación de los proyectos y programas que deriven de él también se consideran trascendentes para dar cumplimiento a la política en materia hídrica del gobierno estatal.

Resumiendo, el presente Plan Hídrico Estatal toma como base los principios de estas leyes y con base en la participación social, define: la problemática hídrica, su impacto sobre las actividades productivas y su importancia como factor de equidad social.

Asimismo, en conjunto con la sociedad y la autoridad federal y estatal en materia de agua, establece objetivos, metas, estrategias y acciones jerarquizadas y programadas a lo largo del tiempo, junto con los programas presupuestales y fuentes de financiamiento que harán posible su ejecución.

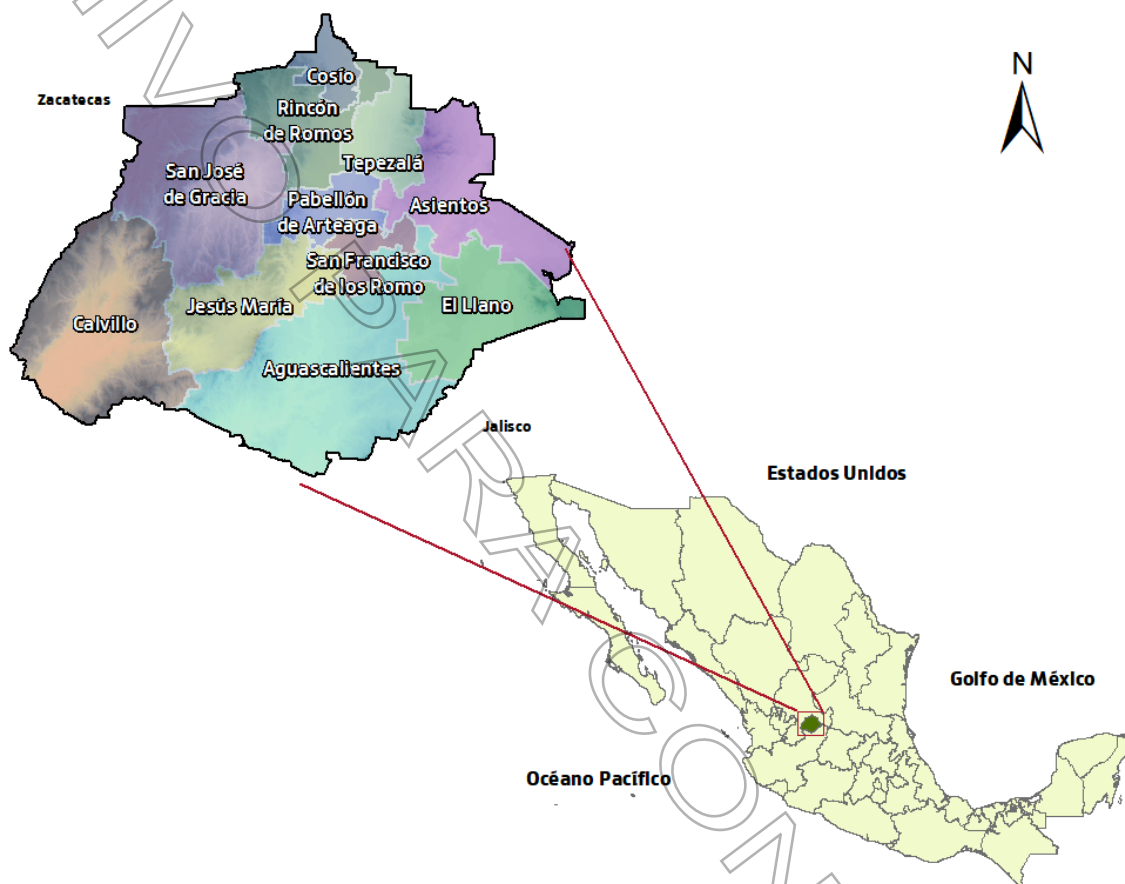
³ Concepto económico que se interrelaciona con la sostenibilidad, y cuyo objetivo es que el valor de los productos, los materiales y los recursos (agua, energía...) se mantengan en la economía durante el mayor tiempo posible, y que se reduzca al mínimo la generación de residuos. <http://economiacircular.org/wp/economia-circular/>

2. DIAGNÓSTICO

2.1. LÍMITES

El estado de Aguascalientes tiene una superficie territorial de 5,680.33 km², lo que representa el 0.3% de la superficie total del país; sus coordenadas geográficas extremas son: al Norte 22° 27', al Sur 21° 38' de latitud norte; al Este 101° 53', al Oeste 102° 52' de longitud oeste. El Estado colinda al norte, este y oeste con el estado de Zacatecas; al sur y este con el de Jalisco, conforme a lo presentado en la siguiente figura.

Figura 1. Ubicación del estado de Aguascalientes en el contexto nacional



Fuente: Elaboración propia con base en el Marco Geo estadístico 2020. INEGI

La entidad está dividida en 11 municipios, siendo Aguascalientes su capital. En la siguiente tabla se presentan los datos relevantes de estos municipios.

Tabla 2. Municipios que integran el estado de Aguascalientes

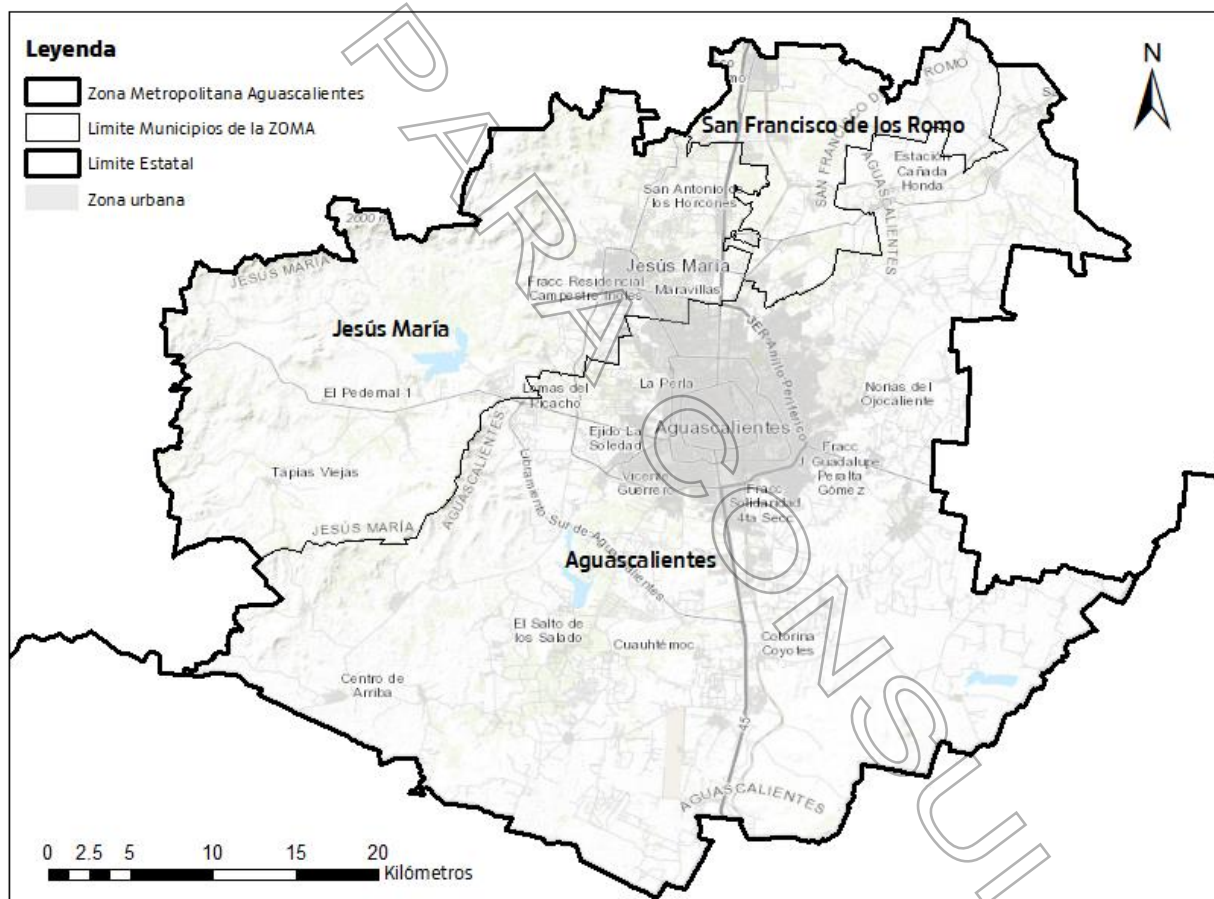
Clave	Municipio	Cabecera Municipal	Superficie (km ²)	Altitud media (msnm)	Latitud norte	Longitud oeste
001	Aguascalientes	Aguascalientes	1,192.30	1 878	21°52'47"	102°17'45"
002	Asientos	Asientos	553.83	2 168	22°14'17"	102°05'21"
003	Calvillo	Calvillo	943.50	1 632	21°50'48"	102°43'07"
004	Cosío	Cosío	131.22	2 004	22°21'59"	102°18'00"
005	Jesús María	Jesús María	511.23	1 878	21°57'40"	102°20'36"
006	Pabellón de Arteaga	Pabellón de Arteaga	199.95	1 912	22°08'57"	102°16'35"
007	Rincón de Romos	Rincón de Romos	380.58	1 952	22°13'45"	102°19'23"

Clave	Municipio	Cabecera Municipal	Superficie (km ²)	Altitud media (msnm)	Latitud norte	Longitud oeste
008	San José de Gracia	San José de Gracia	875.91	2 052	22°09'00"	102°24'56"
009	Tepezalá	Tepezalá	234.60	2 101	22°13'27"	102°10'01"
010	El Llano	Palo Alto	516.34	2 031	21°55'07"	101°57'55"
011	San Francisco de los Romo	San Francisco de los Romo	140.87	1 890	22°04'20"	102°16'21"
		Total	5,680.33			

Fuente: a) Compendio de información geográfica municipal de Aguascalientes 2010; y b) Anuario estadístico y geográfico de Aguascalientes 2017. INEGI

En la entidad, la Zona Metropolitana de Aguascalientes (ZOMA) conformada por los municipios de Aguascalientes, Jesús María y San Francisco de los Romo, concentra casi el 80% de la población estatal. Esta zona es la décimo tercera más grande e importante de México. La siguiente figura presenta la ZOMA en el contexto estatal.

Figura 2. Zona Metropolitana de Aguascalientes



Fuente: Elaboración propia con base en el conjunto de datos vectoriales de la División política estatal 1:250,000, 2019. INEGI

2.2. POBLACIÓN Y CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS EN LA ENTIDAD**2.2.1. Población**

De acuerdo con el INEGI, en el año 2020 el estado de Aguascalientes registró una población total de 1,425,607 habitantes, de los cuales el 48.87% eran hombres y el 51.13% mujeres, conforme se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 3. Población estatal y municipal para el año 2020 (habitantes)

Municipio	Total	Hombres	Mujeres
Estatal	1,425,607	696,683	728,924
Aguascalientes	948,990	462,073	486,917
Asientos	51,536	25,261	26,275
Calvillo	58,250	28,563	29,687
Cosío	17,000	8,292	8,708
Jesús María	129,929	64,219	65,710
Pabellón de Arteaga	47,646	23,377	24,269
Rincón de Romos	57,369	28,101	29,268
San José de Gracia	9,552	4,532	5,020
Tepezalá	22,485	11,114	11,371
El Llano	20,853	10,446	10,407
San Francisco de Los Romo	61,997	30,705	31,292

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI 2021

Con la finalidad de obtener la población del periodo 2020 - 2050 se consideraron las Proyecciones de población publicadas por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) el cual en el periodo 2020-2030 estimó un crecimiento medio anual del 1.12% a nivel estatal. Para el periodo 2030-2050 se consideró un ritmo de crecimiento menor, 0.65%, conforme a las expectativas estimadas en el Plan Aguascalientes 2045. En la siguiente tabla se presenta la población estimada.

Tabla 4. Población 2020-2050 en la entidad

Municipio	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Estatal	1,425,607	1,515,100	1,593,139	1,661,125	1,721,540	1,772,066	1,811,580
Aguascalientes	948,990	1,009,551	1,067,545	1,118,122	1,161,112	1,195,461	1,220,300
Asientos	51,536	54,277	57,436	60,813	64,502	68,535	72,948
Calvillo	58,250	61,854	67,161	72,767	77,280	80,449	82,085
Cosío	17,000	17,854	18,935	20,071	21,196	22,301	23,379
Jesús María	129,929	138,577	140,969	142,013	143,156	144,386	145,706
Pabellón de Arteaga	47,646	50,142	52,516	54,754	56,804	58,637	60,227
Rincón de Romos	57,369	60,408	63,508	66,403	69,131	71,661	73,961
San José de Gracia	9,552	10,120	10,753	11,455	12,104	12,664	13,120
Tepezalá	22,485	23,872	25,300	26,717	28,131	29,533	30,913
El Llano	20,853	22,013	23,275	24,535	25,820	27,130	28,462
San Francisco de Los Romo	61,997	66,432	65,741	63,475	62,304	61,309	60,479

Fuente: Elaboración a partir del Censo de Población y Vivienda 2020, Aguascalientes (INEGI, 2021), Proyecciones de la Población de los Municipios de México, 2015-2030 (CONAPO, 2019) y el Plan Aguascalientes 2045 (Gobierno del Estado de Aguascalientes, 2019)

2.2.2. Indicadores sociodemográficos

Conforme a los resultados del Censo de Población y Vivienda 2020 se tiene que, en la entidad el 15.92% de la población vivía en localidades de menos de 2,500 habitantes, es decir en zonas rurales; el resto de la población, 84.08%, se concentraba en las localidades urbanas.

El índice de desarrollo humano (IDH) es un indicador nacido de la mano del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que mide el nivel de desarrollo de cada país atendiendo a variables como: la esperanza de vida, la educación y el ingreso per cápita. Este indicador tiene en cuenta tres variables: vida larga y saludable, conocimientos, y nivel de vida digno. La evolución de este índice que oscila de 0 a 1, muestra las condiciones de progreso y bienestar de las entidades federativas y sus municipios. A nivel nacional se estima un valor medio de 0.767⁴.

De acuerdo con las cifras de INEGI, Aguascalientes presenta un IDH de 0.790 a nivel estatal, considerado alto; a nivel municipal, tres municipios presentan un índice medio. Se observa en el índice combinado (ingreso, salud y educación), que es la educación la que presenta índices medio a bajo en los municipios, lo cual puede ser resultado de que la asistencia escolar de alumnos de 15 a 24 años es menor al 50%, lo que se refleja en una baja escolaridad⁵.

En cuanto a la medición de la pobreza, este indicador tiene la finalidad de identificar las áreas en las que se requiere redoblar los esfuerzos institucionales, así como las regiones del país donde es necesario fortalecer la atención prioritaria de la población en situación de pobreza, vulnerabilidad económica o social. A nivel nacional el 7.4% de la población está en situación de pobreza extrema, mientras que, a nivel estatal, Aguascalientes (1.2%) y Nuevo León (0.5%) tienen el menor porcentaje en este indicador; los municipios de Aguascalientes con menor población son los que presentan porcentajes de pobreza más altos, lo cual es el reflejo de que las oportunidades de desarrollo se concentran en las ciudades.

En la siguiente tabla se indican los valores que integran el IDH y el indicador de pobreza a 2018.

Tabla 5. IDH e indicador de pobreza del estado de Aguascalientes

Indicador	Valor	Indicador	Valor
Índice de Desarrollo Humano 2018	0.790	Indicador de pobreza 2018	
Índice de salud	0.872	Población en situación de pobreza	26.2%
Índice de ingresos	0.809	• Población en situación de pobreza moderada	25.0%
Índice de educación	0.698	• Población en situación de pobreza extrema	1.2%

Fuente: Elaboración a partir del Índice de desarrollo humano subnacional (4.0), Global Data Lab, 2020 y Anexo estadístico entidades pobreza 2008-2018, CONEVAL 2020

2.2.3. Población económicamente activa

Según el INEGI, la población económicamente activa (PEA) para el estado de Aguascalientes en el 2020 fue de 706,930 personas, de las cuales, 692,983 estaban ocupadas y 13,947 desocupadas. Conforme a lo presentado en la siguiente tabla, el sector de actividad económica que tiene la mayor parte de la PEA ocupada es el sector terciario y la menor cantidad está en el sector primario.

Tabla 6. PEA ocupada por sector de actividad económica

Entidad	Población ocupada	Sector de actividad económica			
		Primario	Secundario	Terciario	No especificado
Aguascalientes	692,983	5.27%	30.07%	64.37%	0.29%

INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020 y Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo Nueva Edición, 2020. INEGI 2021

Del total de la PEA ocupada, la mayor parte se dedica a la industria manufacturera, servicios y al comercio.

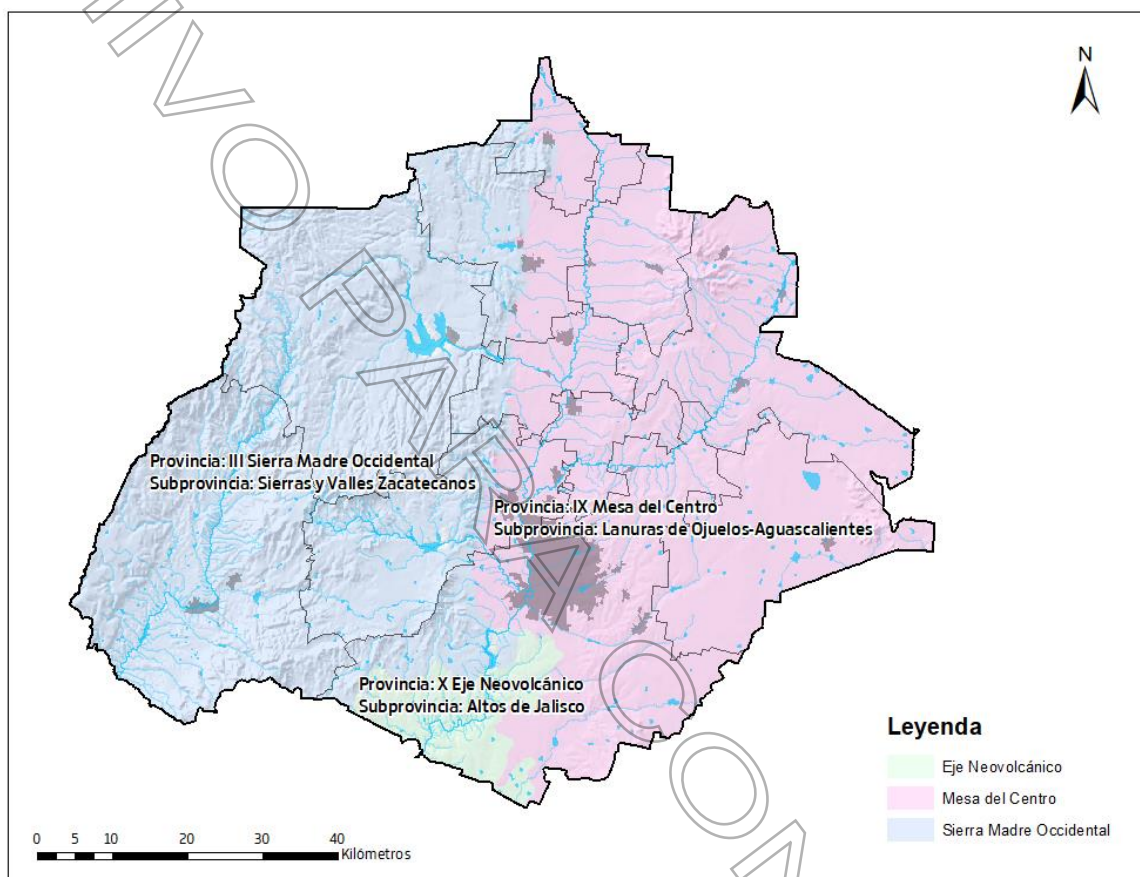
⁴ https://globaldatalab.org/shdi/2018/indices/MEX/?levels=1%2B4&interpolation=0&extrapolation=0&nearest_real=0

⁵ Asistencia y movilidad escolar por grupos de edad. Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI 2021.

2.3. CARACTERÍSTICAS DEL RELIEVE

La superficie estatal forma parte de las provincias: Sierra Madre Occidental, Mesa Central y Eje Neo volcánico, la primera provincia abarca el 47.5% de la superficie estatal y se constituye por serranías frecuentemente rematadas por mesetas que se alternan con algunos valles. En esta provincia destacan el Cerro del Muerto (sierra baja), la Sierra del Laurel (sierra alta con mesetas) y un sistema de mesetas de origen volcánico que alimenta a las presas Plutarco Elías Calles y El Jocoque. En la siguiente figura se presentan las provincias fisiográficas mencionadas.

Figura 3. Provincias fisiográficas en Aguascalientes



Fuente: Elaboración propia con base en el conjunto de datos vectoriales Fisiográficos, Continuo Nacional. Escala 1:1,000,000. INEGI, 2001

La segunda provincia, Mesa Central, se localiza a una altitud promedio de 2,000 msnm abarca el 48.6% de territorio de la entidad y se caracteriza por presentar llanuras extensas desérticas de piso rocoso o cementado, que se localiza a lo largo del río San Pedro hasta poco antes de la presa El Niágara; hacia el oriente del territorio forma un corredor que sigue el trazo del río Chicalote y se extiende hasta el municipio El Llano. Al este, abarcando la Mesa de las Preñadas y de Juan El Grande se presenta una meseta típica; la Sierra de Tepezalá exhibe una sierra baja con mesetas formada por cerros que sobrepasan los 500 m de altura. En este sitio se localiza el segundo pico más alto del Estado, el Cerro de Altamira.

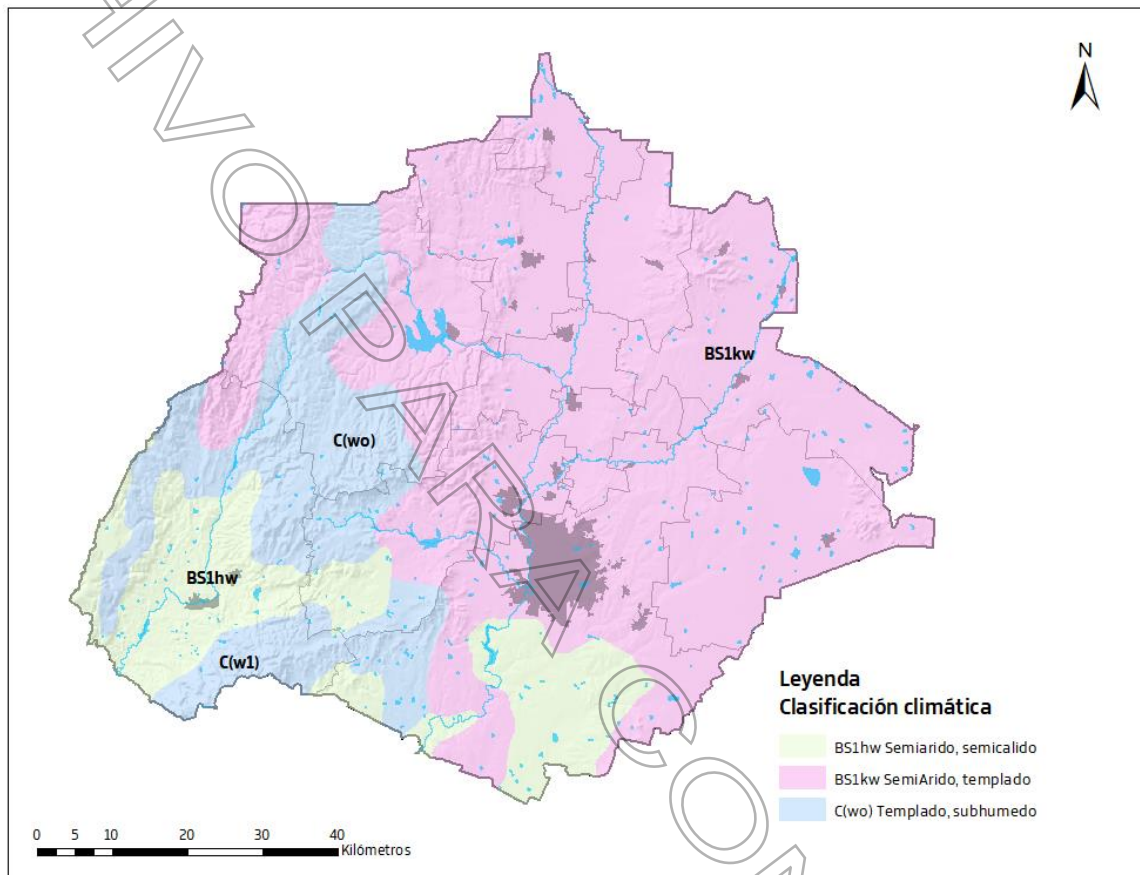
En la Mesa Central, el Estado es atravesado por un corredor norte-sur denominado Valle de Aguascalientes. Este continúa por el sur en los Altos de Jalisco y el Bajío, y por el norte se entremete más allá de Cosío, hasta el estado de Zacatecas.

Por último, el Eje Neo volcánico, ocupa 3.9% del territorio y comprende el extremo sur del Estado, en el municipio de Aguascalientes. Se caracteriza por amplias mesetas, valles profundos y laderas escarpadas afines a los cañones de la Sierra Madre Occidental.

2.4. EL RÉGIMEN DE LLUVIAS Y EL CLIMA

El clima predominante en Aguascalientes es el semiseco (BS) y se caracteriza porque la evaporación excede a la precipitación. Está asociado principalmente a comunidades vegetales del tipo matorral desértico y vegetación Xerófila. Hacia el noreste del Estado, en el municipio de Asientos, se encuentra una pequeña franja cuyas características climáticas difieren de las antes mencionadas, por ser más seca y se denomina seco semicálido. Al sur del municipio de Calvillo se localiza el tipo templado subhúmedo.

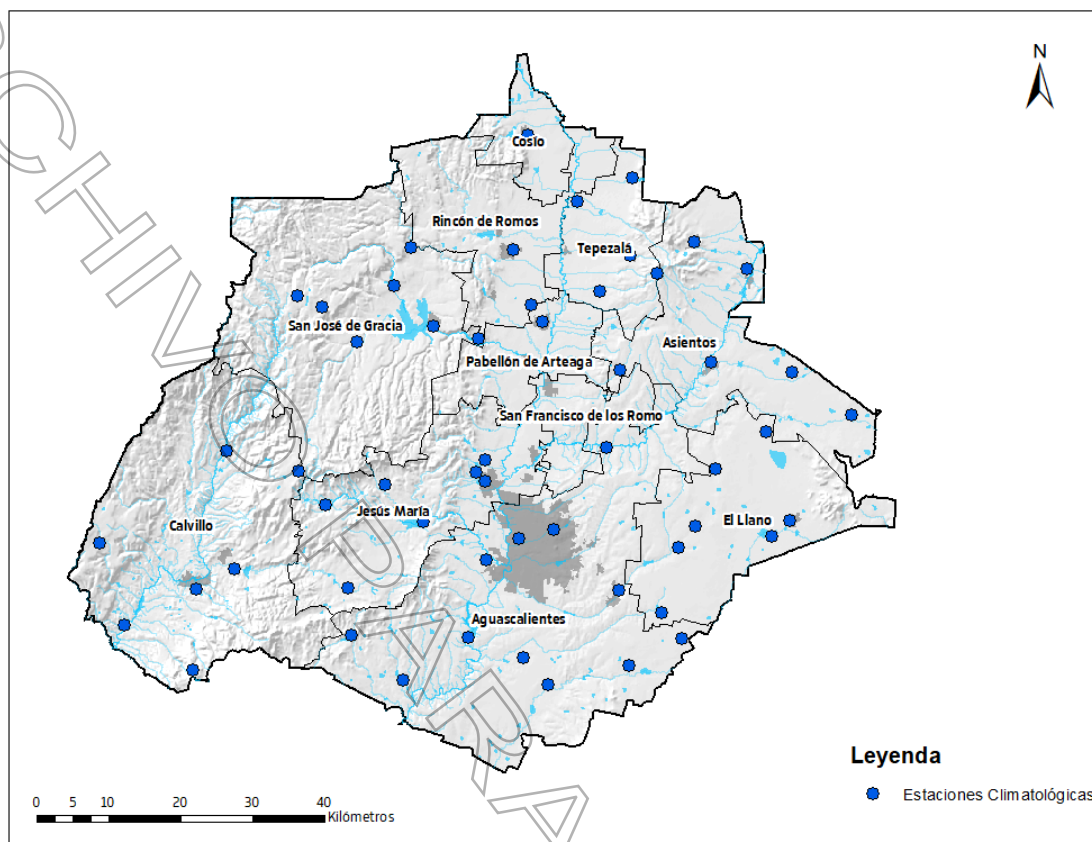
Figura 4. Climas predominantes en el estado de Aguascalientes



Fuente: Elaboración propia con base en el conjunto de datos vectoriales Climas, escala 1:1,000,000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 1998

En la entidad se tienen en operación 56 estaciones climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), en las cuales se lleva el registro de las precipitaciones y temperaturas. En la siguiente figura se indican las estaciones referidas.

Figura 5. Estaciones climatológicas del SMN



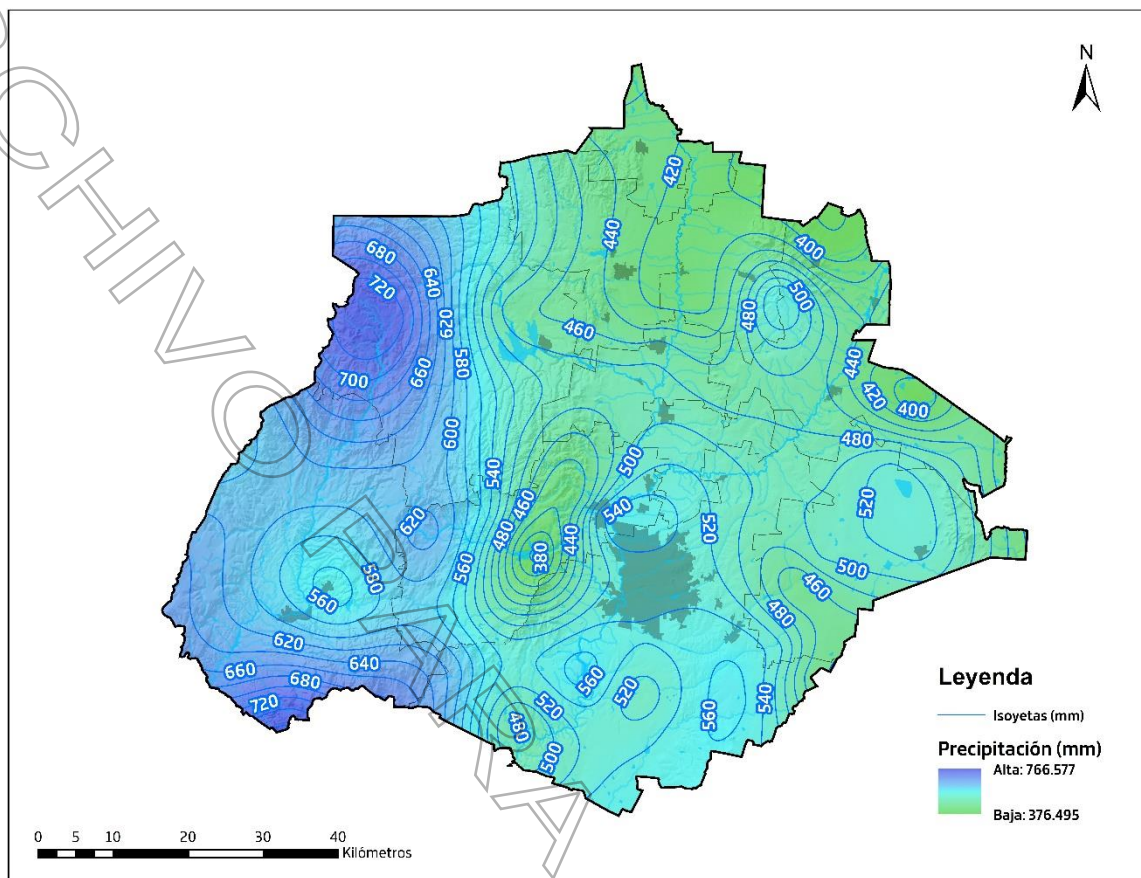
Fuente: Elaboración propia con base en el conjunto de datos vectoriales Climas, escala 1: 1,000,000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 1998 y el Servicio Meteorológico Nacional 2021.

2.4.1. Precipitación

El estado de Aguascalientes tiene una precipitación media anual de 515 mm, variable a lo largo de su territorio. Los rangos de precipitación media anual en el estado varían de los 377 a 741 mm, de acuerdo con los registros de las estaciones climatológicas del SMN.

Los registros mayores de precipitación se presentan al poniente del Estado, con valores medios anuales de 600 mm a 741 mm. En la zona centro, sur y parte del sureste del Estado, predominan los rangos entre 500 mm y 600 mm. Al movernos al noroeste del Estado, los valores de precipitación comienzan a disminuir, llegando a alcanzar los 377 mm.

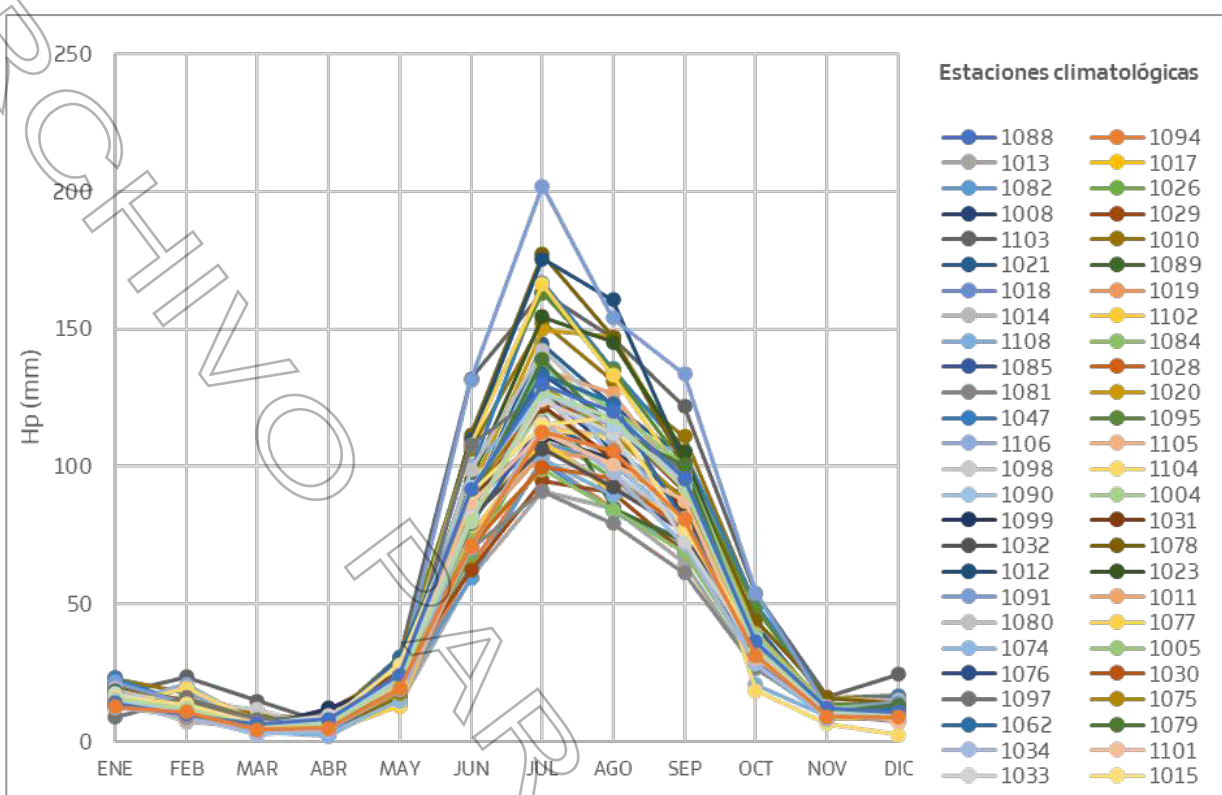
Figura 6. Precipitación media anual en el estado de Aguascalientes



Fuente: Elaboración propia con base en el conjunto de datos del portal de Información Estadística Climatológica del Servicio Meteorológico Nacional, 2021

Al analizar la precipitación mensual, en la siguiente gráfica se aprecia que los meses de mayor precipitación se concentran de junio a septiembre. En el mes de junio el rango de precipitación mensual es de 62 mm a 131 mm, el mes de julio se presentan los valores más altos del año, registrando un rango de precipitación mensual de 91 mm a 201 mm. En agosto los valores disminuyen, registrando datos de 79 a 160 mm. Para septiembre los acumulados de precipitación son semejante al mes de junio. En octubre se registran valores menores a 50 mm lo que marca el inicio de la temporada de estiaje, de noviembre a abril; siendo marzo y abril los meses con menor precipitación del año, los cuales son menores a 25 mm.

Gráfica 1. Precipitación media mensual de las estaciones climatológicas en el estado del Aguascalientes

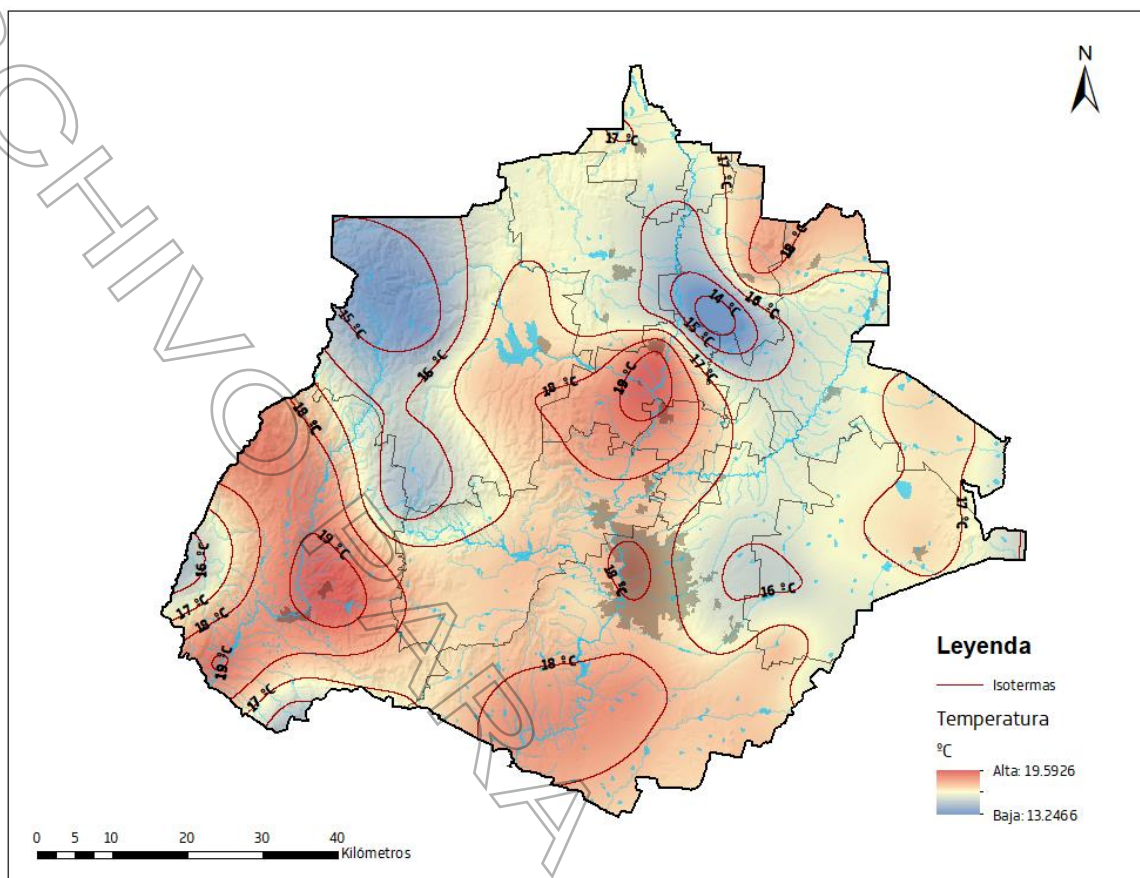


Fuente: Elaboración propia con base en el conjunto de datos del portal de Información Estadística Climatológica del Servicio Meteorológico Nacional, 2021

2.4.2. Temperatura

La temperatura media anual obtenida a partir de los datos de las estaciones climatológicas que se encuentran en el Estado es de 17.11°C. Los valores más altos de temperatura media se encuentran al suroeste y sur, con valores que van de los 18°C a 20°C; mientras que las temperaturas más bajas se encuentran al poniente y noreste, con rangos de 14°C a 16°C. Para las zonas centro, parte del norte y este, la temperatura está entre los 16°C y 18°C.

Figura 7. Temperatura media anual en el estado de Aguascalientes

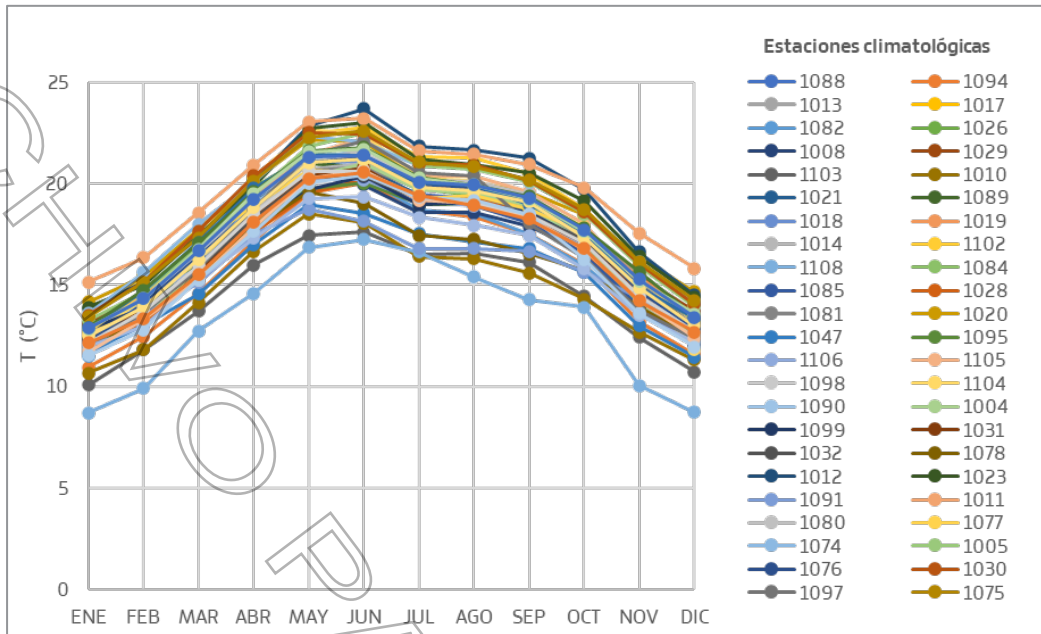


Fuente: Elaboración propia con base en el conjunto vectorial Isotermas medias anuales. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 1998. Periodo de la información de temperaturas 1998-2008

En la siguiente gráfica se presenta la temperatura media mensual de las estaciones climatológicas, observándose que a lo largo del año los valores promedio de temperatura más altos, se presentan en el mes de junio, con rangos de 17 °C a 23 °C. En los meses de julio, agosto y septiembre la temperatura suele mantenerse constante, con rangos de 16 °C a 21 °C.

A partir de octubre la temperatura disminuye; siendo los meses de enero y diciembre los más fríos, con rangos de temperatura media de 10 °C a 15 °C. A partir de febrero, se registra un incremento de la temperatura para todas las estaciones.

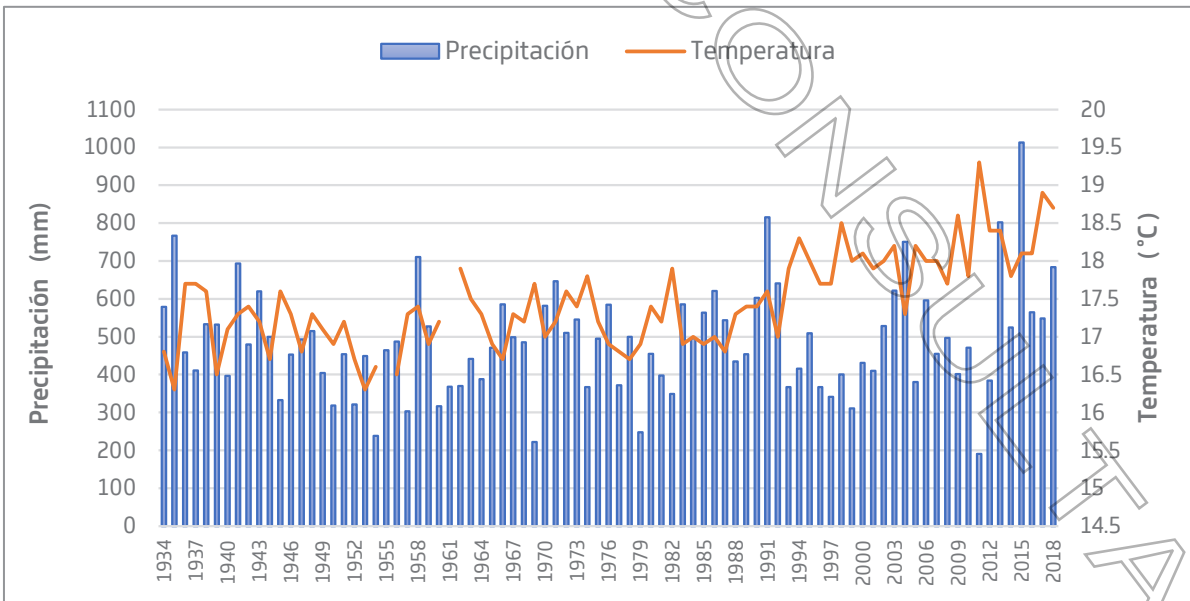
Gráfica 2. Temperatura media mensual de las estaciones climatológicas en el estado del Aguascalientes



Fuente: Elaboración propia con base en el conjunto de datos del portal de Información Estadística Climatológica del Servicio Meteorológico Nacional, 2021

La estación climatológica Presa Plutarco Elías Calles con clave 1018, es la estación climatológica activa, con el mayor periodo de registro, al contar con registros del periodo 1933 al 2018. En la siguiente gráfica se puede observar la relación de precipitación acumulada anual y la temperatura media anual registrada en la estación. En las últimas dos décadas, el incremento en la temperatura media anual ha crecido de manera notable y coincide con los periodos de sequía recurrente en los últimos años.

Gráfica 3. Temperatura media anual y precipitación acumulada anual de la estación climatológica Presa Plutarco Elías Calles (1018) del estado de Aguascalientes



Fuente: Elaboración propia con base en el conjunto de datos del portal de Información Estadística Climatológica del Servicio Meteorológico Nacional, 2021

2.4.3. Aridez

La aridez, como atributo climático regional, implica un nivel bajo de humedad disponible en términos absolutos y durante periodos significativos, y resulta de una combinación de factores que reducen la capacidad de las condiciones meteorológicas para suministrar humedad a una región. La aridez y la sequía son fenómenos diferentes, aunque estén relacionados. La aridez en sí no implica sequía, como tampoco la sequía es un fenómeno exclusivo de los climas áridos⁶.

La aridez se puede manifestar con un conjunto de aspectos como: un balance hídrico deficitario, permanente en el aire y en el suelo; vegetación xerófila o inexistente; desorganización de la red hidrográfica que pueden ocasionar generalmente un régimen endorreico y cursos de agua intermitentes.

La aridez también se puede expresar en forma cuantitativa por medio de un índice de aridez con carácter bioclimático que considera la relación que guarda la precipitación (P) y la evapotranspiración potencial (ETP); la lluvia define la cantidad de humedad disponible mientras que la evapotranspiración potencial refleja el consumo de ésta por los organismos del suelo y las plantas.

En 2013 la CONAFOR, en colaboración con la Universidad Autónoma de Chapingo, publicó el estudio para la determinación de la Línea Base Nacional de Degradación de Tierras y Desertificación. En este trabajo se usó la delimitación de las zonas secas del país utilizando el índice de aridez calculado con el método de Penman. El Atlas Mundial de la Desertificación señala que las tierras secas son aquellas áreas en donde el índice de aridez es menor a 0.65⁷.

De manera particular en Aguascalientes el 68% de su territorio presenta una condición de semiárido y en la parte poniente se tienen algunas zonas con categorías seco, subhúmedo y subhúmedas. En la siguiente figura se puede observar la distribución del índice de aridez en el territorio estatal.

El principal factor limitante en Aguascalientes, al identificarse como una zona semiárida es la disponibilidad de agua ya que existe una enorme descompensación entre la cantidad de agua que llueve y la que potencialmente pasa a la atmósfera por la evapotranspiración; en estas zonas la evapotranspiración es alta y depende fundamentalmente de la radiación solar, la presión de vapor del aire y la velocidad del viento. El régimen de precipitaciones se caracteriza por una alta irregularidad tanto espacial como temporal, así como la ocurrencia de tormentas de alta intensidad descargando en un breve periodo de tiempo. Durante la mayor parte del año, en la entidad se tienen bajas precipitaciones y altas tasas de evapotranspiración que originan escurrimientos de agua de baja magnitud que deben ser almacenados para contribuir a satisfacer las demandas del sector agrícola principalmente.

Con la finalidad de compensar la escasez del recurso superficial en la entidad, desde los años sesenta se aprovechó el agua subterránea de la zona, presentándose actualmente una sobreexplotación en todos los acuíferos identificados en la entidad. La condición de aridez descrita destaca la importancia de proteger la reserva de agua subterránea, que constituye la fuente más segura.

2.5. SITUACIÓN DEL SISTEMA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL ESTADO

En el estado de Aguascalientes se ha reconocido la importancia del establecimiento y conservación de las áreas protegidas. Estas zonas cumplen diversas funciones: ayudan en la regulación de los ciclos biogeoquímicos, se han convertido en bancos de germoplasma y conservación de la biodiversidad, captura de carbono, producción de oxígeno, control de la erosión del suelo, polinización, protección costera y amortiguamiento de fenómenos naturales como tormentas e incluso el cambio climático, y son fuente de materias primas para diversos procesos productivos. De forma reciente, además, se les han reconocido valores sociales y culturales asociados a los paisajes⁸.

Uno de los servicios fundamentales de las áreas boscosas es inducir precipitación al forzar el ascenso del aire sobre la ladera. Parte del agua que precipita, es absorbida por los árboles y evaporada a través de sus hojas, manteniendo el control de la humedad y temperatura del aire, otra parte, es retenida por la materia orgánica del suelo y liberada gradualmente. Parte de ella se infiltra y recarga los acuíferos, otra, escurre superficialmente, formando primero múltiples arroyos y luego cauces de mayores dimensiones. Este proceso evita la erosión hídrica del suelo, disminuye el riesgo de inundaciones y controla la humedad de la atmósfera.

⁶ Aridez y sequía, conceptos climáticos relevantes para el altiplano potosino. Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universitarios Potosinos.2017.

⁷ Bajo esta metodología, para la república mexicana se estimó una superficie aproximada de 127,919 hectáreas de tierras secas, lo que significa aproximadamente el 65% del territorio nacional. El cual se distribuye entre las zonas semiáridas (34.7%), áridas (18.9%), subhúmedas secas (10.8%) e hiperáridas (menos de 0.7%). El resto corresponde a otros climas (subhúmedos, húmedos, muy húmedos y per-húmedos).

⁸ Instituto del Medio ambiente 2009 Áreas Prioritarias para la Conservación en Aguascalientes.

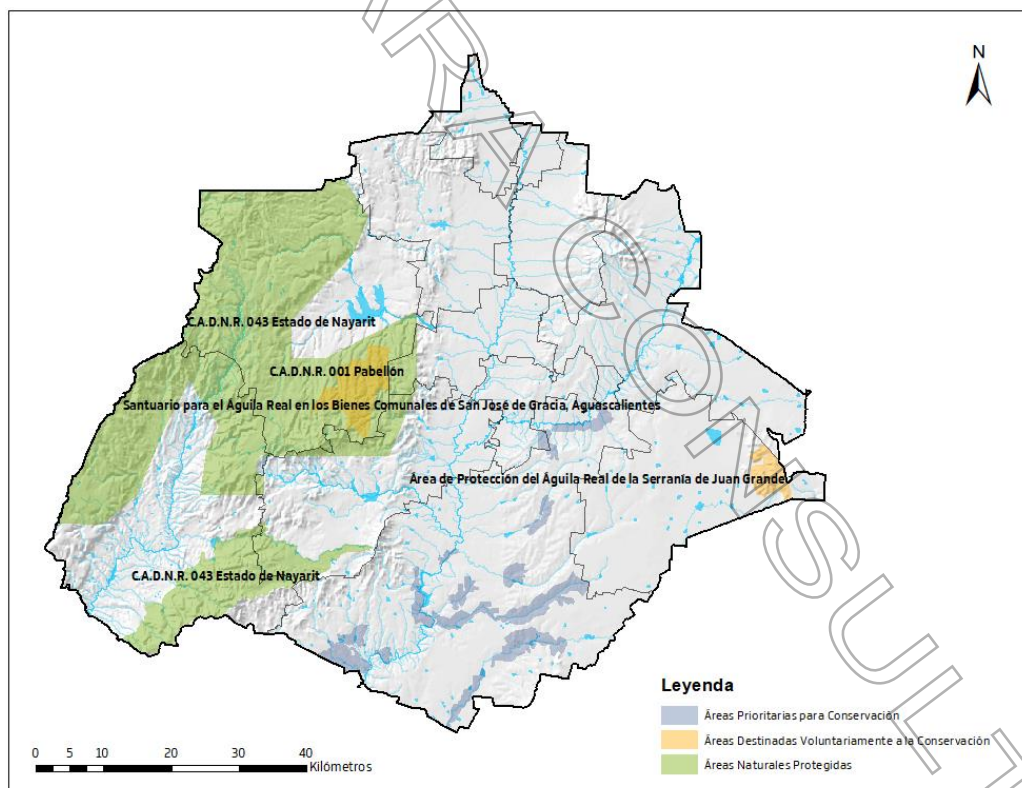
Hoy en día, entre los criterios para proteger un área en particular se considera su influencia en la regulación del ciclo hidrológico y la seguridad hídrica, partiendo de que el deterioro de las zonas boscosas reduce la recarga de los acuíferos e incrementa la erosión de los suelos y en consecuencia la probabilidad de inundaciones. Cada área protegida es única por sus características biológicas, eco sistémicas y culturales y por tanto por los servicios que puede prestar. Los beneficios que proveen van más allá de los polígonos reconocidos en los decretos. Favorecen a millones de mexicanos, de manera que la derrama positiva de dichas áreas excede los límites de éstas contribuyendo al desarrollo regional.

El establecimiento de zonas protegidas⁹ en el Estado data de 1934; sin embargo, se tenían algunas incongruencias en los documentos de creación. Fue así, como el 7 de noviembre de 2002, se publicó en el DOF un acuerdo para algunas áreas forestales las cuales fueron re categorizadas como Áreas de Protección de Recursos Naturales en el territorio. En dicho Acuerdo, se incluyeron la Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 001 "Pabellón", en los estados de Aguascalientes y Zacatecas y la Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego No. 43 "Nayarit", la cual incluye la subcuenca del río Juchipila en los estados de Aguascalientes, Zacatecas y Jalisco.

Por otra parte, para proteger al águila real, especie en peligro de extinción con un alto valor emblemático, en el 2006 los ejidatarios de Palo Alto, del municipio de El Llano y en el 2014 los miembros de "Bienes Comunes" en San José de Gracia decidieron reservar voluntariamente terrenos de uso común en los cuales, por su topografía, su vegetación o por el alimento disponible, son sitios de anidación de esta especie.

De esta forma, el estado de Aguascalientes cuenta actualmente con dos áreas naturales protegidas a nivel federal y dos áreas reservadas voluntariamente, las cuales son señaladas en la siguiente figura.

Figura 8. Áreas naturales protegidas y áreas reservadas voluntariamente en el estado de Aguascalientes



Fuente: Elaboración propia., con base en el conjunto vectorial de las Áreas Naturales Protegidas Federales de la República Mexicana a escala 1:250 0000. México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) 2019

⁹ Definición de Área Natural Protegida (ANP) de Acuerdo con la LEGEPA: Son aquellas áreas de tierra/mares especialmente dedicadas a la protección y mantenimiento de la diversidad biológica, recursos naturales y culturales asociados y manejados a través de medios legales u otros medios efectivos. Pueden ser Federales establecidas por decreto o bien estatales.

Por otra parte, se tienen cuatro áreas naturales protegidas a nivel estatal bajo la administración de la Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua del Estado, entre las que destacan por su superficie, la denominada como Sierra Fría (más de 106 mil hectáreas) y la de la Sierra del Laurel (más de 29 mil hectáreas). El ANP Sierra Fría también forma parte de las Áreas de Protección de Recursos Naturales (APRN) administradas por la federación.

Aguascalientes se ha sumado a la iniciativa impulsada por la Comisión Nacional de Biodiversidad (CONABIO) para tener diagnósticos estatales sobre la biodiversidad, como paso previo para la construcción de estrategias de conservación. En este contexto se elaboró el estudio "La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado 2008" y en el 2010 se desarrolló, la "Estrategia Estatal para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado de Aguascalientes" (ECUSBEA). En 1996, 2009, 2014, 2015 y 2016 se publicaron Catálogos de Áreas Prioritarias para la Conservación en el Estado.

Con los datos recabados para la elaboración de dichas propuestas, así como con otros estudios e instrumentos, como el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Aguascalientes 2015, el pasado 6 de julio del 2020 se publicó el "Catálogo de áreas prioritarias para la conservación". Este Catálogo integra un total de 39,027 ha para la protección de la biodiversidad, que representan el 6.9% del territorio como complemento de las áreas naturales protegidas del Estado. Esta superficie incluye importantes áreas de todas las unidades de paisaje, particularmente de aquellas que no contaban con protección. Entre los criterios adoptados para la selección de áreas además de la protección a la biodiversidad, también se consideró atender algunos problemas con *soluciones basadas en la naturaleza*, los cuales son enfoques, acciones o procesos que utilizan los principios de la naturaleza para dar solución a distintos problemas relacionados con la gestión territorial y urbana como la adaptación al cambio climático, la gestión de los recursos del agua, la seguridad alimentaria o la calidad del aire y el entorno. Al tomar en cuenta las condiciones locales, se logra identificar la causa raíz de las problemáticas y se tiene la posibilidad de proponer distintas alternativas de solución con un enfoque de largo plazo.

Del total de las áreas prioritarias para la conservación, el 36.4% corresponde a la zona federal de cuerpos de agua, ríos y arroyos, lo que resulta en una gran ventaja ya que no será necesario adquirir los espacios o hacer negociaciones para su manejo y conservación¹⁰.

Estas áreas conforman una verdadera red que permite la conexión entre ellas a lo largo y ancho del territorio, integrando un sistema de corredores biológicos¹¹ que protegen tanto a la biodiversidad, como los servicios ambientales que de ella derivan, incluyendo los sitios de recarga de acuíferos y muy importantes aspectos culturales.

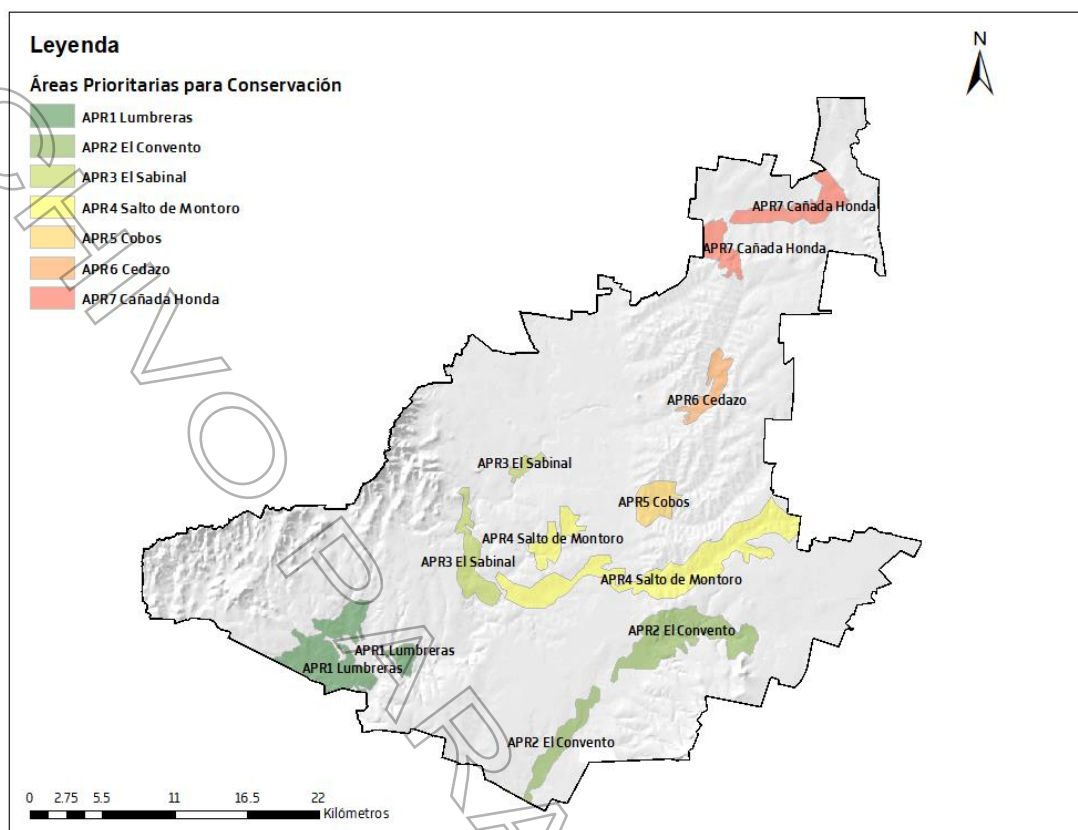
Con las áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad, el número de sitios con valor cultural en áreas con protección se eleva a 74, que equivalen a poco más del 42% del total de los elementos patrimoniales propuestos por la Secretaría de Turismo del Estado y el Centro Instituto Nacional de Antropología e Historia Aguascalientes. Los sitios incluyen haciendas, presas, templos y un sitio paleontológico, sin embargo, se considera que, con el tiempo y la ampliación de los catálogos de sitios patrimoniales y turísticos, el número de sitios se incrementará.

En forma adicional, el municipio de Aguascalientes buscó conectar las áreas naturales protegidas del Estado entre sí y con las áreas naturales protegidas federales a través de los cauces de los ríos y arroyos presentes en el territorio municipal, lo cual es altamente recomendable para crear continuidad entre los distintos ecosistemas y preservar a la biota que se desarrolla en las zonas de transición. Así también, se incluyeron 8 áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad: Ocote, Cieneguilla, Peñuelas (La Rana), Los Gallos, Niágara, Calvillito, El Conejal y Jaltomate y 7 Áreas Prioritarias para la Conservación (APC) de la recarga del acuífero. En éstas últimas áreas se agruparon todas aquellas que estuvieran en la misma cuenca; las áreas consideradas son: Cañada Honda, Cedazo, Los Cobos, Salto de Montoro, El Sabinal, El Convento y Lumbreras, mismas que se presentan en la siguiente figura.

¹⁰ Catálogo de Áreas Prioritarias para la Conservación, Estado de Aguascalientes. Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes, 06 de julio 2020.

¹¹ Corredor biológico, corredor ecológico o corredor de conservación" espacio geográfico delimitado a través del cual las áreas protegidas existentes (parques nacionales, reservas biológicas), o los remanentes de los ecosistemas originales, mantienen su conectividad mediante actividades productivas en el paisaje intermedio que permiten el flujo de las especies. Los corredores biológicos están integrados por zonas núcleo que la mayoría de las veces son áreas protegidas (parques nacionales, reservas de la biosfera, etc.), y por el corredor propiamente dicho o matriz. En la matriz, que está integrada por diferentes tipos de tenencia de la tierra, se llevan a cabo actividades económicas compatibles con la conectividad, es decir, que mantienen la composición, estructura y función de los ecosistemas y del paisaje.

Figura 9. Áreas prioritarias para la conservación y protección de la recarga



Fuente: Elaboración propia con base en documento “Áreas y especies prioritarias para la conservación Catálogo. Municipio de Aguascalientes”

En la siguiente tabla se indican las características más importantes de las ANP que se localizan en la entidad.

Tabla 7. Áreas naturales protegidas en el Estado

Área Natural Protegida	Categoría	Fecha decreto	Superficie (ha)	Programa de manejo	Ubicación	Servicios
Áreas naturales protegidas federales						
Cuenca alimentadora del Distrito Nacional de Riego 001 Pabellón Superficie total: 97,700 ha	Zona de protección forestal	3/01/1934	58,628	No publicado / No elaborado	Estados: Aguascalientes y Zacatecas Aguascalientes: Municipios San José de Gracia, Jesús María y Pabellón Arteaga	Riqueza biológica, Secuestro de carbono, Regulación del clima Conservación del suelo, Regulación del ciclo hidrológico, Purificación y escurrimiento del agua (de especial importancia, la recarga de los mantos acuíferos del valle de Aguascalientes, riego del distrito 001.
Cuenca alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043 estado de Nayarit Superficie total: 2,329,027 ha	Zona de protección forestal	7/11/2002	65,212	No publicado / No elaborado	Entre los estados de Aguascalientes, Zacatecas, Durango, Jalisco y Nayarit Aguascalientes: Municipios de Calvillo y San José Gracia	Riqueza biológica, Secuestro de carbono, Regulación del clima, Conservación del suelo, Regulación del ciclo hidrológico, Purificación y escurrimiento del agua (de especial importancia, la recarga de los mantos acuíferos del Valle de Aguascalientes. Riego del Distrito 043.
Suma			123,840			

Área Natural Protegida	Categoría	Fecha decreto	Superficie (ha)	Programa de manejo	Ubicación	Servicios
Áreas reservadas voluntariamente federales						
Santuario para el Águila Real en los bienes comunales de San José de Gracia	Zona de protección del águila real	14/12/2014	6,179	No publicado / No elaborado	Municipio de San José de Gracia	Biodiversidad
Área de protección del Águila Real de la Serranía de Juan Grande	Zona de protección del águila real	12/2006	2,589	No publicado / No elaborado	Municipio de El Llano	Biodiversidad
Suma			8,768			
Áreas naturales protegidas estatales						
Cerro del Muerto	Monumentos naturales	28/05/2008	5,862	13/04/2015	Macizo montañoso a unos 10 km del municipio de Aguascalientes y cercano al municipio de Jesús María.	Vestigios prehispánicos que proporcionan evidencias de la ocupación humana temprana en esta área.
Sierra Fría	Zona sujeta a conservación ecológica	30/01/1994	106,614	09/05/2016	Parte de los municipios de San José de Gracia, Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos, Calvillo y Jesús María	Es una región montañosa con un rango altitudinal que va de 2,200 m a 3,050 m, recibe en promedio una precipitación anual que oscila entre los 600 y los 700 mm.
ANP Cobos Parga	Área de gestión de hábitat de especies	5/06/2019	176.67	15/02/2021	Municipio de Aguascalientes	Salvaguardar bienes y servicios ambientales, cuencas hidrológicas y regulación del clima
ANP de Gestión de Hábitat de Especies El Tecolote (La Ignominia)	Área de gestión de hábitat de especies	13/07/2015	513	12/10/2020	Al sur del municipio de Aguascalientes entre la Ex Hacienda de Peñuelas y el Cerro de los Gallos	Es un espacio rico en biodiversidad vegetal entre las que destaca, el matorral xerófilo con pastizal natural. Con una amplia variedad de leguminosas, gramíneas, cactáceas y compuestas.
Sierra del Laurel	Área Natural protegida categoría área silvestre estatal Sierra del Laurel (ANP-ASESL)	03/10/2016	29,815	22/05/2020	Municipios de Calvillo, Aguascalientes y Jesús María	10 Unidades de Manejo Ambiental (UMAS), que representan en su conjunto 7.29 % de la superficie total del Área Natural Protegida, y en donde 1,303.71 ha son dedicadas a realizar actividades enfocadas a la conservación – restauración y 8734 ha son dedicadas a aprovechamientos cinegéticos.
Suma			142,804			
Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad estatales						
Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en el Estado	Área prioritaria	06/07/2020	39,027	s/d	Todo el Estado	Representan el 6.9% de la superficie estatal y se consideran como regiones relevantes del Estado tanto por su riqueza de especies, ecosistemas y por los servicios ambientales que prestan, así como por los vestigios paleontológicos y prehispánicos que albergan. Estas áreas no formaban parte de alguna zona protegida.

Área Natural Protegida	Categoría	Fecha decreto	Superficie (ha)	Programa de manejo	Ubicación	Servicios
Suma			39,027			
Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad del municipio de Aguascalientes						
Ocote, Cieneguilla, Peñuelas (La Rana), Los Gallos, Niágara, Calvillito, El Conejal y Jaltomate	Área prioritaria	varios	15,874	s/d	Municipio de Aguascalientes	Protección de los principales ecosistemas de todas las unidades de paisaje del municipio
Suma			15,874			
Áreas prioritarias para la conservación de la recarga del acuífero del municipio de Aguascalientes						
Cañada Honda	Área prioritaria	s/d	1,726	s/d	Noreste del municipio de Aguascalientes	Conservación de la recarga del acuífero
El Cedazo		s/d	552	s/d	Este del municipio de Aguascalientes	
Bosque de Cobos-Parga		09/09/2020	630	01/02/2021	Sur del municipio de Aguascalientes	
Salto de Montoro		s/d	4,444	s/d	Centro del municipio de Aguascalientes	
Sabinal		s/d	1,100	29/05/2019	Oeste y norte del municipio de Aguascalientes	
El Convento		s/d	3,034	s/d	Sur del municipio de Aguascalientes	
Lumbreras		s/d	2,442	s/d	Suroeste del municipio de Aguascalientes	
Suma			13,930			
Total áreas naturales y prioritarias			342,243			

Elaboración propia, con base las Áreas Naturales Protegidas Federales de la República Mexicana de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) 2019, Ca y Áreas y especies prioritarias para la conservación Catálogo. Municipio de Aguascalientes

En mayo de 1998 la CONABIO inició el programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de la biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido. En la entidad y parte del estado de Jalisco se identificó la RHP Valle de Aguascalientes- Río Calvillo, que cuenta con una superficie de 5,046 km² y sus recursos principales son¹²: a) Lenticos: presas Calles, Jocoqui, Jihuite, Niágara, del Rosario, La Codorniz, La Media Luna, La Dichosa, Del Llaveroy y El Saucillo, bordos, reservorios, humedales, charcos, manantiales de aguas termales y b) Lóticos: ríos Calvillo, Chicalote, Pabellón, San Francisco, Encarnación, Las Auras, Las Venas, Verde, Lagos, San Juan, Jalostotitlán, San Miguel y Paso Hondo. Esta RHP forma parte de la estrategia de regeneración de cuencas propuesta en el presente plan.

Finalmente, vale la pena citar el **Proyecto Geoparque Unesco¹³ Aguascalientes, Rutas del Agua** que liderea el Instituto Cultural de Aguascalientes, como ejemplo de proyectos que reconocen la importancia de que elementos de la zona natural se articulen con la comunidad para su conservación en un marco de

¹² Lenticos. Cuerpos de agua cerrados que permanecen en un mismo lugar sin correr, ni fluir. Lóticos. es el ecosistema de un río, arroyo o manantial, en el cual el movimiento del agua es predominantemente en una dirección, siguiendo el curso que tenga el cuerpo.

¹³ Un Geoparque está concebido por la UNESCO como una zona geográfica única y unificada en la que se ubican sitios y paisajes de importancia geológica internacional con un concepto integral de protección, educación y desarrollo sostenible.

sustentabilidad. El Proyecto forma parte del Convenio Marco de Cooperación que el Gobierno del Estado firmó en el año 2019 con la UNESCO. La propuesta del Geoparque en la entidad considera 14 geositios de relevancia geológica, cultural y natural ubicados en los municipios de Calvillo, San José de Gracia, Rincón de Romos, Pabellón de Arteaga y Tepezalá. Aún no se cuenta con la declaración por parte de la Red Mundial de Geoparques de la UNESCO para que el Proyecto pueda recibir el reconocimiento oficial, sin embargo, ya fue instalado el Consejo Consultivo que lo operará.

2.5.1. Pago por servicios ambientales

Los programas de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos y de Servicios Ambientales de la Biodiversidad, es un área en donde México es líder a nivel mundial. En estos programas el Gobierno Federal apoya con recursos y subsidios a los poseedores de terrenos forestales que tienen una cobertura del 70% de masa forestal para realizar prácticas de manejo y conservación de los árboles y áreas verdes. La protección del bosque implica "mayor cantidad de oxígeno, agua, biodiversidad, masa forestal además de que se logra un fortalecimiento del ecosistema en general e incluso puede regresar al estatus que anteriormente tenía.

En el país se distinguen cuatro orígenes de recursos para el establecimiento de Pago por Servicios Ambientales: los desarrollados por las Organizaciones de la Sociedad Civil, los establecidos por el Gobierno Federal, por Gobiernos Estatales y/o por Gobiernos Municipales. Los esquemas del Gobierno Federal, ejercidos a través de la CONAFOR, son los que han tenido mayores alcances en superficie e inversión financiera. Sin embargo, los pagos por los servicios ambientales para el Estado poco a poco han ido disminuyendo, de acuerdo con lo que se observa en la tabla siguiente.

Tabla 8. Recursos ejercidos del programa de pago por servicios ambientales del bosque, Aguascalientes

Año de ingreso al Programa	Año de refrendo	Número de beneficiarios	Superficie (ha)	Monto (pesos)
2014	2014	9	2,821.81	1,205,637.40
	2015	8	2,682.24	1,144,078.80
	2016	8	2,682.24	1,144,078.80
	2017	7	2,526.11	1,079,085.00
	2018	7	2,526.11	1,079,085.00
2015	2015	13	2,764.68	1,022,426.40
	2016	13	2,764.68	1,022,426.40
	2017	13	2,764.68	1,022,426.40
	2018	13	2,764.68	1,022,426.40
	2019	11	2,517.53	920,224.40
2016	2016	14	2,831.68	1,032,369.60
	2017	14	2,831.68	1,032,369.60
	2018	10	2,351.59	831,944.00
	2019	5	781.17	301,227.00
2017	2017	2	3,049.13	905,256.40
	2018	2	3,049.13	905,256.40
	2019	2	3,049.13	905,256.40
2018	2018	7	1,031.26	441,845.80
	2019	5	791.93	341,833.40
2019	2019	0	0.00	0.00

Fuente: Comisión Nacional Forestal, Coordinación General de Planeación e Información, mayo, 2020.

Es necesario resaltar que por la situación particular del estado de Aguascalientes los vientos no permiten altas concentraciones de contaminantes en la atmósfera de las zonas urbanas, por tanto, el servicio ambiental que resulta más crítico es la producción de agua de buena calidad; por lo que la conservación de las zonas boscosas resulta de importancia capital para el recurso hídrico.

El Gobierno y el Congreso de Aguascalientes, estudian la incorporación del Estado a un esquema de incremento en la cantidad de recursos que se asignan al tema de servicios ambientales, para fortalecer zonas como la Sierra Fría y la Sierra del Laurel, las cuales no solo son los pulmones del Estado, ya que incluyen

cerca del 20% de zona forestal, sino que además representan las principales áreas de recarga del acuífero y fuente de abastecimiento de las aguas superficiales¹⁴.

Así también, se debe plantear la participación económica de los grandes consumidores tanto del sector agrícola como industrial.

2.5.2. Problemática y conclusiones

El objetivo por el cual fueron establecidas las zonas protegidas fue preservar el suelo, mantener los recursos forestales, los ciclos hidrológicos y la salud pública. Sin embargo, en las áreas alimentadoras de los distritos de riego 001 y 043 se han identificado los siguientes problemas¹⁵:

- Incendios forestales
- Parasitismo
- Erosión
- Cambio de uso de suelo
- Sobre pastoreo
- Atomización de la propiedad
- Especies exóticas invasoras
- Cercado de ranchos y predios
- Tala
- Casería clandestina
- Reducción de la zona boscosa en un 37%
- Abatimiento de manantiales

Aun cuando no se cuenta con programas de manejo publicados para las áreas federales, a nivel estatal prácticamente ya se cuenta con casi con todos los programas. Estos programas deben ser revisados cada dos años y cada cinco años es revisada la zonificación de las zonas núcleo. Los planes de manejo son revisados por la Secretaría del Medio Ambiente del Estado con fines administrativos, en tanto que la Federación coadyuva con la vigilancia, la CONAFOR regula las actividades correspondientes a la silvicultura. Para robustecer los programas de manejo, es necesario que se establezcan indicadores que permitan el seguimiento y evaluación de la efectividad las acciones y medidas adoptadas por cada institución y evaluar el impacto en la prestación de los servicios ecosistémicos¹⁶ incluidos los servicios hídricos.

Debido a que en la mayor parte de las ANP federales se encuentran asentamientos humanos poseedores de las tierras, se deben reforzar los programas de educación ambiental y de compensaciones económicas encaminadas a estimular el uso sustentable de los recursos naturales incluyendo los recursos hídricos.

En el área natural denominada Cerro del Muerto se presenta un deterioro de los ecosistemas debido a la degradación de los suelos originada por la deforestación, la apertura de bancos de material pétreo, el sobrepastoreo y en algunas partes bajas, la apertura de tierras al cultivo, principalmente de temporal. Esto ha provocado en algunas zonas la formación de cárcavas que se acrecientan con las lluvias estacionales.

En la zona existen propiedades privadas que van desde casas de campo, cabañas, restaurantes y tiendas de autoservicio, algunos ofreciendo servicios de visita y recreación dentro de sus predios, por lo que se "requiere de la suma de voluntades y esfuerzos para darle un sentido de sustentabilidad al aprovechamiento de sus recursos naturales".

En el caso de la ANP de Gestión de Hábitat de Especies El Tecolote no se tiene infraestructura urbana, ni centros de población dentro, sin embargo, se tiene referencia de actividad antropogénica, específicamente

¹⁴ <https://www.lja.mx/2011/03/programas-de-servicios-ambientales-incentivan-el-cuidado-forestal-conafor/>

¹⁵ Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México.

¹⁶ Los servicios ecosistémicos, servicios de los ecosistemas o servicios ambientales, son los beneficios que las personas obtienen de la naturaleza. Estos beneficios pueden ser en forma de Valores, Bienes o Servicios. Los beneficios pueden ser: de provisión o abastecimiento (comida, agua dulce, combustibles renovables, etc.), de regulación (mejoras calidad del aire, control erosión, regulación clima y ciclo del agua, etc.), culturales (servicios recreativos y ecoturismo, patrimonio cultural, espiritualidad y valores religiosos, etc.) y de soporte (formación de suelo, fotosíntesis, ciclo del agua, etc.). ¿Qué son los Servicios Ecosistémicos? Podcaster Juan María Arenas. <https://www.restauraciondeecosistemas.com/que-son-los-servicios-ecosistemicos/>.

ganadería extensiva a baja escala, cacería furtiva y algunas actividades de turismo rural, actividades que sumadas a la dinámica propia del ecosistema mantienen un estado de conservación aceptable.

En la ANP Sierra del Laurel existen conflictos con el cuidado del entorno debido a que no se han logrado conciliar los intereses particulares de los individuos, familias y comunidades.

En cuanto a las 7 APC de la recarga del acuífero establecidas en el municipio de Aguascalientes se tiene en términos generales una fuerte presión por el crecimiento urbano e industrial, dada la cercanía con la ciudad; la posibilidad de cambios de uso del suelo por urbanización originaría la contaminación de suelo y agua y pérdida de capacidad de recarga del acuífero. Dada la cercanía con la ciudad en las APC, el depósito de basura y escombros a los cauces de arroyos, la quema de predios y el desmonte genera la pérdida de áreas.

La APC Sabinal no sólo está amenazada por su cercanía a la ciudad de Aguascalientes, sino porque la presa El Niágara se encuentra muy contaminada, lo que limita seriamente su aprovechamiento actual y potencial. El potencial del área es turístico y como zona de recarga, pero se requiere una importante campaña de saneamiento, conservación y restauración de vegetación y de suelos, especialmente en las lomas. Por supuesto, será indispensable trabajar enérgicamente en la restauración del río San Pedro y de la presa El Niágara. En el caso de la APC Cañada Honda es una tarea relevante para su restauración la rehabilitación de la presa El Llaverito.

En las áreas protegidas El Convento y Las Lumbresas la ganadería extensiva es la actividad más común, con algunas parcelas agrícolas de temporal y pocas con riego. El sobrepastoreo, la extracción de leñas, y la contaminación y extracción de materiales del río San Pedro, son sus principales problemas ambientales. Una gran oportunidad para reducir la problemática en estas zonas es la habilitación de la presa de San Jerónimo como área de protección de las aves migratorias, turismo y pesca deportiva.

Los Programas de Ordenamiento Territorial a nivel estatal y municipal, deben considerar que las áreas de protección y conservación no sean sujetas a un cambio de uso de suelo, con la finalidad de preservar el suelo, mantener los recursos forestales, los ciclos hidrológicos y la salud pública.

En cuanto a las presas, como parte de las políticas de operación se debe conservar el caudal que mantiene en equilibrio estos cuerpos de agua, dado que la mayor extracción de agua está destinada primordialmente al uso agrícola y pecuario es necesario revisar el volumen concesionado.

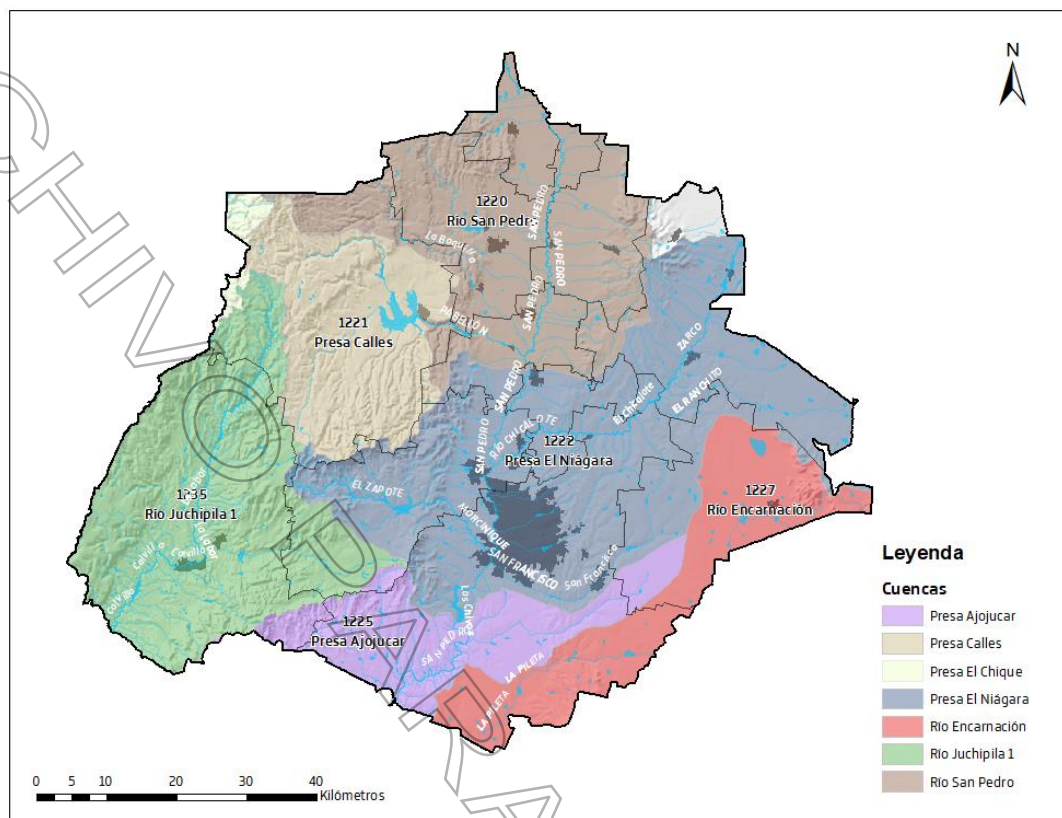
2.6. SITUACIÓN ACTUAL DE CUENCAS Y ACUÍFEROS EN EL ESTADO

2.6.1. Cuencas hidrológicas

En cuanto a las aguas superficiales, el estado de Aguascalientes se circunscribe fundamentalmente a la Región Hidrológica Lerma – Santiago, que comprende la mayor parte de su superficie con 5,658.70 km², mientras que una muy pequeña porción del cuadrante noreste del Estado pertenece a la Región Hidrológica El Salado, con 73.17 km².

Por otra parte, conforme a la publicación del año 2020 donde se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales, la Secretaría de Medio Ambiente identifica seis cuencas hidrológicas en el Estado, conforme se aprecia en la siguiente figura.

Figura 10. Cuencas hidrológicas en el estado de Aguascalientes



Fuente: Elaboración propia con base en el conjunto vectorial de la disponibilidad de cuencas en escala 1:250 000. México. Subdirección General Técnica de la CONAGUA 2020.

En la siguiente tabla se presentan algunas características de las cuencas identificadas.

Tabla 9. Cuencas hidrológicas que comprenden al estado de Aguascalientes

Cuenca	Nombre	Superficie (km ²)	Zona de influencia
1220	Río San Pedro	2,675.3	Drena en dirección norte-sur hasta confluir con las cuencas de las presas Calles y el Niágara
1221	Presa Calles	592.3	Alimenta la presa Calles y prosigue su curso hasta la confluencia con el río San Pedro, aguas abajo de las presas Calles y Jocoque
1222	Presa El Niágara	2,342.9	Se considera desde la cuenca del río Chicalote, hasta la confluencia con el río San Pedro, incluyendo la cuenca del Morcinique. El río San Pedro descarga en la presa El Niágara y prosigue su curso aguas abajo. En esta cuenca se localiza la ciudad de Aguascalientes, por lo que recibe las portaciones de la PTAR de la Ciudad.
1225	Presa Ajojuar	794.4	Drena desde donde se localiza la presa El Niágara hasta la presa Ajojuar
1227	Río Encarnación	2,652.2	Su área de drenado es a partir del nacimiento del río Encarnación hasta su confluencia con el Río Verde
1235	Río Juchipila 1	3,113.0	Desde donde se localiza la presa El Chique hasta la presa Achoquen
	Total	12,170.1	

Fuente: Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 Regiones Hidrológicas en que se encuentra dividido los Estados Unidos Mexicanos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de septiembre de 2020

Un resumen de la última publicación de disponibilidad de las aguas nacionales superficiales, del año 2020, muestra que la disponibilidad máxima es de 38,000 m³ y corresponde a la cuenca Juchipila 1.

Tabla 10. Disponibilidad de agua superficial en las cuencas hidrológicas que comprenden al estado de Aguascalientes (hm³/año)

Cuenca	Nombre	Escorrentamiento natural y cuenca aguas arriba	Retornos	Importación	Extracciones	Evaporación y variación almacenamiento	Escorrentamiento hacia aguas abajo	Compromisos aguas abajo	Disponibilidad
1220	Río San Pedro	155.494	7.655	0.000	93.130	0.000	70.019	70.013	0.006
1221	Presa Calle	78.137	0.604	127.695	117.674	18.789	69.973	69.970	0.003
1222	Presa El Niágara	111.321	7.219	113.530	173.756	7.311	51.003	50.983	0.020
1225	Presa Ajojuar	108.147	1.559	0.000	14.959	2.315	92.432	92.390	0.042
1227	Río Encarnación	100.647	3.097	0.000	32.901	12.405	58.438	58.411	0.027
1235	Río Juchipila 1	215.564	9.135	0.000	202.187	6.419	16.093	16.055	0.038
	Total	769.310	29.269	241.225	634.607	47.239	357.958	357.822	0.136

Fuente: Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 Regiones Hidrológicas en que se encuentra dividido los Estados Unidos Mexicanos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de septiembre de 2020

La disponibilidad total es de 0.136 hm³, lo que representa el 0.018% del volumen medio anual de escorrentamiento. Esta disponibilidad representa una disminución significativa con respecto a la publicada en el año 2016 en la que se tenía un volumen de 7.448 hm³. En 2020, con base en el decreto del 6 de junio de 2018, se reservó de la cuenca del río Juchipila, transferible hacia las cuencas de la presa El Niágara, río San Pedro Ajojuar y Encarnación, un volumen de 122.13 hm³, de los cuales 103.5 hm³ corresponden a la reserva para uso público urbano en la zona metropolitana de Aguascalientes y los restantes 18.63 hm³ corresponden al gasto ecológico.

En la siguiente tabla se señalan las cuencas hidrológicas en donde se distribuye el volumen para reservas, así como los otros volúmenes de extracción considerados en la publicación.

Tabla 11. Extracción de agua superficial en cuencas hidrológicas que comprenden al estado de Aguascalientes (hm³/año)

Cuenca	Nombre	Extracción mediante títulos inscritos en el REPDA	Extracción mediante títulos en proceso de inscripción en el REPDA	Volumen para reservas y zonas reglamentadas	Exportaciones	Extracción total
1220	Río San Pedro	75.154	0.061	3.75	14.165	93.130
1221	Presa Calle	4.096	0.048	0	113.53	117.674
1222	Presa El Niágara	57.942	0.404	115.41	0	173.756
1225	Presa Ajojuar	14.274	0.641	0.044	0	14.959
1227	Río Encarnación	27.494	2.476	2.931	0	32.901
1235	Río Juchipila 1	87.636	1.021	0	113.53	202.187
	Total	266.596	4.651	122.135	241.225	634.607

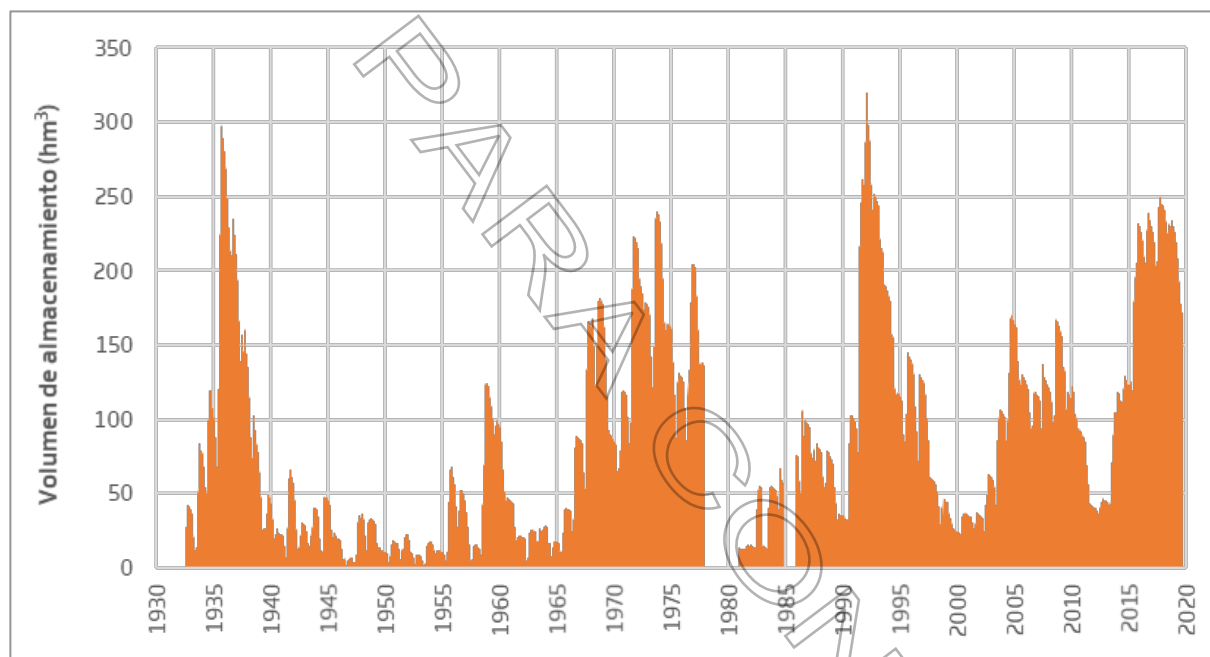
Fuente: Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 Regiones Hidrológicas en que se encuentra dividido los Estados Unidos Mexicanos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de septiembre de 2020

Conforme a la descripción de las cuencas hidrológicas, éstas drenan una superficie total de 12,170 km², de la cual el estado de Aguascalientes representa el 41.2% y el resto corresponde a los estados de Zacatecas y Jalisco. Por otra parte, el volumen de extracción de agua superficial mediante títulos inscritos o en proceso de inscripción en el REPDA al año 2020 suman un total de 271.24 hm³; de los cuales el 49.6% (134.43 hm³) está concesionado a usuarios del estado de Aguascalientes.

En Aguascalientes los escurrimientos son intermitentes, por lo que se han construido un gran número de vasos de almacenamiento para captarlos y después aprovecharlos, ya que el 78.1% de las lluvias se concentran en los meses de junio a septiembre limitando notablemente la disponibilidad de los recursos superficiales en los otros meses del año. Cabe señalar que, el almacenamiento de las aguas superficiales se ve condicionado por las variaciones en la distribución de precipitaciones de un año a otro.

Como ejemplo de lo señalado en el párrafo previo, se muestran los registros de la presa Calles, que tiene una capacidad de diseño de 358.12 hm³. En los últimos años se observa que los niveles de almacenamiento útil registran valores que están por debajo del 65% de su capacidad de diseño. Al analizar el almacenamiento histórico de la presa, se observa que el almacenamiento máximo ha sido aproximadamente en un 90%, con 321.64 hm³, registrado en el año 1992. Estas variaciones motivaron la modernización del Distrito 001 en 2014, cuyos efectos son visibles a partir de 2013.

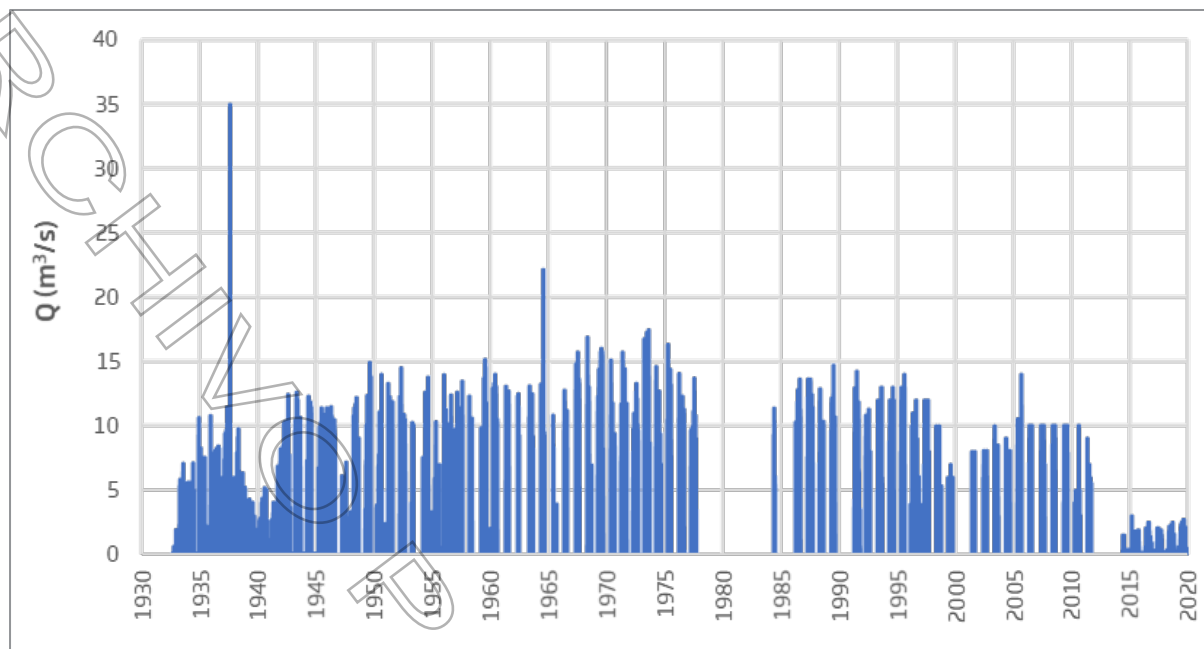
Gráfica 4. Almacenamiento útil de la Presa Calles (1932-2019)



Fuente: Elaboración con base en la información de la Dirección Local Aguascalientes de CONAGUA, 2021.

Al analizar la información histórica de los gastos de la obra de toma de la presa, se observa que los gastos oscilan entre 5 y 15 m³/s; pese a ello, en los últimos 5 años el gasto, operando por debajo de los 2.5 m³/s. Esta disminución se asocia a las políticas e operación que establecen una extracción sustentable de 32.5 hm³ y un máximo equivalente al volumen concesionado a los usuarios que asciende a 43.296 hm³.

Gráfica 5. Gastos de operación de la Presa Calles (1932-2019)

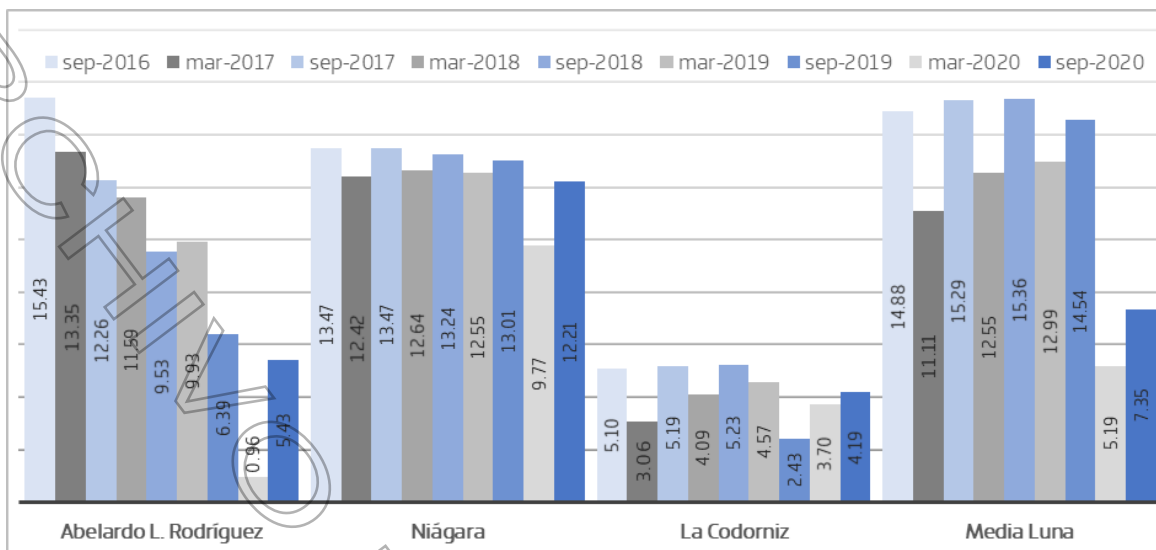


Fuente: Elaboración con base en la información de la Dirección Local Aguascalientes de CONAGUA, 2021 (Extracción por la obra de toma)

El río más importante en el Estado es el río Verde nace al sur del estado de Zacatecas con el nombre de San Pedro, cruza las localidades de Genaro Codina y San Pedro Piedra Gorda. Por ésta última entra al estado de Aguascalientes recorriendo de norte a sur la entidad y a partir de ahí se le conoce como río Aguascalientes. Entra al estado de Jalisco por el municipio de Villa Hidalgo y se empieza a nombrar río Verde un kilómetro aguas arriba de la presa derivadora Ajojuar ubicada en el municipio de Teocaltiche, Jalisco. Sus principales afluentes por la margen derecha son los ríos Pabellón, Santiago y Morcinique; los dos últimos ríos aportan principalmente las aguas provenientes de la derivadora Jocoqui y de la presa Abelardo Rodríguez, respectivamente. Los afluentes principales por la margen izquierda son los ríos Chicalote, San Francisco, Encarnación, De Lagos, San Miguel y Del Valle. Finalmente, el río Verde se incorpora al río Santiago en los límites de los municipios de Zapotlanejo e Ixtlahuacán del Río, en el estado de Jalisco. El río Calvillo, segundo en importancia, se forma con la afluencia de los ríos La Labor y Malpaso; ubicado al suroeste del Estado y cubre un área aproximada de 1,100 kilómetros cuadrados.

En cuanto a las presas, el embalse más importante en la entidad es la presa Plutarco Elías Calles, localizada en el municipio de San José de Gracia; además de las presas El Saucillo en el municipio de Rincón de Romos y Jocoqui en el municipio de Pabellón de Arteaga, ambas, la presa Abelardo L. Rodríguez en el municipio de Jesús María y la presa Niagara en el municipio de Aguascalientes.

Gráfica 6. Almacenamiento útil de las presas en la entidad, 2016-2020 (hm³)



Fuente: Elaboración con base en la información de Almacenamiento de las Principales Presas del País. CONAGUA. <https://www.gob.mx/conagua/documentos/almacenamiento-de-las-principales-presas-del-pais>

La presa Abelardo Rodríguez con una capacidad de diseño de 15.98 hm³ se localiza al oeste de la ciudad de Aguascalientes, sobre el río Morcinique originalmente destinada al riego agrícola; ha visto disminuida la superficie de riego debido al crecimiento de la zona urbana. Un análisis más extenso de los registros muestra que el almacenamiento muestra una relación directa con la precipitación anual.

Por su parte, la presa El Niágara con capacidad de diseño de 12.75 hm³ almacena el escurrimiento del río Aguascalientes o San Pedro, aguas abajo de la ciudad de Aguascalientes y se aprovecha para el riego de superficie agrícola de la margen derecha del río. En el periodo de septiembre 2016 a septiembre de 2019 el almacenamiento útil de esta presa se mantuvo por arriba del 95% de su capacidad de diseño, condición que persiste en la mayoría de los años, ya que recibe el agua residual tratada que no es reusada en la ciudad de Aguascalientes.

La presa La Codorniz con capacidad de diseño de 5.17 hm³, se localiza sobre el cauce del río Labor y aprovecha los escurrimientos que bajan de la parte alta de la cuenca del río Juchipila. Esta presa es utilizada por pequeños usuarios agrícolas y pecuarios y gran parte de su volumen es conducido hacia el río Calvillo y finalmente a la presa Media Luna.

La presa Media Luna con capacidad de diseño de 14.99 hm³ recibe los escurrimientos del río Calvillo y está considerada como una presa para fines agrícolas. En el periodo de septiembre 2016 a septiembre de 2018 llegó a sobrepasar su capacidad de diseño, debido a las altas precipitaciones registradas durante ese periodo, ocurrencia de menores precipitaciones de 2019 a 2020 han mantenido niveles de almacenamiento, por debajo del 50%.

En el año 2020 durante el primer semestre se presentaron lluvias por debajo del promedio y al final de la temporada, entre agosto y octubre las lluvias más abundantes permitieron acumulados cercanos al promedio. Este comportamiento ocasionó un incremento en la evaporación y los requerimientos de riego y con ello los niveles de almacenamiento se redujeron.

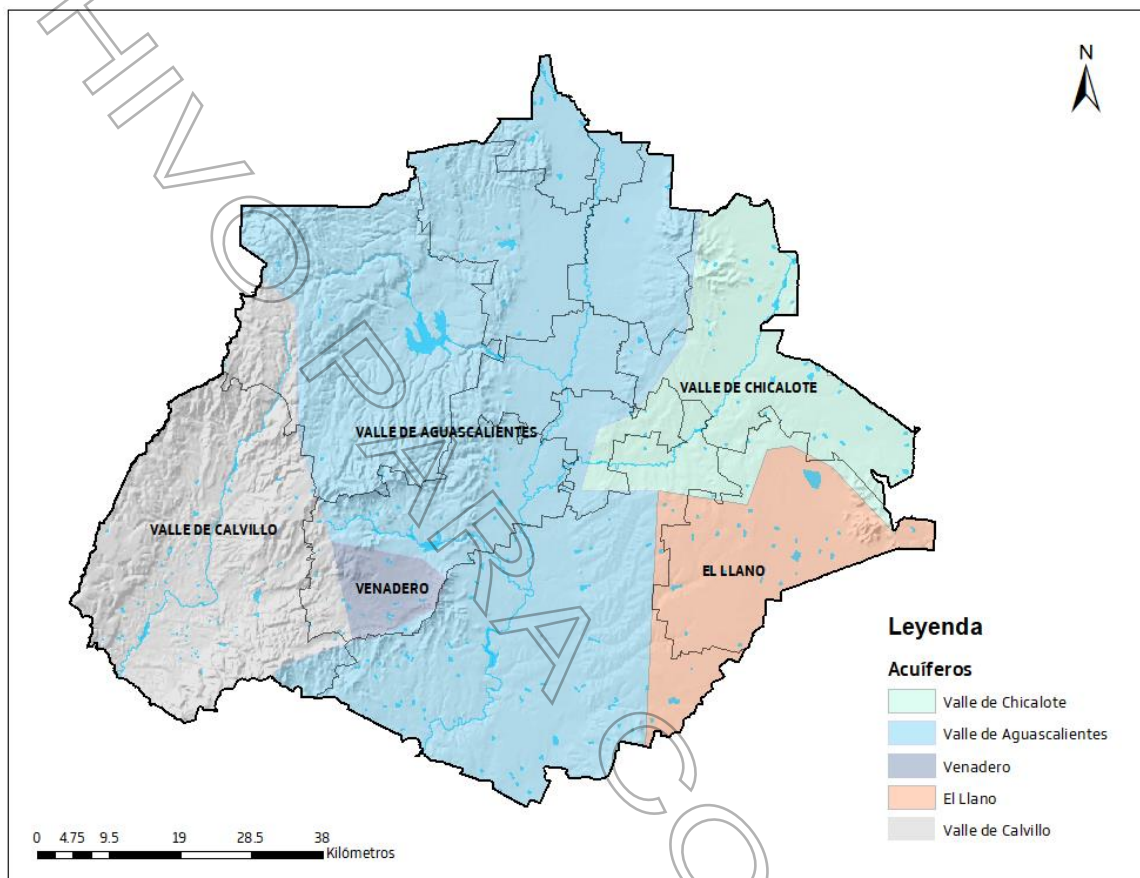
En condiciones normales de precipitación, el almacenamiento es suficiente para cubrir los requerimientos del sector agrícola, principal usuario de las aguas superficiales, sin embargo, ante eventos de sequía, se tiene que reducir el volumen y en casos extremos, como las sequías registradas en los años 1998 y 2011, se dejan de entregar los volúmenes comprometidos para riego, afectando la producción agrícola en la entidad. Cabe comentar que en algunas zonas los escurrimientos de los cauces se convierten en perennes debido a los retornos de agua de los sistemas de riego, descarga de aguas residuales con o sin tratamiento y por la regulación superficial.

Con base en lo anterior es importante continuar con el mejoramiento de la eficiencia de riego para dar confiabilidad a la producción y con la reconversión productiva para incrementar la rentabilidad de los cultivos en beneficio de la calidad de vida de los agricultores. Por otra parte, se debe implementar un programa de conservación en las zonas altas de las cuencas y un mantenimiento adecuado para las presas con la finalidad de evitar el azolvamiento de los vasos y conservar la capacidad útil.

2.6.2. Acuíferos

El agua subterránea es la principal fuente de abastecimiento para los sectores productivos y de agua potable de las diversas poblaciones de la entidad. En el Estado se localizan cinco acuíferos: Valle de Aguascalientes (0101), Valle de Chicalote (0102), El Llano (0103), Venadero (0104), Valle de Calvillo (0105), mismos que están indicados en la siguiente figura.

Figura 11. Acuíferos en el estado de Aguascalientes



Fuente: Elaboración propia con base en información y conjuntos vectoriales de acuíferos. Subdirección General de Planeación, Subdirección General Técnica y Servicio Meteorológico Nacional. CONAGUA 2019

En la siguiente tabla se describen algunas de las características principales de los cinco acuíferos.

Tabla 12. Acuíferos ubicados en el estado de Aguascalientes (hm³/año)

Clave	Acuífero	Superficie (km ²)	Municipios	Situación administrativa
0101	Valle de Aguascalientes	3,129	Cosío, Rincón de Romos y Pabellón de Arteaga; casi la totalidad de Aguascalientes, Tepezalá, San José de Gracia y Jesús María; así como porciones menores de Calvillo, San Francisco de Los Romo y Asientos	<p>Situación: Sigue vigente el decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de mayo de 1963 donde se establece zona de veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en todo el estado de Aguascalientes.</p> <p>Uso principal: El uso principal del agua subterránea es el agrícola que aprovecha el 42.4% del recurso; en este acuífero se localiza el Distrito de Riego 001 "Pabellón". El uso público urbano aprovecha otro 34.7% del agua subterránea de este acuífero.</p> <p>Zona de disponibilidad: Conforme a la Ley Federal de Derechos, este acuífero se clasifica dentro de una zona de disponibilidad 1, dado que presenta un índice de disponibilidad de -0.41.</p>
0102	Valle de Chicalote	657	La totalidad del municipio de Asientos, y una pequeña porción de los municipios de San Francisco de los Romo y Aguascalientes, extendiendo sus límites hasta el estado de Zacatecas. Destacando los poblados de: Villa de Juárez, Asientos, Jaltomate, José María Morales, Ciénega Grande y Clavellinas	<p>Situación: Sigue vigente el decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de mayo de 1963 donde se establece zona de veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en todo el estado de Aguascalientes.</p> <p>Uso principal: El uso público urbano aprovecha el 67.1% del agua subterránea del acuífero, mientras que el uso agrícola hace uso del 27.0%.</p> <p>Zona de disponibilidad: Conforme a la Ley Federal de Derechos, este acuífero se clasifica dentro de una zona de disponibilidad 1, dado que presenta un índice de disponibilidad de -0.34.</p>
0103	El Llano	487	La totalidad del municipio de El Llano y pequeñas porciones de los municipios de Asientos y Aguascalientes, extendiendo sus límites hasta el estado de Jalisco. Destacando los poblados de: La Luz, Licenciado Jesús Terán, Francisco Sarabia, Sandovales, Palo Alto, El Tildio, La Tinaja, El Duraznillo y Los Cuervos.	<p>Situación: Sigue vigente el decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de mayo de 1963 donde se establece zona de veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en todo el estado de Aguascalientes.</p> <p>Uso principal: El uso público urbano aprovecha el 85.7% del agua subterránea del acuífero, mientras que el uso agrícola hace uso del 10.1%.</p> <p>Zona de disponibilidad: Conforme a la Ley Federal de Derechos, este acuífero se clasifica dentro de una zona de disponibilidad 1, dado que presenta un índice de disponibilidad de -0.48.</p>
0104	Venadero	111	Su totalidad en el municipio de Jesús María	<p>Situación: Sigue vigente el decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de mayo de 1963 donde se establece zona de veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en todo el estado de Aguascalientes.</p> <p>Uso principal: El uso agrícola aprovecha el 57.6% del agua subterránea del acuífero, mientras que el uso público urbano hace uso del 38.8%.</p> <p>Zona de disponibilidad: Conforme a la Ley Federal de Derechos, este acuífero se clasifica dentro de una zona de disponibilidad 1, dado que presenta un índice de disponibilidad de -0.60.</p>

Clave	Acuífero	Superficie (km ²)	Municipios	Situación administrativa
0105	Valle de Calvillo	1,048	Parcialmente los municipios de Jesús María y San José de Gracia; y en su totalidad el municipio de Calvillo, en el estado de Aguascalientes; y una porción del municipio de Jalpa, en el estado de Zacatecas.	<p>Situación: Sigue vigente el decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de mayo de 1963 donde se establece zona de veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en todo el estado de Aguascalientes.</p> <p>Uso principal: El uso agrícola aprovecha el 72.4% del agua subterránea del acuífero, mientras que el uso público urbano hace uso de otro 15.6%.</p> <p>Zona de disponibilidad: Conforme a la Ley Federal de Derechos, este acuífero se clasifica dentro de una zona de disponibilidad 1, dado que presenta un índice de disponibilidad de -0.78.</p>
<p>Conforme al artículo 231 de la Ley Federal de Derechos la determinación de la zona de disponibilidad está relacionada con el índice de disponibilidad (I_{das}) que se calcula de la siguiente manera:</p> $I_{das} = \frac{\text{Disponibilidad media}}{\text{Recarga media} - \text{Descarga natural comprometida}}$ <p>Si I_{das} es menor o igual a -0.1 el acuífero corresponde a una zona de disponibilidad 1</p>				

Fuente: Estudios de disponibilidad de Aguas subterránea Publicados en el Diario Oficial de la Federación el 17 de septiembre de 2020, Ley Federal de Derechos, última reforma publicada en el DOF el 08 de diciembre de 2020 y REPDA, diciembre de 2020.

Con base a los resultados de los estudios de la disponibilidad media anual de agua, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de septiembre de 2020, se tiene la siguiente información para los acuíferos que se ubican en la entidad. Cabe comentar que los valores de extracción corresponden a datos del REPDA con fecha de corte al 20 de febrero de 2020.

Tabla 13. Disponibilidad de agua subterránea en los acuíferos del estado de Aguascalientes (hm³/año)

Clave	Acuífero	Recarga	Descarga natural comprometida	Volumen concesionado/ asignado	Volumen de extracción de agua pendiente de titulación	Disponibilidad	Grado de presión
0101	Valle de Aguascalientes	249.6	2.4	340.37000	7.25605	-100.42605	140.24%
0102	Valle de Chicalote	35.0	0.0	46.33800	0.56701	-11.90501	134.03%
0103	El Llano	15.0	3.0	17.76440	0	-5.76440	138.40%
0104	Venadero	1.9	0.9	1.59685	0	-0.59685	131.58%
0105	Valle de Calvillo	25.0	2.0	40.90970	0	-17.90970	171.64%
	Total	326.5	8.3	446.97895	7.82306	-136.60201	141.84%

Fuente: Estudios de disponibilidad de aguas subterránea publicados en el Diario Oficial de la Federación el 17 de septiembre de 2020

Para medir el grado de afectación de la sostenibilidad de los recursos hídricos, se puede utilizar el indicador: grado de presión sobre los recursos hídricos (GPRH) que mide el porcentaje del agua renovable disponible que es destinada a los usos consuntivos. En el caso de los acuíferos se calcula como el cociente de la extracción de agua subterránea por la recarga media de los acuíferos. Si el porcentaje es mayor al 40%, se ejerce una fuerte presión sobre el recurso.

Por lo anterior, el grado de presión que se tienen sobre los recursos hídricos subterráneos en la entidad es fuerte al tener un GPRH de 141.84%. De manera particular se observa que el acuífero de Calvillo presenta el grado de presión más alto con un valor del 171.6%.

Al 31 de diciembre del año 2015¹⁷, la disponibilidad media anual de agua de los acuíferos en la entidad fue de -126.39 hm³, es decir en el periodo 2015-2020 la disponibilidad presentó una reducción del 8.1%. En la siguiente tabla se comparan los valores que intervinieron en la determinación de la disponibilidad para los años 2015 y 2020.

Tabla 14. Disponibilidad de agua subterránea en los acuíferos del estado de Aguascalientes (hm³/año)

Año	Recarga	Descarga natural comprometida	Volumen concesionado/ asignado	Volumen de extracción de agua pendiente de titulación	Disponibilidad
2015	326.4	8.3	444.35886	0.11025	-126.36911
2020	326.5	8.3	446.97895	7.82306	-136.60201

Fuente: Estudios de disponibilidad de aguas subterráneas publicados en el Diario Oficial de la Federación el 17 de septiembre de 2020 y 04 de enero de 2018

Como se puede observar en la disponibilidad del año 2020 el volumen concesionado se ajustó al considerar el volumen de extracción pendiente de titulación del año 2015; sin embargo, al año 2020 el volumen pendiente de titulación se incrementó debido a la regularización de concesiones y volúmenes de agua¹⁸.

2.6.2.1. Impactos de la sobreexplotación en el terreno

La sobreexplotación en los acuíferos en la entidad se ha venido dando desde la década de los sesenta, por lo que en 1963 se establecieron vedas por tiempo indefinido para el alumbramiento de las aguas del subsuelo. No obstante, las extracciones siguieron incrementándose aceleradamente provocando abatimientos importantes en la entidad que actualmente se estiman en 2.00 metros por año en promedio. Asimismo, se determinó que el volumen minado desde 1970 hasta 2017, equivale a un 34% de la reserva de agua subterránea.

Como consecuencia de la sobreexplotación se identificaron los siguientes efectos, estrechamente relacionados entre sí:

Abatimiento de los niveles estáticos. En el año 2018, con el Diagnóstico General del Acuífero Interestatal y otros acuíferos en el estado de Aguascalientes, se determinó un abatimiento medio anual en la entidad de 2.0 m/año, con máximos de 4 m/año en la zona urbana de la ciudad de Aguascalientes, ocasionando que el nivel del agua se encuentre a 70 m de profundidad en las partes laterales del Valle de Aguascalientes, a 130 m en el centro de este y con máximos de hasta 150 m en la zona urbana y al sur de la ciudad de Aguascalientes.

Sobrecosto del agua producida. El costo del agua por metro cúbico, desde 1970 hasta hoy, casi se ha triplicado como consecuencia del abatimiento y de la necesidad de utilizar tres veces más energía para extraer cada litro del subsuelo.

Agotamiento de pozos. Como consecuencia del abatimiento los pozos tienen menor caudal de extracción y cuando este aprovechamiento se agota es abandonado. De acuerdo con los registros del censo de aprovechamientos realizado entre los años 2010 y 2012, se identificó un total de 312 pozos abandonados en Aguascalientes, lo que representaba el 11% de los aprovechamientos en la entidad.

Deterioro de la calidad del agua subterránea. En el año 2018 se determinó que la explotación a una mayor profundidad se relaciona con una menor calidad del agua extraída. Por ejemplo, en el año 2014 durante la actualización del estudio geo hidrológico y geoquímico del acuífero Valle de Aguascalientes se recolectaron 50 muestras de aguas subterráneas con las que se analizó los parámetros físico - químicos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, determinándose que al ser comparados con los límites máximos permisibles (LMP) los nitratos, flúor, aluminio y arsénico sobrepasan los límites permisibles. Actualmente los Organismos Operadores reportan que un 7% de las aguas que son aprovechadas en el sector público urbano no cumplen la normatividad.

Subsistencia del terreno. El proceso de hundimiento gradual del terreno es conocido en la literatura científica y técnica como subsidencia. La subsidencia tiene diversos orígenes, en el caso de Aguasca-

¹⁷ ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las Regiones Hidrológico-Administrativas que se indican. DOF del 04 de enero de 2018.

¹⁸ Con base en los estudios geohidrológicos realizados se estima que la extracción excede sustancialmente el volumen concesionado.

lientes y otras partes de México y el mundo, su origen está relacionado con la extracción de agua del subsuelo que produce una compactación de los materiales que conforman el acuífero de donde se extrae el agua. De ahí que la subsidencia es un fenómeno de origen antropogénico, es decir se desencadena como un efecto de la interacción del ser humano con el medio ambiente¹⁹.

En el año 2016, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía publicó el Reporte Técnico del Estudio de los hundimientos por subsidencia en Aguascalientes con métodos satelitales. En dicho estudio se determinaron que los hundimientos de mayor magnitud se presentaban al norte de la ciudad de Aguascalientes, a unos 2 kilómetros de donde se localiza la localidad Jesús Gómez Portugal. En el año 2019 con la publicación del documento "Detección de zonas de subsidencia en México con técnicas satelitales", se corroboró un incremento en los hundimientos en el centro y al norte de la ciudad.

Los hundimientos determinados al año 2012 eran de hasta 9.5 cm máximo; sin embargo, para el año 2017 se determinaron zonas con hundimiento de hasta 15 cm. Entre 2012 y 2017, las zonas con mayor hundimiento se localizaron en la ciudad de Aguascalientes y su conurbación con el municipio de Jesús María.

Agrietamiento del terreno. Un efecto de la subsidencia es la generación de fallas y fracturas en la superficie del terreno, las cuales dañan la infraestructura y las construcciones que se encuentran sobre su trazo. Otro efecto es el cambio en la pendiente natural del terreno lo que modifica el drenaje superficial generando nuevas zonas de encharcamientos durante la época de lluvias. La modificación de las pendientes del terreno también causa que los sistemas de drenaje sanitario se hagan ineficientes y tengan que ser reparados constantemente. Estudios recientes realizados por la Secretaría de Obras Públicas del Estado, utilizando información proporcionada por CONAGUA, ha confirmado una relación directa entre las zonas de mayor abatimiento del acuífero con la presencia de fallas geológicas²⁰.

Desde los años 80 se han venido haciendo estudios de las fallas geológicas en Aguascalientes; en el año 2002 por primera vez se realizó un plano de fallas con apoyo satelital; en el año 2004 con la aparición de la falla Casablanca al sur de la ciudad de Aguascalientes se creó el Comité Interinstitucional de Fallas Geológicas y Grietas de Aguascalientes, órgano que valida la publicación de la cartografía de las fallas geológicas. En el año 2007 se publicó el Sistema de Información de Fallas Geológicas y Grietas (SIFAGG) actualizando el plano de discontinuidades, identificando y diferenciando las fallas y grietas; así como actualizando el censo de viviendas afectadas.

En el año 2019 se identificaron 182 fallas geológicas en la entidad, con una longitud total de 308,491 m y 38 grietas con una longitud total de 17,004 m. En el municipio de Aguascalientes se tienen identificadas 59 fallas, con una longitud 74,478 m y 12 grietas una longitud de 8,290 m. A enero de 2020 se habían censado 2,880 inmuebles en todo el Estado, de los cuales 1,965 están afectados directamente por alguna falla y 1,396 inmuebles se localizaron en el municipio de Aguascalientes²¹.

Actualmente, el Código de Ordenamiento Territorial, Desarrollo Urbano y Vivienda para el estado de Aguascalientes establece que para autorizar el desarrollo urbano se deberá tener en cuenta las cartas urbanas que contengan las fallas geológicas detectadas, estudios sobre el comportamiento dinámico de las grietas y el sistema de información que contiene el registro de fallas y grietas. Asimismo, se establece que los Ayuntamientos deberán remitir al INAGUA la información sobre las discontinuidades, fallas y grietas geológicas manifestadas en la cabecera municipal y comunidades rurales del municipio, para integrarla al sistema de información.

Por lo anterior es de suma importancia detener la extracción del agua subterránea con el fin de evitar el abatimiento de los acuíferos y de esa manera reducir o frenar los hundimientos y el desarrollo fallas geológicas. La cancelación de aprovechamientos de agua subterráneos se podrá realizar si se considera la diversificación de las fuentes de abastecimiento; si bien el agua superficial no es una opción suficiente para cubrir la demanda, se debe considerar el reúso como una fuente complementaria.

Por otra parte, en la entidad casi 60% de la superficie está considerada como área natural protegida o área prioritaria de conservación, los programas de manejo en estas zonas deben considerar la restauración de la biodiversidad y con ello las áreas de recarga al acuífero. Asimismo, la zona federal de cuerpos de agua, ríos y arroyos, deben preservarse como corredores biológicos para favorecer la propagación de especies y como

¹⁹ <https://www.cifggea.org/inicio>. Comité Interinstitucional de Fallas Geológicas y Grietas del Estado de Aguascalientes (CIFGGEA)

²⁰ Una falla es un plano de discontinuidad de una masa rocosa o material poco consolidado en donde se observa, un movimiento relativo entre los bloques resultantes, es decir, las fallas rompen una masa de roca y se desplazan diferencialmente.

²¹ Sistema de Información de Fallas Geológicas y Grietas. Secretaría de Obras Públicas del Gobierno del Estado de Aguascalientes, diciembre 2020.

zonas de amortiguamiento para evitar la migración de contaminantes al acuífero. Por lo tanto, un programa para la determinación de zonas federales en los principales cuerpos de agua del Estado es indispensable para proteger la recarga y la calidad del agua en ríos y arroyos.

El impacto de los abatimientos y el deterioro de la calidad del agua en los costos de extracción, aún con los subsidios vigentes, representan una disminución de la rentabilidad agrícola, un posible impacto en las tarifas urbanas de agua potable y complican las finanzas de los Organismos Operadores.

El deterioro de la calidad del agua obliga a abandonar aprovechamientos y sustituirlos por nuevos pozos, adquirir derechos de pozos agrícolas o desarrollar nuevas fuentes. Como se ha visto en otras regiones del país, el deterioro producido por la sobreexplotación avanza vertiginosamente y se convierte en un severo problema de salud pública que obliga a realizar importantes inversiones en tratamiento para cumplir con la normatividad de agua potable o reemplazar las fuentes de abastecimiento.

Es recomendable llevar a cabo un estudio que permita estimar los costos de la sobreexplotación en los acuíferos de Aguascalientes. Al respecto, en un estudio en el Valle de México se determinó un costo superior a los \$70.00/m³ por cada metro cúbico adicional de sobreexplotación. El estudio consideró para dicha estimación: i) daños a la infraestructura (viviendas edificios, patrimonio histórico, redes de servicios), ii) reposición y profundización de pozos, iii) sistemas de tratamiento para el agua de mala calidad que se extrae, iv) incremento de cargas de bombeo y, v) disminución de la reserva natural del acuífero, aspectos similares a la problemática observada en Aguascalientes.

Este costo intangible, es la base de una estrategia de gestión hídrica basada en la estabilización del acuífero. Lo que destaca la importancia de realizar actos de autoridad impostergables que incluyen: el control de las extracciones, la reglamentación del acuífero, el ordenamiento territorial y la eficiencia comercial; esta última para garantizar la solvencia económica de las instituciones que operan los servicios.

2.6.3. Calidad del agua

2.6.3.1. Agua superficial

La Red Nacional de Monitoreo (RNM) tiene dentro del Estado 36 puntos de control para el análisis de la calidad del agua superficial, para lo cual se toman en cuenta indicadores como: demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), coliformes fecales (CF) y el porcentaje de saturación de oxígeno (OD%).

La calidad del agua se indica a partir de un semáforo, en donde los colores representan la calidad del agua y se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 15. Semáforo de calidad de agua

Calidad	Semáforo
Excelente	Verde
Buena Calidad	Amarillo
Contaminada	Rojo

Fuente: Red Nacional de monitoreo. Comisión Nacional del Agua. Datos abiertos 2020

Durante el periodo 2010-2018 se registraron altos niveles de contaminación principalmente al sur del Estado, en los ríos San Pedro y Chicalote, como se señala en la siguiente tabla.

Tabla 16. Concentraciones de los principales parámetros contaminantes en aguas superficiales

Cuerpo De Agua	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	CF (NMP/100ml)	OD% (%)	Semáforo
Límite calidad aceptable	< 30	< 40	< 150	< 1,000	30 a 110	
P. El Niágara	23.1	86.2	31.0	24,196.0	16.10	Rojo
P. 50 Aniversario	2.5	34.2	13.3	148.0	92.65	Amarillo
P. Presidente Calles	3.7	27.8	<10	103.9	100.11	Verde
P. Presidente Calles, Sist. Riego	3.5	16.8	<10	87.0	52.45	Verde
P. El Cedazo	10.5	61.9	26.7	24,196.0	111.50	Rojo
P. Las Mercedes	2.0	32.4	11.3	223.0	93.40	Verde
P. Los Gringos	26.2	130.1	55.0	13,082.0	146.30	Rojo

Cuerpo De Agua	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	CF (NMP/100ml)	OD% (%)	Semáforo
P. Abelardo Rodríguez	5.0	56.4	15.5	508.3	82.75	Rojo
P. La Codorniz	3.1	39.9	13.0	249.0	99.50	Verde
P. Ordeña Vieja	2.9	48.0	<10	172.0	95.50	Rojo
P. Peña Blanca	3.4	39.1	<10	362.5	88.55	Verde
P. Media Luna	3.8	39.7	10.0	2,552.5	51.00	Amarillo
P. Malpaso	4.7	42.0	13.2	244.0	94.20	Rojo
P. El Jocoqui	<2	34.4	<10	229.0	102.45	Verde
Rio San Pedro	15.2	69.2	40.7	24,196.0	60.51	Rojo
Rio San Pedro	40.4	293.1	80.0	24,196.0	12.00	Rojo
Rio San Pedro	43.6	184.6	43.4	24,196.0	18.70	Rojo
Rio Chicalote	390.8	712.1	229.1	241,960.0	10.00	Rojo
Rio Chicalote	161.9	611.2	180.0	241,960.0	5.00	Rojo

Fuente: Red Nacional de monitoreo. Comisión Nacional del Agua. Datos abiertos 2020

Los criterios para evaluar la calidad del agua considerando la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) se presentan en la siguiente tabla.

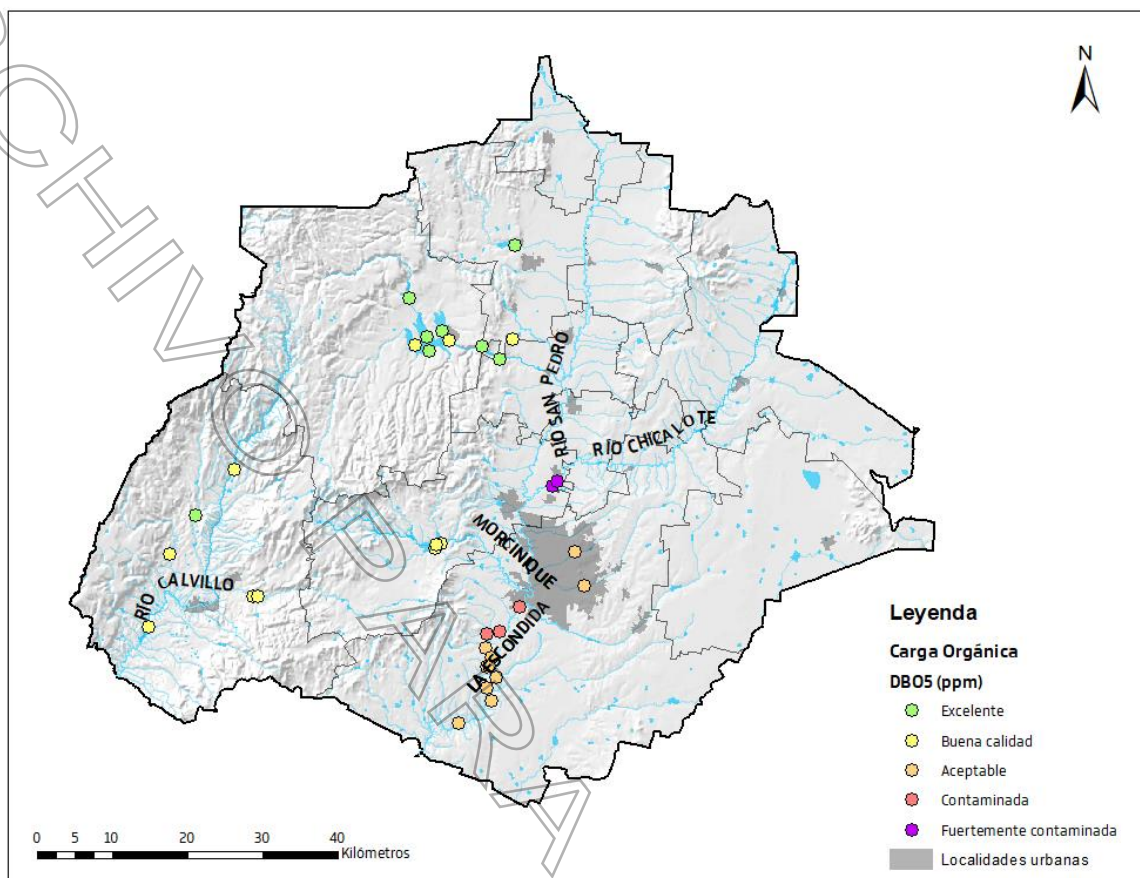
Tabla 17. Criterios de calidad de agua superficial de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO, ppm)

Calidad	Criterio	Descripción
Excelente	DBO menor o igual a 3	Agua no contaminada
Buena calidad	DBO mayor de 3 y menor o igual a 6	Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable
Aceptable	DBO mayor de 6 y menor o igual a 30	Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente
Contaminada	DBO mayor de 30 y menor o igual a 120	Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal
Fuertemente contaminada	DBO mayor de 120	Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales

Fuente: Red Nacional de monitoreo. Comisión Nacional del Agua. Datos abiertos 2020

Los resultados de calidad de la RNM indican que aguas arriba de la ciudad de Aguascalientes se tienen los registros de contaminación de DBO más altos del Estado, sin embargo, el río San Pedro, logra asimilar la contaminación generada en su tramo aguas abajo de la capital, y a la altura del puente a Cieneguillas su calidad es ya aceptable. La siguiente figura presenta los puntos de monitoreo y su DBO.

Figura 12. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)



Fuente: Red Nacional de monitoreo. Comisión Nacional del Agua. Datos abiertos 2020

Para evaluar la contaminación basada en la demanda química de oxígeno, a continuación, se presenta el índice de calidad del agua correspondiente a dicho parámetro.

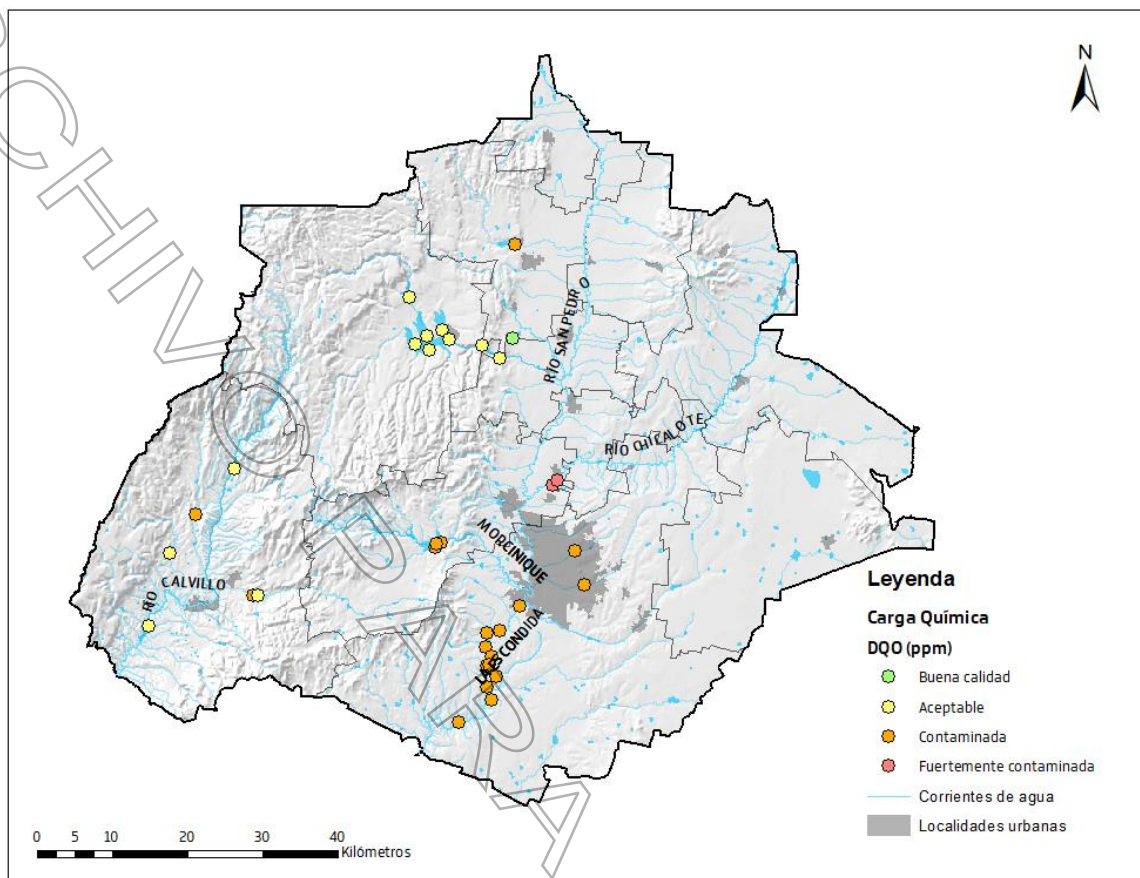
Tabla 18. Criterios de calidad de agua superficial de Demanda Química de Oxígeno (DQO, ppm)

Calidad	Criterio	Descripción
Excelente	DQO menor o igual a 10	Agua no contaminada
Buena calidad	DQO mayor de 10 y menor o igual a 20	Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable
Aceptable	DQO mayor de 20 y menor o igual a 40	Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente
Contaminada	DQO mayor de 40 y menor o igual a 200	Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal
Fuertemente contaminada	DQO mayor de 200	Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales

FUENTE: Red Nacional de monitoreo. Comisión Nacional del Agua. Datos abiertos 2020

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las estaciones de la RNM y los valores de concentración de DQO en el Estado, como se aprecia el río San Pedro, a diferencia de la contaminación por DBO, la DQO se mantiene sin cambio en el último tramo del río San Pedro.

Figura 13. Demanda química de oxígeno (DQO)



FUENTE: Red Nacional de monitoreo. Comisión Nacional del Agua. Datos abiertos 2020

2.6.3.2. Calidad de las aguas subterráneas

En la república mexicana hay varios estados en los que la contaminación del agua potable por arsénico y fluoruros representa un gran riesgo para la salud pública, tal es el caso de Durango, Zacatecas, y Aguascalientes. Para monitorear la calidad de los acuíferos en Aguascalientes, la RNM cuenta con 15 pozos, los cuales tienen registrados altos niveles de contaminación de arsénico y fluoruros principalmente. En la siguiente tabla se muestran las concentraciones de dichos contaminantes, así como de los nitratos.

Tabla 19. Concentraciones de los principales parámetros contaminantes en aguas subterráneas

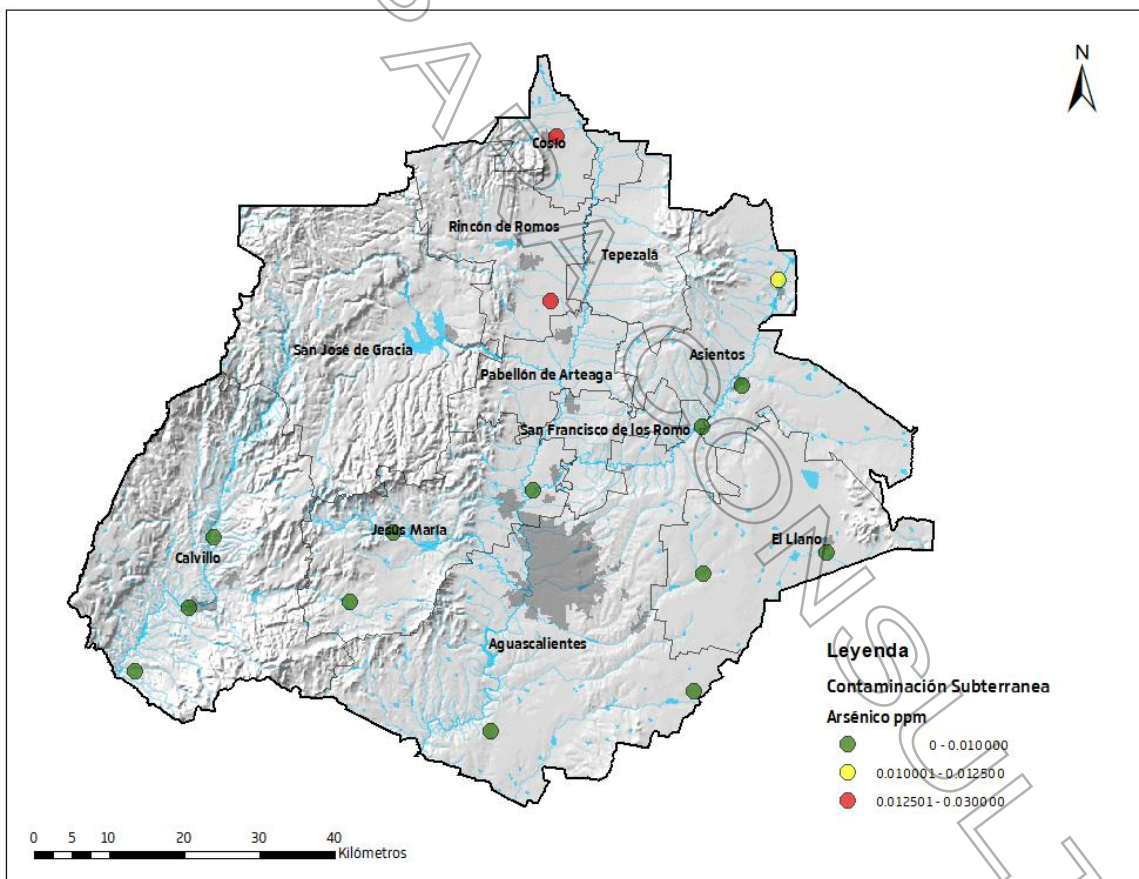
Sitio	Acuífero	Arsénico -As- (mg/L)	Fluoruros -F- (mg/L)	Nitrógeno de nitratos -N-NO ₃ - (mg/L)	Semáforo
Límite permisible		0.025	1.50	11.00	
Pozo Comunidad de Los Duron	El Llano	<0.01	4.71	1.58	Rojo
Pozo Comunidad Sandoval	El Llano	<0.01	3.90	1.50	Rojo
Palo Alto Pozo N° 2	El Llano	<0.01	2.98	1.97	Rojo
Pozo Paso Blanco	Valle de Aguascalientes	<0.01	0.81	1.60	Verde
Pozo Tanque de Los Jiménez	Valle de Aguascalientes	<0.01	1.21	0.75	Verde
Pozo Gracias A Dios	Valle de Aguascalientes	<0.01	3.35	1.08	Rojo
Pozo Cosío	Valle de Aguascalientes	0.030	1.75	1.31	Rojo
Pozo El Salitrillo	Valle de Aguascalientes	0.014	1.07	1.14	Verde
Pozo Jaltiche de Abajo	Valle de Calvillo	<0.01	1.49	1.16	Verde

Sitio	Acuífero	Arsénico -As- (mg/L)	Fluoruros -F- (mg/L)	Nitrógeno de nitratos -N_NO ₃ - (mg/L)	Semáforo
Calvillo Pozo No. 1 Independencia	Valle de Calvillo	<0.01	0.89	2.68	Verde
Pozo San Tadeo	Valle de Calvillo	<0.01	1.58	0.69	Rojo
Pozo Santa María de Gallardo	Valle de Chicalote	<0.01	1.20	2.43	Verde
Pozo 1 Villa Juárez, Asientos	Valle de Chicalote	<0.01	1.06	1.59	Verde
Pozo San Gil	Valle de Chicalote	0.013	0.89	5.86	Verde
Pozo Tapias Viejas	Venadero	<0.01	1.68	1.36	Rojo

FUENTE: Red Nacional de monitoreo. Comisión Nacional del Agua. Datos abiertos 2020

Al norte del acuífero de Valle de Aguascalientes, el pozo Cosío sobrepasa el Límite Máximo Permissible (LMP) de arsénico, así como el de fluoruros. La contaminación por fluoruros se encuentra más extendida, ya que se tienen registros de altas concentraciones en los acuíferos de El Llano, Valle de Aguascalientes, Valle de Calvillo y Venadero. En la siguiente figura se señalan los pozos en donde se tiene información de la concentración de arsénico y fluoruros en el agua subterránea extraída.

Figura 14. Concentración de arsénico en el agua subterránea



Fuente: Elaboración con base en la información de la Red Nacional de monitoreo. Comisión Nacional del Agua

Acuífero Calvillo. En la zona de Calvillo se ha señalado el problema de contaminación de las aguas subterráneas por arsénico desde hace tiempo, sin embargo, los datos históricos de calidad del agua en este acuífero señalan que el agua proveniente de los aprovechamientos todavía no rebasa el LMP de 0.025 mg/l. Por otra parte, varios pozos del acuífero rebasan en casi 10 veces el LMP de concentración de fluoruros, tal es el caso del pozo Palo Alto. En la siguiente tabla, se presenta el contenido de arsénico y fluoruros en algunos aprovechamientos de agua subterránea del acuífero Calvillo.

Tabla 20. Pozos con agua de mala calidad en el acuífero Calvillo

Aprovechamiento	Uso	Arsénico (mg/L)	Fluoruros (mg/L)
Malpaso	Público Urbano	< 0,0050	4.96
Palo Alto	Público Urbano	0.0131	14.96
El Sauz de La Labor	Público Urbano	< 0,0050	2.13
Quitásueño 1	Público Urbano	0.0088	1.77
El Chiquihuitero	Público Urbano	< 0,0050	6.63
Los Colomos	Público Urbano	0.009	5.75
Cerro Blanco	Público Urbano	< 0,0050	3.69
El Rodeo	Público Urbano	0.008	1.63
Mesa Grande	Público Urbano	0.0195	3.4
San Tadeo	Público Urbano	0.0062	1.59
C.B.T.	Público Urbano	0.0095	1.65
Presa de Los Serna	Público Urbano	< 0,0050	3.46
Jaltiche de Arriba	Público Urbano	0.0102	1.97
Cuervero Los Changos	Público Urbano	< 0,0050	3.91

Fuente: Red Nacional de monitoreo. Comisión Nacional del Agua. Datos abiertos 2020

Acuífero Chicalote. En este acuífero sí se tiene evidencia de que varios pozos presentan concentraciones altas de arsénico, tal es el caso de los pozos Asientos y Jarillas ubicados en la zona norte del Estado y los pozos Clavelinas, La Escondida, La Providencia, La Concepción y Norias del Borrego en la parte centro – occidental. En cuanto al flúor, en general todos los pozos todavía cumplen con la normatividad, sin embargo, pozos como Clavelinas y La Concepción, presentan valores elevados, tal y como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 21. Pozos con agua de mala calidad en el acuífero Chicalote

Pozo	Uso	As (mg/L)		F (mg/L)	
		2013	2014	2013	2014
Asientos	Público Urbano		0.037		1.040
Jarillas	Público Urbano	0.050	0.095	1.100	1.190
Clavellinas	Público Urbano		0.127	1.390	1.480
La Escondida	Público Urbano	0.029		1.375	
La Providencia	Público Urbano	0.029		1.395	
La Concepción	Público Urbano	0.029		1.440	
Norias del Borrego	Agrícola	0.050		1.420	

Fuente: Red Nacional de monitoreo. Comisión Nacional del Agua. Datos abiertos 2020

Acuífero Valle de Aguascalientes. De la información analizada, el acuífero de Valle de Aguascalientes es donde se presenta la mayor problemática en cuanto al arsénico, los municipios con mayor concentración son San José de Gracia, Cosío y Rincón de Romos. En la siguiente tabla se indica la concentración de arsénico en 27 pozos, observándose que la todos ellos rebasan la norma.

Tabla 22. Pozos con agua de mala calidad en el acuífero Valle de Aguascalientes

Pozo	Municipio	Localidad	Arsénico (mg/L)	Veces que sobrepasa LMP
CNA-0101-922	Jesús María	El Maguey	0.026	1.0
P-083A	Aguascalientes	Fracc. El plateado	0.026	1.0
CNA-0101-359	Cosío	Zacatequillas	0.030	1.2
CNA-0101-158	Rincón De Romos	Valle De Las Delicias	0.033	1.3
CNA-0101-298	Pabellón De Arteaga	0	0.033	1.3
CNA-0101-1151	Jesús María	Avenida Del Molino	0.034	1.3

Pozo	Municipio	Localidad	Arsénico (mg/L)	Veces que sobrepasa LMP
CNA-0101-1286	Aguascalientes	El Carmen	0.035	1.4
CNA-0101-314	Rincón De Romos	Valle De Las Delicias	0.035	1.4
CNA-0101-1505	Aguascalientes	Las Palomas	0.037	1.5
CNA-0101-416	Rincón De Romos	Pabellón De Hidalgo	0.040	1.6
CNA-0101-604	Rincón De Romos	San Simón	0.042	1.7
CNA-0101-476	Tepezalá	Rancho San José	0.045	1.8
CNA-0101-302	Cosío	El Durazno	0.045	1.8
CNA-0101-1136	Aguascalientes	Puertecito De La Virgen	0.046	1.8
CNA-0101-372	Cosío	La Punta	0.047	1.9
CNA-0101-1012	San Fco De Los Romos	San Fco De Los Romo	0.048	1.9
CNA-0101-117	Tepezalá	San Antonio	0.053	2.1
CNA-0101-353	Cosío	Cosío	0.054	2.2
CNA-0101-642	Rincón De Romos	El Saucillo	0.057	2.3
CNA-0101-1823	Tepezalá	Mesillas	0.067	2.7
R-038A	Aguascalientes	El Taray	0.071	2.8
CNA-0101-127	Tepezalá	El Carmen	0.074	3.0
CNA-0101-383	Cosío	El Salero	0.090	3.6
CNA-0101-560	Rincón De Romos	San Jacinto	0.106	4.2
CNA-0101-501	Cosío	Santa María De La Paz	0.153	6.1
CNA-0101-532	Cosío	Zacatequillas	0.167	6.7
CNA-0101-856	San José De Gracia	Las Playitas	0.226	9.0

Fuente: Red Nacional de monitoreo. Comisión Nacional del Agua. Datos abiertos 2020

Fuentes potenciales de contaminación. El REPDA tiene registradas en el Estado 490 descargas, de las cuales el 80% son de origen municipal y el 12% industrial; el restante 8% son descargas pecuarias u otros usos. De dichas descargas, el 54% de origen industrial y el 28% de las descargas de origen público urbano se encuentran en el municipio de Aguascalientes. La mayoría de ellas se ubican en las cercanías de los ríos San Pedro y Chicalote.

Un problema que contribuye a la contaminación de los acuíferos es que 170 descargas tienen como cuerpo receptor terrenos agrícolas o tanques, los cuales, de no contar con obras de ingeniería para prevenir su infiltración al acuífero, constituyen una fuente potencial de contaminación de las aguas subterráneas.

2.6.3.3. Contaminación río San Pedro

En la entidad el mayor problema de contaminación se localiza en el cauce del río San Pedro, el cual recorre el Estado de norte a sur, durante su trayecto, se estima que 138 localidades descargan sus aguas residuales. En la siguiente tabla se presentan las localidades que descargan al río San Pedro, destacando las localidades que tienen mayor población.

Localidades que descargan aguas residuales al río San Pedro

Municipio	Localidad	No. de localidades	Población
Aguascalientes	Aguascalientes	1	863,893
Aguascalientes	Pocitos	1	8,494
Jesús María	Corral de Barrancos	1	3,935
Rincón de Romos	San Jacinto	1	2,554
San Francisco de los Romo	San Francisco de los Romo	1	18,799
Tepezalá	San Antonio	1	3,889
Localidades rurales	Localidades rurales	132	23,309
Total		138	924,873

Fuente: Diagnóstico. Situación del Río San Pedro y Principales Afluentes. SSMAA. Gobierno del Estado. 2019

El problema aumenta al incorporarse por su margen izquierda el río Chicalote, sobre el cual, se estima que 41 localidades vierten de igual manera sus aguas residuales, con lo cual, casi un millón de habitantes vierten sus aguas al cauce y por lo tanto el tratamiento resulta esencial para lograr el saneamiento.

Tabla 23. Localidades que descargan aguas residuales al río Chicalote

Municipio	Localidad	No. de localidades	Población
Aguascalientes	Gral. José María Morelos y Pavón (Cañada Honda)	1	3,822
Aguascalientes	Jaltomate	1	2,805
Total	Localidades Rurales	39	7,454
Total		41	14,081

Fuente: Diagnóstico. Situación del Río San Pedro y Principales Afluentes. SSMAA. Gobierno del Estado. 2019

Basado en la problemática de contaminación del río San Pedro y con el objetivo de convertirlo en un espacio público que contribuya al bienestar de la población en la zona conurbada, desde el Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022, se planteó la estrategia de su regeneración. La regeneración del río San Pedro es competencia e interés de diferentes actores, lo que ha llevado a formar el Comité de supervisión y vigilancia del río San Pedro, el cual tiene como responsabilidades y competencias para atender de manera efectiva:

- a) la restauración del funcionamiento hidráulico,
- b) el saneamiento, el cual incluye el mantenimiento y conservación de plantas de tratamiento y colectores,
- c) medidas y acciones para prevenir la infiltración a través de las fallas que cruzan el río
- d) la regulación y vigilancia de las descargas.
- e) rescate de especies endémicas
- e) promoción de la participación social coadyuvando a las acciones de vigilancia.

A través de este Comité se delimitan responsabilidades y competencias para atender de manera efectiva las siguientes líneas de acción:

Tabla 24. Líneas de acción de la estrategia de regeneración del río San Pedro

Línea de acción	Dependencia responsable
1. Ampliar y rehabilitar la infraestructura que actualmente capta las descargas para conducir las hacia los sistemas de tratamiento existentes (saneamiento)	CONAGUA-INAGUA-PROESPA-MUNICIPIOS
2. Identificar las fallas sobre los cauces y darles tratamiento	INAGUA - CONAGUA
3. Rehabilitar la sección hidráulica con la finalidad de aumentar velocidad del flujo del río	INAGUA - CONAGUA
4. Identificar las invasiones a la zona Federal y reubicarlas	CONAGUA/MUNICIPIOS
5. Crear un sistema de información geográfica para dar seguimiento a los indicadores para el saneamiento del río	CPLAP-COMITÉ / OBSERVATORIO CIUDANO

Fuente: Comité de supervisión y vigilancia del río San Pedro. 2020

Un tema relevante para evitar la contaminación de los cauces, sobre todo de aquellos que atraviesan zonas urbanas es el ordenamiento territorial, para lo cual se debe contar con planes o programas que busquen el equilibrio entre la conservación de los recursos naturales y el desarrollo urbano. En este sentido, el Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico y Territorial 2013-2035 considera lineamientos ambientales y territoriales que al ser vinculados definen políticas de aprovechamiento sustentable-restauración. Dichas políticas consideran que la utilización de los recursos naturales y el territorio requiere de medidas de recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales antes, durante o después a la realización de actividades económicas.

Considerando lo anterior, la regeneración del río San Pedro es una estrategia que cumple con el propósito de esta política de ordenamiento, ya que busca la restauración de la calidad del agua que transita por el cauce del río evitando problemas de salud al ser utilizada en diversas actividades económicas y recreativas.

La mejor estrategia de regeneración es restaurar el cauce a sus condiciones naturales de funcionamiento y evitar la descarga de aguas residuales sin tratamiento. En las ciudades una forma recuperar los servicios ecosistémicos de los ríos es convertirlos en *corredores biológicos*, espacios públicos que al ser mejorados generan un impacto social positivo y un sentido de identidad con la población. Para desarrollar estos proyectos es importante que en el ordenamiento territorial se consideren aquellas zonas que se encuentren en las cercanías de los ríos, incluidas las zonas federales, como áreas susceptibles a ser rescatadas y se conformen como espacios urbanos que propicien la restauración de los ríos.

Por otra parte, se ha logrado una intensa participación de la comunidad en las actividades de restauración y limpieza del río San Pedro y sus afluentes; de manera permanente se convoca a la ciudadanía que habita en las inmediaciones del cauce para que acudan, comprueben y participen en las labores de limpieza pero sobre todo para que sean vigilantes del propio río, con el objetivo de que presenten denuncias sobre el depósito de materiales o descargas de aguas residuales sin tratamiento y con ello evitar que se siga contaminando el cauce.

La línea de acción denominada "saneamiento" comprende el *Proyecto de Saneamiento del Río San Pedro*; en este se contempla el mantenimiento y conservación de plantas de tratamiento y colectores en cinco subsistemas. En la siguiente tabla se señalan los componentes de este proyecto.

A junio de 2020, con participación de diversas dependencias se habían realizado acciones en poco más de 17 km del río San Pedro, lo que equivale al 35.5% de la meta establecida. En la siguiente figura se presenta el esquema de saneamiento propuesto para el río San Pedro y sus afluentes.

Adicional a estas acciones, se considera necesario el saneamiento de 170 localidades rurales menores a 2,000 habitantes que actualmente descargan sus aguas residuales al cauce de los ríos San Pedro y Calvillo, para lo cual es importante analizar las alternativas de saneamiento a través de sistemas de tratamiento con tecnologías de bajo costo.

2.6.3.4. Conclusiones

El mayor problema de la contaminación de cuerpos de agua superficiales en el Estado se concentra en los ríos San Pedro y Chicalote, en los cuales se tienen identificadas descargas de aguas residuales de origen municipal, industrial, porcícola, agrícola e industrial. Por lo anterior, el proyecto de saneamiento de los ríos debe considerar acciones en la zona urbana de la ciudad de Aguascalientes y en las 170 localidades rurales que aportan sus aguas residuales a ambos ríos.

Los acuíferos del Estado presentan altas concentraciones de arsénico y fluoruros; el mayor problema de contaminación por arsénico se ubica en los acuíferos de Valle de Aguascalientes y Valle de Chicalote, los problemas por contaminación de fluoruros se ubican en el Acuífero de Aguascalientes y Calvillo. Por lo que adicionalmente a los programas para disminuir la sobre-explotación es la búsqueda de alternativas para proteger la salud de los habitantes que se abastecen de pozos que presentan altas concentraciones de arsénico y fluoruros. Finalmente es importante observar que a pesar de que la contaminación por nitratos aún no sobrepasa los valores de la norma (LMP = 11 ppm) en el Acuífero del Chicalote, en el pozo San Gil se tiene una concentración es de 5.86 ppm, lo cual es un indicativo de que la contaminación por descargas provenientes de la agricultura y la ganadería están presentes en el acuífero, situación que debe atenderse a través de programas de capacitación en el uso de insumos agrícolas.

2.7. EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS EXTREMOS E INUNDACIONES EN EL ESTADO

La Ley General de Protección Civil, en su artículo 2, inciso XXIII define a un fenómeno hidrometeorológico como un agente perturbador que se genera por la acción de los agentes atmosféricos. Los eventos climatológicos extremos que representan el mayor riesgo para Aguascalientes son las inundaciones y sequías, no obstante, existen reportes de deslaves en el noroeste del Estado; también se han reportado nevadas y granizadas. En la siguiente tabla se presenta el registro de los eventos extraordinarios más severos ocurridos desde la segunda mitad del siglo pasado, destacando en lo que se refiere a inundaciones las ocasionadas por el huracán Patricia en 2015 y con respecto a las sequías, destacan los eventos de 1998-1999 y el 2011.

Tabla 25. Fenómenos hidrometeorológicos.

Año	Nombre del evento	Municipios afectados e impactos
2018	Inundaciones	Aguascalientes

Año	Nombre del evento	Municipios afectados e impactos
2015	Inundaciones	Huracán Patricia, ruptura de muro de la presa San Blas; sobre el río Pabellón, afectación a casas de Pabellón de Hidalgo, Pabellón de Arteaga y Jesús María
2013	Inundaciones	Jesús María, falla bordo La Pileta (21 septiembre 2013); Comunidad El Cenizo y San Antonio de los Horcones
2013	Inundaciones	Jesús María (22 julio 2013), Barrio San Miguelito, El Torito y col. Ejidal
2013	Inundaciones	San Francisco de los Romo (14 al 15 de junio 2013)
2011	Sequía atípica	Declaratoria de desastre natural para los municipios de Aguascalientes, Calvillo, Cosío, Jesús María, El Llano, Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos, San Francisco de los Romo, San José de Gracia y Tepezalá (1 de mayo al 30 de noviembre)
2008	Inundaciones	Calvillo, Aguascalientes, Cosío y El Llano
2007	Inundaciones	Calvillo (24 julio 2007) Arroyo Ojo Calientillo
1998-1999	Sequía severa	40 mil habitantes se quedaron sin agua El Estado fue declarado zona de desastre Emergen las ruinas de un pueblo en San José de Gracia que en 1928 quedó sumergido en las aguas de la presa Plutarco Elías Calles (junio de 1998 a mayo de 1999)
1991	Inundaciones	Todo el Estado
1992	Inundaciones	Todo el Estado
1990	Inundaciones	Todo el Estado
1976	Inundaciones	Todo el Estado
1973	Inundaciones	Todo el Estado
1971	Inundaciones	Todo el Estado
1970	Inundaciones	Todo el Estado
1967	Inundaciones	Todo el Estado
1966	Inundaciones	Todo el Estado
1958	Inundaciones	Todo el Estado
2011	Sequía extrema	Todo el Estado
2009	Sequía atípica	Aguascalientes, Calvillo, Cosío, El Llano y Tepezalá
1957	Sequía	Todo el Estado
1999	Sequía	Todo el Estado
1950	Sequía	Todo el Estado
1945	Sequía	Todo el Estado
2004	Granizada	Calvillo
2006	Helada atípica	Calvillo
2010	Nevada	Tepezalá, Asientos, San José de Gracia y Calvillo
1997	Nevada	Todo el Estado
1967	Nevada	Todo el Estado

Fuente: Programa Hídrico Estatal 2014-2018 del Estado de Aguascalientes

2.7.1. Riesgo y vulnerabilidad de inundaciones

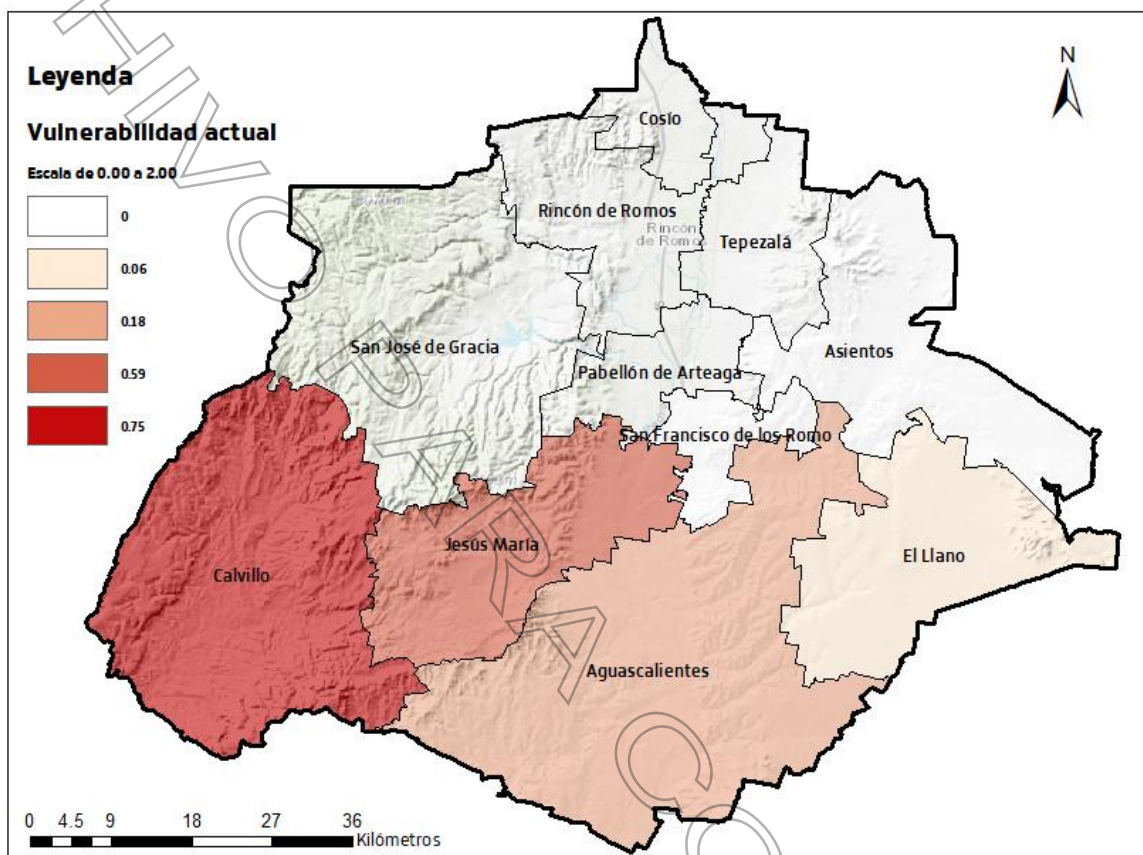
Las inundaciones se asocian a eventos meteorológicos extremos y son causados por fuertes lluvias, deficiencias en la conservación de las obras de protección y acumulación de basura. Los casos de mayor riesgo se observan en el río San Pedro en el cruce por la ciudad de Aguascalientes, así como los arroyos El Molino, La Hacienda, Los Arellano, Don Pascual, El Cedazo y San Francisco, que corren de oriente a poniente cruzando la zona urbana de la ciudad capital; de igual manera, en las comunidades Malpaso, Ojocaliente, La Panadera y Calvillo, al ser atravesadas por los afluentes y el propio río Calvillo.

Históricamente, el municipio donde más afectaciones han provocado las inundaciones es el de Calvillo. Estas han sido periódicas, particularmente en la cabecera municipal, con un ciclo aproximado de cada 20 años. En 2015, las precipitaciones que se presentaron debido al paso del huracán Patricia, generaron avenidas extraordinarias en la parte alta de la cuenca de la presa Potrerillos en el municipio de Rincón de Romos, provocando el vertido por sobre la corona de la cortina de esta presa, aproximadamente un gasto de 500

m³/s, el cual fluyó hacia la presa de San Blas en el municipio de Pabellón de Arteaga, ocasionando la ruptura de la cortina y afectaciones en 20 casas habitación de la comunidad de Pabellón de Hidalgo, las áreas agrícolas en proceso de producción fueron siniestradas en su totalidad.

En la siguiente figura se muestra la vulnerabilidad antes las inundaciones en el Estado, donde se aprecia que la población de la región occidente es la más vulnerable, particularmente los municipios de Calvillo y Jesús María.

Figura 15. Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones



Fuente: Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático, <https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx>

El Atlas Nacional de Vulnerabilidad ha calculado los índices de vulnerabilidad a inundaciones de los municipios del País, este índice tiene un rango que va de 0 a 2, y para el municipio de Calvillo se tiene un valor intermedio de 0.75. El municipio de Jesús María es el segundo municipio del Estado con mayor vulnerabilidad a las inundaciones con un valor de 0.63, este valor se considera medio bajo.

El resto de los municipios tiene un índice de vulnerabilidad bajo, por lo cual su población no presenta un riesgo significativo a las inundaciones. En la siguiente tabla, se muestran los índices de vulnerabilidad, así como sus valores máximos y mínimos.

Tabla 26. Índice de vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones.

Nombre Municipio	Orden de vulnerabilidad (del mayor al menor)	Vulnerabilidad Actual	Vulnerabilidad Máxima	Vulnerabilidad Mínima
Calvillo	1	0.75	0.75	0.75
Jesús María	2	0.59	0.64	0.59
Aguascalientes	3	0.18	0.21	0.18
El Llano	4	0.06	0.11	0.06
Asientos	0	0.00	0.00	0.00
San Francisco de los Romo	0	0.00	0.00	0.00
Cosío	0			

Pabellón de Arteaga	0		
Rincón de Romos	0		
San José de Gracia	0		
Tepezalá	0		

Fuente: Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático, <https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx>

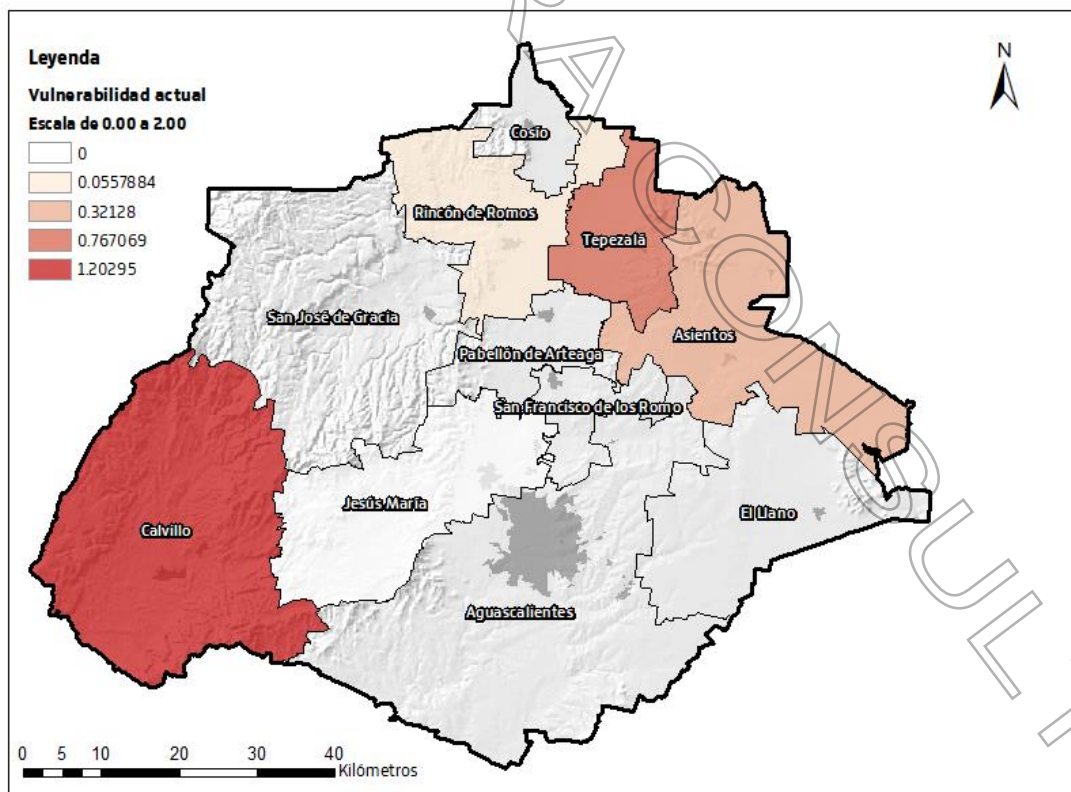
Se estima que el impacto de los fenómenos extremos en la entidad debido a una modificación en la temporada de lluvias y en su frecuencia e intensidad como consecuencia del cambio climático. De este modo, se espera, por lo que necesariamente se deberán actualizar los atlas de riesgo municipales existentes y realizar los faltantes para que las medidas de mitigación ante inundaciones sean efectivas.

2.7.2. Deslaves

Los deslaves se producen debido a la saturación del suelo por intensas precipitaciones, como resultado se puede presentar el arrastre de rocas, tierra y escombros pesados; las comunidades que se encuentran al pie o sobre las laderas y montañas tienen un mayor riesgo. La población de la región occidente de la entidad, particularmente el municipio de Calvillo y la población de la zona oriente del municipio de Tepezalá, son las más vulnerables a este tipo de eventos.

El Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático ha desarrollado un índice de vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslave, el cual tiene un rango que va de 0 a 2. En la siguiente figura se presenta la vulnerabilidad a deslaves en los municipios de la entidad, observándose que el municipio de Calvillo presenta el valor más alto dentro del Estado con un valor de 1.2, por lo que se considera que tiene índice medio de vulnerabilidad; el municipio de Tepezalá es el segundo municipio del Estado donde la población tiene mayor riesgo a los deslaves con un valor de 0.76, se considera que el municipio tiene una vulnerabilidad cercana a la media. El resto de los municipios tienen un índice de vulnerabilidad a los deslaves bajo.

Vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves



Fuente: Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático, <https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx>

En la siguiente tabla, se muestran los índices de vulnerabilidad por municipio, así como sus valores máximos y mínimos.

Tabla 27. Índice de vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves.

Nombre Municipio	Orden de vulnerabilidad estatal (Del más al menos vulnerable)	Vulnerabilidad Actual	Vulnerabilidad Máxima	Vulnerabilidad Mínima
Calvillo	1	1.20295421	1.70295421	1.20295421
Tepezalá	2	0.76706870	0.80640212	0.29818983
Asientos	3	0.32127999	0.33442105	0.2230697
Rincón de Romos	4	0.05578836	0.49315989	0
Aguascalientes	0	0.00000000	0.38715396	0
Cosío	-		-	-
Jesús María	-		-	-
Pabellón de Arteaga	-		-	-
San José de Gracia	-		-	-
El Llano	-		-	-
San Francisco de los Romo	-		-	-

Fuente: Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático, <https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx>

2.7.3. Sequías

La sequía es un fenómeno meteorológico, que ocurre cuando la precipitación en un periodo de tiempo es menor que el promedio, y cuando esta diferencia de agua es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas. De conformidad con información estadística de la SAGARPA, en los últimos 10 años se estableció, bajo riego de temporal, un promedio de 98 mil hectáreas en la entidad, de las cuales se cosechó el 60% y el 40% restante se perdió por sequía. Por cultivos, el maíz se siniestró totalmente en el 41% de su superficie y el frijol en el 45%; además, parte importante de la superficie cosechada resultó con afectación parcial en diversos grados.

Dada la magnitud de las pérdidas potenciales debido a la sequía y el comportamiento del fenómeno, se implementó el Monitor de Sequía de América de Norte (NADM), entre Canadá, Estados Unidos y México.

La instancia técnica responsable de realizar el monitoreo de sequía en el país es la Comisión Nacional del Agua a través del Servicio Meteorológico Nacional. La clasificación de la Intensidad de la sequía de acuerdo con el NADM es:

1. Anormalmente seco (D0): Se trata de una condición de sequedad, no es una categoría de sequía. Se presenta al inicio o al final de un periodo de sequía. Al inicio de un periodo de sequía: debido a la sequedad de corto plazo. Al final del periodo de sequía: puede persistir déficit de agua, los pastos o cultivos pueden no recuperarse completamente.
2. Sequía moderada (D1): Se presentan algunos daños en los cultivos y pastos; existe un alto riesgo de incendios, bajos niveles en ríos, arroyos, embalses, abrevaderos y pozos, se sugiere restricción voluntaria en el uso del agua.
3. Sequía severa (D2): Probables pérdidas en cultivos o pastos, alto riesgo de incendios; es común la escasez de agua, se deben imponer restricciones en el uso del agua.
4. Sequía extrema (D3): Pérdidas mayores en cultivos y pastos, el riesgo de incendios forestales es extremo, se generalizan las restricciones en el uso del agua debido a su escasez.
5. Sequía excepcional (D4): Pérdidas excepcionales y generalizadas de cultivos o pastos, riesgo excepcional de incendios, escasez total de agua en embalses, arroyos y pozos, es probable una situación de emergencia debido a la ausencia de agua.

El seguimiento a este monitor, indica que, durante el año 2020, la sequía en Aguascalientes se considera moderada (D1).

En la siguiente figura, se muestra que en el centro del país la sequía anormalmente seca (D0) afecta al 25% de su territorio, mientras que el 75% presenta una condición de sequía moderada (D1).

Históricamente, el monitor de las sequías de CONAGUA tiene registros desde el año 2005 de las sequías presentadas en el Estado, la sequía más intensa se presentó en 2011, en el que la precipitación media anual en el Estado apenas alcanzó un valor de 252.5 mm, siendo el más seco durante los últimos 70 años, los

municipios de Calvillo y Jesús María son quienes han presentado la incidencia mas alta de sequía, seguidos por el municipio de Aguascalientes. El índice de siniestralidad estimado en cultivos de temporal fue del 90%.

Por otra parte, al analizar 96 registros mensuales del monitor del periodo de junio de 2005 a diciembre de 2020 para cada uno de los municipios de la entidad, se determinó que en el 51.4% de los meses en los municipios de la entidad se presentaba un periodo anormalmente seco (D0); en el 32% se tenía una sequía moderada (D1) y sólo en el 5.8% de los registros se presentó una sequía extrema (D3) y en el 0.6% una sequía excepcional (D4). A nivel municipal, la sequía excepcional se determinó en los municipios de Aguascalientes, Calvillo y Jesús María. Actualmente (enero de 2021) el 75% de la superficie estatal presenta una sequía moderada (D1), mientras que el otro 25% se encontraba anormalmente seco (D0).

El monitoreo de la sequía en cierta se convierte en una herramienta confiable para la planeación, así como para la activación del Programa Nacional contra la Sequía (PRONACOSE), y cualquier mecanismo tradicional de respuesta con recursos federales de CONAGUA y programas establecidos para atención de emergencias del Sistema Nacional de Protección Civil (SNPC), el Plan DN-III-E (Plan de Auxilio a la Población Civil en Casos de Desastre) de la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), el Plan Marina de la Secretaría de Marina (SEMAR), el Fondo para la Atención de Emergencias (FONDEN) de la Secretaría de Gobernación (SEGOB) y el Componente Atención a Desastres Naturales en el Sector Agropecuario y Pesquero (CADENA) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Recursos Pesqueros (SAGARPA).

2.8. IMPACTOS POTENCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS RECURSOS HÍDRICOS DEL ESTADO

El cambio climático global representa la mayor amenaza para la vida en nuestro planeta. El ser humano, a través de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), es responsable del calentamiento global, cuyos efectos se esperan en el transcurso de las décadas inmediatas. Los eventos meteorológicos observados durante los últimos lustros, como el caso del Huracán Patricia y la sequía del 2011, son ejemplos de fenómenos inevitables, como respuesta al incremento de la temperatura.

Es importante considerar acciones tendientes a mantener el incremento en la temperatura por debajo de 2 °C, con respecto a los niveles preindustriales y limitarlo de ser posible a 1.5 °C. Para lo cual se requiere disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 45% para el 2030 y emisiones netas en valor cero al 2050, al mismo tiempo se requiere incluir las medidas de adaptación en los planes y programas.

El monitoreo de la sequía y la prevención de inundaciones, forman parte de las medidas de adaptación. Un punto de partida para determinar los impactos esperados, es el estudio "Determinación de Periodos de Sequía y Lluvia Intensa en Diferentes Regiones de México Ante Escenarios de Cambio Climático" publicado en noviembre de 2007, por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). El estudio, analiza futuros periódicos de precipitación y determina el grado de reducción o aumento de la precipitación para tres regiones representativas de la república mexicana (Chiapas, Centro y Jalisco). Este estudio contempla diferentes escenarios, con base en la información de los modelos climáticos, del 4° Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC).

Estos escenarios se basan en las emisiones de gases de efecto invernadero y su dinámica con el crecimiento demográfico, desarrollo socioeconómico y los avances tecnológicos. El PICC en su reporte especial de emisiones, conocido como SRES por sus siglas en inglés (Special Report on Emissions Scenarios), exploran las posibles emisiones futuras de los gases de efecto invernadero, en función de las condiciones socioeconómicas y la emisión de gases de efecto invernadero.

El informe contempla tres escenarios que fueron seleccionados para las proyecciones climatológicas.

- Escenario A1: Rápido Crecimiento Convergente. Este escenario se divide en A1F1, A1B y A1T, cuya diferencia radica principalmente en la fuente de energía utilizada para detonar la economía. Todos los escenarios A1 describen a futuro un mundo de rápido crecimiento de la economía y de la población global que alcanzan su máximo a mitad de siglo y declinan posteriormente, así como la rápida introducción de nuevas y más eficientes tecnologías. Los temas más importantes son la convergencia entre las diferentes regiones, la capacidad constructora y el incremento de las interacciones culturales y sociales, con una reducción substancial de la diferencia en los ingresos per cápita en las diversas regiones:
 - A1F1: Consumo intenso de combustible fósil, el carbón, el aceite, y el gas continúan dominando el suministro de energía para el futuro previsible.
 - A1B: Balance entre los combustibles fósiles y otras fuentes de energía.
 - A1T: Énfasis en una nueva tecnología utilizando energía renovable en lugar del combustible fósil.

- Escenario A2, un mundo fragmentado. El escenario A2 describe un mundo heterogéneo, el tema principal es la dependencia y la preservación de las identidades locales. Los patrones de fertilidad a través de diversas regiones convergen muy lentamente, lo que resulta en un crecimiento continuo de la población global. El desarrollo económico está orientado principalmente de forma regional y el crecimiento económico per cápita y el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otros escenarios.
- Escenario B1: Convergencia con un énfasis ambiental global. La familia de escenarios B1 describen un mundo convergente con la misma población global que alcanza su máximo a mediados del siglo XXI y declina posteriormente, es parecido al escenario A1, pero con cambios rápidos hacia una economía de servicios e información, con reducciones en el uso de materias primas y la introducción de tecnologías limpias y eficientes. El énfasis es en soluciones globales hacia la sustentabilidad económica, social y ambiental, incluyendo una mayor equidad.

El estudio abarca un área de 2° por 2°, en el estado de Jalisco. La celda de estudio abarca una porción de la zona sur del estado de Aguascalientes, zona de donde la distribución de lluvia y temperatura puede correlacionarse con la observada en toda la entidad; por lo que los resultados de la modelación podrían presentar un comportamiento parecido, respecto a las variaciones de precipitación y temperatura. Aunado a lo anterior, el periodo del presente Plan 2021-2050 está comprendido en el periodo de simulación (1949-2099).

La caracterización probabilística del clima y de los escenarios, contemplan las distribuciones de probabilidad y la variación de lluvias observadas durante las últimas décadas en las zonas de estudio.

Las proyecciones presentadas en el informe corresponden a los escenarios A2 y el escenario de B1, que representan acciones opuestas, en la emisión de gases de efecto invernadero. Las proyecciones del escenario A2 siguen la tendencia actual de la emisión de gases. Por el contrario, el escenario B1, plantea un cambio radical en las políticas ambientales, sobre todo en la aceleración de la aplicación de estas; por lo que las emisiones se verían drásticamente disminuidas.

De acuerdo con el informe, para el escenario A2, se prevé un descenso en las lluvias de diciembre a mayo, especialmente en el intervalo de 60 a 90 mm/mes, al igual que descensos considerables en las lluvias de junio a noviembre, en los intervalos de 210 a 240 mm/mes. Para décadas futuras se podrían presentar efectos extremos de precipitación, lo que se infiere del aumento en el porcentaje de meses acumulados mensuales elevados, sobre todo en intervalos de 270 a 300 mm/mes. Por el contrario, en el escenario B1 la pendiente de la tendencia es menor que el escenario anterior.

Para el modelo se determinó un índice de precipitación estandarizado (IPE) con una unidad de que equivale a 53 mm/año. La variación de la precipitación anual para el promedio de los modelos en el periodo completo de simulación (1949-2098), muestra una clara tendencia hacia una reducción en la precipitación, que en el periodo de 150 años se traduce en una disminución de 3.57 unidades de IPE, o 189 mm menos de lluvia anual. Esta disminución necesariamente iría asociada a un incremento en la evaporación y la demanda de agua lo que repercutiría en la disminución de la disponibilidad.

En cuanto a la temperatura, la serie de tiempo de la temperatura mensual promedio, muestra un incremento gradual, bajo el escenario A2, en la región de Jalisco. Las temperaturas máximas que se prevén van de alrededor de 22 °C para 1949 hasta los 28 °C en 2098, lo que significa un incremento de cerca de 6 °C en 150 años. Las temperaturas mínimas van de 14 °C hasta los 18 °C, lo que significa un incremento de 4 °C. El incremento más importante de temperatura se da a partir del año 2024 y hasta el 2098.

Para el incremento de la tendencia en temperaturas, las proyecciones estimadas para el escenario B1, es mucho menor que la proyección estimada para el escenario anterior. Esta disminución proyectada es de hasta en 2 °C de diferencia.

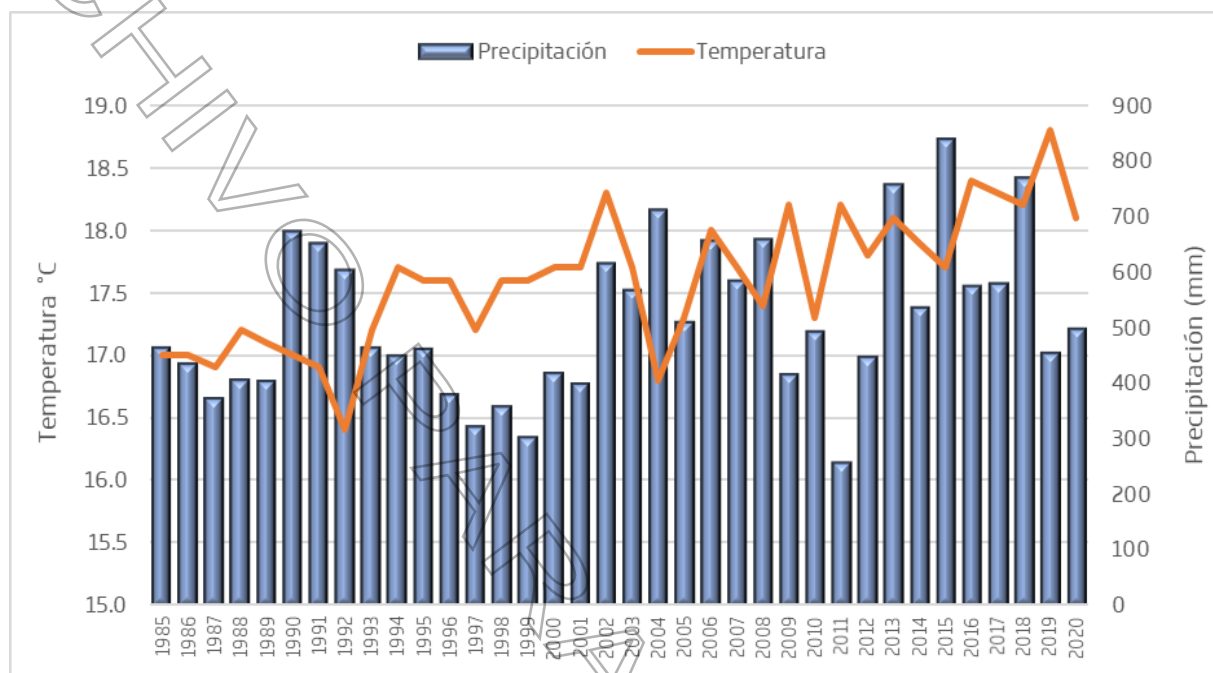
Conclusiones escenarios:

Escenario A2. Al año 2098 existe la tendencia a incrementarse el número de eventos de precipitación extrema y se tendrá una disminución de lluvia de casi 189 mm/año; la temperatura máxima mensual promedio tendría un incremento gradual llegando a 28 °C, es decir 6 °C por arriba del promedio actual. Esta disminución necesariamente iría asociada a un incremento en la evaporación y la demanda de agua lo que repercutiría en la disminución de la disponibilidad hídrica.

Escenario B1. Al año 2098 la reducción de la precipitación será de 106 mm/año; la temperatura máxima mensual promedio tendría un incremento gradual llegando a 26 °C, es decir 4 °C por arriba del promedio actual.

La siguiente gráfica presenta la temperatura promedio anual de Aguascalientes en los últimos 35 años, observándose que la temperatura se ha incrementado en 1.1 °C. No obstante lo anterior, el periodo de registro no es suficiente para confirmar una tendencia, se observa una respuesta a la variabilidad del clima (1992 y 1994 asociadas con eventos “El Niño”) y las manifestaciones de tendencias globales, como el caso del año 2019²² que coincide con el segundo año más cálido registrado después de 2016, según la Organización Meteorológica Mundial.

Gráfica 7. Temperatura promedio y precipitación en el estado de Aguascalientes (1985-2020)



Fuente: Elaboración con base en la información de Resúmenes Mensuales de Temperaturas y Lluvia. Servicio Meteorológico Nacional CONAGUA

El déficit hídrico en la entidad, las modificaciones del ciclo hidrológico de las últimas décadas y el escenario resultante, se vería más complicado al considerar los probables efectos del cambio climático. Por lo anterior, es necesario establecer acciones adaptativas para que la población esté en condiciones de enfrentarlos. En la siguiente tabla se resumen las principales acciones adaptativas, previstas para el sector hídrico en México, en un horizonte al año 2050, acciones que son la base de la Planeación Estatal y destaca la importancia de las estrategias y acciones del presente Plan.

Tabla 28. Acciones clave ante los efectos del cambio climático en el año 2050

Variable	Acción general	Acciones específicas
Incremento de temperatura	Anticipar el incremento esperado de demanda de agua para distintos usos	
	Actualizar los programas de acción contra las sequías anticipando mayor severidad y duración de éstas.	Identificación de cultivos vulnerables a incremento de temperaturas máximas, para aumentar seguros contra siniestros e instaurar prácticas de agricultura protegida y otras medidas dirigidas a proteger la supervivencia y el rendimiento.
		Asesoramiento anual a productores, en función de condiciones climáticas observadas.

²² La temperatura global anual en 2019 fue de 1,1 grados centígrados más que el promedio de 1850-1900, utilizado para representar las condiciones preindustriales. 2016 sigue siendo el año más cálido registrado debido a un evento de El Niño muy fuerte, que provocó una subida de las temperaturas inusual, y al cambio climático a largo plazo. <https://news.un.org/es/story/2020/01/1468012>

Variable	Acción general	Acciones específicas
	Dar al agua su valor e implementar acciones estratégicas para recuperar el equilibrio en cuencas y acuíferos. Si se carece de una condición de equilibrio, será imposible hacer frente a los efectos de un incremento en la intensidad de las sequías o a mayores temperaturas.	
Precipitación	Promover la creación de reservas de agua superficial y subterránea.	Iniciar en cuencas y acuíferos con disponibilidad.
		Proseguir con cuencas y acuíferos en desequilibrio a través de programas de implementación gradual que establezcan una política de aprovechamiento "holgada" y flexible ante posibles impactos, tanto de fenómenos extremos como del calentamiento global.
	Pronóstico de disponibilidad de agua en cuencas y acuíferos a partir de tendencias definidas de variación de precipitación e incremento de temperatura.	Actualización continua de disponibilidad oficial en cuencas y acuíferos.
	Pronóstico en cambio de intensidad y periodo de retorno en tormentas.	Definición de criterios para el diseño de obras, así como para la delimitación de zonas federales. Conferir al ordenamiento territorial hídrico la importancia que tiene para lograr la protección contra inundaciones.

Fuente: Basado en recomendaciones del PICC, estrategias del PNH y estimación del efecto del cambio climático en la variación de parámetros de fenómenos extremos, enfocado a la República Mexicana

Respecto a las acciones de mitigación, cobra importancia el análisis de los instrumentos estatales de política de cambio climático en el estado de Aguascalientes, llevado a cabo por SEMARNAT en 2019 con la finalidad de determinar el nivel de implementación de la política climática sub-nacional, en el que se percibe la importancia que el Gobierno Estatal ha conferido al tema del cambio climático, sin embargo, se determinó la falta o deficiencia de algunos instrumentos, conforme se señala en la siguiente tabla.

Tabla 29. Instrumentos de política de cambio climático en Aguascalientes con deficiencias

Instrumento	Observaciones
Reglamento de Cambio Climático	En el artículo 11 de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) establece que las Entidades Federativas emitirán sus reglamentos estatales para la implementación de la política climática. Actualmente no se tiene publicado este instrumento normativo.
Programa Estatal en materia de Cambio Climático	El artículo 8, fracciones IV y V, de la LGCC, señala que las Entidades Federativas tienen el mandato de realizar su programa estatal en materia de cambio climático, y establecer criterios y procedimientos para evaluar y vigilar su cumplimiento. Aguascalientes publicó el programa estatal en 2015.
Fondo Estatal de Cambio Climático	Con base en el artículo 8, fracciones VI y XVII, de la LGCC, las Entidades Federativas deben gestionar y administrar fondos locales y estatales para apoyar e implementar acciones de la política climática. La entidad no cuenta con ningún instrumento financiero tipo Fondo cuyos recursos financien medio ambiente/cambio climático. No obstante, se está tratando de vincular el Fondo Ambiental con proyectos vinculados al cambio climático.
Inventario Estatal de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero	La Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua de Aguascalientes realizó el inventario de emisiones para el año base 2016, sin embargo, se observó que se no se elaboraron los escenarios de emisiones por sectores, por lo cual no se cumple con los términos establecidos en el documento "Elementos mínimos para la elaboración de los Programas de Cambio Climático de las Entidades Federativas" publicado por la SEMARNAT y el INECC en 2015.
Ley Estatal de Manejo Integral de Residuos	El artículo 8, fracción II, inciso h), de la LGCC, expresa la atribución de las Entidades Federativas para formular, regular y dirigir acciones de mitigación y adaptación en materia de residuos de manejo especial, resaltando el aprovechamiento del potencial energético de los residuos en el artículo 33, fracción XI, con referencia a los objetivos de la política de mitigación al cambio climático. El Gobierno Estatal no ha publicado una Ley Estatal de Manejo Integral de Residuos, sin embargo, cuenta con un Reglamento de la Ley de Protección Ambiental para el Estado de Aguascalientes en Materia de Prevención y Gestión Integral de los Residuos la cual tiene como objeto reglamentar a la Ley de Protección Ambiental para el estado de Aguascalientes en lo relativo a la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y los de manejo especial.

Instrumento	Observaciones
Reglamento de Construcción	No existe en la entidad un Reglamento de Construcción en los términos señalados en el artículo 30, fracción II, de la LGCC donde se señala que en la elaboración de los reglamentos de construcción se debe utilizar la información contenida en los Atlas de Riesgo. Exponiendo la importancia de vincular los reglamentos de construcción con la política de adaptación al cambio climático. Actualmente se cuenta con el Código de Ordenamiento Territorial, Desarrollo Urbano y Vivienda para el estado de Aguascalientes en donde se establece como objetivo el propiciar el desarrollo urbano sustentable en congruencia con la legislación.
Plan o Programa Estatal de Movilidad	El artículo 34, fracción II, de la LGCC señala que para reducir las emisiones de gases y compuesto de efecto invernadero en el sector transporte, las Entidades Federativas en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a este sector. Al respecto, en junio de 2019 se presentó al Congreso del estado de Aguascalientes el Plan Estatal de Movilidad en materia de transporte, sin embargo, a la fecha no ha sido publicado.

Fuente: Información sobre la implementación de la política climática subnacional (2019) y Fichas Técnicas de las 32 entidades federativas en materia de cambio climático (2018). SEMARNAT

A partir de este análisis, es posible identificar las acciones transversales del sector medio ambiental y el sector agrícola, en tanto que a partir de la tabla 30 es posible inferir las acciones transversales entre el sector hídrico y el sector agrícola. Así como la importancia de la alineación del presente Plan con el Plan Nacional Hídrico.

2.9. USOS DEL AGUA

Los recursos hídricos en el estado de Aguascalientes se utilizan principalmente para uso agrícola y uso público urbano. Como se verá en las próximas secciones, el agua superficial se aprovecha para uso agrícola mediante numerosas presas y bordos existentes en la entidad, y el agua subterránea, se emplea en el uso público urbano y en riego agrícola principalmente.

Conforme a la información del Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) de la Comisión Nacional del Agua, a diciembre de 2020, en la entidad se tenía concesionado un volumen de agua de 580.24 hectómetros cúbicos al año (14.14 m³/s), siendo el mayor usuario el sector agrícola con un 57.85% (335.68 hm³) del volumen concesionado y en segundo lugar el sector público urbano con el 22.26% (129.19 hm³). La categoría "diferentes usos", no está definido ni en la Ley de Aguas Nacionales (LAN) ni en la Ley Federal de Derechos (LFD), este uso representa el 14.70% (82 hm³) del aprovechamiento total por lo cual es relevante detallar su aprovechamiento.

En cuanto al origen del agua aprovechada, 134.43 hm³ provienen de fuentes superficiales y 445.81 hm³ de los acuíferos; en la siguiente tabla se presenta la distribución de los usos por tipo de fuente.

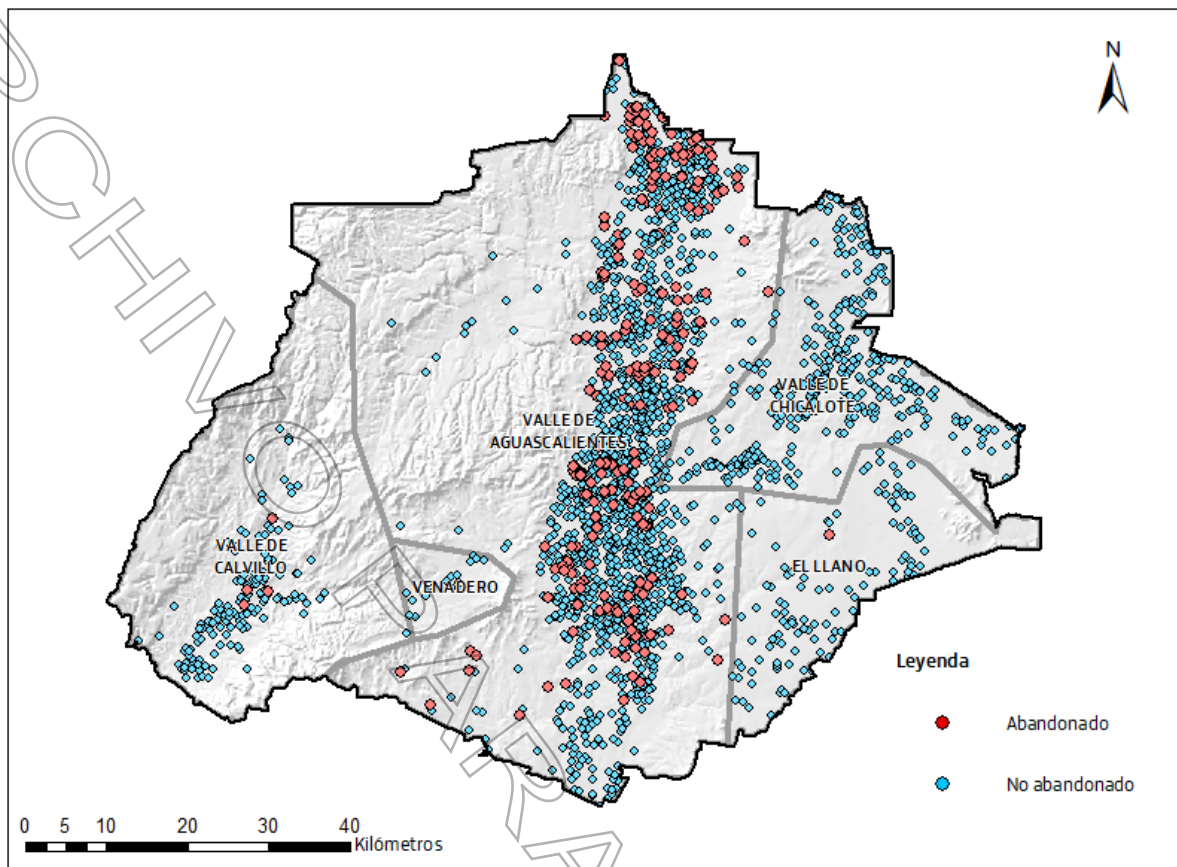
Agua concesionada por origen y por uso, diciembre de 2020 (hm³/año)

Uso	Volumen concesionado (hm ³ /año)		
	Total	Superficial	Subterránea
Acuicultura, doméstico	0.79	0.03	0.76
Agrícola	335.68	114.09	221.59
Diferentes Usos	85.28	12.78	72.50
Industrial, pecuario y servicios	29.30	7.26	22.04
Público Urbano	129.19	0.26	128.92
Total	580.24	134.43	445.81

Fuente: Títulos y permisos de aguas nacionales del Registro Público de Derechos de Agua (REPGA). CONAGUA 2021

Como se puede observar en la tabla anterior, el sector público agrícola aprovecha el mayor porcentaje de agua tanto superficial como subterránea. El uso público urbano aprovecha casi en su totalidad agua de origen subterráneo, representando el 28.92% del volumen de origen subterráneo; el sector agrícola consume el 49.71% de agua de este tipo y "diferentes usos" el 16.26%. Con respecto a la distribución de las extracciones, éstas se distribuyen a lo largo del Valle. Cabe destacar que la mayor concentración de pozos se localiza en la zona conurbada tanto de uso agrícola como público urbano, precisamente donde se concentra el mayor porcentaje de población y en donde existen mayores problemas de subsidencia y cantidad de fallas.

Distribución de aprovechamientos subterráneos en el estado de Aguascalientes



Fuente: Títulos y permisos de aguas nacionales del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA). CONAGUA 2021

2.9.1. Uso agrícola

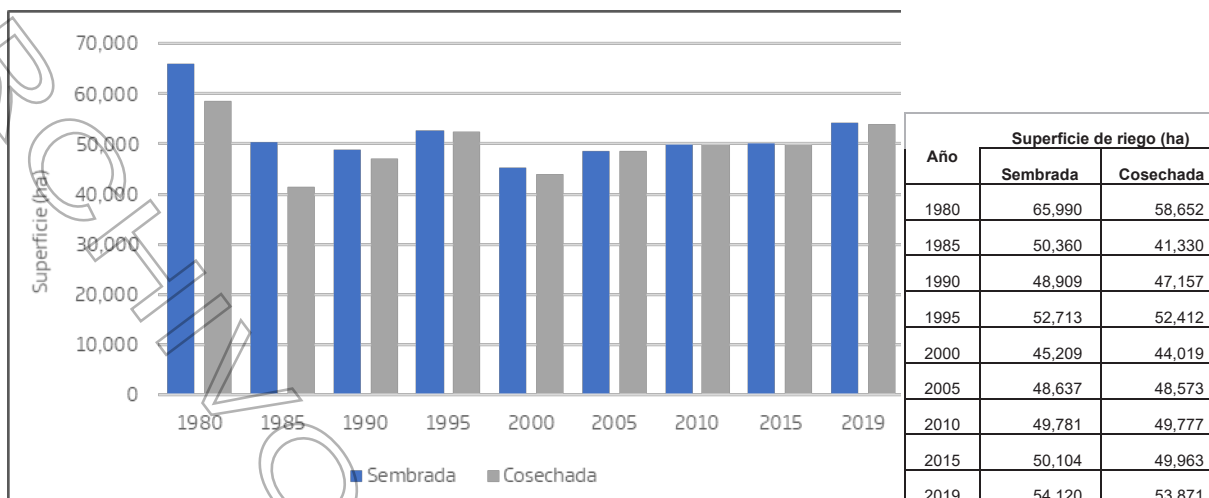
El estado de Aguascalientes destaca por la producción agrícola, aun cuando su extensión territorial solo representa el 0.3% del territorio nacional y el 80.8% de su población radica en la ciudad de Aguascalientes, la actividad agropecuaria del Estado aporta 11,974 millones de pesos al Producto Interno Bruto²³.

La superficie agrícola en el Estado al año 2019 alcanzó las 128,200 hectáreas, de las cuales 54,210 ha que equivalen al 42.29% se cultivaron mediante riego y 73,990 ha fueron de temporal. La agricultura en el Estado ha presentado cambios, tanto en el tipo de productos, como en la evolución de la superficie cultivada, en 1980 se cultivaron 171,118 ha, de las cuales el 38.56% fueron de riego y 61.44% de temporal. Es decir, la superficie cultivada disminuyó en aproximadamente 40,000 hectáreas y la superficie de riego en 11,000 hectáreas.

La menor disminución en la superficie de riego se debe a que la principal fuente de abastecimiento es el agua subterránea, lo cual permite a los agricultores contar con mayor seguridad de obtención de cosechas, y se refleja en la variación mínima entre las hectáreas sembradas y las cosechadas, según se muestra en la siguiente gráfica de superficie sembrada y cosechada del periodo 1980-2019.

²³ <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0&t=10200034#D10200034#divFV486770>. PIB 2019, Banco de Información Económica (BIE). INEGI, 2021.

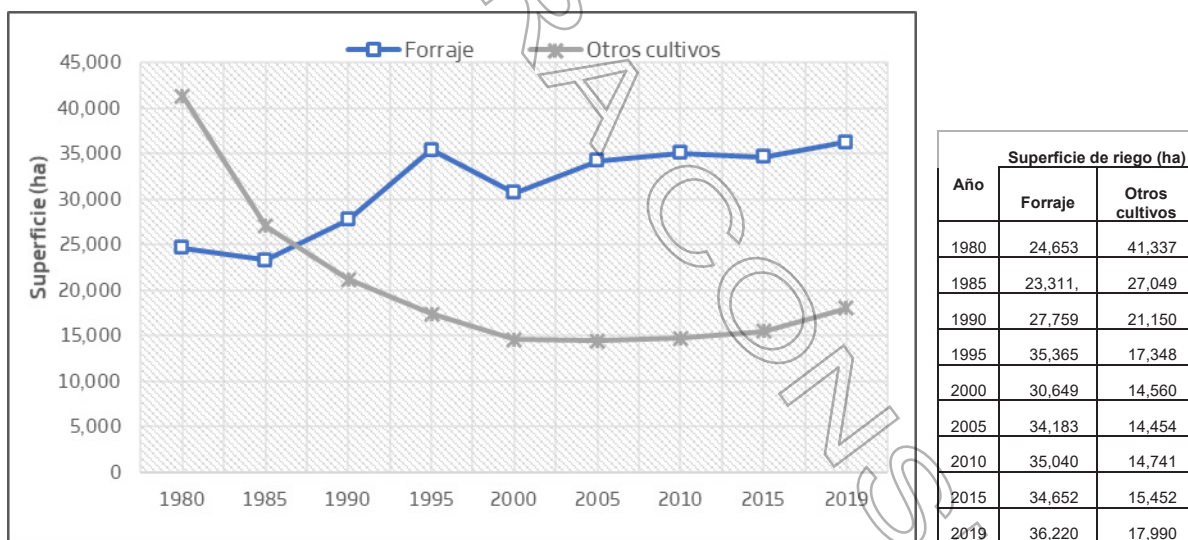
Gráfica 8. Extensión de riego (ha) 1980 – 2019



Fuente: SIACON SADER <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>

Realizando un análisis sobre el destino del agua de riego y la evolución de los productos cultivados, destaca durante la época de los años 80's una transformación del tipo de cultivos, con un incremento de los cultivos forrajeros. En la siguiente figura, se puede observar que ha disminuido la superficie destinada a cultivos diferentes al forraje de aproximadamente 40,000 a 18,000 hectáreas, en contraste el forraje creció de 25 mil a 36 mil hectáreas. No obstante, se aprecia un crecimiento ligero en los últimos años.

Tipos de cultivos en riego 1980 – 2019



Fuente: SIACON SADER <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>

Mientras que en la década de los años 80's Aguascalientes destacaba por el cultivo de uva, mayormente de mesa y para la industria, a partir de los años noventa se presentó una importante transformación en el padrón de cultivos, migrando hacia la producción de forrajes los cuales se destinaron a atender una creciente demanda de la ganadería. Esta transformación representó un incremento en las láminas de riego, pues el cultivo de forrajes, principalmente de alfalfa, requiere de mayores volúmenes de agua por hectárea.

El Estado destaca por la producción de carne de pollo y leche, a donde se destina la mayor cantidad de los forrajes que se producen en la entidad, sin embargo, el tamaño de la producción pecuaria obliga a los productores a tener que importar forrajes de otros estados. El estado de Aguascalientes es el décimo productor de leche a nivel nacional y se encuentra entre los tres principales productores de pollo para carne, aun considerando que sólo cuenta con el 0.3% de la extensión territorial. La productividad agrícola del agua se incrementa considerablemente con el valor de la producción ganadera. La tabla siguiente presenta un resumen de la producción pecuaria durante el año 2019.

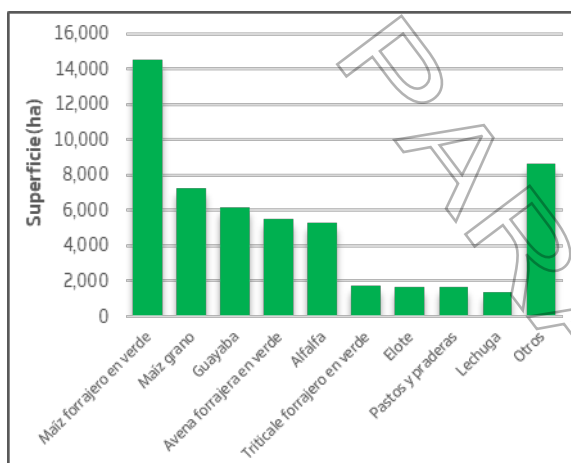
Tabla 30. Producción pecuaria 2019

Producto	Producción en Pie (miles de pesos)	Valor de producción (miles de pesos)
Bovino, porcino, ovinocaprino	3,936,164	4,115,898
Aves	10,696,375	12,121,711
Leche y otros productos		2,822,866
Suma	14,632,540	19,060,475

Fuente: SIAP SADER <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria>

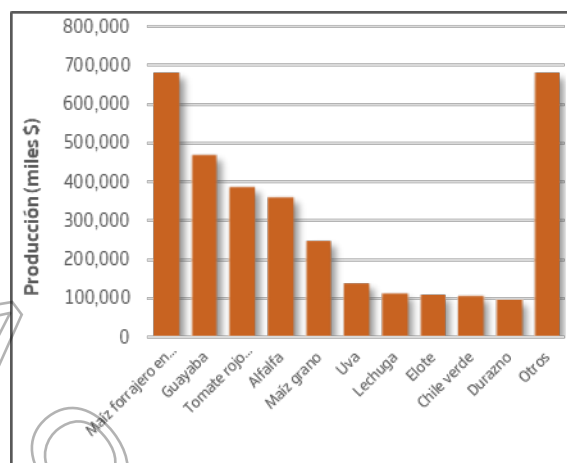
No es de extrañar entonces, que el maíz forrajero sea el cultivo predominante, tanto por la superficie que ocupa como por el valor de su producción en gran parte del Estado, mientras que, en la zona de Calvillo, la guayaba se ha mantenido históricamente como el cultivo de mayor importancia, el tomate y la alfalfa son la competencia principal en esta lista corta de cultivos. A continuación, se presentan las gráficas en donde se puede apreciar la superficie que ocupa el maíz forrajero en relación con otros cultivos, así como el valor de la producción.

Gráfica 9. Superficie cosechada (ha)



Fuente: SIACON SADER <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>

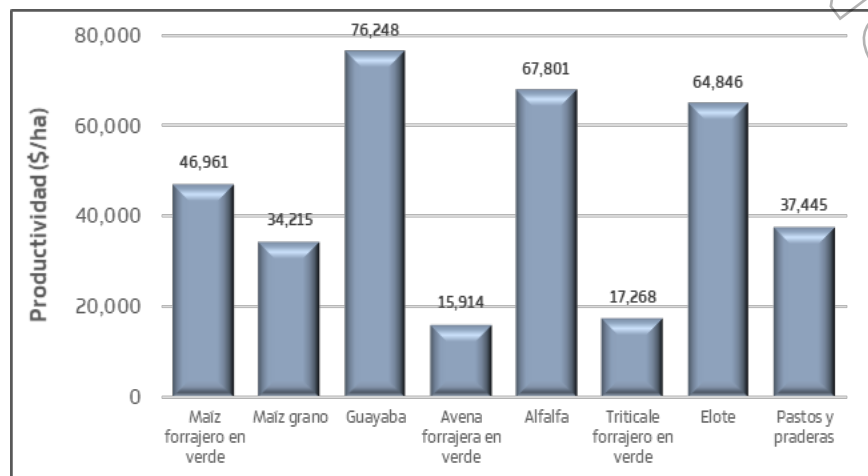
Gráfica 10. Valor producción (miles de \$)



Fuente: SIACON SADER <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>

Al contrastar la rentabilidad económica, Gráfica 13, con la superficie cosechada, Gráficas 11 y 12, se observa que los cultivos mayormente establecidos, no son los más rentable, ni los consumen menos agua.

Productividad (\$/ha)



Fuente: SIACON SADER <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>

Los cultivos forrajeros, requieren de mayores volúmenes de agua y no necesariamente generan una mayor rentabilidad por sí solos, sin embargo, mantienen una importante extensión debido a que atienden a las necesidades del sector ganadero del Estado.

Desde la perspectiva del agua, el maíz forrajero requiere de láminas inferiores a los forrajes más rentables y con mayor valor nutritivo, como la alfalfa, pues su producción se realiza en el ciclo primavera – verano, donde se combina el riego de pozos con las precipitaciones pluviales, no obstante, su aporte nutricional es menor.

En síntesis, en el año 2019 se tuvo una producción con valor de \$3,389 millones en una superficie de 54,209 ha, lo que generó una productividad de 65,524 \$/ha. El crecimiento de la producción de forrajes en el Estado obedece de manera directamente proporcional al crecimiento de la producción ganadera, este cambio representó un incremento en los requerimientos de agua pues las láminas de riego que requieren los cultivos forrajeros son en promedio más elevadas que el resto de los cultivos.

El dinamismo de la producción agropecuaria que se presenta en el Estado requiere de un importante volumen de agua, que ante las limitadas precipitaciones existente y focalizadas en 4 meses del año, han ocasionado la explotación de los acuíferos por encima de su capacidad de recarga, lo que se ha reflejado en un abatimiento en los niveles piezométricos, que obliga a extraer el agua de niveles cada vez más profundos y a un mayor costo.

Aun con lo descrito en el apartado anterior, no se cuenta con los esquemas de medición que permitan determinar el volumen real que anualmente se extrae de los acuíferos, ni se han identificado las zonas donde se están presentando los mayores niveles de bombeo.

En años anteriores, la CONAGUA hizo el esfuerzo de colocar cientos de medidores volumétricos en pozos agrícolas, los cuales contaban con un sistema de medición a distancia, sin embargo, no se concretó la operación del sistema por lo que las mediciones directas fracasaron.

Bajo estas condiciones, no es posible verificar que las extracciones para que se apeguen a lo establecido en sus títulos de concesión ni realizar modelaciones del acuífero que permitan visualizar sus condiciones reales.

Como alternativa a lo anterior, se ha propuesto realizar una estimación indirecta del volumen de agua que extraen los pozos agrícolas, mediante una correlación con el consumo medido de energía eléctrica (kWh/m³). Partiendo de un muestreo estratificado entre productores de distintas zonas y cultivos, se agrupan según características de pozos y equipos de bombeo, nivel dinámico y forma de riego. El ejercicio podría mejorar en precisión instalando medidores en una muestra significativa del 5 % de los aprovechamientos que equivale a no más de 100 pozos. Este ejercicio se puede complementar con la elaboración de un estudio geo hidrológico, que permita conocer las condiciones de explotación actuales y proponer políticas de explotación orientadas a un aprovechamiento racional del recurso.

Para mantener esta producción agrícola y pecuaria, se aprovecha el volumen de agua proveniente de fuentes de abastecimiento superficial y subterránea, de acuerdo con los registros de la Comisión Nacional del Agua al año 2019, el volumen concesionado para Agricultura alcanzó los 380.92 hm³, de los cuales el 58.75%, 223.79 hm³, proviene de fuentes subterráneas. En la siguiente tabla se presentan los volúmenes concesionados para el sector agrícola.

Tabla 31. Volumen de agua concesionados a la agricultura

Origen	Volumen 2015 (m ³ /año)	Títulos 2015	Volumen 2019 (m ³ /año)	Títulos 2019
Superficial	157,379,257	619	157,131,224	640
Subterránea	240,532,862	1700	223,793,466	1760
Total	397,912,119	2,319	380,924,690	2,453

Fuente: Títulos y volúmenes de aguas nacionales y bienes inherentes por uso de agua. CONAGUA

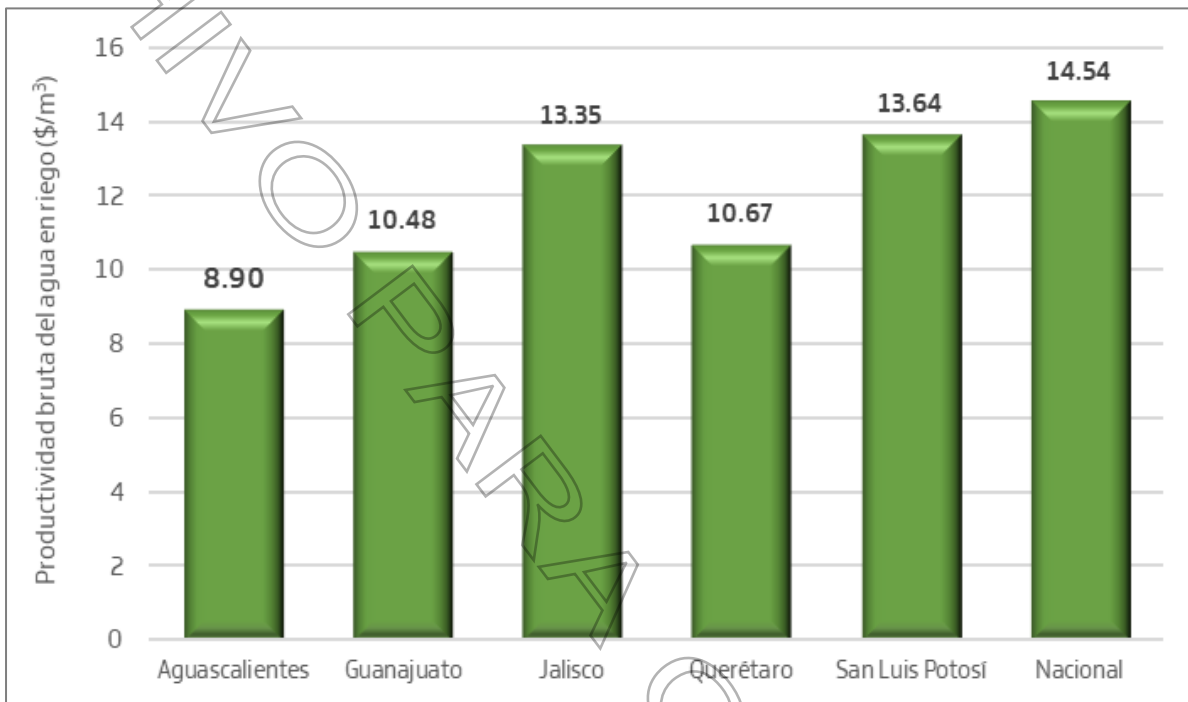
Es importante destacar que, en los últimos 4 años, de acuerdo con el informe denominado Títulos y volúmenes de aguas nacionales y bienes inherentes por uso del agua publicado por la Comisión Nacional del Agua, ha disminuido el volumen de agua concesionado para el uso agrícola, aun cuando ha incrementado el número de títulos. Esta reducción es evidente en el agua subterránea, donde se presentan mayores transmisiones sobre todo para atender las necesidades crecientes de los usos público urbano, industrial y de servicios, lo cual se estima tiene un efecto importante en la distribución de las zonas con los mayores abatimientos.

Si bien el Gobierno del Estado a través de la SEDRAE y el INAGUA ha implementado programas y proyectos para la tecnificación del campo y la reconversión productiva, será necesario el redoblar esfuerzos tanto en mejorar los esquemas de riego que permitan incrementar las eficiencias, como en la reconversión productiva,

para migrar a aquellos cultivos que requieran de menores volúmenes de agua y ofrezcan una mayor rentabilidad, supervisando que los volúmenes ahorrados sea en beneficio del acuífero.

De acuerdo con las cifras de CONAGUA para 2019 la superficie sembrada con riego utilizó un volumen de agua de 380 hm³; por otra parte, de acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, el valor de la producción agrícola en esta superficie fue de 3,389.44 millones de pesos. Por lo anterior, la productividad bruta del agua en la agricultura de riego es de \$8.90/m³ en promedio. El gráfico siguiente permite comparar la productividad de Aguascalientes con la de los otros estados de la región Centro-Bajío-Occidente, así como con el valor a nivel nacional, mostrando la brecha por salvar.

Gráfica 11. Productividad del agua (\$/m³)



Fuente: SIACON SADER <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>

2.9.1.1. Aguas superficiales

El agua superficial representa el 33% del volumen concesionado a la agricultura, y se encuentra distribuida entre diferentes unidades de riego y el Distrito de Riego 001.

Distrito de Riego 001

Como principal usuario de las aguas superficiales destaca el Distrito de Riego 001 “Pabellón”, cuya obra de cabeza es la presa Presidente Plutarco Elías Calles. Este Distrito, el primero en el país, comenzó su construcción a partir del año 1926. El proyecto original, contemplaba irrigar una superficie de 11,800 hectáreas, beneficiándose 2,100 usuarios registrados en el padrón del Distrito. Sin embargo, debido al comportamiento errático de los escurrimientos, que alcanzaron valores de apenas 4.2 hm³ en 1981 y 16 hm³ en 1998, la máxima superficie que se ha regado por gravedad han sido 10,500 ha. Para abarcar más superficie se recurrió a la extracción de agua subterránea, existiendo compromisos en el REPDA por 28 hm³. La superficie promedio regada con agua superficial por gravedad para el periodo de 1993 a 2004 fue de 3594 ha y con agua subterránea en el mismo periodo de 5444 ha. Sin embargo, en el ciclo 1999-2000 no fue posible extraer volúmenes de la presa, extrayendo de los pozos 51.53 hm³ cifra superior al volumen concesionado²⁴. Ante esta situación, El Gobierno del Estado de Aguascalientes y la CONAGUA, en el año 2005 iniciaron la construcción del Proyecto Integral de Rehabilitación y Modernización del Distrito de Riego 001, Pabellón, que considera utilizar un volumen superficial sustentable de 32.5 hm³/año para el riego de 6,100 ha. El proyecto contempla:

- Redimensionamiento de la zona de riego a una superficie sustentable

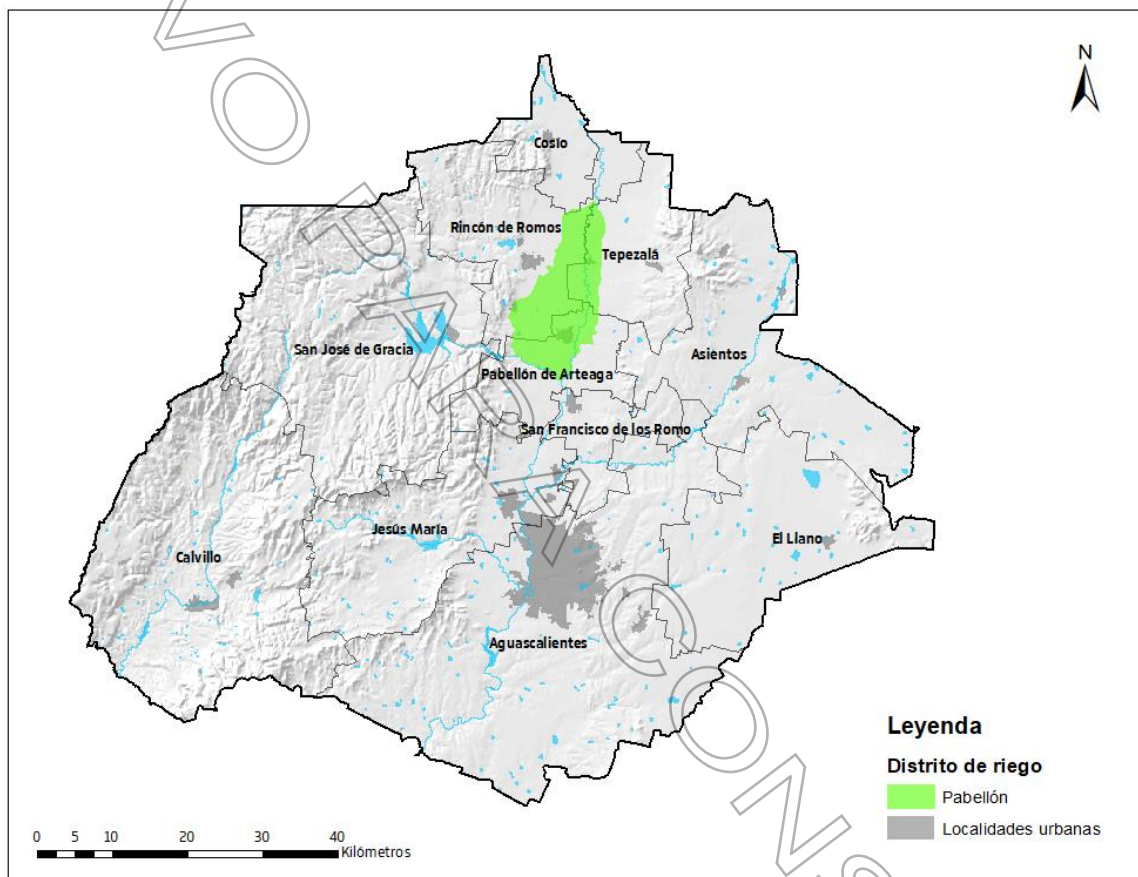
²⁴ Formulación del Plan Director para la Modernización del Distrito de Riego 001. Pabellón. CONAGUA 2005

- Tecnificación Integral en distribución, aplicación y administración de riego a la demanda
- Riego localizado por goteo 100 %
- Monitoreo de la red en tiempo real de flujos y presiones.

Al año 2015 se habían invertido 1,150 millones de pesos en beneficio de 4,269 ha y 1,682 productores. Del monto total, la CONAGUA ha aportado el 57%, el Gobierno del Estado el 36% y el resto la Asociación Civil de Usuarios. La conclusión del proyecto es prioritaria y está considerada en el primer lustro del presente Plan.

En la siguiente figura se presenta la ubicación del DR 001 en el contexto estatal.

Figura 16. Distrito de Riego 001



Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que si bien los agricultores ubicados dentro de la superficie que ya se cuenta modernizada, han comenzado a migrar a cultivos de mayor rentabilidad como la fresa o el espárrago, la mayor extensión cultivada al interior del Distrito, continúa siendo el maíz de grano y forrajero, lo cual representa un desperdicio de la tecnología disponible y un reto para alcanzar los objetivos que se plantearon para el proyecto de entubamiento²⁵.

Unidades de riego de agua superficial

²⁵ Es necesario conocer las láminas netas y brutas de riego en el distrito para medir los efectos de la modernización.

En el Estado, se tienen registradas 31 unidades que atienden 10,560 ha. Estas unidades de riego realizan la gestión del agua de acuerdo con sus acuerdos internos y las autoridades federales o estatales le dan seguimiento a los volúmenes de agua que se están aprovechando.

La presa de El Niágara se ubica en el cauce del río San Pedro, al sur de la ciudad de Aguascalientes y, además de escurrimientos superficiales, capta el agua residual tratada que se produce en la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Aguascalientes. Esta condición le permite asegurar una disponibilidad de agua todo el año, por lo que es la única zona de riego que cuenta con oferta de agua para la totalidad de año agrícola. No obstante, lo anterior la Unidad de Riego del Niágara con 1,750 ha de superficie, sólo cuenta con una concesión de agua superficial de 18 hm³ del escurrimiento estimado para la cuenca.

En lo que respecta a la UR de la presa Abelardo Rodríguez, esta comprendía una extensión de 2,000 ha, sin embargo, el crecimiento de la ciudad de Aguascalientes ha invadido prácticamente la totalidad de la extensión irrigable, fragmentándose y cambiando el uso de suelo. Como resultado del cambio en el uso de suelo, el aprovechamiento del agua de la presa es muy bajo actualmente.

En lo que respecta a las zonas de riego ubicadas en el municipio de Calvillo, destacan las Unidades de Riego de las presas Media Luna, Malpaso, La Codorniz y Ordeña Vieja; a partir de las cuales se riegan principalmente huertas de guayaba. En la mayoría de estas Unidades, se ha realizado el entubamiento de los canales de riego, para reducir las pérdidas de agua.

En general, no existen políticas de operación para estas presas y su aprovechamiento. Comúnmente, la UR en cuestión se encarga de operar las compuertas en función de las demandas de agua, de común acuerdo con los usuarios²⁶.

Conclusiones uso agrícola superficial

Ante las reducidas precipitaciones que se presentan en el Estado y los espacios limitados para desarrollar nuevas Unidades de Riego con agua superficial, alcanzar el óptimo aprovechamiento del recurso hídrico en las unidades existentes es la única alternativa.

Como se describe anteriormente los proyectos de tecnificación del Distrito de Riego 001 y las principales Unidades de Riego con agua superficial se han venido impulsando de manera importante en los últimos años.

En la zona de Calvillo y en general en el resto de las unidades, la tecnificación se ha enfocado de mayor manera a la conducción del agua, por lo que aún queda mucho trabajo para incrementar la eficiencia de riego al interior las parcelas.

En lo que respecta al Distrito de Riego 001, es necesario concluir la totalidad del proyecto, para obtener los beneficios para los que ha sido diseñado. De igual manera promover el uso generalizado de sistemas de riego localizado.

Aun con el mejoramiento en el manejo del agua, se debe redoblar el esfuerzo para llevar a cabo cambios en los cultivos hacia aquellos que requieran menores láminas de riego. Si bien existen esfuerzos para impulsar el cultivo del espárrago, fresa e inclusive uva, estos aun representan muy poca extensión de terreno, en comparación con lo que se destina al cultivo de forrajes.

En lo que respecta al uso del agua en la Unidad de Riego del Niagara, donde se aprovecha parte del agua tratada en las diferentes PTAR de la ciudad de Aguascalientes, se requiere impulsar mejores prácticas para el aprovechamiento del agua, para disminuir la dependencia del agua residual tratada para redirigir el aprovechamiento a usos, como el industrial, de servicios o el propio público urbano.

Es recomendable establecer reglas de operación e implementar un nuevo esquema de seguimiento y toma de lectura de los niveles de captación de los volúmenes almacenados en las principales presas del Estado, pues ante la disminución del personal, no se cuenta con información de manera actualizada.

2.9.1.2. Agua subterránea

Unidades de Riego de abastecidas con agua subterránea

Como se ha mencionado anteriormente, la mayor parte de la superficie de riego se abastece de agua subterránea. Sin embargo, una limitante para determinar la extracción de agua subterránea es la falta de un sistema de medición y monitoreo en los pozos de uso agrícola. Durante el 2019 la CFE Registró 2,279 registros con tarifas de uso agrícola y un consumo de energía eléctrica de 306,950,627 kWh. Un 10% o 15%

²⁶ El Anexo _ contiene la relación de aprovechamientos superficiales en el REPDA.

de estos registros son para bombeos de embalses y de corrientes de modo que se infiere que alrededor de 1,800 pozos consumen del orden de 270 MWh a 280 MWh; a partir de este dato se estimó que el bombeo de agua para uso agrícola es de aproximadamente 236 hm³.

A reserva de contar con datos específicos de láminas de riego y superficies de unidades de producción, es posible analizar el consumo y costo de energía para el pozo agrícola promedio. Las cifras aparecen en la tabla siguiente.

Tabla 32. Uso de energía en un pozo promedio

Concepto	Cantidad	Unidades
Consumo estimado total de energía	280,000,000	kWh
Consumo estimado total de agua	236,000,000	m ³
No de pozos agrícolas	1,800	pozos
Energía por pozo	155,555.55	kWh/pozo
Agua por pozo	131,111.11	m ³ /pozo
Agua por hectárea	7,027	m ³ /ha
Superficie por pozo	18.66	ha/pozo
Energía por hectárea	8,337.12	kWh/ha
T-9N	\$0.33	\$/kWh
energía	2,751.25	\$/ha
Productividad Bruta Maíz Forrajero.	46,960.92	\$/ha

Fuente: Elaboración propia con base en la información

El volumen de agua por hectárea calculado a partir de la estimación del volumen de extracción asociado al consumo de energía constituye un valor optimista; 7,027 metros cúbicos por hectárea es la tercera parte de lo que utiliza una parcela de alfalfa, sin embargo, utilizando los números que arrojan los estudios geo hidrológicos, el volumen promedio estaría más cercano a los 10 mil metros cúbicos por hectárea. Esta diferencia, revela la falta de información acerca de la extracción y la tecnificación y su importancia para la programación adecuada del tipo y costo de las acciones necesarias.

En el caso del maíz forrajero con el precio de 0.33 \$/kWh de la T-09, el costo medio de la energía para bombear un volumen de 7,027 m³/ha resulta de 2,751.25 \$/ha, lo que representa el 5.9% del ingreso por hectárea del productor. Por lo anterior, para el productor sería más conveniente recibir el subsidio en efectivo lo que permitiría mejorar la operación del equipo de bombeo y así mejorar su eficiencia. El beneficio ambiental sería mejorar la eficiencia de riego sin aumentar superficie. La dificultad de vigilar cualquiera de esas opciones hace preferible, simplemente, eliminar el subsidio a la T-09. Bajo este escenario la energía va a costar más del 30% del valor de la cosecha en caso del maíz forrajero, preparando el camino para la migración hacia cultivos más rentables. De cualquier modo, es necesario medir el volumen extraído en apego a lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales (Art. 29) y a lo establecido en la Norma Mexicana NMX-AA-179-SCFI-2018 para la medición de volúmenes de aguas nacionales usados, explotados o aprovechados. Si por alguna razón no es posible aplicar esta norma en todos los aprovechamientos, se puede establecer un procedimiento indirecto que permita estimar la extracción con un nivel de aproximación aceptable, a partir de la correlación con el consumo de energía eléctrica que registra la CFE y comparar con el volumen concesionado al aprovechamiento a fin de ejercer las acciones pertinentes.

Teniendo en cuenta la magnitud del subsidio implícito en los 306.95 MWh empleados con la T-09, sería recomendable definir acciones o proyectos que podrían impulsarse con este recurso en beneficio del ambiente. El Centro Mario Molina desarrollo un ejercicio al respecto²⁷.

Aunado al desconocimiento del volumen de extracción de agua, se desconoce la extensión y distribución de los niveles de tecnificación en la producción agrícola bajo riego por bombeo. Solo se cuenta con datos de las inversiones realizadas en los programas de SADER y SEDRAE, sin el detalle del grado de aceptación de las parcelas demostrativas, las características de las instalaciones y obras realizadas, ya sea tubería para conducciones, válvulas alfalferas, pivotes, sistemas de riego por aspersión o sistemas de riego por goteo, la

²⁷ Centro Mario Molina. MARIZA_MONTES_DE_OCA. Reforma y desacoplamiento de subsidios eléctricos que causan la sobreexplotación de acuíferos. La iniciativa fue aceptada e incluso se comenzó a diseñar un programa en SAGARPA que después, aparentemente, se abandonó. Hay otros estudios al respecto realizados por universidades y centros de investigación como el CIDE.

lámina de riego no tecnificado y la disminución acorde con el tipo de la tecnificación existente en cada caso. Esta información es esencial para una buena estimación del volumen empleado en la producción agrícola.

Conclusiones del uso agrícola de agua subterránea

Los concesionarios de agua subterránea para riego en Aguascalientes, con un orden de 1,800 aprovechamientos, riegan con cada pozo un promedio de 19 ha. Si bien, los productores agrícolas y sus colaboradores constituyen un pequeño porcentaje de la población; hasta hoy aprovechan el 44% del volumen extraído, magnitud que representa el 74% de la recarga de los acuíferos.

Es conveniente que los recursos públicos invertidos en el manejo del agua, energía y modernización de la infraestructura se orienten con efectividad en programas para disminuir la extracción de agua subterránea.

Igualmente se identifica la importancia de contar con cuadros técnicos institucionales, capaces de medir y dar seguimiento, tanto al aprovechamiento de agua subterránea, como a las acciones para disminuir el aprovechamiento en la medida que el programa de estabilización del acuífero lo necesite.

Es importante distinguir entre la necesidad de agua y forraje para la actividad agropecuaria, ya que el forraje puede importarse, para fomentar un uso agrícola en cultivos de alta rentabilidad económica, con una menor demanda de agua, que orienten la vocación agrícola de los productores.

El aprovechamiento de agua subterránea en general debe disminuir en un 40%, de acuerdo con el Estudio Geohidrológico del Valle de Aguascalientes realizado en el año 2014. La reducción en el uso agrícola en esa proporción equivale a disminuir 103 hm³ anuales, lo que hace necesaria la búsqueda de alternativas para el sector agrícola en las que se produzca más en menor superficie y se incremente la eficiencia.

2.9.2. Sector público urbano

2.9.2.1. Organismos Operadores

El abastecimiento de agua potable está a cargo de once Organismos Operadores, uno por cada municipio. En la tabla siguiente se muestra el nombre de cada Organismo Operador, así como el volumen de agua producido en el año 2018; cabe señalar que la fuente de abastecimiento de agua es 100% subterránea.

Tabla 33. Organismos Operadores y producción de agua potable

Municipio	Nombre	Siglas	Volumen anual producido	
			(m ³)	%
Aguascalientes	Comisión Ciudadana de Agua Potable y Alcantarillado	CCAPAMA	107,541,618	72.10%
Asientos	Dirección de Agua Potable, Alcantarillado y Ecología	Nd	3,433,263	2.30%
Calvillo	Organismo Operador de Servicios de Agua	OOSAC	5,274,254	3.54%
Cosío	Organismo Operador de Agua Potable y Alcantarillado	OOAPAS	1,431,320	0.96%
Jesús María	Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento	CAPASMJM	14,018,540	9.40%
Pabellón de Arteaga	Comisión de Agua Potable y Alcantarillado	CAPAPA	3,825,976	2.56%
Rincón de Romos	Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento	OOAPAS	4,128,829	2.77%
San José de Gracia	Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento	OOAPAS	1,300,712	0.87%
Tepezalá	Organismo Operador de Agua Potable y Alcantarillado	OOAPAS	2,225,340	1.49%
El Llano	Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento	CAPAS	2,500,000	1.68%
San Francisco de los Romo	Organismo Operador de Agua	OOAMSFR	3,485,268	2.34%
Total			149,165,120	

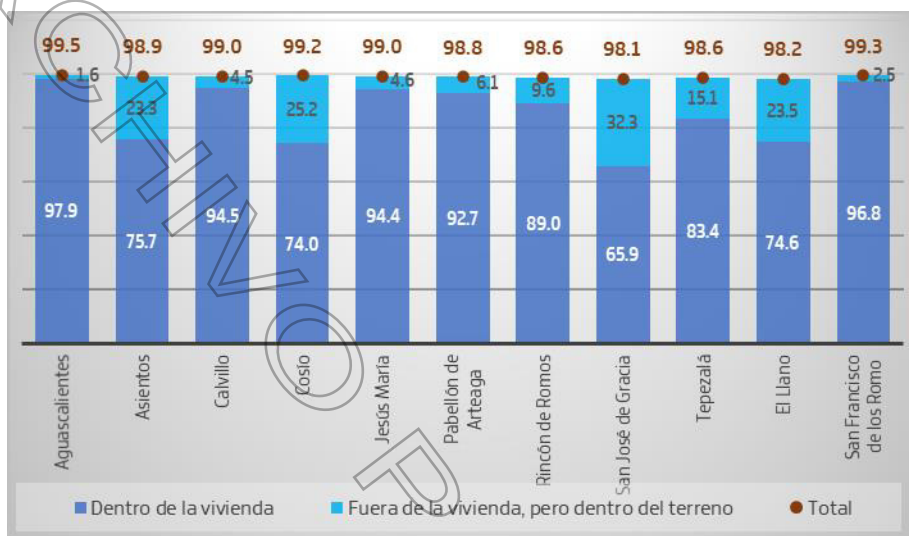
Fuente: Fichas de Información Básica de Prestadores de Servicios de Agua Potable y Saneamiento. CONAGUA, 2018

El volumen total producido en el año 2018 fue de 149.16 hm³, de los cuales el 82% es aprovechado en dos municipios: 72.1% en Aguascalientes y 9.4% en Jesús María.

En la gráfica siguiente, se presenta el porcentaje de viviendas que disponen de agua entubada por municipio.

En la mayoría de los municipios de la entidad se observan coberturas por arriba del 98%, sin embargo, sólo en Aguascalientes y San Francisco de los Romo más del 96% de las viviendas disponen de agua al interior; San José de Gracia tiene el porcentaje más bajo (65.85%) de agua entubada.

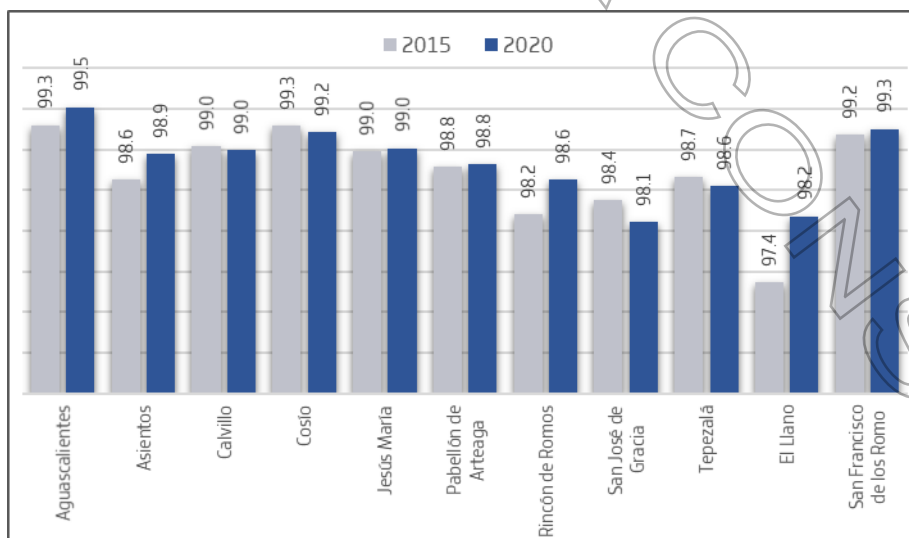
Gráfica 12. Porcentaje de viviendas que disponen de agua entubada (2020)



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020, Aguascalientes (INEGI, 2021)

Por otra parte, el porcentaje de viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada pasó de 99.13% en el año 2015 a 99.31% en el año 2020, lo que representa un incremento de 0.2%. A nivel municipal, cuatro municipios (Calvillo, Cosío, San José de Gracia y Tepezalá) presentaron un decremento en su cobertura, tal y como se observa en la siguiente gráfica.

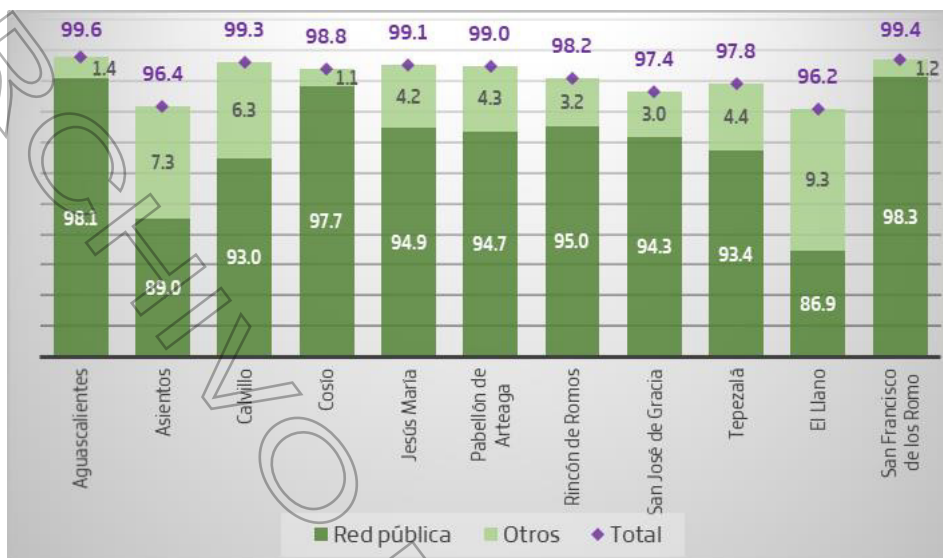
Gráfica 13. Crecimiento viviendas que disponen de agua entubada 2015-2020



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020, Aguascalientes (INEGI, 2021)

En cuanto al servicio de drenaje, en la siguiente figura se presentan las coberturas a nivel municipal, observándose cinco municipios con valores por arriba del 99% y dos con coberturas por abajo del 96.5%.

Gráfica 14. Porcentaje de viviendas que disponen de drenaje por municipio (2020)

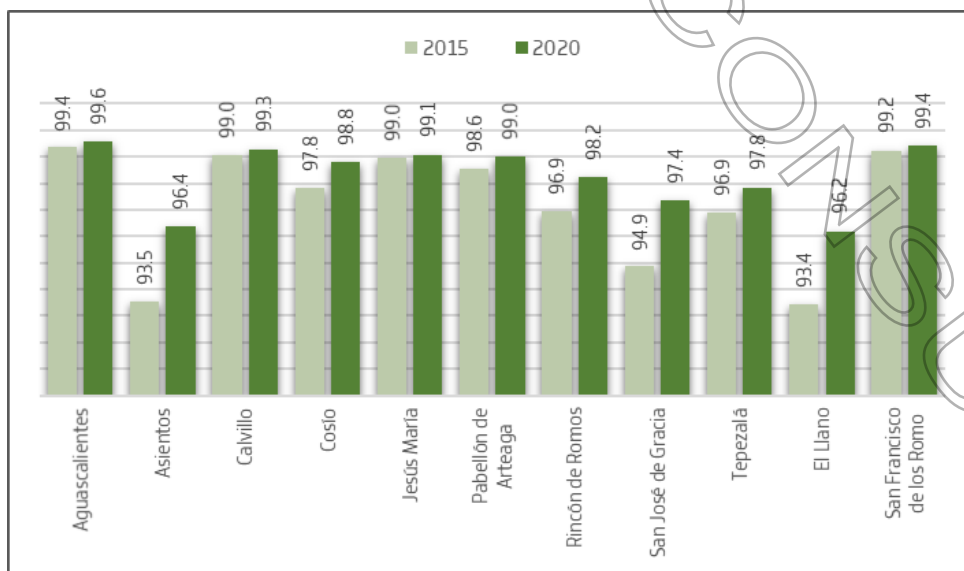


Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020, Aguascalientes (INEGI, 2021)

En cuanto a las viviendas conectadas a la red pública se observan diferencias más significativas; por ejemplo, los municipios que presentan mayor cobertura son Aguascalientes con 98.1% y San Francisco de los Romo con 98.3%; por otra parte, en el municipio de El Llano sólo el 86.9% de sus viviendas están conectadas a un servicio de alcantarillado.

Para el año 2020 se registró que en la entidad el 99.26% de las viviendas particulares habitadas disponen de drenaje, mientras que en el año 2015 la cobertura fue de 98.83%, es decir hubo un incremento del 0.43%. A nivel municipal, se registró un incremento en las coberturas de todos los municipios, destacando los municipios de Asientos, San José de Gracia y El Llano que crecieron poco más de 2.5% en cinco años, tal y como se observa en la siguiente figura.

Gráfica 15. Crecimiento viviendas que disponen de drenaje 2015-2020



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020, Aguascalientes (INEGI, 2021)

En la siguiente tabla, se presentan datos de los principales indicadores de gestión de los Organismos Operadores en la entidad. En el Anexo 1, se presenta el detalle de la información presentada.

Tabla 34. Indicadores de gestión por Organismo Operador

Indicador Municipio	Agua que cumple con la NOM 127	Agua residual tratada	Agua no contabilizada	Eficiencia física	Eficiencia comercial	Costos	Recaudación	Dotación
	%	%	%	%	%	(\$/m ³)	(\$/m ³)	(l/hab/día)
Aguascalientes	100	5.33	48.95	51.05	79.28	9.40	7.29	314.66
Asientos	100	0.00	20.88	79.12	70.23	14.03	4.79	188.69
Calvillo	70	0.91	64.14	35.86	83.21	5.16	6.15	242.21
Cosío	100	0.00	94.86	5.14	72.99	5.11	1.70	236.02
Jesús María	48	0.66	62.25	37.75	61.60	3.77	4.87	306.48
Pabellón de Arteaga	99	0.00	46.20	53.80	3.42	3.91	0.18	214.28
Rincón de Romos	85	0.00	62.81	37.19	97.21	4.73	4.01	199.37
San José de Gracia	100	0.00	38.21	61.79	64.30	1.75	0.95	377.26
Tepezalá	85	23.03	48.05	51.95	0.82	2.27	0.01	274.71
El Llano	99	0.00	7.77	92.23	51.85	5.42	1.51	319.02
San Francisco de los Romo	98	0.00	2.81	97.19	88.12	7.74	7.11	194.04
Total	93	4.27	48.97	51.03	77.14	8.23	6.38	310.91

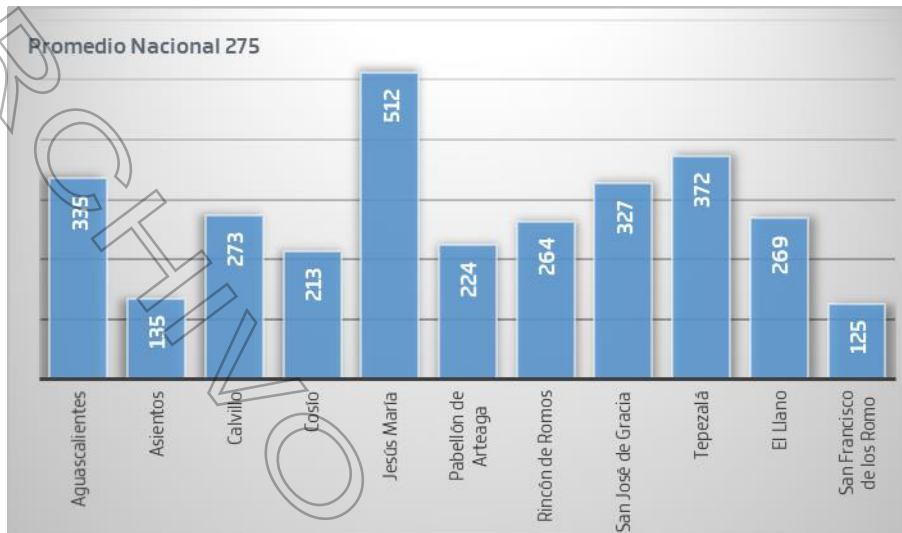
Fuente: Fichas de Información Básica de Prestadores de Servicios de Agua Potable y Saneamiento. CONAGUA, 2018

De la tabla anterior, se observa que el Municipio de Jesús María presenta el menor nivel de cumplimiento de la NOM 127 y solo cuatro de los 11 municipios cumplen con esta normatividad al 100%.

En cuanto al agua residual tratada, el municipio de Tepezalá tiene el mayor porcentaje de tratamiento, mientras que hay siete municipios que no reportan saneamiento de sus aguas residuales. El bajo nivel de tratamiento reportado obedece a que el Gobierno del Estado se hace cargo de las plantas de tratamiento por medio del INAGUA y por lo tanto no lo reportan dentro de sus indicadores.

El agua no contabilizada presenta datos contrastantes ya que mientras en el municipio de Cosío se reporta un valor de 94.86%, en San Francisco de los Romo el dato es de tan sólo 2.81%. En cuanto a la eficiencia comercial dos municipios, Pabellón de Arteaga y Tepezalá, presentan valores por abajo del 5% mientras que siete reportan estimaciones por arriba del 60%.

En la siguiente figura se presentan de manera gráfica las dotaciones que se estiman para cada uno de los municipios, destaca el municipio de Jesús María con una dotación de 512 l/hab/día, observándose que en el municipio de San José García se tiene una dotación de 327 l/hab/día siendo que su eficiencia física es del 61.79%, es decir el consumo facturado es alto; por el contrario, en el municipio de Rincón de Romos se tiene una baja dotación y la eficiencia física es de apenas 37.19%, por lo que se infiere que el consumo en toma es mínimo. En los municipios de Asientos y San Francisco de los Romos también se tienen bajas dotaciones de agua, sin embargo, su eficiencia física es del 79% y 97% por cual el consumo se mantiene en niveles que respetan el derecho al agua.

Gráfica 16. Dotaciones de agua por municipio (l/hab/día)

Fuente: Fichas de Información Básica de Prestadores de Servicios de Agua Potable y Saneamiento. CONAGUA, 2018

Es importante hacer mención que en el municipio de Aguascalientes es el único que recaba la información de la totalidad de sus macromedidores y lleva la contabilidad del agua producida.

El resto de los Organismos Operadores no lleva la contabilidad del agua producida y la gran mayoría no cuenta con macro medición en las fuentes por lo que las dotaciones son obtenidas a partir de valores aproximados de los volúmenes facturados.

Cabe comentar que los datos analizados parten de unas Fichas de Información Básica que los Organismos deben reportar a la CONAGUA, sin embargo, esta información en ocasiones no está actualizada y pueden existir criterios diferentes al momento de integrar la información, lo que puede explicar las variaciones observadas. Por lo tanto, es necesario capacitar al personal y estandarizar los métodos para obtener la información y actualizar los indicadores de gestión.

Las eficiencias físicas que reportan los Organismos Operadores son muy variables, aun cuando en la realidad sus condiciones de operación son muy similares. Esta condición se debe a que, en la mayoría de los Organismos Operadores, la cobertura de macro y micro medición son muy bajas, lo que por un lado obliga a implementar esquemas de cuota fija e impide el control sobre el agua producida y distribuida. Con base en lo anterior, es urgente implementar la macro y micro medición.

Aunado a lo anterior, no se cuenta con planes y programas de desarrollo con visión a largo plazo lo que, sumado a una elevada rotación de personal sobre todo en sus áreas directivas, por lo tanto, buscar la continuidad del personal se considera un elemento clave para dar continuidad a los proyectos y mejorar el servicio.

En la totalidad de los municipios, los Organismos Operadores deben ser administrativamente independientes al Ayuntamiento, sin embargo, en la práctica, el cabildo toma las decisiones determinantes en lo referente a presupuestos, cobros de tarifas, proyectos, etc.

Como una manera de establecer una visión a largo plazo que sobrepase el tiempo de las administraciones municipales y que contribuya al paulatino fortalecimiento de los Organismo Operadores, se propone fomentar la participación de la sociedad organizada en la toma de decisiones para la prestación de los servicios de agua potable, tanto en el Consejo Directivo, como en el Consejo Consultivo, organismos que están plenamente contemplados en la Ley del Agua del Estado.

Por otra parte, se propone la conformación de Organismos Intermunicipales, previo estudio de factibilidad, donde un solo organismo atienda a más de un municipio aprovechando las condiciones de conectividad y las reducidas distancias entre poblaciones en el Estado, con lo cual se contaría con organizaciones técnicamente más fuertes y con una mayor capacidad de operación.

2.9.2.2. Ciudad de Aguascalientes

Por la importancia que representa la ciudad de Aguascalientes para el Estado, al albergar cerca del 80% de la población, se considera conveniente un análisis particular sobre la prestación del servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Aun cuando la ciudad de Aguascalientes presenta conurbación con los municipios de Jesús María y San Francisco de los Romo, la prestación del servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento la realizan por separado cada municipio.

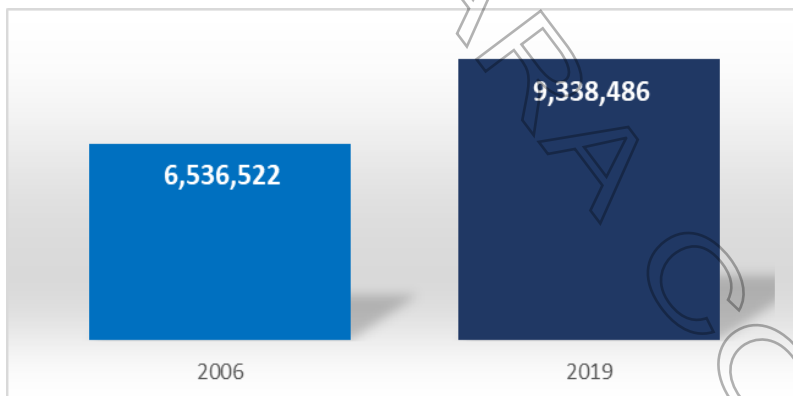
En el municipio de Aguascalientes, desde el año 1993 se otorgó una concesión para la prestación del servicio a una empresa privada, siendo actualmente la compañía VEOLIA la encargada de operar el sistema. Este título de concesión vigente por 30 años finalizará en 2023.

Actualmente en el municipio de Aguascalientes se contabilizan 209 pozos que operan en promedio 20 horas al día, los 365 días del año. Esta condición ha ocasionado la sobre posición de conos de abatimiento y la profundización de los niveles en el acuífero. Se tienen registros de abatimiento promedio de 2.0 metros por año con abatimientos máximos de hasta 6 metros por año en zonas del oriente de la ciudad. Abatimiento de los niveles en la ciudad de Aguascalientes

De acuerdo con mediciones de VEOLIA, el nivel dinámico en el Pozo P-149 ubicado en el Fraccionamiento Villas de Nuestra Señora de la Asunción alcanzó los 260 metros de profundidad, y el promedio del nivel dinámico al que trabajan los pozos de uso público urbano en el municipio de Aguascalientes es de 165 m.

La dinámica de crecimiento de la ciudad de Aguascalientes ha requerido importantes esfuerzos para atender la demanda de agua potable, lo cual se ha visto reflejado en el incremento del número de pozos y el volumen de producción de agua en los últimos años. En la siguiente gráfica se presenta la extracción registrada en el mes de diciembre para los años 2006 y 2019, determinándose un incremento del 43%. De igual manera el número de pozos en el año 2006 alcanzaba los 176 pozos operando en promedio 15 horas al día, mientras que para el año 2019 ya se requería la operación de 209 pozos.

Gráfica 17. Volumen de agua potable producido en el municipio de Aguascalientes en diciembre (m³/mes)

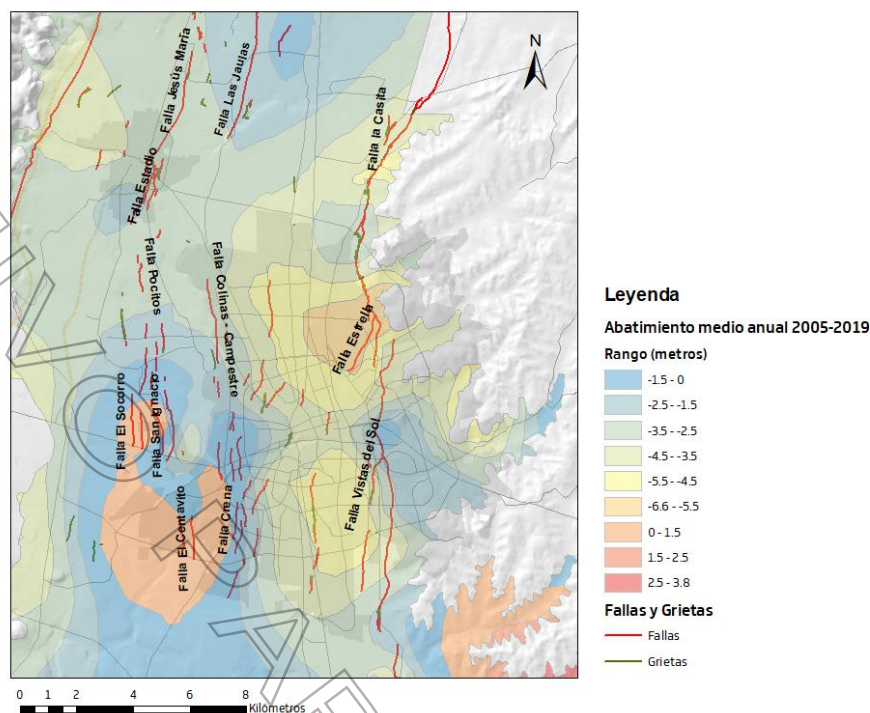


Fuente: Reporte Pozos Organismo Operador. 2020

Entre las repercusiones derivadas de la profundización de los niveles piezométricos en el acuífero, se cuenta la aparición de fallas geológicas y grietas las cuales, si bien se han observado a lo largo del acuífero del Valle de Aguascalientes, presentan una mayor actividad en la Zona Metropolitana de Aguascalientes.

De acuerdo con el Comité Interinstitucional de Fallas Geológicas y Grietas de Aguascalientes, las discontinuidades geológicas suman una longitud de más de 300 km en el Estado, afectando de manera importante los predios y viviendas donde aparecen. En la siguiente figura se presenta un mapa en donde se presentan las fallas identificadas.

Figura 17. Discontinuidades geológicas en la ciudad de Aguascalientes



Fuente: Elaboración propia con base en el Sistema de información de Fallas Geológicas y Grietas. Gobierno del Estado de Aguascalientes <https://www.aguascalientes.gob.mx/sop/sifagg/web/mapa.asp>

La situación del municipio y la capital del Estado frente a estos fenómenos geológicos que se combinan con la subsidencia, y los conos de abatimiento asociados con el deterioro creciente de la calidad del agua en los pozos, donde se detectan concentraciones cada vez mayores de arsénico y flúor, constituyen, llamadas de alerta para desarrollar un nuevo esquema de abastecimiento de agua y poner los aprovechamientos subterráneos del Estado bajo control efectivo de la autoridad.

Ante los niveles de abatimiento que presenta el acuífero del Valle de Aguascalientes y con el dinamismo que se observa en la Zona Metropolitana de Aguascalientes, es necesario disminuir el aprovechamiento de agua subterránea y disponer de fuentes alternativas de abastecimiento.

Aunado a lo anterior, se deberá redoblar una acción decidida para la recuperación de caudales en la red de distribución al interior de la Zona Metropolitana de Aguascalientes, disminuyendo al mínimo económicamente conveniente, las pérdidas en la red.

2.9.2.3. Conclusiones del uso público urbano

Si bien el estado de Aguascalientes cuenta con una de las coberturas de los servicios de agua potable y alcantarillado más elevadas del país, la prestación de estos servicios tiene muchas áreas de mejora.

Ciudad de Aguascalientes

En lo que respecta a la ciudad de Aguascalientes, es importante destacar que está por concluir la concesión para la prestación de servicios cuyo esquema actual se planteó hace prácticamente 30 años y está sujeto a los alcances establecidos en el Título de Concesión. Ante esta situación se deberá hacer un replanteamiento con visión a largo plazo sobre las metas y objetivos que se deberá cumplir el Organismo Operador, ya sea público, privado o mixto, que se defina. Se deberá valorar la posibilidad de conjuntar los esfuerzos para homologar el servicio, con la conformación de un Organismo Operador Intermunicipal, que atienda la totalidad de la zona metropolitana, lo cual ya está previsto en la Ley del Agua del Estado.

Destacan las elevadas coberturas de macro y micro medición, lo que permite cuantificar una producción superior a los 107 hm³ que denotan elevadas dotaciones de agua, superando los 314 l/hab/día, los cuales no necesariamente refieren a consumos, sino que reflejan una baja eficiencia física e importantes pérdidas en las redes.

La total dependencia del agua subterránea ha ocasionado afectaciones irreversibles en la condición del acuífero en la zona, tanto en la profundización de niveles, detrimento de la calidad del agua y aparición de fallas geológicas, lo que obliga a buscar los mecanismos para lograr una mayor recuperación de caudales y replantear los esquemas de producción en las redes de conducción y distribución, así como la diversificación de las fuentes de abastecimiento que permita brindar un descanso al acuífero.

Organismos Operadores en los otros municipios

El total de los Organismo Operadores presentan importantes retos técnicos y administrativos que superar en la presentación del servicio.

En lo referente a la parte técnica, las deficientes prácticas en macro y micro medición impiden determinar de manera adecuada las eficiencias físicas con las que operan. La determinación del volumen de agua entregado a nivel de toma debería ser obligatoria en comunidades a partir de los mil habitantes, con la finalidad de tener una adecuada determinación de las eficiencias físicas y dirigir los esfuerzos para la recuperación de caudales.

En lo que respecta a la parte administrativa, las tarifas establecidas en la mayoría de los Organismos no reflejan los costos de operación y mantenimiento de los sistemas para hacer frente a las necesidades operativas y de crecimiento. De igual manera se debe considerar en las tarifas de uso público urbano los costos de saneamiento el cual se realiza en las PTAR operadas por Gobierno del Estado quien actualmente asume la totalidad del costo.

Con miras a buscar una mayor continuidad en los proyectos y programas impulsados por los Organismos Operadores que permita sobrepasar los periodos de las administraciones municipales, se propone fortalecer la participación de los representantes de usuarios y de la sociedad organizada en el Consejo Directivo de los Organismo Operadores, así como la conformación en la totalidad de los Organismos de los Consejos Consultivos, descritos en la Ley de Aguas del Estado.

2.9.3. Desempeño y situación de los sistemas de saneamiento de aguas residuales

De acuerdo con los datos de población, agua potable consumida y el porcentaje de cobertura del alcantarillado, se estima que en el 2019 se generaron a nivel estatal 3,959.5 l/s de aguas residuales; sin embargo, se considera que este caudal puede ser mayor al volumen de aguas residuales generadas, debido a las infiltraciones de agua de lluvia y de fugas en las líneas de agua potable al sistema de drenaje. Por otra parte, en el año 2019 se operaron en la entidad 135 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) con las que se saneo un caudal de 3,082 l/s, es decir se tuvo una cobertura de saneamiento de 77.8%.

Debido a la fisiografía del territorio, la población en el Estado se concentra en dos grandes áreas: una región oriental altamente poblada y una occidental con baja densidad poblacional. La demanda de agua potable y la generación de aguas residuales obedece al patrón de distribución de la población. En solo dos municipios se generan el 79.7% de las aguas residuales, Aguascalientes (69.7%) y Jesús María (10.0%); los nueve municipios restantes producen el 20.3% restante. Las plantas de tratamiento se han distribuido en función de las áreas de generación de agua residual; en la siguiente tabla se muestran las capacidades por municipio.

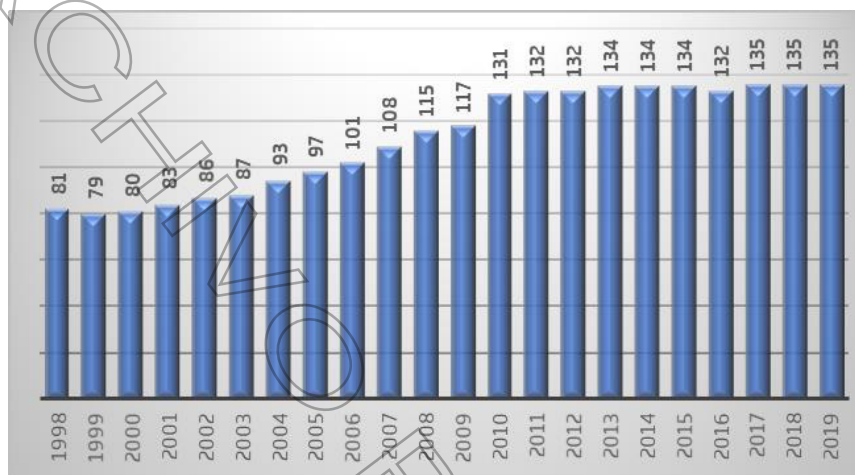
Tabla 35. Plantas de tratamiento por municipio, año 2019

Municipio	Número PTAR	Caudal de diseño (l/s)	Caudal tratado (l/s)	Eficiencia (%)
Aguascalientes	49	3,435.1	2,432.8	70.8
Jesús María	9	378.3	102.5	27.1
Rincón de Romos	11	247.8	116.1	46.9
Pabellón de Arteaga	3	210.3	85.0	40.4
Calvillo	12	179.3	104.7	58.4
San Francisco de los Romo	4	152.7	83.7	54.8
Asientos	11	70.8	48.3	68.2
El Llano	9	50.4	32.8	65.1
Tepe zalá	17	48.9	32.4	66.3
San José de Gracia	7	38.4	23.0	59.9
Cosío	3	28.0	21.1	75.4
Total	135	4,840.0	3,082	63.7

Fuente: Inventarios de Plantas de tratamiento de Aguas residuales, CONAGUA, 2019

Todas las poblaciones con más de 2,500 habitantes cuentan con algún sistema de tratamiento. Para tratar el volumen total de aguas residuales generadas, la infraestructura se ha ido incrementando en el Estado, tal y como se puede observar en la siguiente gráfica.

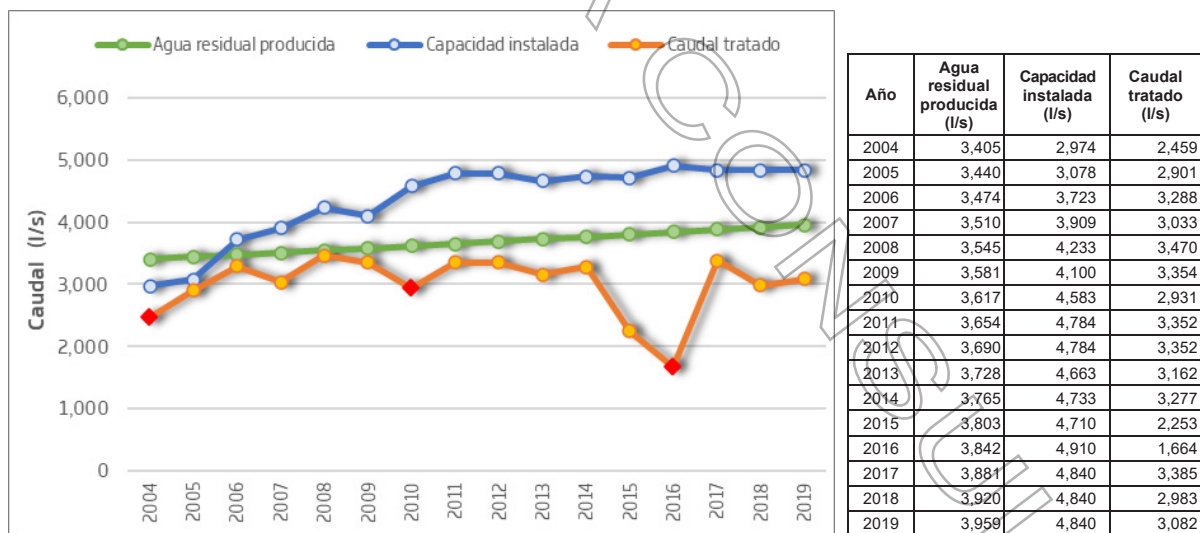
Gráfica 18. Número de plantas de tratamiento de aguas residuales (1998-2019)



Fuente: Inventarios de Plantas de tratamiento de Aguas residuales, CONAGUA

En el periodo de 2000-2010 se construyeron 51 PTAR, mientras que del 2011 al 2019 sólo se edificaron cuatro plantas. Por otra parte, en la siguiente figura se observa que las capacidades de diseño de las PTAR se incrementaron notablemente en el periodo 2004-2010 (54.1%), en el año 2011 se incrementó la capacidad en un 4.4% con respecto al 2010; y finalmente en el periodo 2011-2019 el incremento fue de tan sólo el 1.2%. De acuerdo con los datos mostrados en la gráfica 21, desde el 2007 la capacidad instalada rebasa el volumen de agua residual generada.

Gráfica 19. Evolución de la capacidad instalada y de caudal tratado



Fuente: Inventarios de Plantas de tratamiento de Aguas residuales, CONAGUA

A pesar de tener construida una suficiente infraestructura para el tratamiento, poco a poco se ha ido incrementando la brecha entre la capacidad de diseño de las plantas y el caudal tratado; también se observa una diferencia entre la capacidad instalada y el volumen de agua residual producida. Esto último, sugiere un área de oportunidad en la regulación de los sistemas de drenaje en zonas urbanas, la necesidad de mantener los colectores en condiciones óptimas y la mejora permanente de los procesos de las plantas. Es importante señalar que en 2010 y 2016, años donde se presentaron cambios en la administración estatal, la diferencia entre el gasto de diseño y el caudal tratado de las PTAR se incrementó notablemente, siendo el punto más crítico el correspondiente a 2016.

Actualmente se cuenta con 135 plantas en la entidad, de las cuales el 48.9% trabajan bajo el sistema de lagunas de estabilización y 33.3% con lodos activados; de las plantas restantes destaca la planta con proceso dual (filtros percoladores -lodos activados) la cual representa el 41.3% de la capacidad instalada en la entidad. En la siguiente tabla se relacionan todos los procesos con los que trabajan las PTAR en la entidad, indicando su caudal instalado y el tratado en el año 2019.

Tabla 36. Procesos de tratamiento instalados

Proceso	Número de plantas por caudal de diseño					Suma plantas	Caudal Instalado (l/s)	Caudal Tratado (l/s)	% eficiencia
	1 l/s a 2 l/s	2.1 l/s a 10 l/s	10.1 l/s a 60 l/s	100 l/s a 300 l/s	>300 l/s				
Fosas sépticas	13					13	10.6	11.1	104.7
Anaerobio	3	2				5	22.0	13.6	61.8
Discos Biológicos			1			1	20.0	10.0	50.0
RAFA Humedal		1				1	3.5	2.0	57.1
Humedales	2	1				3	7.2	3.4	47.2
Lagunas de Estabilización	40	21	5			66	189.2	150.7	79.7
Lodos Activados	2	16	16	11		45	2,587.5	1,001.6	38.7
Dual					1	1	2,000.0	1,890.0	94.5
Total	60	41	22	11	1	135	4,840.0	3082.4	63.7

Fuente: Inventarios de Plantas de tratamiento de Aguas residuales, CONAGUA

De la tabla anterior se desprenden los siguientes comentarios:

- Las plantas que trabajan bajo el sistema de lodos activados generan un efluente de buena calidad en un espacio menor que el utilizado por las lagunas de estabilización, por lo cual tiene un alto potencial para ser reusado. Sin embargo, requieren de un mayor equipamiento, tienen un alto consumo de energía y requieren de personal capacitado, lo que hace que la probabilidad de descomposturas y fallas sea mayor. Este tipo de plantas sólo están tratando el 38.7% de su caudal de diseño. Lo anterior, señala la importancia de la capacitación y profesionalización del personal que opera las plantas para garantizar que las plantas trabajen a su capacidad de diseño y con ello incrementar el volumen tratado.
- Las lagunas de estabilización requieren un gran espacio para el proceso, por lo cual son diseñadas para caudales menores. No utilizan mucho equipamiento, ni de mano de obra para la operación. El efluente que se obtiene puede ser reusado en la agricultura. Mediante este sistema el caudal tratado alcanza el 79.7% del gasto de diseño. En este tipo de plantas resulta conveniente identificar zonas agrícolas en donde se pueda aprovechar el caudal tratado, ya sea en beneficio de mejorar la productividad en zonas de temporal o en zonas de riego abastecidas con pozos en beneficio del acuífero.
- Las 13 fosas sépticas instaladas operan con flujos menores a 1 l/s. Este tipo de plantas están sobrecargadas, es decir, las están forzando a trabajar por encima de la capacidad para las que fueron diseñadas, de ahí que presenten una "eficiencia" por arriba del 100%.
- El caudal de diseño total de las plantas con capacidades entre los 100 l/s y 300 l/s, es de 1,980 l/s, lo que representa el 40.9% del total a nivel estatal, sin embargo, solo operan al 36.4% de su capacidad.
- Las plantas que vierten de forma directa e indirecta al río San Pedro son 19 (ver tabla 39), las cuales suman alrededor del 68% del gasto instalado en el Estado; 7 de estas plantas tienen un caudal de diseño mayor a 100 l/s. Por las dimensiones de estas plantas, por tratarse de sistemas mecanizados que pueden generar un efluente de alta calidad y por encontrarse concentradas, es económicamente factible recuperar los efluentes para su reúso, las mejoras en estas plantas tienen el beneficio adicional de contribuir al saneamiento del río San Pedro.
- Las plantas con sistemas aireados (lodos activados) cuyo efluente cumple por diseño con la NOM-001-SEMARNAT-1996, mediante algunas adecuaciones (como transformar el sistema en sistema MBBR para incrementar los microorganismos) pueden lograr un efluente de calidad como para ser reusadas en servicios al público (NOM-003-SEMARNAT-1997) o inclusive una calidad superior.
- El 50% de las plantas con caudales iguales o superiores a 100 l/s operan en el municipio de Aguascalientes, que es el centro político, económico y capital de Estado.

Las plantas instaladas en las inmediaciones de la ciudad de Aguascalientes alcanzan un gasto de diseño de 3,629 l/s y durante el año 2020 solo se trataron 2,010 l/s (55.3% del gasto de diseño). Lo anterior, obedece a varias circunstancias, entre las que se encuentran:

1. Fugas en los sistemas de drenaje que disminuyen el caudal que llega a las plantas
2. Equipos que ya no cumplen con el gasto requerido y
3. La carga orgánica rebasa la capacidad de algunas plantas.

A partir del caudal de diseño de las plantas de la zona y la caracterización de los influentes de cada planta, se estima que en la zona se generan alrededor de 73 ton DBO/día. De acuerdo con el caudal influente, se calcula que solo se tratan 37.3 ton DBO/día, es decir solo el 51%, de la carga orgánica generada; del 49% restante, una parte alcanza el cauce del río San Pedro, el resto se infiltra al subsuelo.

Si bien, la remoción de las 37.3 ton DBO/día es un avance importante, es necesario buscar los mecanismos de gestión y operativos que conduzcan a tratar el resto de la materia orgánica, para la cual fueron diseñadas. Las plantas fueron calculadas para tratar un mayor caudal, sin embargo, actualmente varias de las plantas de tratamiento trabajan con un menor gasto con el fin de mantener la calidad de su efluente y se desvía una parte de las aguas por tratar. Es necesario llevar a cabo las adecuaciones necesarias para que las plantas de traten la totalidad del agua que se genera.

Tabla 37. Plantas de tratamiento en las cercanías de la ciudad de Aguascalientes

Planta	Caudal de diseño l/s	Caudal de operación l/s	Carga Orgánica total kg/d	Carga Orgánica tratada kg/d	Carga orgánica no tratada kg/d
Río Chicalote					
Lomita de Paso Blanco	100	18	Parque Industrial	40	11
Jesús Gómez Portugal	19	10	sin datos	sin datos	sin datos
Chicalote	2	1	sin datos	sin datos	sin datos
Loretito	0	0	sin datos	sin datos	sin datos
Jaltomate	9	9	351	362	-11
Villa Juárez	20	19	473	434	39
Total río Chicalote	141	69	9,095	2,836	6,259
Río San Pedro					
Aguascalientes	2,000	1,314	33,513	21,588	11,925
Los Arellano	300	127	6,369	2,738	3,631
Los Sauces	100	66	2,321	1,481	840
Los Pocitos	300	126	6,811	2,929	3,882
Jesús María	200	45			
San Francisco de los Romo	150	52	4,715	2,606	2,109
Pabellón Arteaga	200	128	3,276	1,220	2,056
Total río San Pedro	3,250	1,857	57,004	32,562	24,443
Ciudad de Aguascalientes					
Rancho Santa Mónica	20	6	sin datos	sin datos	sin datos
Presa El Cedazo	60	21	4,622	586	4,036
Vistas de Oriente	20	10	sin datos	sin datos	sin datos
Ferronales	40	27	502	322	180
Fracc. Nuestra Señora de la Asunción	50	19	2,561	960	1,601
Total ciudad Aguascalientes	190	83	7,686	1,869	5,817
Total	3,581	2,010	73,785	37,266	36,518

Fuente: Elaboración con el promedio de los análisis realizados por el laboratorio de calidad del agua 2020 del INAGUA.

Administrativamente, de las 135 plantas de tratamiento instaladas, 35 son operadas por el Instituto del Agua del Estado de Aguascalientes, mientras que las otras 98 son operadas por los Organismos Operadores de cada municipio.

Las 35 plantas operadas por el INAGUA alcanzan un gasto instalado de 4,260 l/s, que corresponde al el 88% del caudal de diseño de todas las PTAR en la entidad. Sin embargo, durante el 2020 operaron con el 56 % del caudal instalado.

De la relación DBO/DQO se puede observar que el agua tiene un alto grado de biodegradabilidad (cerca a 0.5). Solo en los municipios de: Calvillo, El Llano, Pabellón de Arteaga y San Francisco de los Romo el agua influente muestra una menor relación (<0.4). Sería importante que en los primeros años del periodo de planeación se valore la influencia de las descargas industriales que pudieran estar afectando y proponer un programa de atención focalizado en los municipios en donde la relación DBO/DQO sea menor a 0.4. En las zonas con alto grado de biodegradabilidad, proponer las acciones necesarias para el rescate de especies endémicas y de la biodiversidad.

En cuanto a la eficiencia de remoción, la mayor parte de las plantas se encuentran por encima del 95%, las plantas Norias de Ojo Caliente, Rincón de Romos y El Salitre se encuentran por encima del 90% pero por debajo de 95%. Las plantas de Jilotepec, Cosío Sur y Lomas del Refugio se encuentran por debajo del 90%. Las plantas de Jilotepec y Jesús María no pudieron ser muestreadas, debido a paros frecuentes.

De acuerdo con la calidad reportada en los efluentes, las plantas operan con alta eficiencia. No obstante, a varias de ellas, se les alimenta con gastos inferiores a los contemplados en el diseño, por tanto, tratan menor carga. Es necesario realizar un diagnóstico en cada una de las instalaciones para evaluar la posibilidad de que traten todo el caudal.

En algunas de las plantas incrementa el flujo sólo requiere algunos cambios de equipos y reparaciones estructurales, en otros se requiere buscar la causa en las redes de drenaje y los colectores. En las plantas de tratamiento en donde la carga orgánica haya rebasado la carga de diseño se tendrán que realizar adecuaciones mayores. Particularmente en las plantas cuyo influente supera los 400 mg DBO/l: tal es el caso dentro del municipio de Aguascalientes en las plantas: Refugio de Peñuelas (525 mg DBO/l), Jaltomate (449 mg DBO/l), Villas de Nuestra Señora de la Asunción (583.5 mg DBO/l); en Jesús María, planta La Lomita de Paso Blanco (765 mg DBO/l), PIVA (717 mg DBO/l), Tapias Viejas (429 mg DBO/l); en Rincón de Romos, la planta de Pabellón de Hidalgo (451 mg DBO/l), San Jacinto (415 mg DBO/l), municipio de Calvillo planta de El Salitre (482 mg DBO/l) y en el municipio de Tepezalá, planta Tepezalá (465 mg DBO/l).

Conclusiones y recomendaciones

La calidad de los efluentes de las plantas en términos de remoción de DBO y los SST en general, son altos. Las plantas del Estado en su mayoría han sido diseñadas para remover materia orgánica para cumplir con las NOM-001-SEMARNAT-1996 o la NOM-002-SEMARNAT-1996. Si bien, las normas citadas pueden ser cumplidas por las descargas de las plantas, es necesario que los efluentes cumplan con al menos la NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

De acuerdo con las estimaciones de generación de aguas residuales y de la eficiencia de remoción de materia orgánica alcanzada en los efluentes de las plantas de tratamiento, la infraestructura con la que se cuenta es suficiente. No obstante, al observar los gastos con que son alimentadas las plantas, se hace evidente que la infraestructura, incluyendo los colectores, requiere mantenimiento, sino que, en algunos casos se requerirán rehabilitaciones, ampliaciones tanto para las plantas sobrecargadas, como para aquellas que por el destino del efluente requieran una mayor calidad. Las modificaciones permitirán incrementar las posibilidades de uso de los efluentes y la disminución en costos en el tratamiento, ya sea por la simple economía de escala, por la instalación de equipos más eficientes e incluso por reingeniería del proceso. Una acción adicional muy importante es el mantenimiento a los sistemas de drenaje para que las aguas residuales puedan llegar a las plantas de tratamiento.

Previamente a la ampliación a las plantas en donde se registran influentes por encima de lo usual, considerando que las descargas de origen municipal se caracterizan por valores de DBO de 350 a 400 mg/l como máximo, es necesario establecer las causas de la sobrecarga, y definir los mecanismos para que los responsables de la supervisión o generación, tomen las medidas para disminuir la carga orgánica excedente o bien, colaboren con el pago para el tratamiento, por lo que la supervisión y regulación se plantea como una de las acciones importantes del Plan.

En el caso de las empresas o instalaciones agropecuarias que cuenten con su propia planta de tratamiento, deberán ser incentivadas a reusar el agua en sus propias instalaciones para lograr descarga cero. Al mismo tiempo, para estar en condiciones de detectar las descargas excesivas se deberá fortalecer el programa de vigilancia, particularmente de efluentes industriales y de granjas.

Las plantas con mayor capacidad son aquellas que están trabajando con aireación intensiva, lo cual resulta muy costoso. Para disminuir los costos de operación, es conveniente tratar de usar sistemas duales (sistema de bajo consumo de energía para disminuir la carga, como son los reactores anaerobios y filtros percoladores,

seguidos por un sistema para pulir el efluente y alcanzar una alta calidad. Igual de importante, es importante seleccionar equipos energéticamente eficientes tales como sopladores y difusores de bajo consumo y promover tecnologías que permitan la cogeneración de energía, uso de energía solar, etc.

Cuando se tiene una escasez hídrica tan acentuada, el reúso resulta fundamental para dar seguridad hídrica al Estado. Por lo tanto, el reúso ya sea en el sector agrícola y ganadero o bien, para ser mezclada con agua de primer uso debe ser considerada como una acción prioritaria.

Lo anterior conlleva a la imperante necesidad de dar mantenimiento y mejorar los procesos de las plantas de tratamiento que forman parte de la estrategia de regeneración del río San Pedro para que los efluentes puedan alcanzar una calidad acorde a los usos a los cuales pretendan ser destinados y permitan vencer la resistencia de los usuarios potenciales.

A la par del fortalecimiento de la infraestructura actual, resulta de vital importancia establecer un programa de control para las plantas de tratamiento, particularmente para las de lodos activados. Para que los productos alcancen la calidad necesaria, se utilizan múltiples parámetros de control en los procesos productivos, en especial de la materia prima. En el caso de las plantas de tratamiento de agua residual, la calidad de la materia prima (influyente) es difícil de controlar, sus componentes suelen tener gran variabilidad tanto en caudal como en calidad. Si como ahora, se restringe el ingreso de cargas orgánicas excesivas a las plantas, con el fin de obtener un producto (efluente) de calidad constante, se pone en riesgo la razón inicial de la instalación, que es la protección de la salud y de los sistemas ecológicos. Si además de esta práctica durante la operación, los únicos parámetros de control se reducen a la medición de sólidos sedimentables en el tanque de aireación (no se determinan ni sólidos, grasas y aceites o materia orgánica), el éxito de la operación se sustenta solo en la intuición de los operadores.

Para el reúso de los efluentes es necesario ofertar agua con una calidad garantizada acorde al uso que se destine. Por esta razón, se requiere incrementar los parámetros de monitoreo, al menos en las plantas de tratamiento con base en lodos activados, implementar un programa de capacitación para los operadores que incluya la parte técnica y los principios básicos de los sistemas de calidad e inocuidad agroalimentaria. Adicionalmente se deberá disminuir la alta rotación de personal.

Un factor decisivo para el buen funcionamiento de las plantas de tratamiento son los recursos financieros para la operación. Si bien, es posible buscar estrategias que permitan disminuir los costos de operación, estos no pueden evitarse. Es necesario desarrollar un esquema que permita recuperar los costos de tratamiento, garantizando que el recurso llegue a los organismos que operan y se destinen a la operación de las plantas. Los sistemas de tratamiento y en general de manejo del recurso hídrico, deberían ser independientes de los cambios administrativos.

El costo de operación de las plantas de tratamiento es generado principalmente por tres rubros: el primero son los gastos de energía, mantenimiento a equipos, consumo de reactivos, tanto para la operación tales como coagulantes y desinfectantes; el segundo gasto importante es el seguimiento del sistema de calidad (determinaciones de DQO, DBO, nitrógeno, etc.) y el tercero es el pago de personal. El costo más importante es el consumo de energía eléctrica. En la selección de sistemas de tratamiento ya sean nuevos o producto de reingeniería deben tomarse en cuenta estos aspectos. Igualmente importante, es la economía de escala que se obtiene al tratar el agua en instalaciones grandes, ya que las instalaciones mecanizadas de bajo caudal generan efluentes muy costosos y por razones de escala no es posible la producción de energía.

Paralelamente al tratamiento de agua, se debe realizar un diagnóstico de la producción, tratamiento y destino de los lodos generados. Estos lodos, pueden ser un subproducto útil para restaurar los suelos en las zonas protegidas que han sido deforestadas y mejorar la recarga del acuífero, o como composta para el cultivo de forrajes en invernaderos.

En cuanto al personal, deberá establecerse una plantilla base con alta capacitación que pueda atender las necesidades técnicas de varias plantas con ayuda del personal operativo.

Reúso de aguas residuales en el Estado

El estado de Aguascalientes cuenta con una fuerte infraestructura para el tratamiento de aguas residuales, con 135 plantas tratadoras que alcanzan una cobertura cercana al 77.85% de las aguas generadas.

La mayor parte de las plantas descargan sus aguas tratadas a ríos, arroyos, lagunas y presas siendo los principales cuerpos receptores el río San Pedro, el río Chicalote y el arroyo Tepezalá. Algunas, vierten sus efluentes a tanques para su reúso como es el caso de las plantas Novillo, Ciénaga Grande y los Conos, seis plantas envían sus efluentes al riego de áreas verdes (Trojes y Reserva San Cristóbal, Villas "Lic. Jesús Terán" Calvillito, Fraccionamiento Villa Sur, Rancho Santa Mónica -Providencia-, Presa Los Gringos, Palo Alto, Fraccionamiento Los Miradores), otras descargan a drenes agrícolas (Villas "Lic. Jesús Terán" Calvillito, Refugio de Peñuelas, El Cedazo de San Antonio, Las Negritas, Valle de las Delicias, Rancho Viejo, San Antonio de los Ríos, Pabellón de Hidalgo y San Luis de Letras). Finalmente, otras descargan sus efluentes

en el suelo o lo envían para infiltración al subsuelo (El Salitre, Guadalupe de Atlas, Molinos -El Molino-, Colonia 16 de septiembre, Puerta del Muerto, El Carmen, San Juan de la Natura, Palo Alto y Lomas del Refugio).

El principal destino del agua tratada que se reutiliza son las Unidades de Riego, como las de Pabellón de Arteaga y Rincón de Romos. Cabe señalar que, no obstante, en la unidad de riego "El Niágara" se reusa parte del efluente de la planta tratadora de la ciudad de Aguascalientes, la asignación de esta unidad corresponde al escurrimiento superficial de la cuenca del mismo nombre.

En el municipio de Aguascalientes, se han construido cuatro líneas moradas para el riego de áreas verdes con agua tratada²⁸.

- Línea Sauces construida en 2012
- Línea Parras consolidada en 2017
- Línea Ciudad Industrial puesta en marcha en 2018 y
- Línea Ojocaliente

Dichas líneas se alimentan de los efluentes de las plantas Villas "Lic. Jesús Terán" de 20 l/s, Calvillito, Fraccionamiento Villa Sur de 60 l/s; Rancho Santa Mónica (Providencia) de 20 l/s, Presa Los Gringos, de 60 l/s y Fraccionamiento Los Miradores de 40 l/s, plantas operadas por la CCAPAMA y un porcentaje del efluente de la planta tratadora de la Ciudad, operada por el INAGUA.

Algunas empresas como es el caso de Sabropollo y Pepsi Co., envían los efluentes de sus plantas de tratamiento al riego de áreas verdes; Coca Cola, lo hará a través de la línea morada Ojocaliente.

El Gobierno del Estado a través del INAGUA, reconoce la importancia del reúso, para lo cual ha construido líneas moradas. Entre estas líneas se cuentan: línea morada parque El Cedazo, línea morada Complejo Olímpica, alimentada por la PTAR, parque El Cedazo, línea morada Marista alimentada por la PTAR "Los Arellano", línea morada COFETRECE alimentada por la PTAR Ferronales, línea club Necaxa. Universidad Tecnológica de Aguascalientes, neurosiquiátrico, alimentada por la planta de la Ciudad y línea morada club Campestre alimentada por la PTAR Pocitos

Desde 1958 el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas recomendó evitar la utilización de recursos de mayor calidad en usos que pueden tolerar calidades más bajas. Esta política particularmente orientada a la planificación de los recursos hídricos implica un mejor aprovechamiento basado en la calidad y conducía obligatoriamente al desarrollo del concepto de reutilización. En México la Ley de Aguas Nacionales declara de utilidad pública el reúso de las aguas renovadas. No obstante, la recomendación realizada por la ONU, lo establecido en la LAN y los múltiples usos a que se destinan las aguas tratadas, en el Estado solo se reutilizan alrededor del 20% de ellas.

Por las razones expuestas a lo largo del presente documento, y en forma independiente a las recomendaciones de la ONU, el Estado tiene una fuerte necesidad del vital líquido. Por otra parte, se invierte una cantidad considerable de recursos en la recuperación de la calidad del agua utilizada por la población para evitar la alteración del ambiente y proteger la salud de los habitantes; sin embargo, una vez que se ha recuperado la calidad del agua, un alto porcentaje es vertido a los cuerpos receptores sin darle otra utilidad. El Estado requiere un programa integral de reúso de las aguas tratadas que permita optimizar su aprovechamiento, reducir la extracción de los mantos acuíferos e incrementar la seguridad hídrica del Estado, sin perder de vista el caudal ecológico, la protección de la salud de los habitantes y el equilibrio del medio ambiente.

La ventaja de que las aguas residuales se concentren cercanas a la zona metropolitana del Estado y que viertan su efluente a pocos cuerpos receptores, destaca la importancia del mantenimiento y conservación de los colectores para conducir las aguas residuales a plantas de mayores dimensiones, con el fin de disminuir el costo del tratamiento por volumen o por cogeneración de energía. Además, permite disminuir el costo por bombeo. Cabe señalar que las plantas de tratamiento son ubicadas en las zonas bajas, alejadas de las zonas urbanas y cercanas al cuerpo receptor, por lo cual el reúso implica un bombeo para regresar las aguas a las áreas donde serán requeridas, acción que incrementa el costo del reúso.

En este momento la planta de tratamiento que resulta de mayor interés con fines de reúso de agua en el Estado es la planta de tratamiento dual, constituida por filtros percoladores-lodos activados ubicada en la ciudad de Aguascalientes. Otras plantas de interés, son las ubicadas cerca del área metropolitana,

²⁸ <https://www.lja.mx/2020/10/alcaldesa-de-aguascalientes-pone-en-marcha-linea-morada-de-reuso-de-agua-al-orientel/>

particularmente, las plantas de tratamiento operadas por el INAGUA, ya que las plantas de tratamiento operadas por la CCAPAMA tienen su caudal efluente comprometido para el riego de áreas verdes.

La planta de tratamiento de la ciudad fue diseñada para tratar un flujo de 2,000 l/s, que representa el 40.3% de la infraestructura instalada en el Estado. El proceso de la planta consta de un sistema dual de biofiltros - lodos activados equipados con difusores de burbuja fina para el tratamiento de aguas, seguido de una desinfección con cloro. Los lodos son digeridos de forma anaeróbica y con el biogás producido se realiza cogeneración de energía eléctrica. En función de los datos de calidad disponibles, el efluente cumple con los parámetros establecidos en la NOM-003-SEMARNAT-1997, superando en mucho la calidad de agua requerida para reúso en riego, actualmente están en proceso las adecuaciones para disminuir la concentración de nutrientes como nitrógeno y fósforo. Y recientemente fue equipada para tratar la totalidad del volumen de diseño.

2.9.3.1. Conclusiones y recomendaciones

Los datos respecto al número de sistemas de tratamiento, su distribución por municipio y el tipo de procesos, varía en función del año de actualización y la fuente. Con frecuencia ocurren cambios que no son reportados. Como parte de las acciones de fortalecimiento de la autoridad del agua, es necesario el seguimiento permanente a la actualización de los sistemas de tratamiento en cuanto a sus condiciones de operación y vigencia de los permisos de descarga, así como campañas para promover entre los usuarios dar aviso a la autoridad competente para informar el estado de sus sistemas.

Para incrementar posibles usos para los efluentes de las plantas, particularmente a aquellas de interés, como es la planta dual, será necesario complementar el tren de tratamiento con sistemas de control que permitan asegurar que la calidad del agua se mantiene constante en el tiempo. Lo anterior evitará enviar a reúso un agua que no cumpla con la calidad requerida en los estándares establecidos, es conveniente instalar sistemas de control en línea (COT, DQO, turbiedad, nitrógeno, etc.) que permitan detectar cuando un efluente no cumpla y permita desviarlo mediante válvulas automáticas ya sea a tratamiento nuevamente o a un uso que no requiera una calidad tan estricta. Una misma planta puede producir efluentes de diferente calidad de acuerdo con el uso previsto, con el fin de disminuir los costos de proceso.

También se propone establecer sistemas de calidad e inocuidad semejantes a los utilizados en la industria alimenticia, con el objetivo de establecer la trazabilidad de la operación y dar certeza de la calidad producida en los efluentes de las plantas. Estas actividades permitirán proteger la salud y el medio ambiente, además de brindar seguridad jurídica a la operación de los sistemas y disminuir la resistencia natural al uso de estos efluentes por los posibles usuarios.

Un tema particular es la posibilidad de que los efluentes pudieran contener compuestos emergentes, priones y pirógenos. Los primeros, son compuestos de distinto origen y naturaleza química, cuya presencia en el medio ambiente no se considera significativa en términos de distribución y/o concentración, por lo que usualmente pasan inadvertidos; no obstante, están siendo ampliamente detectados y tienen el potencial de provocar un impacto ecológico, así como efectos adversos sobre la salud, entre las principales sustancias de este tipo se tienen: fármacos, agroquímicos, productos industriales, productos de higiene personal, etc. En el caso de los priones y pirógenos son restos de proteínas y de microorganismos que, aunque ya no se encuentren vivos, pueden causar alteraciones a la salud o al ser detectados por el sistema inmunológico. Estos compuestos no se encuentran normados, por su gran diversidad y por la dificultad analítica para determinarlos.

Para reusar las aguas tratadas en actividades con requerimientos estrictos de calidad, se considera necesario complementar los trenes de tratamiento con sistemas de ultrafiltración en lugar de ósmosis inversa, ya que se genera menor volumen de agua de rechazo y/o de oxidación avanzada en cualquiera de sus modalidades que permitan disminuir riesgos. La implementación de cualquiera de estos procesos requiere pruebas de factibilidad técnico/económica.

Independientemente, si los sistemas de tratamiento son manejados por el INAGUA o por los Organismos Operadores de los municipios, es necesario establecer un programa de operación, mantenimiento, conservación y modernización de la infraestructura de tratamiento, así como la promoción y reúso de agua tratada.

Es necesario distinguir entre el agua tratada por medios convencionales y que será reutilizada de forma convencional, del agua renovada, que será aquella que sea tratada por sistemas terciarios y que será utilizada para usos que requieren calidad más estricta.

Conviene analizar la posibilidad de definir un criterio común a nivel estatal para establecer las tarifas por el servicio de alcantarillado y tratamiento, tarifas de descarga al alcantarillado a usuarios no domésticos, en función de costos de personal, energía y reactivos para la operación y mantenimiento de las instalaciones. Asimismo, es necesario asesorar al personal en el monitoreo de calidad del agua en las redes sanitarias.

Respecto del reúso, es necesario realizar un estudio costo-beneficio que permita dar preferencia a ciertos reusos sobre otros, de acuerdo con el municipio de que se trate. En principio el reúso en la agricultura no exige un efluente de una calidad muy alta, ni la remoción de nutrientes, porque el tratamiento secundario es suficiente para cumplir con la calidad requerida. De forma usual, el agua puede ser descargada a los cuerpos receptores manteniendo el caudal ecológico y sólo en ciertos casos se requerirá de bombeo. La desventaja es que el agua solo será aprovechada en época de estiaje, mientras que, en épocas de lluvia, el agua será vertida a los cuerpos de agua. Un inconveniente adicional, es que el uso agrícola no permite recuperar los costos del tratamiento.

El uso industrial, es particularmente importante para las plantas de tratamiento que se encuentran dentro o cercanas a la ciudad, ya que permite que el agua tratada sea reutilizada cercana al sitio donde se produjo, lo cual reduce los costos por bombeo, a la vez que incrementa la factibilidad de recuperación del costo del tratamiento. No hay que perder de vista que en el Estado se encuentran asentados 19 parques industriales que concentran un número importante de empresas, a las cuales sería posible incentivar legalmente para el uso de agua tratada y que en muchos casos requieren una calidad de agua que no excede la calidad proporcionada por un tratamiento secundario. Las exigencias se centrarían en ofertar agua que cumpla de forma constante con la calidad establecida en la NOM-003-SEMARNAT-1997. El beneficio potencial sería de 12 hm³, por lo que debe analizarse la relación beneficio-costo.

Para el caso de mezcla con agua de primer uso para fines potables, debido a la exigencia de calidad se deberán contemplar sistemas de calidad más estrictos; en lo que se refiere al costo, es importante sumar el costo por bombeo hasta los sitios de mezcla. Las plantas operadas por el INAGUA más adecuadas para este tipo de reúso son las siguientes.

Tabla 38. Plantas de tratamiento operadas por INAGUA con calidad adecuada para reúso industrial

Planta	Caudal de diseño l/s	Caudal de operación l/s	Carga orgánica total kg/d	Carga orgánica tratada kg/d	Carga orgánica no tratada kg/d
Aguascalientes	2,000	1,314	33,513	21,588	11,925
Los Arellano	300	127	6,369	2,738	3,631
Los Sauces	100	66	2,321	1,481	840
Los Pocitos	300	126	6,811	2,929	3,882
Jesús María	200	45			
San Francisco de los Romo	150	52	4,715	2,606	2,109
Pabellón Arteaga	200	128	3,276	1,220	2,056
Total	3,250	1,857	57,004	32,562	24,443

Fuente: Elaboración con el promedio de los análisis realizados por el laboratorio de calidad del agua del INAGUA, 2020

2.10. ANÁLISIS DE LA COORDINACIÓN INSTITUCIONAL Y ACTIVIDADES DE IMPACTO EN EL RECURSO HÍDRICO

La orientación multisectorial de la planeación, particularmente la planeación hídrica, es esencial para conseguir que los diversos sectores y actores sociales adquieran conciencia de la problemática y colaboren con acciones concretas. En el caso del estado de Aguascalientes es indispensable transmitir a su población la situación insostenible debido al abatimiento de niveles del acuífero en el Valle de Aguascalientes, y el hecho de que todos los acuíferos que abastecen con aguas del subsuelo a las diversas actividades que desarrolla la sociedad están agotando sus reservas ya que se extrae más agua de la que repone la naturaleza con la infiltración natural de las aguas pluviales.

Desde el punto de vista de las instituciones del sector medio ambiente, se pueden señalar varios temas centrales en materia de coordinación institucional:

2.10.1. Medición, control y reorientación de subsidios

La falta de medición y control de las extracciones y la persistencia del subsidio a la energía siguen favoreciendo el bombeo de agua para riego rodado de cultivos que resultaría impensable con el costo real de la energía. Lo anterior constituye un dispendio de agua, de energía y recursos financieros en contra de la naturaleza y la sustentabilidad. Es a la vez una señal contradictoria para la sociedad. Es urgente revertir esta situación y reorientar ese importante subsidio a favor de la naturaleza y las futuras generaciones. Asimismo, vigilar las superficies de riego junto con los volúmenes de extracción, ya que el bajo costo del bombeo promueve la extracción de volúmenes que exceden el título de concesión y promueven el incremento de la superficie de riego.

2.10.2. Mejoramiento de las eficiencias del uso de agua

Los sectores usuarios del agua deben realizar acciones con las que se logre el incremento de eficiencias en el uso de agua, tal y como se sugiere a continuación.

Sector agrícola. El sector agrícola utiliza alrededor del 70% del recurso, por lo que en el eje de la modernización deberá fomentarse una mayor responsabilidad hacia la naturaleza. Impulsar la tecnificación de la producción agrícola para lograr mejoras en la eficiencia de uso del agua, a favor del acuífero, procurando la reconversión progresiva hacia cultivos que justifiquen económicamente su tecnificación. Las instancias federales y estatales vinculadas con el sector hidroagrícola –CONAGUA, SADER, SEDRAE e INAGUA, principalmente–, pueden apoyar y canalizar apoyos con los programas federalizados de inversión y de asistencia técnica.

Sector urbano. La reducción de fugas de agua en las redes de agua potable tanto en la ciudad de Aguascalientes y su zona conurbada, como en las localidades de los otros municipios tiene el potencial de recuperar un importante volumen de agua. Mediante la rehabilitación y modernización de la infraestructura, la sectorización y control de presiones en redes, es posible modificar las tendencias que se observan hasta ahora de abatimiento promedio de casi un metro y medio por año del nivel de bombeo en el acuífero y abatimientos mucho mayores en el Valle de Aguascalientes, en torno a la zona urbana. Resultan fundamentales las acciones de los Organismos Operadores en los municipios y la concesionaria de los servicios en la ciudad de Aguascalientes. Al respecto ha recibido el apoyo de la federación por conducto de la CONAGUA y BANOBRAS, juntamente con el Gobierno del Estado y la CCAPAMA, para el programa de rehabilitación y desarrollo de sectores del sistema de distribución de agua que han mejorado muy poco su eficiencia física. Es indispensable intensificar estas acciones.

Como se sugiere en la figura 37, cada sector puede y debe contribuir con acciones para recuperar el equilibrio hídrico estatal.

2.10.3. Reúso del agua a favor del acuífero

La **estrategia integral de reúso del agua** ha tomado fuerza creciente debido a la elevada capacidad instalada de tratamiento con que cuenta el Estado, principalmente la PTAR del municipio de Aguascalientes, operada por el INAGUA.

El reúso se convierte en el principal componente de una economía circular que se va a lograr mediante el impulso de un proyecto innovador que haga posible combinar fuentes superficiales con agua residual sometida a tratamiento avanzado para asegurar el cumplimiento de todos los parámetros de la Norma de agua potable. Para desarrollar con éxito el proyecto, se requiere el apoyo decidido de la CONAGUA, la voluntad y apoyo de la sociedad y el compromiso del municipio a través del Organismo Operador; es igualmente importante el apoyo de SADER, INIFAP, SEDRAE, y la Fundación Produce.

Adicionalmente, hay que resolver el problema de la calidad de agua en la red de drenaje que abastece a las plantas, ocasionada por descargas de rastros e industrias tales como queserías, establos, talleres mecánicos y otros giros que no tratan adecuadamente sus descargas y no cumplen con la norma de calidad correspondiente. Es posible incrementar considerablemente el caudal de tratamiento si se resuelven estas situaciones y con ello, incrementar el reúso para sustituir el bombeo de agua subterránea.

2.10.4. Recarga del acuífero

Se propone abordar la recarga del acuífero desde el enfoque de gestión integral de cuencas, con acciones que propicien la restauración del suelo y la vegetación, elementos esenciales para favorecer la recarga. En este sentido cobra importancia el manejo de áreas naturales protegidas y un mejor aprovechamiento de las zonas de temporal. Lo anterior requiere la coordinación entre las instancias de nivel federal SADER y CONAFOR y de nivel estatal, la Secretaría de Medio Ambiente y Agua y la Secretaría de Desarrollo Agropecuario.

Otra de las acciones que debe formar parte de la estrategia para inducir la recarga del acuífero es la infiltración de agua pluvial a través de fallas y grietas en la zona serrana. En este proyecto participan las instancias a cargo del ordenamiento ecológico en coordinación con el INAGUA, la CONAGUA y CONAFOR.

2.10.5. Fortalecimiento institucional del sector

Es indispensable el fortalecimiento del marco jurídico, el sistema financiero y las instituciones en el sector, principalmente el INAGUA como cabeza del sector en el Estado.

En este sentido, es importante que el INAGUA reciba el apoyo financiero de los municipios y sus Organismos Operadores para solventar los costos de la operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento. El INAGUA y las diversas dependencias del Gobierno del Estado, a su vez deben contribuir al fortalecimiento,

profesionalización y autonomía de los Organismos Operadores de los servicios de agua y saneamiento. Asimismo, uno de los grandes temas pendientes es la evaluación técnica y socioeconómica de la situación de cada organismo, con la finalidad de trazar la ruta hacia la autonomía operativa y financiera.

En la siguiente figura se indica la sinergia intersectorial en diferentes temas que se debe integrar para impulsar un programa sostenible de recuperación del equilibrio hídrico.

Figura 18. Esquema de sinergia intersectorial, para impulsar un programa sostenible de recuperación del equilibrio hídrico

		RECUPERACIÓN DEL EQUILIBRIO HÍDRICO				FORTALECIMIENTO			CULTURA DEL AGUA
		REUSO	TRASVASE	RECARGA ARTIFICIAL Y MANEJO DE CUENCAS	INCREMENTO DE EFICIENCIA	MARCO JURÍDICO	SISTEMA FINANCIERO DEL AGUA	INSTITUCIONAL	
FEDERAL	CONAGUA								Comisión Nacional del Agua
	SEMARNAT, CONAFOR, CONABIO, CONANP y PROFEPA								Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
	SE, SHCP y BANOBRAS								Secretaría de Hacienda y Crédito Público
	BANOBRAS								
	SADER								Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
	SS								Secretaría de Salud
	SENER, CRE							Comisión Reguladora de Energía	
ESTATAL	INAGUA								Instituto del Agua del Estado
	SMMAA								Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua
	PROESPA								Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente
	SEDRAE								Secretaría de Desarrollo Rural y Agroempresarial
	CPLAP								Coordinación General de Planeación y Proyectos
	SEDEC								Secretaría de desarrollo económico
	SEGUOT								Secretaría de Gestión Urbanística, Ordenamiento Territorial, Registral y Catastral
	IMPLAN								Instituto municipal de planeación de Aguascalientes
	ISSEA								Instituto de Servicios de Salud
	COPRISEA							Comisión para la Protección contra Riesgos Sanitarios	
MUNICIPAL	CCAPAMA								Comisión Ciudadana de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Aguascalientes
	SEMADESU								Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable
	SEDUM								Secretaría de Desarrollo Urbano
	PRESIDENCIAS MUNICIPALES ORGANISMOS OPERADORES								
ORGANOS DE COORDINACIÓN Y CONCERTACIÓN	ACADEMIA								
	CONSEJOS DE CUENCA								
	DISTRITO DE RIEGO								
	ONGS								

Fuente: Elaboración propia.

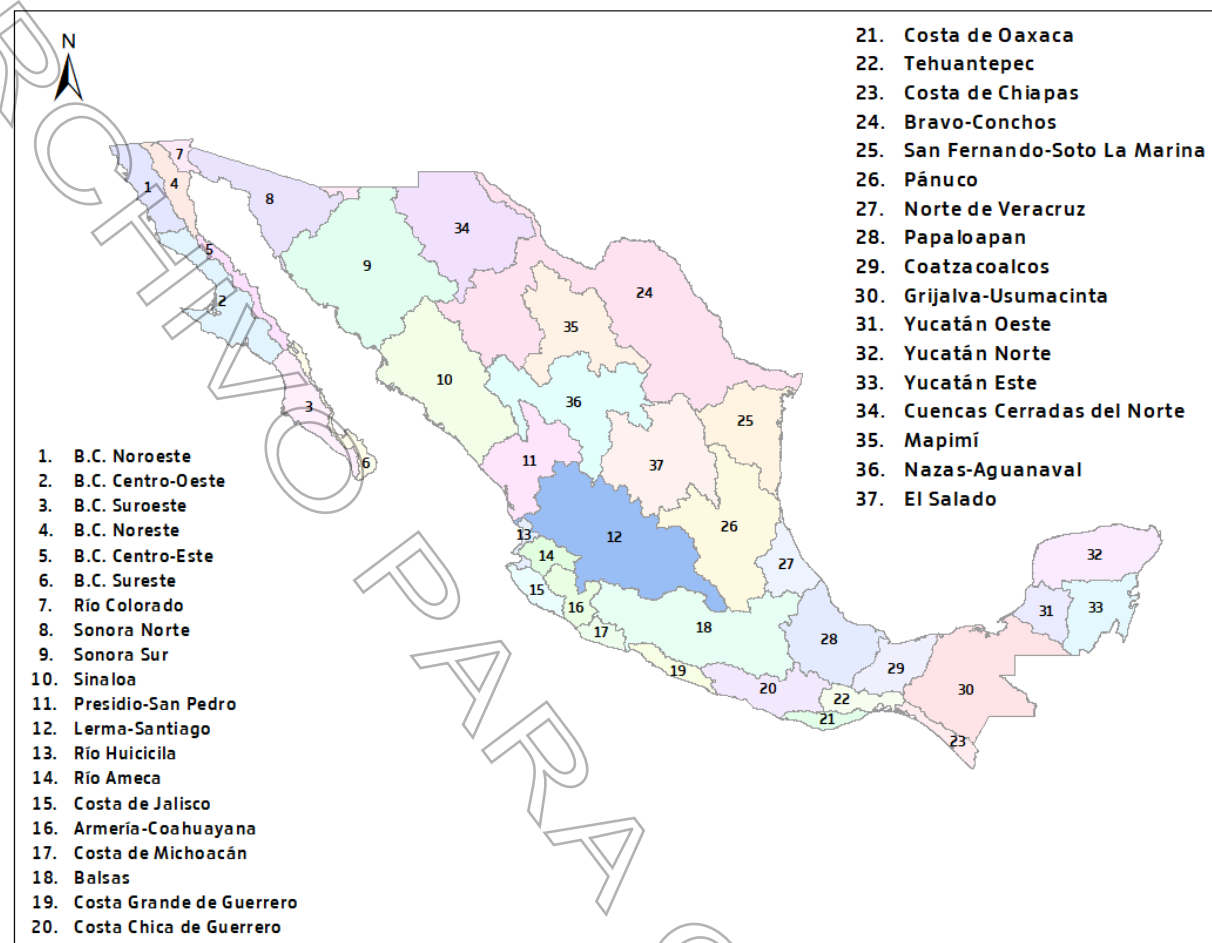
2.11. PARTICIPACIÓN DE LA SOCIEDAD ORGANIZADA

2.11.1. Consejo de Cuenca del Río Santiago

La participación de la sociedad en el marco de la gestión integrada del agua, está enmarcada en la Ley de Aguas Nacionales en los Consejos de Cuenca, donde se definen como “Órganos colegiados de integración mixta, que serán instancia de coordinación y concertación, apoyo, consulta y asesoría, entre “la Comisión”, incluyendo el Organismo de Cuenca que corresponda, y las dependencias y entidades de las instancias federal, estatal o municipal, y los representantes de los usuarios de agua y de las organizaciones de la sociedad, de la respectiva cuenca hidrológica o región hidrológica”.

La figura de los Consejos de Cuenca se incorporó a la Ley de Aguas Nacionales a partir del año 1992 y fue al siguiente año cuando se conformó el primer Consejo de Cuenca. A la fecha la Comisión Nacional del Agua reporta que existen 26 Consejos de Cuenca en todo el país, mismos que se presentan en la siguiente figura.

Figura 19. Consejos de Cuenca instalados en el país



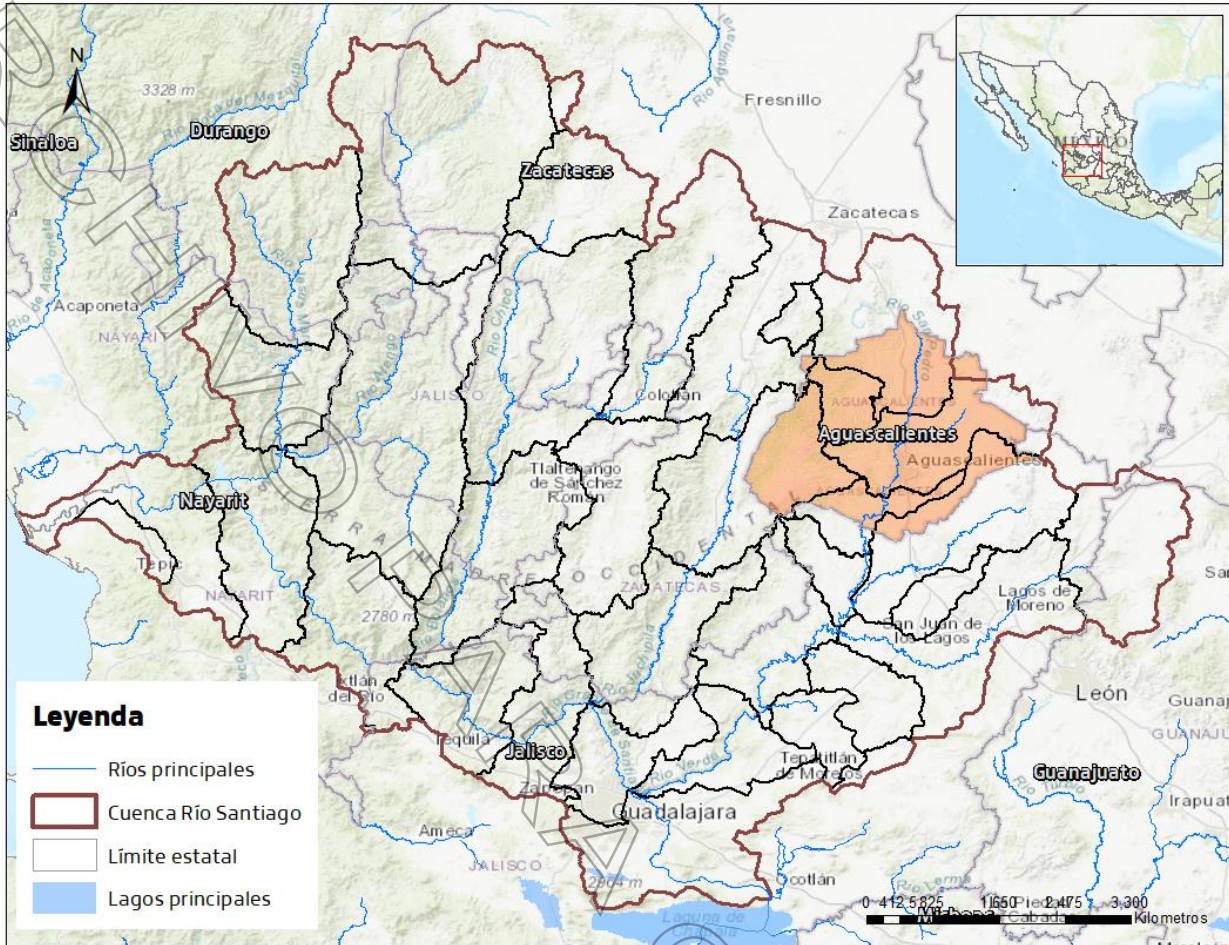
Fuente: Elaboración propia con base en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110940/Generalidades_Consejos.pdf. CONAGUA 2021

En las reformas de la Ley de Aguas Nacionales del año 2004 se fortalecieron y ampliaron las atribuciones de los Consejos de Cuenca, estableciendo que su organización debe considerar un Comité Directivo, una Asamblea General de Usuarios y una Comisión de Operación y Vigilancia (COVI). En la siguiente figura se presenta la estructura básica para la operación de los Consejos de Cuenca.

Al interior del Consejo de Cuenca se conforman órganos auxiliares como las Comisiones de Cuenca, Comités de Cuenca y Comités Técnicos de Aguas Subterráneas, órganos colegiados de integración mixta, que podrán constituirse por acuerdo de los integrantes del Consejo de Cuenca o de la COVI, para apoyar en el ejercicio de sus funciones, en torno a una delimitación geográfica definida.

El Consejo de Cuenca del Río Santiago, del cual forma parte el estado de Aguascalientes, fue instalado el 14 de julio de 1999, como una instancia de coordinación y concertación entre las dependencias y entidades federales, estatales, municipales además, de los representantes de los usuarios de la cuenca hidrológica, con objeto de formar y ejecutar programas y acciones para la mejor administración del agua, el desarrollo de la infraestructura hidráulica y de los servicios respectivos, pero sobre todo de la preservación de los recursos de las regiones hidrológicas. En la siguiente figura se presenta el área geográfica que integra el Consejo de Cuenca del Río Santiago.

Figura 20. Extensión de la cuenca del Río Santiago



Fuente: Elaboración propia con base en la información del DOF 26/abril/2017

En el Consejo de Cuenca, conjuntan esfuerzos los representantes usuarios y gubernamentales de los estados de Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Jalisco, Nayarit y Zacatecas. En este sentido, los proyectos, acciones e inversiones que se llevan a cabo en el ámbito de la Cuenca, consideran en la mayoría de los casos, objetivos y metas diferentes a los que se plantean en el seno del Consejo.

Aunado a esta condición, se observa una constante rotación de los representantes de los Estados y poca participación de funcionarios de algunas de las dependencias que se considera deberían formar parte del consejo. Esta condición, ha provocado la falta de continuidad en los trabajos y, por ende, disminución del interés de los diferentes actores de la sociedad civil en continuar participando.

Entre los órganos auxiliares que se ubican dentro del Consejo de Cuenca, se identifican los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS) de Ocampo, Guanajuato y del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación; en los estados de Zacatecas, Aguascalientes y Jalisco. Este último mantuvo por varios años una activa participación en los procesos de fortalecimiento de la participación de los usuarios de cada uno de los Estados.

2.11.2. Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación

En el estado de Aguascalientes se identifican 5 acuíferos, sin embargo, el acuífero del Valle de Aguascalientes es el único que cuenta con un COTAS denominado Acuífero Interestatal, que comprende tres acuíferos geo hidrológicamente conectados: Valle de Aguascalientes, en Aguascalientes, Ojocaliente en el estado de Zacatecas y Encarnación en el estado de Jalisco.

El COTAS inicio su proceso de conformación en el año 2000 y se constituyó legalmente en el año 2002. A partir de su constitución, el COTAS Interestatal tuvo gran recibimiento por parte de los representantes usuarios y autoridades. Se realizaron reuniones frecuentes y participaciones de diferentes actores de ámbitos científicos, empresariales, agrícolas y de educación. El COTAS Interestatal logró impulsar el desarrollo de estudios y capacitaciones a usuarios de diferentes usos. A partir de las actividades del COTAS, se realizó

una Propuesta de Plan de Manejo del Acuífero, a nivel Gran Visión que sirvió como base para realizar un Plan Integral.

En el año 2004, se conformó una Gerencia Operativa en la cual se contaba con personal técnico y administrativo para atender de manera permanente, las necesidades y dar seguimiento a las propuestas, acciones y proyectos propuestas en el seno del Comité.

Para el financiamiento de la operación de la Gerencia se establecieron aportaciones por parte de Gobierno Federal, a través de la CONAGUA y contrapartes de los Gobiernos de los tres Estados. Esta condición duró varios años con lo cual el COTAS se fortaleció, tomándose como referencia a nivel nacional, sin embargo, a partir del año 2012, comenzó una reducción en el presupuesto para operación de la Gerencia y por ende la disminución de sus actividades, hasta su clausura en el año 2016. Actualmente las actividades que realiza el COTAS son mínimas y prácticamente se ha cerrado el espacio, definido por la ley, para la interacción y diálogo entre autoridades y los diferentes grupos usuarios en el acuífero.

2.11.3. Consejos Directivos de los Organismos Operadores

La totalidad de los Organismos Operadores de los servicios de agua de los municipios en el Estado, están constituidos como Organismos Públicos Descentralizados y cuentan con un Consejo Directivo que, de acuerdo con el Artículo 28, de la Ley del Agua del Estado de Aguascalientes, establece:

“El Consejo Directivo se integrará con:

- I. El Presidente Municipal, quien lo presidirá;*
- II. El regidor de la Comisión correspondiente;*
- III. Un representante del Instituto;*
- IV. Un representante por cada uno de los siguientes usuarios: Domésticos, que podrá ser quien represente a los Comités de colonos acreditados ante el Municipio; Comerciales, de servicios, agropecuario e industriales, pudiendo ser los titulares de las cámaras o de sus agrupaciones gremiales.*

El Director General del organismo fungirá como Secretario del Consejo Directivo, a cuyas sesiones asistirá con voz, pero sin voto. Se podrá invitar a formar parte del Consejo Directivo al Síndico y al responsable de los servicios públicos, y con voz, pero sin voto, a representantes de las dependencias federales, estatales o municipales, así como a representantes de otros usos.

En la conformación de estos Consejos se busca la participación de la sociedad civil y que los proyectos y acciones, tengan una visión más allá de administraciones municipales.

Si bien estos Consejos se han conformado, hace falta su fortalecimiento y su independencia de los Ayuntamientos en la toma de decisiones para mejorar la operatividad de los Organismos. En la definición de la estructura tarifaria, asignación de apoyos y descuentos a usuarios morosos, e incorporación de personal a cada Organismo, el mayor peso continúa siendo el de las autoridades municipales y por ende con visiones no siempre que atienden a necesidades técnicas.

En paralelo del Consejo Directivo de los Organismo Operadores, la ley contempla un Consejo Consultivo, conformado por especialistas y representantes, cuyas actividades se enfocarán en:

- i. Asesorar en la mejora de gestión del organismo operador, haciendo las observaciones y recomendaciones para su funcionamiento eficiente, eficaz y económico
- ii. Opinar sobre los resultados del organismo
- iii. Proponer mecanismos financieros o crediticios
- iv. Coadyuvar para mejorar la situación financiera del organismo
- v. Promover entre los usuarios el uso eficiente del agua y el cumplimiento de sus obligaciones
- vi. Asesorar, valorar, analizar y emitir recomendaciones sobre los programas y acciones del Organismo

Este Consejo contemplado en la Ley busca la participación de la sociedad en la toma de decisiones, a la fecha, este consejo consultivo sólo se ha conformado para el municipio de Aguascalientes.

La participación de la sociedad organizada en la toma de decisiones a nivel municipal, estatal o en el propio Consejo de Cuenca, sustentada tanto en la Ley de Aguas Nacionales, como en la Ley del Agua del Estado, busca que la visión de los proyectos trascienda la duración de administraciones gubernamentales. La visión a largo plazo es fundamental para conseguir los objetivos y metas de los proyectos necesarios para mejorar la gestión del recurso hídrico en el Estado.

2.11.4. Organizaciones de la sociedad civil

En el Estado se identifican asociaciones cuyos objetivos se enfocan en mayor o menor medida a la preservación del medio ambiente, destinando parte importante de sus actividades al cuidado del agua, sin embargo, no se percibe una coordinación entre ellas, ni con las autoridades. Esta falta de coordinación, limita el impacto de sus actividades. En su momento el COTAS, buscó conformarse como un punto de encuentro para estas asociaciones y servir como enlace para la coordinación, pero actualmente no se observan trabajos en ese sentido.

El COTAS por muchos años interactuó con la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Fundación Produce, Consejo Estatal Agropecuario, Movimiento Ciudadano por el Agua, Grupo de Industriales de Aguascalientes, entre otras. Mediante procesos de planeación participativa se elaboraron los documentos *Escenarios del Agua 2015 y 2030 en el acuífero interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación: Acciones para un desarrollo con sostenibilidad ambiental* publicado en 2006 y *Acciones prioritarias para el desarrollo sostenible del acuífero interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación* publicado en 2008.

2.12. IMPACTO DIRECTO E INDIRECTO DEL SECTOR INDUSTRIAL Y TENDENCIA DE CRECIMIENTO

En las últimas décadas el estado de Aguascalientes ha tenido un desarrollo importante al insertarse como eslabón en el proceso de producción económica mundial, a partir de un proceso de industrialización que lo sitúa entre las primeras cinco entidades con mayor crecimiento económico en las últimas décadas.

De acuerdo con los Censos Económicos realizados por el INEGI, el sector industrial y de servicios es el que ha presentado mayor dinamismo en la economía del Estado. Los resultados de los Censos Económicos 2019 muestran que en Aguascalientes se captó un total de 53 939 unidades económicas²⁹; la tasa de crecimiento media anual fue de 2.6 % en el periodo de 2014 a 2019. Actividades como fabricación de partes para vehículos automotores y abarrotes y alimentos al por menor mantuvieron el mismo lugar durante los últimos tres censos. La industria de las bebidas creció, pues de ocupar el décimo octavo lugar en 2013, para 2018 se ubicó en el noveno sitio.

El valor de la producción en el sector manufacturero había presentado un constante crecimiento hasta el año 2019 alcanzado los 296,400 millones de pesos, mientras que, de enero a octubre del año 2020, sumó los 239,400 millones.

El dinamismo en la actividad industrial y por ende en la creación de fuentes de empleo, ha generado que las tasas de crecimiento de población sean superiores a las que se presentan a nivel nacional, tal y como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 39. Dinámica de crecimiento de la población

	1990	2000	2010	2015	2020
Población Nacional	81,249,645	97,483,412	112,336,538	119,530,753	126,014,024
Tasa de Crecimiento	-	1.84%	1.43%	1.25%	1.06%
Población Aguascalientes	719,659	944,285	1,184,996	1,316,032	1,425,607
Tasa de crecimiento		2.75%	2.30%	2.12%	1.61%

Fuente: Censos y Conteos de Población. INEGI

Este crecimiento de la población se ha reflejado en incrementos en el volumen de agua que se demanda para atender el uso público urbano, principalmente en la Zona Metropolitana de Aguascalientes.

2.12.1. Agua y la industria

La totalidad del agua que utiliza la industria se abastece de agua subterránea, siendo el área que comprende el acuífero del Valle de Aguascalientes, la zona donde se asientan mayor número de Industrias.

Al año 2020 según la información de la CONAGUA, para el uso industrial se cuenta con 112 pozos de los cuales se tienen concesionados 11,813,494 m³/año. Considerando lo descrito en el apartado anterior, en el 2019, el valor de la producción de la industria manufacturera alcanzó los 296,400 millones de pesos, se puede determinar que la productividad del agua en la industria alcanza los 25,090 \$/m³.

²⁹ Unidad económica es un concepto se usa en el contexto de la Economía y las finanzas públicas y se refiere a individuos y organizaciones en cuyo comportamiento se interesa la economía y que analíticamente pueden considerarse unidades de decisión.

Al hacer el comparativo con el año 2015, el volumen de agua que se destina a la industria únicamente alcanzaba los 9,091,880 m³/año en tan solo 80 pozos y el valor de la productividad del agua en la industria alcanzó en ese año los 20,613 \$/m³.

Considerando la Información de la CONAGUA y el INEGI, el crecimiento del volumen de agua que se destina al uso industrial en tan solo 5 años es del 29.93%, mientras que, el incremento de la productividad del agua en ese sector se incrementó tan solo un 21.71%.

Debido a que los acuíferos del Estado están publicados sin disponibilidad, no existen condiciones para otorgar concesiones a nuevos establecimientos industriales, situación que obliga a obtener el derecho de aprovechamiento, a partir de una transmisión de derechos de agua de otro usuario.

2.12.2. Aguas residuales y la industria

Aun cuando en otros Estados se ha impulsado el reúso de agua, para destinarlo a la Industria o la generación de energía, en Aguascalientes no se identifica que el sector manufacturero esté incorporando esta agua en sus procesos.

En el Estado se cuenta con líneas de conducción de aguas tratadas denominadas Líneas Moradas, las cuales se han destinado para el riego de algunas áreas verdes, como es en caso de la que se ubica en la Planta de los Sauces, para regar algunos camellones de la Av. Aguascalientes Poniente, o el caso de la PTAR Pocitos, que abastece de agua para regar los campos de golf del Club Campestre.

Sin embargo, no se ha logrado la construcción de Líneas Moradas para abastecer a la industria, lo que pudiera significar un ingreso de recursos financieros adicionales al INAGUA, además de un incentivo para el establecimiento de industrias que no requieran agua potable para su operación.

2.13. ANÁLISIS DEL PLAN ESTATAL DE DESARROLLO (PED) 2016-2022 Y DEL PLAN AGUASCALIENTES 2025

2.13.1. Plan Estatal de Desarrollo

“El PED 2016-2022 se sustenta en el marco normativo vigente y se alinea con las metas del Plan Nacional de Desarrollo 2019–2024, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU (PNUD) y el Plan Aguascalientes 2045, para construir escenarios de desarrollo nacionales e internacionales y cumplir con la planeación del desarrollo estatal, que garantice la equidad y justicia, el crecimiento de la economía y coadyuve a consolidar la independencia y la democratización política, social y cultural del Estado. El PED 2016-2022 busca impulsar la planeación estratégica sobre las responsabilidades de la administración estatal, y para ello se integra en cinco grandes ejes, agrupados de acuerdo con las características de los proyectos, ya sean sociales, económicos, de seguridad y gobernanza, medio ambientales y de infraestructura”.

En el contexto regional el PED considera como objetivo integrar una agenda estratégica que permita definir el rumbo deseable y posible para la región integrada por los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, Querétaro y San Luis Potosí. La alianza busca entre muchos propósitos, consolidar un modelo de desarrollo sostenible que sea ejemplo a nivel nacional y garantizar un desarrollo con sostenibilidad ambiental.

En el Plan Estatal de Desarrollo también se refleja la visión del PND y en el tema del recurso hídrico se propone: crear, fortalecer y mantener la armonía entre los centros de población y entorno natural, considerando el uso más racional de los recursos naturales y cuidando las zonas con alto valor sustentable.

Por lo anterior, uno de los programas estratégicos que se definieron en el PED 2016-2022, es el Plan Hídrico Estatal el cual tiene como objetivo principal: *Garantizar la disponibilidad y calidad del recurso hídrico en el Estado, fomentando en la sociedad el uso eficiente del agua y su reutilización en los sectores agrícola, industrial y público urbano; coadyuvando a la sustentabilidad de los sistemas acuíferos granulares del Estado; y conservando los cuerpos de agua mediante la reducción del efecto de la evaporación a través de la inducción del agua de lluvia en áreas permeables.*

Otros programas del sector hídrico que se han planteado en el PED como prioritarios son:

- Regeneración de la cuenca del río San Pedro y su afluente al río Verde a través del mejoramiento de sus características ambientales, sanitarias y estéticas.
- Gestión sustentable del agua subterránea
- Complementariedad hídrica a través del uso de agua renovada

2.13.2. Plan Aguascalientes 2045

Finalmente, como un documento asociado, se menciona el Plan Aguascalientes 2045 el cual considera 15 objetivos estratégicos, entre los cuales se puede destacar el siguiente:

Objetivo estratégico 10: Alcanzar un aprovechamiento sustentable del acuífero a través del uso del agua de lluvia, el agua superficial y el agua tratada con una planeación integral de largo plazo.

En la siguiente tabla se indican las estrategias y proyectos contemplado dentro de este objetivo estratégico.

Tabla 40. Estrategias y proyectos del Objetivo Estratégico 10 del Plan Aguascalientes 2045

<p>Objetivo 10. Alcanzar un aprovechamiento sustentable del acuífero a través del uso del agua de lluvia, el agua superficial y el agua tratada con una planeación integral de largo plazo.</p>
<p>Estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incrementar la sustentabilidad del sector agrícola con infraestructura estratégica • Impulsar la recarga del acuífero con una explotación equilibrada • Proteger y restaurar el medioambiente • Dotar de agua potable suficiente a la población • Sanear los cuerpos y afluentes de agua • Impulsar un desarrollo regional equilibrado • Fomentar un desarrollo urbano y de vivienda sustentable y resiliente • Implementar un plan hídrico que asegure la viabilidad del Estado
<p>Proyectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitar los sistemas obsoletos de agua potable y alcantarillado para incrementar su eficiencia, aumentando así la disponibilidad de agua tratada • Construir el acueducto de la presa Calles a la ciudad de Aguascalientes • Crear el Observatorio de Agua en el Estado • Tecnificar el 100% de la superficie agrícola de 7 unidades de riego que utilizan agua superficial y concluir la tecnificación del Distrito de riego 01 • Lograr el saneamiento del río San Pedro y de sus afluentes con plantas de tratamiento obligatorias en cada industria y fraccionamiento

Fuente: Plan Aguascalientes 2045. Gobierno del Estado de Aguascalientes

El Gobierno del estado de Aguascalientes reconoce prioridades en los diversos sectores y la necesidad de que las organizaciones y los actores colaboren unos con otros en acciones transversales; por otra parte, se considera prioritario que la sociedad responda y confíe en su gobierno. Por alguna razón, la planeación hídrica y sus implicaciones en el desarrollo del Estado, no obstante estar descritos con claridad en sus diversos elementos en el PED y constituir una estrategia del Objetivo estratégico 10, no forma parte de los proyectos estratégicos de este Plan.

2.14. JUSTIFICACIÓN DE PROYECTOS Y PROGRAMAS CON LOS RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO Y ESCENARIOS FUTUROS

2.14.1. Síntesis de la problemática

El diagnóstico confirma problemas graves que atentan en contra de la sustentabilidad ambiental y el desarrollo del Estado. La problemática descrita en el diagnóstico puede resumirse en los siguientes problemas prioritarios que justifican las estrategias y acciones clave propuestas en el programa:

1. **Oferta insuficiente** de agua para atender las demandas en cantidad y con la calidad necesaria en un contexto en el cual las curvas de la oferta y la demanda tienden a separarse generando una brecha que hasta ahora se ha resuelto con la **sobreexplotación persistente durante 5 décadas de las fuentes subterráneas, que se estima se agravaría, ante una sequía o bajo escenarios de cambio climático**. Preocupa fundamentalmente el Valle de Aguascalientes en donde se manifiestan con mayor gravedad los abatimientos de niveles de bombeo, el deterioro de la calidad del agua que se extrae de una profundidad cada vez mayor, los agrietamientos y la subsidencia.
2. **Baja eficiencia operacional de los sistemas de agua potable** que siguen perdiendo cerca de la mitad del agua en fugas y agua no contabilizada.
3. **Costo creciente de manejo y tratamiento de las aguas residuales** que gravita sobre las finanzas del Estado y los municipios. **No se cumple en Aguascalientes la máxima universal “el que contamina paga”** por el tratamiento para renovar la calidad al nivel que establecen las normas o las condiciones particulares de descarga (CPD) en su caso.
4. **Problemas de contaminación persistente en colectores y afluentes del río San Pedro que cruzan la zona urbana**, así como el deterioro del cauce en su sección, riberas y de su función potencial como parte del paisaje urbano y zona de esparcimiento de la ciudad.
5. **Se han demorado las acciones pendientes para completar la tecnificación del Distrito de Riego No 01, Pabellón**, así como para continuar mejorando le eficiencia de riego en las unidades que se riegan con agua superficial.
6. **No se ha dado seguimiento a acciones para reducir el bombeo de los acuíferos**, y por el contrario se han incrementado los caudales de agua subterránea para uso público urbano.

7. La autoridad del agua en el Estado, tanto la instancia federal como la estatal, carecen hasta ahora de la capacidad y recursos necesarios para la reglamentación, control y monitoreo de los aprovechamientos hídricos y para coordinar las acciones transversales que se precisan, relacionadas con el ordenamiento ecológico y ambiental.

2.14.2. Elementos clave de la estrategia en el PHE 2021-2050

Es indispensable frenar el proceso de minado de acuíferos y contaminación de cauces, esto, mediante: i) acciones efectivas de mejoramiento de eficiencias ii) monitoreo integral de calidad del agua en colectores y cauces, iii) medición de los volúmenes que se extraen, iv) controlar la sobreexplotación y v) llevar a cabo un monitoreo continuo de la calidad del agua, a fin de asegurar que Aguascalientes puede contar con el agua necesaria para su desarrollo.

Se tienen estudios y proyectos conceptualizados y en ejecución y para atender cada uno de los renglones de la problemática señalada:

- **El Proyecto de Agua Segura para el Valle de Aguascalientes**, como proyecto de economía circular, considera la recuperación del agua de 5 plantas de tratamiento de aguas municipales, localizadas al margen del río San Pedro, que son: Jesús María, Pocitos, Saucos, Arellanos y la de la ciudad de Aguascalientes, que en conjunto cuentan con una capacidad instalada de saneamiento de aproximadamente de 2,900 l/s.

A partir de un cárcamo de bombeo en la Planta de Tratamiento de Aguas Municipales de la ciudad de Aguascalientes se bombeará un caudal de 2,500 l/s a conducir a través de una distancia aproximada de 63.9 km, hasta la Presa Plutarco E. Calles, donde el agua tendrá un tiempo de residencia hidráulico para su estabilización y dilución.

Aprovechando la infraestructura de conducción existente, se construirá una obra de toma para un caudal de 2,000 l/s de agua que se conducirá a una potabilizadora del tipo de oxidación avanzada, en el municipio de Pabellón de Arteaga, de donde se llevará a través de un acueducto recorriendo una distancia aproximada de 62.9 km, hasta los tanques de distribución El Molino, El Cóbano, y el Tecnológico, que se encuentran por el costado oriente y al lado poniente hasta el Tanque La Cantera, en la ciudad de Aguascalientes.

El objetivo del proyecto es “Garantizar el abasto de agua potable de calidad al Valle de Aguascalientes, por los próximos 30 años, mediante la sustitución de agua subterránea por agua superficial cumpliendo las normas de calidad exigidas para uso y consumo humano”.

En un ejercicio de gobernanza, de concertaciones y acuerdos entre sociedad y gobierno se lograrán los siguientes resultados:

Sociales: Se garantizará el suministro de agua de calidad para los habitantes de la ciudad de Aguascalientes para los próximos años, evitando en un futuro la racionalización del agua.

Económicos: Aguascalientes es hoy un centro económico atractivo para la inversión industrial por la disponibilidad de recursos y se capitalizarán los esfuerzos e inversiones a realizar en la infraestructura de servicios.

Técnicos: Con las inversiones a realizar se incrementará la eficiencia y gestión del Organismo Operador del Agua.

Ambientales: Derivado de la sustitución de las fuentes de abastecimiento actuales, el acuífero Valle del Aguascalientes se podrá estabilizar y se prevé como reserva para los años de eventuales sequías.

Salud: Con la sustitución del agua de mala calidad que se extrae actualmente de los pozos, por la de aguas superficiales se estarán cumpliendo con las normas de calidad de salud vigentes.

- **El Proyecto Fortalecimiento de Instituciones** para robustecer la autoridad estatal coadyuvante de la CONAGUA, con capacidad de gestión para:
 - Llevar a cabo la reglamentación de los acuíferos, su promoción, documentación e implementación, planes de manejo y los programas de medición directa o indirecta de los volúmenes de extracción de agua subterránea. Esto último puede ser mediante la instrumentación y telemetría de pozos para control de extracciones, o mediante el diseño y aplicación de un algoritmo para estimar la extracción de los pozos con base en el consumo de energía eléctrica.
 - Llevar a cabo estudios geo hidrológicos y censos de aprovechamientos para actualizar la situación de los acuíferos y rescatar a sus organizaciones de usuarios.

- Promover la adecuación de los volúmenes concesionados en los títulos de concesión para ajustarlos a un valor sustentable que equivale a eliminar la sobre concesión.
- Diseñar una propuesta en conjunto con la CONAGUA, SEDRAE, SADER y la SHCP para un nuevo instrumento de apoyo a los usuarios de agua de pozo, orientado a la tecnificación de sistemas de riego, con el objetivo concreto de reducir la extracción de agua subterránea e incrementar su productividad, promoviendo la coordinación entre los usuarios, la SEDRAE y otras organizaciones como la Fundación Produce.

Cada acción enunciada tiene un propósito específico en términos de alcanzar los objetivos principales y al mismo tiempo asegurar que se cumple con la normatividad hídrica y ambiental. Cada acción, se ve reflejada en una tabla de balance hídrico en el tiempo. Adicionalmente se deben llevar a cabo:

- El Proyecto de modernización y fortalecimiento institucional de los Organismos Operadores de sistemas de agua y saneamiento en los municipios.
- El Proyecto de rehabilitación y control de contaminación del río San Pedro y afluentes.
- El Observatorio del Agua, con generación y seguimiento de los indicadores de desempeño del Plan Hídrico Estatal y potenciador de la Cultura del Agua³⁰

Estas acciones son fundamentales para la construcción de un escenario sustentable que es desarrollado en el siguiente apartado y el cual es comparado con uno inercial, considerando que no se realizan acciones prioritarias.

2.14.3. Construcción de escenarios de oferta y demanda de agua

2.14.3.1. Factores que determinan la oferta y demanda de agua

La oferta de agua está limitada por la disponibilidad en la fuente, por la capacidad de las obras de aprovechamiento y sujeta a variaciones climáticas –más o menos lluvia-, así como a los impactos del régimen de aprovechamiento sobre la sustentabilidad y la calidad del agua de la fuente, como el caso de la sobreexplotación.

La demanda depende principalmente de la dinámica y hábitos de consumo de la población que aprovecha la oferta y de sus actividades productivas, los consumos unitarios y la eficiencia de manejo del fluido en las redes y en sus actividades.

Se pueden enumerar las variables básicas que concurren en el análisis, considerando los principales usos del agua en la entidad:

- Disponibilidad en fuentes.
- Población, distribución espacial y tasa de crecimiento.
- Cobertura de servicio de agua potable, factores y hábitos de consumo de los usuarios, requerimientos unitarios de agua para las actividades productivas.
- Capacidad de producción de agua renovada y nivel de reúso de esta agua en las distintas actividades.

2.14.3.2. La información

De acuerdo con la información oficial acerca de la disponibilidad de agua subterránea, se tiene una extracción de 446.97889 hm³ anuales en los cinco acuíferos del Estado y una recarga natural de 326.5 hm³ por lo cual se registra un minado de 136.6 hm³.

La extracción considerada para el análisis es la suma de extracciones para agua potable en las localidades de la entidad, incluyendo la Zona Metropolitana de Aguascalientes, y la extracción de usuarios industriales, comerciales, de servicios públicos y privados y, finalmente, la extracción para riego agrícola.

Los pozos operados en el municipio de Aguascalientes, cuentan con un registro puntual de las extracciones. No así, los otros Organismos Operadores y usuarios. En este caso se parte de estimaciones de dotaciones per cápita similares en las localidades de otros municipios en términos del patrón de consumo y la consecuente demanda de agua. Esta dotación que incluye un elevado porcentaje de pérdidas (entre 36% y 50% del agua distribuida), se estima en 311 l/h/d.

³⁰ La vinculación de los programas sectoriales que se está haciendo en el Estado apuntan hacia una estrategia de cambio. De ahí la importancia del observatorio del agua para que la sociedad se informe del desempeño de instituciones y usuarios.

La población actual y sus proyecciones por localidad y municipio, se obtienen de INEGI y CONAPO. Con los datos de extracción disponibles y estos indicadores es posible determinar la extracción para el abastecimiento de agua potable a la población estimada en 160.72 hm³, cifra que supera el volumen concesionado (129.1 hm³) de agua subterránea a nivel estatal, según datos del REPDA 2020. El resto de los usos, estarían aprovechando la diferencia entre 446.98 hm³ y la cifra estimada de 160.72 hm³ para agua potable.

La extracción agrícola implica una lámina de riego aplicada a la superficie cultivada. Aquí interviene la estimación del volumen promedio de agua superficial disponible para riego en las cuencas, que se almacena en las presas de la entidad. Este volumen se estima en 134.43 hm³. El balance global sólo requiere conocer la superficie total de riego y el volumen total utilizado. Con ello es posible determinar una lámina promedio de riego de 0.776 m. Esta cifra y la dotación de agua potable, son parámetros básicos en la construcción de escenarios de aprovechamiento del agua en la entidad.

El tercer factor clave en el aprovechamiento eficiente del agua es el reúso, o uso de agua renovada para atender la demanda. En principio, se considera en base al diagnóstico, que actualmente se reutiliza el 20% del efluente de las plantas de tratamiento existentes en el Estado. Este volumen es de 20.02 hm³ anuales que se emplean principalmente en el riego de áreas verdes en zonas urbanas y riego agrícola.

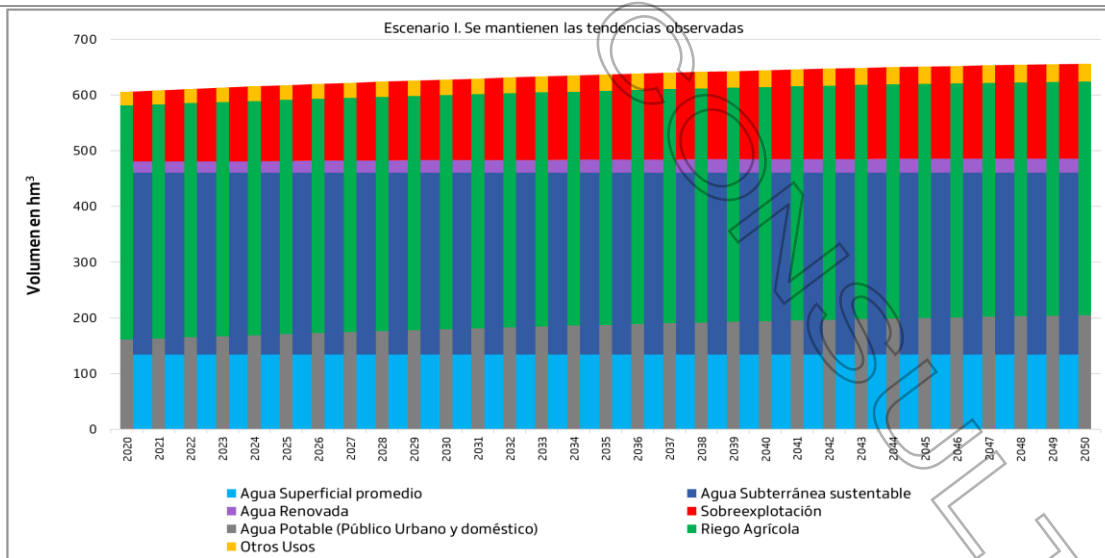
2.14.3.3. Los escenarios

Se desarrolló un modelo de pronóstico en Excel para evaluar el comportamiento de las variables descritas en la disponibilidad (Anexo 2). Se modificaron los parámetros señalados y otros asociados, para proyectar la demanda de agua superficial, subterránea y renovada hasta el año 2050. Modificando las dotaciones y láminas de riego, se evalúa el efecto incrementar la eficiencia en el uso del agua, la capacidad y eficiencia de tratamiento y el porcentaje de reúso.

A continuación, se presentan los resultados gráficos de 3 ejercicios:

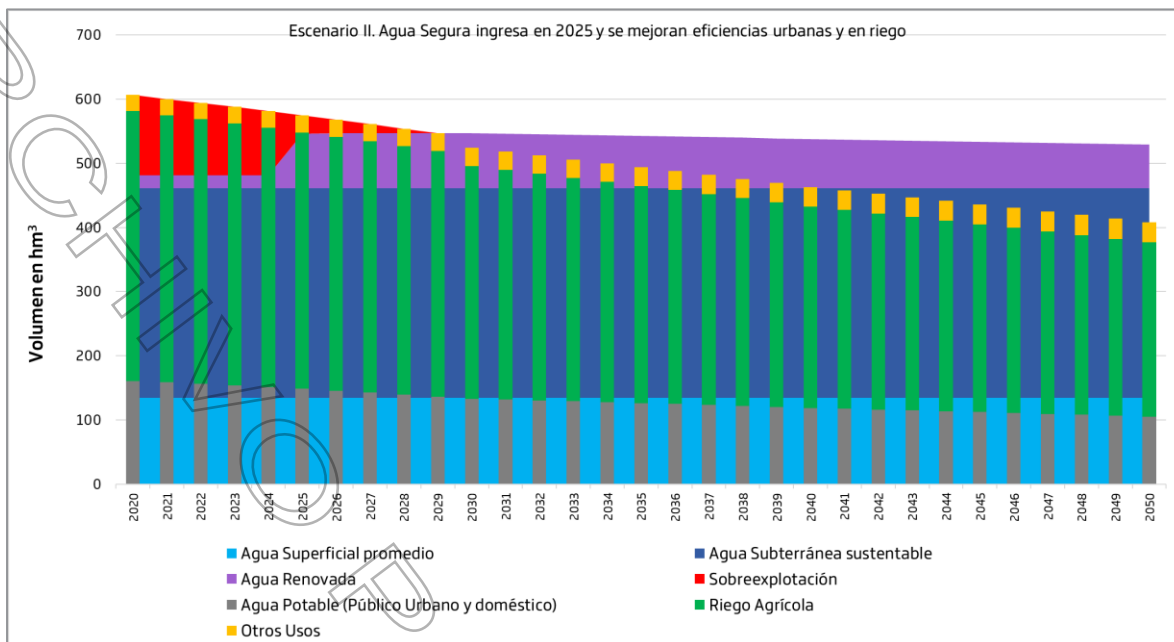
- I. Inercial, en que se mantienen las tendencias observadas
- II. Sustentable, en el que inicia su funcionamiento hacia 2025 el proyecto Agua Segura y se mejoran progresivamente las eficiencias urbanas y agrícolas, y
- III. Intermedio, en el cual solamente ingresa el proyecto agua segura pero no mejoran las eficiencias urbanas ni agrícolas.

Gráfica 20. Escenario inercial



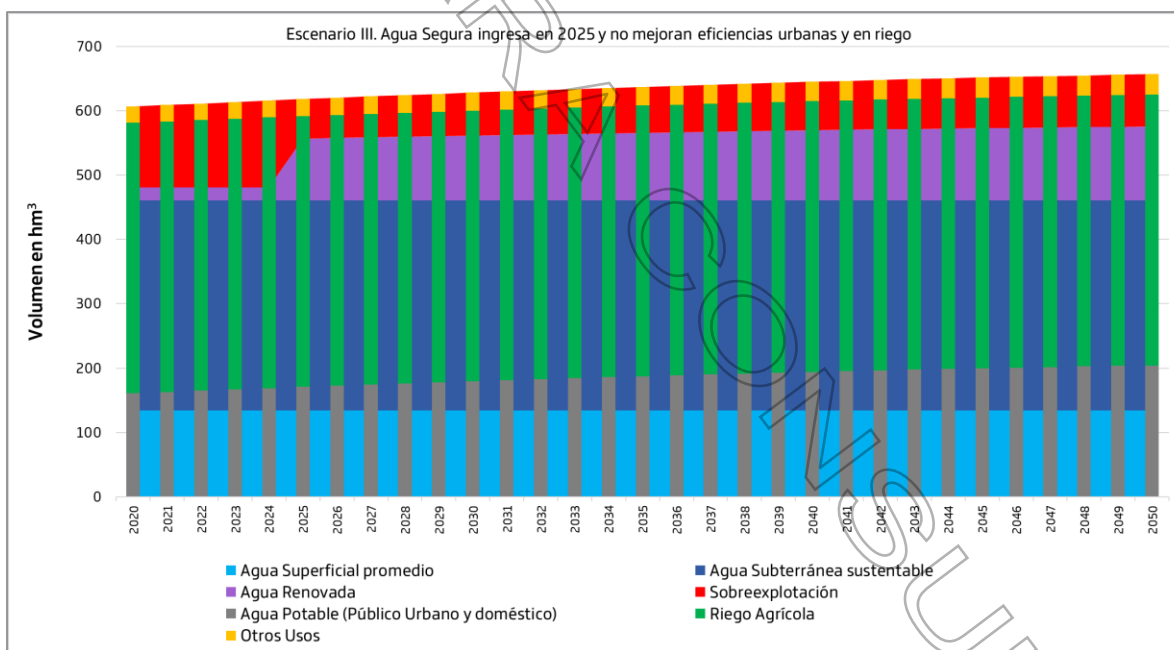
Fuente: Elaboración propia

Gráfica 21. Escenario sustentable



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 22. Escenario intermedio



Fuente: Elaboración propia

En principio, el algoritmo no permite solucionar algunas lagunas de información y de gestión que deben considerarse en la definición de estrategias, políticas y programas. Por ejemplo, la importancia de destinar recursos a programas de apoyo prioritario a los usuarios de aguas subterráneas, básicamente sistemas urbanos y productores agrícolas, con asesoría y vigilancia para lograr una disminución de sus pérdidas en redes y en sistemas de riego. Asimismo, queda abierta en el modelo la opción de intensificar el reúso con el agua renovada producida que no se aprovecharía y es descargada a los cauces; este reúso podrá realizarse ya sea en la agricultura, el uso público urbano o la recarga de acuíferos.

Las conclusiones que resultan con estos 3 escenarios analizados son:

- La inercia llevaría a que la gestión del agua siga aprovechando apoyos oficiales y facilidades para seguir extrayendo los volúmenes que actualmente utiliza, adicionalmente a los necesarios para

atender el crecimiento, con lo cual crece la sobreexplotación y se produce un mayor deterioro en la calidad del agua.

- Se implementan todas las estrategias propuestas en el PHE-2020-2050 y se logra un mejoramiento de la eficiencia en todos los usos, el ingreso del Proyecto Agua Segura tiene una influencia inmediata sobre la extracción de agua subterránea que se apoya la reducción de pérdidas urbanas y lámina de riego.
- El impacto inicial sobre el acuífero al sustituir 63 hm³ por agua renovada, no logra cancelar la sobreexplotación si el uso urbano y la agricultura de riego no mejoraran la eficiencia.

2.14.3.4. Hacia un programa de ajuste gradual

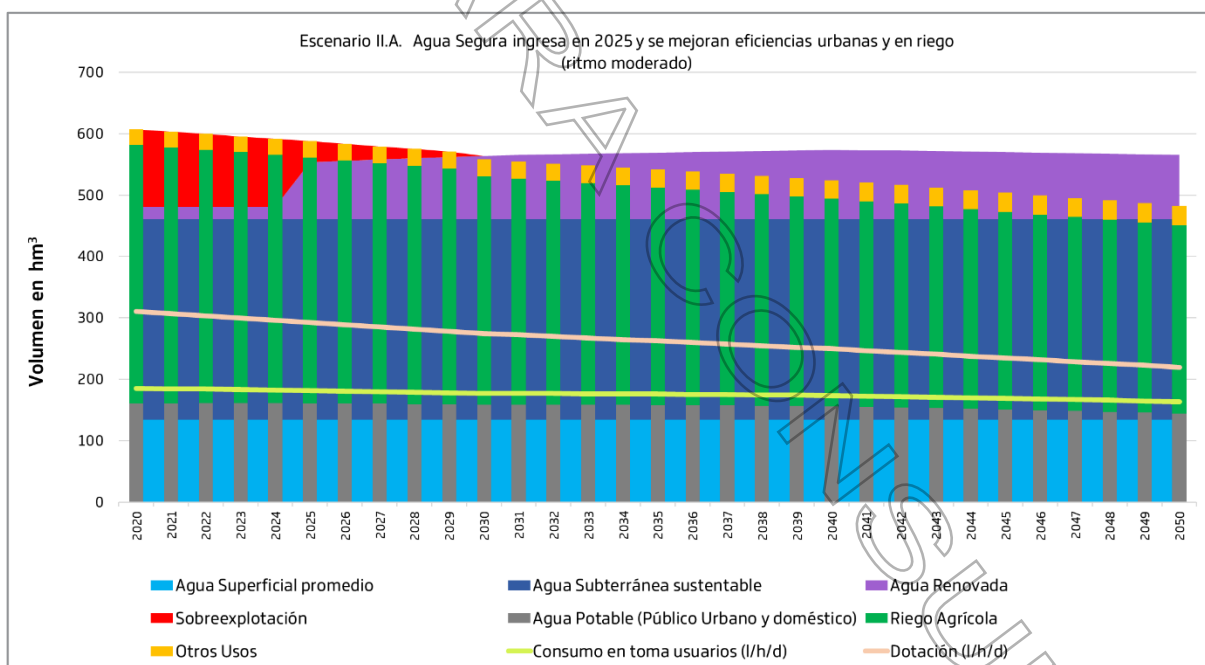
Las conclusiones muestran en primer lugar el efecto de dos escenarios extremos, el aprovechamiento de las fuentes continúa como hasta ahora y, en consecuencia, se incrementa la sobreexplotación, los hundimientos y el deterioro de la calidad del agua.

La segunda opción, aplica las recomendaciones de mejorar eficiencias y aprovechamiento de agua renovada con el proyecto de Agua Segura, pero plantea un gradiente de cambio en los niveles de eficiencia que puede resultar forzado y es además innecesario.

El tercer escenario muestra claramente que el ingresar el proyecto de Agua Segura tiene un efecto importante pero no suficiente, si no mejora la eficiencia en el uso urbano y agrícola de agua subterránea.

Una variante del escenario II que logra el objetivo de sustentabilidad en un plazo ligeramente mayor con programas tanto en las zonas urbanas como en la agricultura que lograrían adecuar sus eficiencias en forma más gradual.

Gráfica 23. Escenario intermedio



Fuente: Elaboración propia

Se agregan dos variables al gráfico: el consumo per cápita de los usuarios de agua potable que, como puede apreciarse, sólo se reduce 12% en 30 años, y la dotación promedio, que incluye el consumo per cápita y las pérdidas físicas las cuales, al disminuir, van cerrando la brecha con el consumo y permiten reducir la dotación 29% en los 30 años. La lámina de riego, por su parte, sólo se reduce un 23% en el mismo período, de 77.6 cm a 60 cm, producto de la tecnificación.

3. ALINEACIÓN CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y ESTRATEGIAS DEL PNH 2019-2024

Los objetivos de desarrollo sostenible, son 17 objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad. A nivel mundial, para alcanzar estos objetivos se establecen acuerdos entre los países para incorporarlos en sus planes nacionales y estatales. El Plan Hídrico propuesto atiende de manera directa al objetivo de desarrollo sostenible número 6, agua potable y saneamiento, así como los objetivos 11, ciudades y comunidades sostenibles y al objetivo 13, Acción por el clima.

Figura 21. Objetivos de Desarrollo Sostenible



Fuente: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

La alineación al objetivo 6, está presente tanto en la visión de largo plazo del Plan Hídrico Estatal, como en los objetivos, estrategias y proyectos. El objetivo 6, busca asegurar el acceso seguro al agua de calidad a un precio asequible y en condiciones de equidad, con especial atención a mujeres, niñas y personas en situación de vulnerabilidad, así como al saneamiento básico. Lo anterior, en concordancia con los objetivos del Plan Nacional Hídrico. Al mismo tiempo, se busca el restablecimiento de los ecosistemas para garantizar el derecho a un ambiente sano, fomentando la participación social y la cooperación internacional para la creación de capacidades que permitan alcanzar las metas en el 2030, aspectos considerados parte importante tanto en el proyecto estratégico, regeneración del río San Pedro como en el proyecto de creación del Observatorio del Agua.

Por otro lado, considerando que en el estado de Aguascalientes el 84.08 % de la población, (INEGI 2020) se concentra en zonas urbanas; de manera análoga a lo observado a nivel mundial desde el 2007, con más de la mitad de la población viviendo en ciudades y la tendencia a que alcance hasta un 60 % para 2030. El Plan, al buscar la sustentabilidad hídrica, mediante el proyecto “Agua Segura para el Valle de Aguascalientes” y la disminución de fugas en las redes de agua potable, así como la suma de la totalidad de las acciones consideradas en el plan, hace posible que las ciudades y comunidades de Aguascalientes sean sostenibles, apegándose a las metas del Objetivo 11. Por otro lado, las acciones para mejorar la infraestructura pluvial y las estrategias de prevención; buscan reducir el número de muertes y las pérdidas económicas causadas por desastres relacionados con el agua, así como el impacto ambiental negativo de las ciudades en la calidad del aire y del agua, a través de la construcción de infraestructura amigable con el medio ambiente, incluida desde los lineamientos en la infraestructura hídrica en nuevos desarrollos.

El objetivo 13, acción por el clima, busca reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático manteniendo el aumento global de la temperatura por debajo de 2 grados Celsius y reforzar la capacidad de los países para enfrentar los efectos del cambio climático. En este contexto, la estrategia de saneamiento contribuye a mitigar la emisión de gases efecto invernadero. Las acciones para incrementar el uso eficiente del agua y el monitoreo permanente de la situación de la sequía en el Estado permite mejorar la capacidad del Estado para adaptarse a los impactos negativos consistentes en la disminución de la disponibilidad de agua.

A continuación, se presenta un resumen de la contribución de las estrategias propuestas a los objetivos de desarrollo sostenible ODS:

Tabla 41. Alineación de las estrategias del PHE con el PNH 2019-2024

Objetivo Desarrollo Sostenible	Estrategia en el PHE
<p>Objetivo 1. Fin de la pobreza</p> <p>1.4 Para 2030, garantizar que todos los hombres y mujeres, en particular los pobres y los más vulnerables, tengan los mismos derechos a los recursos económicos, así como acceso a los servicios básicos, la propiedad y el control de las tierras y otros bienes, la herencia, los recursos naturales, las nuevas tecnologías y los servicios económicos, incluida la micro financiación</p> <p>1.5 Para 2030, fomentar la resiliencia de los pobres y las personas que se encuentran en situaciones vulnerables y reducir su exposición y vulnerabilidad a los fenómenos extremos relacionados con el clima y a otros desastres económicos, sociales y ambientales</p>	<p>5. Fortalecimiento técnico y financiero de los Organismos Operadores de Agua</p> <p>8. Protección a centros de población y áreas productivas ante sequías, inundaciones y cambio climático</p> <p>9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas</p>
<p>Objetivo 2. Hambre cero</p> <p>2.3 Para 2030, duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, en particular las mujeres, los pueblos indígenas, los agricultores familiares, los pastores y los pescadores, entre otras cosas mediante un acceso seguro y equitativo a las tierras, a otros recursos de producción e insumos, conocimientos, servicios financieros, mercados y oportunidades para la generación de valor añadido y empleos no agrícolas</p> <p>2.4 Para 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad del suelo y la tierra</p>	<p>6. Fortalecimiento de la productividad y uso eficiente del agua de riego</p> <p>8. Protección a centros de población y áreas productivas ante sequías, inundaciones y cambio climático</p>
<p>Objetivo 6. Agua limpia y saneamiento</p> <p>6.1 De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos</p> <p>6.2 De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad</p> <p>6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial</p> <p>6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua</p> <p>6.5 De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda</p> <p>6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos</p> <p>6.a De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización</p> <p>6.b Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento</p>	<p>2. Reestructuración técnica y financiera del esquema general de gestión de plantas de tratamiento</p> <p>3. Estrategia integral de uso de agua renovada orientada a optimizar su aprovechamiento</p> <p>4. Control de la contaminación mediante la regulación y monitoreo de descargas de aguas residuales tanto a infraestructura municipal, como a cauces</p> <p>5. Fortalecimiento técnico y financiero de los Organismos Operadores de Agua</p> <p>8. Protección a centros de población y áreas productivas ante sequías, inundaciones y cambio climático</p> <p>9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas</p>
<p>Objetivo 11. Ciudades y comunidades sostenibles</p> <p>11.1 De aquí a 2030, asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales</p> <p>11.5 De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad</p> <p>11.b De aquí a 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres</p>	<p>5. Fortalecimiento técnico y financiero de los Organismos Operadores de Agua</p> <p>7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua</p> <p>8. Protección a centros de población y áreas productivas ante sequías, inundaciones y cambio climático</p>

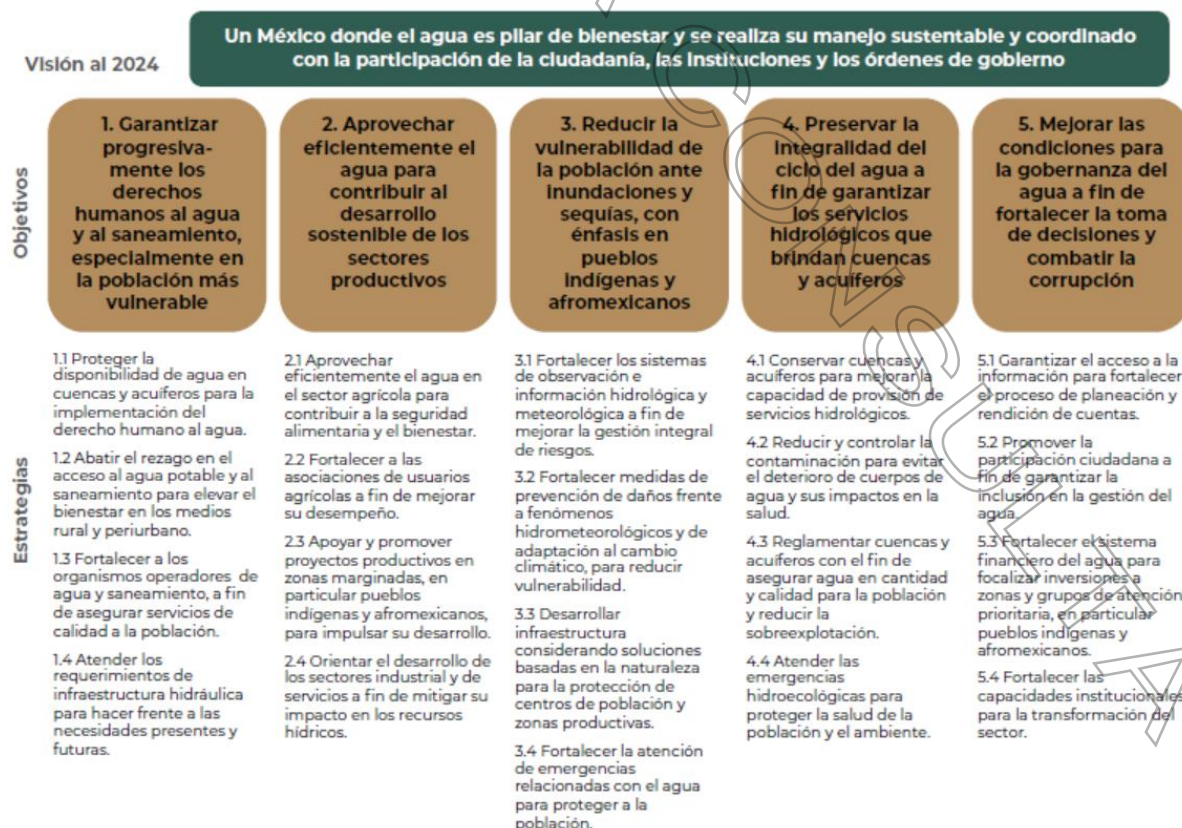
Objetivo Desarrollo Sostenible	Estrategia en el PHE
Objetivo 12. Producción y consumo responsable 12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales	9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas
Objetivo 13. Acción por el clima 13.1 Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países 13.2 Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales	8. Protección a centros de población y áreas productivas ante sequías, inundaciones y cambio climático
Objetivo 15. Vida de ecosistemas terrestres 15.1 Para 2020, velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales 15.2 Para 2020, promover la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, poner fin a la deforestación, recuperar los bosques degradados e incrementar la forestación y la reforestación a nivel mundial 15.3 Para 2030, luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con una degradación neutra del suelo 15.4 Para 2030, velar por la conservación de los ecosistemas montañosos, incluida su diversidad biológica, a fin de mejorar su capacidad de proporcionar beneficios esenciales para el desarrollo sostenible 15.5 Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad biológica y, para 2020, proteger las especies amenazadas y evitar su extinción	9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas

Fuente: Elaboración propia con base en el PNH 2019-2024

3.1. ALINEACIÓN CON LAS ESTRATEGIAS DEL PNH 2020-2024

Considerando la vinculación con los objetivos del PND y los ODS, el PNH atiende cinco problemas públicos y en el siguiente gráfico se muestran los objetivos identificados para dar atención a dicha problemática.

Figura 22. Visión y objetivos del PNH 2019-2024



Fuente: PNH 2019-2024

En la siguiente tabla se alinean las 10 estrategias del PHE con las estrategias del Programa Nacional Hídrico 2019-2024.

Tabla 42. Alineación de las estrategias del PHE con el PNH 2019-2024

Objetivo y Estrategia del PNH	Estrategia en el PHE
Objetivo 1 Estrategia: 1.1 Proteger la disponibilidad de agua en cuencas y acuíferos	1. Fortalecimiento de la autoridad del agua en el estado de Aguascalientes 5. Fortalecimiento técnico y financiero de los Organismos Operadores de Agua 6. Fortalecimiento de la productividad y uso eficiente del agua de riego 7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua
Objetivo 1 Estrategia: 1.3 Fortalecer a los organismos operadores de agua y saneamiento	5. Fortalecimiento técnico y financiero de los Organismos Operadores de Agua
Objetivo 1 Estrategia: 1.4 Atender los requerimientos de infraestructura hidráulica	2. Reestructuración técnica y financiera del esquema general de gestión de plantas de tratamiento 3. Estrategia integral de uso de agua renovada orientada a optimizar su aprovechamiento 10. Diversificación de fuentes de abastecimiento para la zona metropolitana de la ciudad de Aguascalientes
Objetivo 2 Estrategia: 2.1 Aprovechar eficientemente el agua en el sector agrícola	6. Fortalecimiento de la productividad y uso eficiente del agua de riego
Objetivo 2 Estrategia: 2.2 Fortalecer a las asociaciones de usuarios agrícolas	6. Fortalecimiento de la productividad y uso eficiente del agua de riego
Objetivo 3 Estrategia: 3.2 Fortalecer medidas de prevención de daños frente a fenómenos hidrometeorológicos y de adaptación al cambio climático	8. Protección a centros de población y áreas productivas ante sequías, inundaciones y cambio climático 9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas
Objetivo 3 Estrategia: 3.3 Desarrollar infraestructura para la protección de centros de población y zonas productivas	8. Protección a centros de población y áreas productivas ante sequías, inundaciones y cambio climático 9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas
Objetivo 3 Estrategia: 3.4 Fortalecer la atención de emergencias relacionadas con el agua	8. Protección a centros de población y áreas productivas ante sequías, inundaciones y cambio climático
Objetivo 4 Estrategia: 4.1 Conservar cuencas y acuíferos	9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas
Objetivo 4 Estrategia: 4.2 Reducir y controlar la contaminación de cuerpos de agua	4. Control de la contaminación mediante la regulación y monitoreo de descargas de aguas residuales tanto a infraestructura municipal, como a cauces
Objetivo 4 Estrategia: 4.3 Reglamentar cuencas y acuíferos	1. Fortalecimiento de la autoridad del agua en el estado de Aguascalientes
Objetivo 5 Estrategia: 5.1 Garantizar el acceso a la información	7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua
Objetivo 5 Estrategia: 5.2 Promover la participación ciudadana	9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas 7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua
Objetivo 5 Estrategia: 5.3 Fortalecer el sistema financiero del agua	2. Reestructuración técnica y financiera del esquema general de gestión de plantas de tratamiento 5. Fortalecimiento técnico y financiero de los Organismos Operadores de Agua
Objetivo 5 Estrategia: 5.4 Fortalecer las capacidades institucionales	1. Fortalecimiento de la autoridad del agua en el estado de Aguascalientes

Fuente: Elaboración propia con base en el PNH 2019-2024

4. OBJETIVOS, ESTRATEGIAS, INDICADORES Y METAS

El diagnóstico de la situación actual del sector en el Estado, así como las recomendaciones que surgen de su análisis y que han sido expresadas en las reuniones de consulta por funcionarios de las instituciones vinculadas con el sector y con los diversos usos del agua, así como por diversos actores de las organizaciones sociales y académicas, han conducido a la actualización de los objetivos y estrategias, y a perfilar los proyectos hacia la recuperación de la sustentabilidad hídrica y su preservación a largo plazo.

En primer lugar, se incluyeron en forma explícita algunos conceptos y estrategias del PNH 2019-2024, como **garantizar progresivamente el derecho humano al agua y el saneamiento** en el primer objetivo, y el concepto de **provisión de servicios ambientales**, en el objetivo 4 que da pie justamente a la **reglamentación de cuencas y acuíferos**.

En el caso de Aguascalientes el primer objetivo está considerablemente atendido con las coberturas y calidad de los servicios de agua y saneamiento que caracterizan al Estado; sin embargo, es preciso **atender con una óptica más exigente la situación extrema que afecta a las personas y familias que habitan en zonas que no reciben un servicio continuo o con agua de calidad**, a causa de deficiencias en la infraestructura o su operación, tandeos prolongados, agua de pozos con calidad deficiente, así como problemas que ocasiona la **suspensión del servicio a quienes adeudan el pago**, debido a sus limitaciones socioeconómicas, si es que la Ley Estatal lo permite.

En lo referente a la **modernización de la infraestructura** que se considera como estrategia en el segundo objetivo del PNH, aún queda mucho por hacer para alcanzar la sustentabilidad de los sistemas. En la ciudad de Aguascalientes, donde los servicios se han concesionado y se aplican tarifas que se encuentran entre las más elevadas a nivel nacional, no se ha logrado el aprovechamiento eficiente del agua; por lo anterior un objetivo central del programa es la eficiencia en todos los usos y con toda la infraestructura y por lo mismo se requiere un desempeño eficiente y eficaz por parte de los operadores.

También es necesario modernizar la instrumentación, los criterios y los procedimientos de medición y control de la extracción de agua subterránea, considerando que la sobreexplotación es consecuencia, en parte, de una administración deficiente del recurso por parte de la autoridad.

Para reducir la vulnerabilidad ante sequías e inundaciones y mejorar la gobernanza del agua que consideran los objetivos 3 y 5 del PNH se necesita, por una parte, de sistemas de información, prevención y ordenamiento territorial que se espera faciliten la implementación de un programa de manejo de cuencas, y disminuyan los asentamientos humanos en zonas de riesgo por inundación.

Finalmente, los objetivos nacionales del Programa Hídrico contienen una visión amplia del espectro de la problemática que concede especial importancia al agua y el saneamiento como derecho humano y factor de la producción, sin dejar de lado el hecho de que el agua es un bien que provee la naturaleza y ésta debe ser objeto de cuidado y protección por los servicios que proporciona a la sociedad. Todo esto, con un enfoque de dar prioridad a la atención de los sectores sociales más vulnerables y afectados por la pobreza.

El objetivo de consolidar la participación del país en el contexto internacional en materia de agua no figura en forma explícita en los objetivos del PNH 2019-2024, sin embargo, Aguascalientes lo distingue en su Plan Hídrico al considerar programas y proyectos de vanguardia, que se consideran una política de economía circular para el manejo del agua, reúso, enfoque ecosistémico y una postura explícita para ejecutar acciones de mitigación y adaptación ante los efectos del cambio climático global.

4.1. OBJETIVOS

A partir del enfoque del PNH 2019-2024 las circunstancias específicas del estado de Aguascalientes y de sus instrumentos de planeación, se formula el siguiente objetivo general y cinco objetivos en el Plan Hídrico Estatal 2021-2050 en los términos siguientes.

Objetivo general

Desarrollar los proyectos, acciones y programas necesarios para garantizar el *derecho al agua y a un ambiente sano*, así como lograr el *crecimiento sostenible del Estado* de Aguascalientes acorde con la visión del Plan Estatal de Desarrollo 2020-2045, para *mejorar la calidad de vida de los Aguascalentenses*.

Objetivos Específicos

1. Estabilizar y proteger los acuíferos para lograr el crecimiento sostenible del Estado.
2. Proteger y mejorar la calidad del agua superficial con la finalidad de preservar la disponibilidad y lograr la restauración del gasto ecológico.
3. Fortalecer el financiamiento para el tratamiento, renovación y reúso del agua.

4. Fortalecer los esquemas de gobernanza a través de la formalización de convenios, vinculación operativa y seguimiento de los proyectos con impacto directo o indirecto en el recurso hídrico.
5. Proteger a la población y las actividades productivas ante los efectos de sequías e inundaciones.

Los cinco objetivos se subdividen a su vez en once Estrategias, donde se incluyen los proyectos, programas y acciones estratégicas del Plan Hídrico.

4.2. ESTRATEGIAS

1. Fortalecimiento de la Autoridad del Agua en el estado de Aguascalientes.
2. Reestructuración técnica y financiera del esquema general de operación de plantas de tratamiento.
3. Estrategia integral de uso de agua renovada orientada a optimizar su aprovechamiento.
4. Control de la contaminación mediante la regulación y monitoreo de descargas de aguas residuales.
5. Fortalecimiento técnico y financiero de los Organismos Operadores de Agua.
6. Fortalecimiento de la productividad y uso eficiente del agua de riego.
7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua.
8. Protección a centros de población y áreas productivas ante efectos climáticos.
9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas.
10. Diversificación de fuentes de abastecimiento para la zona metropolitana de la ciudad de Aguascalientes.

4.3. INDICADORES Y METAS

A continuación, se presentan por tema, los indicadores que definen la línea de base actual, para los cuales, es necesario mejorar en lo sucesivo, las bases de datos para maximizar la precisión de su cálculo. En el Anexo 3 se presentan en Excel los datos con los que se estimó la línea base y meta de cada indicador.

4.3.1. Generales

Nombre	1. Grado de presión hídrica (indicador convencional de CONAGUA)
Descripción	El indicador medirá la disminución en la presión que se ejerce sobre el recurso hídrico en la zona de estudio. Relación entre el volumen de agua empleado en todos los usos consuntivos respecto a la disponibilidad natural del agua superficial y subterránea. Se considera que, si el porcentaje es mayor al 40%, se ejerce una fuerte presión sobre el recurso. Un porcentaje entre el 10% y 20% representa un grado de presión moderada.
Unidad de medida	Porcentaje
Periodicidad	Anual Es un indicador que solo cambia si se modifican los volúmenes concesionados o la estimación de disponibilidad superficial o subterránea.
Método de cálculo o fórmula	$\frac{\text{volumen total de agua concesionada (Mm}^3\text{/año)}}{\text{disponibilidad natural (superficial + subterránea) (Mm}^3\text{/año)}} \times 100$
Fuentes de información	a) Títulos y permisos de aguas nacionales. REPDA Comisión Nacional del Agua b) Acuerdos de disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales. Comisión Nacional del Agua c) Estudios de disponibilidad de agua subterránea. Comisión Nacional del Agua
Línea base	125.89%
Meta (2050)	93.00% El volumen de agua subterránea concesionado se reduce en un 44%, mientras que el volumen de agua superficial se mantiene igual que en la línea base.

Nombre	2. Grado de presión sobre el agua subterránea
Descripción	El indicador medirá la disminución en la presión que se ejerce sobre el recurso hídrico en la zona de estudio. Relación entre el volumen de agua de origen subterráneo empleado en todos los usos consuntivos respecto a la recarga media del agua subterránea de los acuíferos.

	Se considera que, si el porcentaje es mayor al 40%, se ejerce una fuerte presión sobre el recurso. Un porcentaje entre el 10% y 20% representa un grado de presión moderada.
Unidad de medida	Porcentaje
Periodicidad	Anual Es un indicador que solo cambia si se modifican los volúmenes concesionados o la estimación de disponibilidad superficial o subterránea.
Método de cálculo o fórmula	$\frac{\text{volumen total de agua extraída (Mm}^3\text{/año)}}{\text{recarga media (Mm}^3\text{/año)}} \times 100$
Fuentes de información	a) Títulos y permisos de aguas nacionales. REPDA Comisión Nacional del Agua b) Estudios de disponibilidad de agua subterránea. Comisión Nacional del Agua
Línea base	136.54%
Meta (2050)	90.12% El volumen de agua subterránea concesionado se reduce en un 44% a partir de incrementar la eficiencia física en los sectores agrícola y público urbano y disminuir las extracciones en la zona urbana. (acorde con escenarios)

Nombre	3. Eficiencia macro medición
Descripción	Este indicador permitirá evaluar la certeza de los caudales extraídos y de esta manera determinar el balance hídrico de la zona de estudio. Porcentaje de fuentes de abastecimiento que tienen medidores funcionando con errores de medición menores al 5% con relación al número total de fuentes de abastecimiento en operación.
Unidad de medida	Porcentaje
Periodicidad	Anual
Método de cálculo o fórmula	$\frac{\text{fuentes de abastecimiento con medidor funcionando}}{\text{total de fuentes de abastecimiento en operación}} \times 100$
Fuentes de información	Información básica de prestadores de servicios de agua potable y saneamiento. Comisión Nacional del Agua.
Línea base	84.62%
Meta (2050)	100% Se instalan medidores en todas las fuentes de abastecimiento y se mantiene un monitoreo constante de los datos.

4.3.2. Uso potable (público urbano y doméstico)

Los siguientes indicadores deberán, de preferencia, obtenerse a nivel de municipio, aunque la suma permitirá contar con un indicador estatal.

Nombre	4. Cobertura de agua
Descripción	Se medirá el incremento de habitantes con acceso a servicios de agua potable. Porcentaje de viviendas particulares habitadas que tienen servicio de agua entubada (un sistema entrega el agua dentro de la vivienda o fuera de la vivienda, pero en el mismo terreno) con respecto al total de viviendas particulares habitadas.
Unidad de medida	Porcentaje
Periodicidad	Anual
Método de cálculo o fórmula	$\frac{\text{viviendas particulares habitadas con servicio de agua entubada}}{\text{total de viviendas particulares habitadas}} \times 100$
Fuentes de información	Censos y Conteos de Población y Vivienda. INEGI.

Línea base	99.31%
Meta (2050)	100% Se asegura que la totalidad de viviendas particulares tengan servicio de agua entubada al incrementar la infraestructura de distribución.

Nombre	5. Agua con calidad
Descripción	Este indicador permitirá evaluar el cumplimiento al derecho humano en cuanto a que el agua debe ser salubre y aceptable, es decir debe ser potable (apta para uso y consumo humano -cumple con límites permisibles de calidad establecidos en la NOM-127-SSA1-MOD-2000). Porcentaje de agua potable con relación al total de agua producida.
Unidad de medida	Porcentaje
Periodicidad	Anual
Método de cálculo o fórmula	$\frac{\text{volumen de agua producida que es apta para uso y consumo humano (Mm}^3\text{/año)}}{\text{volumen total de agua producida (Mm}^3\text{/año)}} \times 100$
Fuentes de información	Información básica de prestadores de servicios de agua potable y saneamiento. Comisión Nacional del Agua.
Línea base	93.32%
Meta (2050)	100% Se asegura que la totalidad del volumen de agua producida cumpla con la normatividad para que sea apta para uso y consumo humano, sustituyendo por fuentes de abastecimiento de mejor calidad.

Nombre	6. Población sin suministro regular de agua potable
Descripción	Este indicador permitirá medir el cumplimiento al derecho humano en cuanto a que el suministro de agua potable debe ser suficiente y continuo para el uso y consumo humano (de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud -OMS-, son necesarios entre 50 y 100 litros de agua potable por persona al día para garantizar que se cubren las necesidades más básicas y se eviten problemas en materia de salud). Para determinar este indicador es necesario contar con información de una encuesta en las colonias que están sujetas a tandeos para determinar el porcentaje de viviendas que, en su caso, no reciben agua regularmente o es de mala calidad. Con los resultados se puede calificar desde el caso de no recibir agua del todo hasta aquellos que la reciben cada tercer día, un día a la semana, etc. para establecer prioridades.
Unidad de medida	Porcentaje
Periodicidad	Anual
Método de cálculo o fórmula	$\frac{\text{tomas sin servicio continuo de agua}}{\text{total de tomas de agua}} \times 100$
Fuentes de información	Información básica de prestadores de servicios de agua potable y saneamiento. Comisión Nacional del Agua.
Línea base	20.54%
Meta (2050)	0% Se asegura que la totalidad de las viviendas particulares en la entidad reciben un servicio de agua entubada suficiente y continuo al incrementar la eficiencia física del sistema de agua potable.

Nombre	7. Eficiencia física
Descripción	Con el indicador se medirá el incremento del volumen de agua contabilizada con respecto al volumen total operado, el cual debe estar basado en la macro y micro medición y en la vinculación de estas mediciones con los procesos comerciales de facturación. Porcentaje de agua producida que es

	entregada, medida y facturada a nivel de toma domiciliaria a los usuarios registrados en el padrón de usuarios con relación al volumen de agua producida por el sistema. A nivel mundial o nacional no se ha establecido un índice permisible o adecuado para la eficiencia física, sin embargo, en algunos países desarrollados, la eficiencia física ha llegado a ser hasta del 85% del volumen suministrado. Una buena meta para México sería alcanzar niveles de eficiencia física superiores al 80% ³¹ .
Unidad de medida	Porcentaje
Periodicidad	Anual
Método de cálculo o fórmula	$\frac{\text{volumen de agua facturada (m}^3\text{/año)}}{\text{volumen total de agua producida (m}^3\text{/año)}} \times 100$
Fuentes de información	Información básica de prestadores de servicios de agua potable y saneamiento. Comisión Nacional del Agua.
Línea base	51.03%
Meta (2050)	80% Se reduce el porcentaje de agua no contabilizada en los sistemas de agua potable al reducir las pérdidas físicas, rehabilitar o sustituir tomas domiciliarias y reducir tomas clandestinas.

Nombre	8. Eficiencia comercial
Descripción	Con el indicador se evalúan las prácticas de facturación y cobranza de los servicios de agua. Se estima a partir de la relación entre la recaudación y la facturación de los servicios de agua. En cualquier negocio lo ideal es tener una eficiencia comercial del 100%, actualmente en el municipio de Rincón de Romos se tiene una eficiencia comercial del 97%.
Unidad de medida	Porcentaje
Periodicidad	Anual
Método de cálculo o fórmula	$\frac{\text{recaudación servicio de agua (\$/año)}}{\text{facturación servicio de agua (\$/año)}} \times 100$
Fuentes de información	Información básica de prestadores de servicios de agua potable y saneamiento. Comisión Nacional del Agua.
Línea base	77.14%
Meta (2050)	99% Se mejoran los procesos de comercialización y cobranza de los Organismos Operadores.

Nombre	9. Costos de producción
Descripción	Con este indicador se evalúa el costo que se tiene para extraer, clorar (desinfectar) y llevar agua al usuario a nivel de toma domiciliaria. Costos que se generan para producir y entregar el agua entre el volumen de agua producida. Si bien no se tiene un parámetro para determinar un costo de producción adecuado, se sabe que estos tienen relación directa con ciertos parámetros; por ejemplo, una baja eficiencia física genera que los costos de producción sean más altos que lo requerido por el sistema en condiciones de equilibrio.
Unidad de medida	\$/m ³
Periodicidad	Anual

³¹ De las juntas federales a las empresas de agua: la evolución institucional de los servicios urbanos de agua en México 1948-2008. Nicolás Pineda Pablos y Alejandro Salazar Adams. Del libro "El Agua Potable en México: Historia reciente, actores, procesos y propuestas", ANEAS 2008.

Método de cálculo o fórmula	$\frac{\text{Costos de operación (\$/año)}}{\text{volumen total de agua producida (m}^3\text{/año)}}$
Fuentes de información	Información básica de prestadores de servicios de agua potable y saneamiento. Comisión Nacional del Agua.
Línea base	8.23 \\$/m ³
Meta (2050)	6.63 \\$/m ³ El incremento en la eficiencia física reduce la producción de agua y por lo tanto los costos de operación serán menores.

Nombre	10. Cobertura de alcantarillado
Descripción	Se registran los habitantes con acceso a la red de alcantarillado de la zona de estudio. Porcentaje de viviendas particulares habitadas que están conectadas a la red pública de alcantarillado con respecto al total de viviendas particulares habitadas.
Unidad de medida	Porcentaje
Periodicidad	Anual
Método de cálculo o fórmula	$\frac{\text{viviendas particulares habitadas conectadas a la red pública de alcantarillado}}{\text{total de viviendas particulares habitadas}} \times 100$
Fuentes de información	Censos y Conteos de Población y Vivienda. INEGI
Línea base	96.81%
Meta (2050)	99.05% Se asegura que las viviendas particulares de las localidades urbanas descarguen sus aguas residuales a una red de alcantarillado.

Nombre	11. Cobertura de saneamiento
Descripción	Mide el volumen de agua residual recolectada que es tratada para cumplir los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales (NOM-001-SEMARNAT-1996) o se reúsen en servicios al público (NOM-003-SEMARNAT-1997). Porcentaje de agua residual tratada entre el total de agua residual recolectada.
Unidad de medida	Porcentaje
Periodicidad	Anual
Método de cálculo o fórmula	$\frac{\text{volumen de agua residual tratada (m}^3\text{/año)}}{\text{volumen total de agua residual recolectada (m}^3\text{/año)}} \times 100$
Fuentes de información	a) Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación. Comisión Nacional del Agua b) Información básica de prestadores de servicios de agua potable y saneamiento. Comisión Nacional del Agua.
Línea base	77.85%
Meta (2050)	100% Se asegura que la totalidad del agua residual recolectada por las redes de alcantarillado sean saneadas para ser reusadas o sean vertidas a un cuerpo de aguas nacionales.

Nombre	12. Cobertura de reúso
Descripción	Mide el volumen de agua residual tratada que es reusada en cualquier uso consuntivo. Porcentaje de agua residual tratada reusada entre el total de agua residual tratada.

Unidad de medida	Porcentaje
Periodicidad	Anual
Método de cálculo o fórmula	$\frac{\text{volumen de agua residual tratada reusada (m}^3\text{/año)}}{\text{volumen total de agua residual tratada (m}^3\text{/año)}} \times 100$
Fuentes de información	a) Información básica de prestadores de servicios de agua potable y saneamiento. Comisión Nacional del Agua b) Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación. Comisión Nacional del Agua
Línea base	20%
Meta (2050)	100% Se asegura que la totalidad del agua residual tratada sea reusada en cualquier uso consuntivo con la finalidad de reducir la sobreexplotación de otras fuentes.

4.3.3. Uso agrícola

Nombre	13. Aplicación de riego
Descripción	Volumen de agua utilizado por hectárea de riego en el año agrícola. Incluye todo el volumen extraído de la fuente que se aplica a la superficie agrícola en uno o más cultivos en el período.
Unidad de medida	m ³ / ha
Periodicidad	Anual
Método de cálculo o fórmula	$\frac{\text{volumen de agua aplicado en el riego (m}^3\text{/año)}}{\text{superficie agrícola (ha/año)}}$
Fuentes de información	a) Títulos y permisos de aguas nacionales. REPDA Comisión Nacional del Agua b) Estadísticas de Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
Línea base	7,027 m ³ /ha
Meta (2050)	5,623 m ³ /ha Se reduce la extracción de agua subterránea mediante la modernización de la superficie de riego sin comprometer la producción agrícola en la entidad.

Nombre	14. Productividad del agua en las áreas de riego
Descripción	Estima la eficiencia del agua utilizada en la agricultura al medir la productividad física del agua. Volumen de producción en el año agrícola entre el volumen de agua utilizada.
Unidad de medida	kg/ m ³
Periodicidad	Anual
Método de cálculo o fórmula	$\frac{\text{Producción agrícola (t/año)} \times 1000}{\text{volumen de agua aplicado en el riego (m}^3\text{/año)}}$
Fuentes de información	a) Estadísticas de Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera b) Títulos y permisos de aguas nacionales. REPDA Comisión Nacional del Agua.
Línea base	5.86 kg/m ³
Meta (2050)	7.33 kg/m ³ La modernización de la superficie de riego permitirá mantener la producción agrícola con menor consumo de agua.

Nombre	15. Índice de consumo energético en la extracción de agua subterránea para uso agrícola
Descripción	Con este indicador se podrá medir la reducción en el consumo de energía eléctrica que es utilizada en la operación de los pozos del sector agrícola. Relación entre la energía utilizada para extraer el agua subterránea y el volumen de agua producida.
Unidad de medida	kWh/ m ³
Periodicidad	Anual
Método de cálculo o fórmula	$\frac{\text{Energía eléctrica para extracción agua subterránea aplicada en riego (kWh/año)}}{\text{Volumen de agua subterránea aplicada para riego (m}^3\text{/año)}}$
Fuentes de información	a) Comisión Federal de Electricidad b) Títulos y permisos de aguas nacionales. REPGA Comisión Nacional del Agua
Línea base	1.25 kWh/m ³
Meta (2050)	1.15 kWh/m ³ Se deberán rehabilitar o sustituir equipos de los sistemas de bombeo con la finalidad de mejorar su eficiencia.

Nombre	16. Índice de consumo energético en el tratamiento de agua residual
Descripción	Con este indicador se podrá medir la reducción en el consumo de energía eléctrica que es utilizada en la operación de los sistemas de saneamiento y que conlleva a reducir los costos de operación de los sistemas de agua potable. Relación entre la energía utilizada para operar los sistemas de saneamiento y el volumen de agua residual tratada Se consideran las PTAR con proceso de lodos activados y la dual.
Unidad de medida	kWh/m ³
Periodicidad	Anual
Método de cálculo o fórmula	$\frac{\text{Energía eléctrica para tratamiento agua residual (kWh/año)}}{\text{Volumen de agua residual tratada (m}^3\text{/año)}}$
Fuentes de información	a) Comisión Federal de Electricidad b) Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación. Comisión Nacional del Agua
Línea base	2.97 kWh/m ³
Meta (2050)	2.55 kWh/m ³ Con el mejoramiento de los procesos en las PTAR con proceso de lodos activados y la dual se reducirá el consumo de energía eléctrica.

4.3.4. Protección contra eventos extremos

Nombre	17. Población protegida contra inundaciones
Descripción	El indicador permite evaluar la vulnerabilidad de la población ante eventos catastróficos como son las inundaciones. Relación entre el número de personas que ya son protegidas con acciones de las diferentes instancias con respecto al número total de habitantes que viven en zonas con alto riesgo de inundaciones.
Unidad de medida	%
Periodicidad	Anual
Método de cálculo o fórmula	$\frac{\text{población protegida contra inundaciones (hab)}}{\text{población en zonas de alto riesgo de inundaciones (hab)}} \times 100$
Fuentes de información	a) Población protegida. Comisión Nacional del Agua b) Sistema de indicadores municipales de peligro, exposición y vulnerabilidad, CENAPRED

Línea base	0% No se cuenta con información suficiente para determinar el valor de las variables que componen el indicador.
Meta (2050)	100 % Se asegura que la totalidad de la población asentada en zonas de alto riesgo de inundaciones sea protegida ante eventos catastróficos a través de acciones estructurales que permitan evitar o mitigar las inundaciones, o bien acciones no estructurales con las que se avise a tiempo a la población y de esa manera minimizar los daños.

Nombre	18. Superficie productiva protegida contra inundaciones
Descripción	El indicador permite evaluar la vulnerabilidad de las zonas productivas ante eventos catastróficos como son las inundaciones. Relación entre el número de hectáreas que ya son protegidas con acciones de las diferentes instancias con respecto al número total de hectáreas en zonas productivas con alto riesgo de inundaciones.
Unidad de medida	%
Periodicidad	Anual
Método de cálculo o fórmula	$\frac{\text{superficie productiva protegida contra inundaciones (ha)}}{\text{superficie productiva con alto riesgo de inundaciones (ha)}} \times 100$
Fuentes de información	a) Superficie agrícola protegida. Comisión Nacional del Agua b) Sistema de indicadores municipales de peligro, exposición y vulnerabilidad, CENAPRED
Línea base	0% No se cuenta con información suficiente para determinar el valor de las variables que componen el indicador.
Meta (2050)	100 % Se asegura que la totalidad de la superficie de riego en zonas de alto riesgo de inundaciones sea protegida ante eventos catastróficos a través de acciones estructurales que permitan evitar o mitigar las inundaciones, o bien acciones no estructurales con las que se avise a tiempo a la población y de esa manera minimizar los daños.

Nombre	19. Gestión de riesgos ante sequías
Descripción	El indicador permite evaluar si se cuenta con estrategias y medidas preventivas y de mitigación ante una sequía. Número de programas de sequías por cuenca que estén avalados y publicados.
Unidad de medida	Programa
Periodicidad	Quinquenal
Método de cálculo o fórmula	Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía del Consejo de Cuenca Río Santiago, actualizado y aprobado (PMPMS CC Río Santiago).
Fuentes de información	Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE). Comisión Nacional del Agua
Línea base	EL PMPMS fue aprobado en diciembre de 2013
Meta (2050)	Actualización del PMPMS cada 5 años. Se dispone de un programa flexible y viable que define medidas preventivas para una gestión integral del recurso hídrico con el objetivo de lograr que el impacto de la escasez sea mitigado.

5. ESTRATEGIAS Y ACCIONES PRIORITARIAS

En general, el contenido de cada acción y proyecto que contiene cada estrategia constituyen una respuesta a la problemática descrita a lo largo del diagnóstico. En muchos casos, las acciones y estrategias estuvieron propuestas con alcances similares en la versión del PHE 2015-2050. En otros, son resultado de la actualización del diagnóstico y consideraciones acerca del estado del sistema hídrico estatal a cinco años de concluido dicho programa. También se consideraron las propuestas realizadas por las instituciones y la sociedad en general durante los ejercicios de planeación participativa que se implementaron (Anexo 4).

Como parte de la descripción de acciones se proponen costos tentativos que están sujetos a ser detallados en los estudios y proyectos y los diseños definitivos de las mismas. Cuando se trata de proponer nuevas capacidades de la o las instituciones, que implican la incorporación de nuevos equipos de trabajo, se suponen plantillas, instalaciones y equipamiento para su operación a partir del arranque de la acción o proyecto y hasta el final del horizonte de planeación. Lo mismo en proyectos de inversión, se consideran las inversiones en su desarrollo y sus costos de operación y mantenimiento hasta el año 2050.

5.1. FORTALECIMIENTO DE LA AUTORIDAD DEL AGUA EN EL ESTADO DE AGUASCALIENTES

Objetivo:

Constituir una estrategia para fortalecer la capacidad de proteger el recurso hídrico en el Estado, realizar la vigilancia y control de los aprovechamientos en calidad de coadyuvante de la responsabilidad federal, impulsar proyectos y programas con visión de largo plazo y proponer cambios en la gestión para contribuir a asegurar que haya agua suficiente y de calidad para el desarrollo del Estado.

Esta estrategia se concentra en la consolidación del Instituto del Agua del Estado (INAGUA) como autoridad reguladora del agua y robustecerlo con la finalidad de que tenga la capacidad de desarrollar funciones para coadyuvar, impulsar, coordinar y apoyar las estrategias y acciones comprendidas en el Plan Hídrico Estatal.

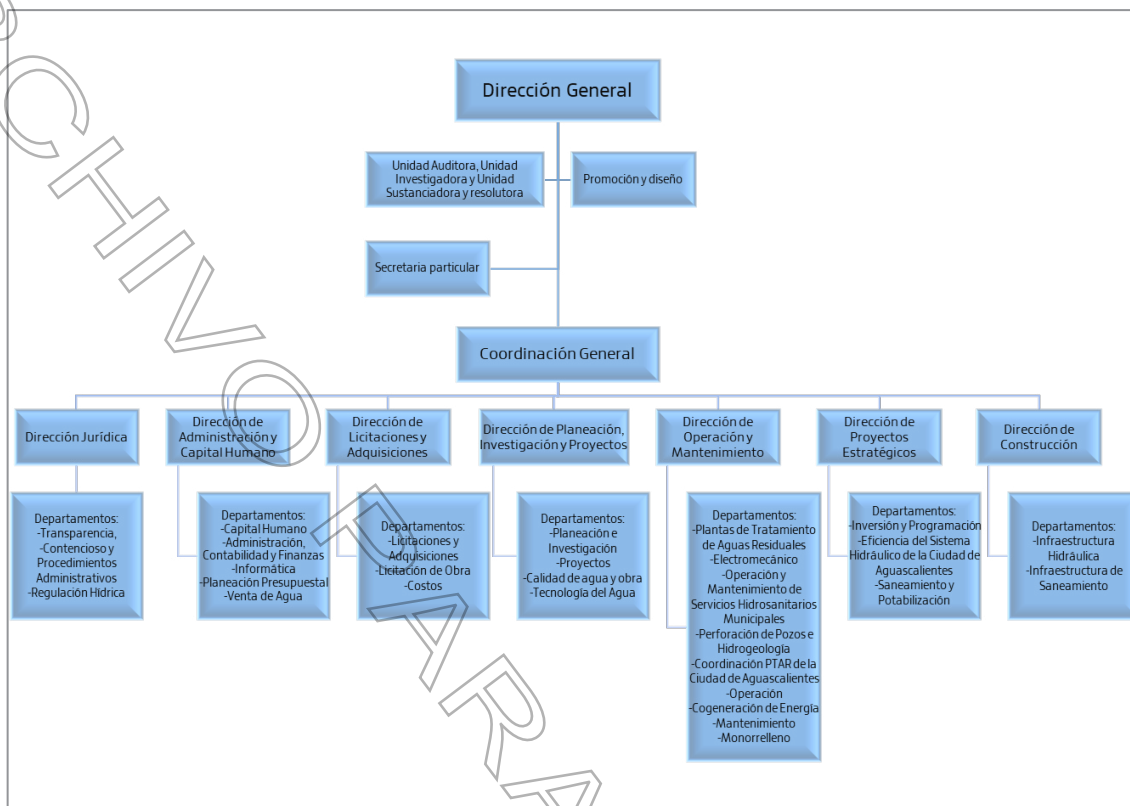
El INAGUA, como organismo público descentralizado, es responsable de la planeación hídrica y se coordina con la CONAGUA para la realización de las obras que requiere el Estado en materia de agua potable, saneamiento y protección contra inundaciones. Asimismo, realiza actividades de apoyo a los Organismos Operadores para mantener los niveles de cobertura, el monitoreo de la calidad del agua y promover la cultura del agua.

Por lo mismo, es conveniente revisar y en su caso proponer modificaciones a la Ley de Aguas del Estado de Aguascalientes, para establecer de manera clara los alcances del Instituto, fortaleciendo sus capacidades técnicas, operativas y observando los principios rectores sobre los que se desarrolla la administración pública del Estado.

Por lo pronto, conviene revisar su estructura orgánica considerando la necesidad y conveniencia de que desempeñe nuevas funciones específicas y lleve a cabo el diseño, desarrollo, ejecución y operación de diversos programas y proyectos prioritarios, en coordinación con otras instancias federales y estatales.

En la siguiente figura se presenta el organigrama actual del Instituto.

Figura 23. Organigrama del Instituto del Agua de Aguascalientes (INAGUA)



Fuente: Reglamento Interior del INAGUA

A continuación, se describen las acciones básicas consideradas en esta estrategia que, se propone sean impulsadas por INAGUA y por lo tanto a requerir nuevas áreas dentro de la organización. Los costos estimados, en este nivel de planeación, que va a generar el crecimiento de la estructura, procura diferenciar entre acciones que conviene realizar por contrato, y costos internos para la constitución de una nueva unidad de trabajo que incluye, un espacio acondicionado, equipamiento y remuneraciones.

5.1.1. Reglamentación de los acuíferos

Para disminuir la sobre-explotación, es necesario reglamentar el aprovechamiento en los cinco acuíferos de la entidad, asegurando que la distribución del agua sea equitativa, dentro del marco legal y con prioridad en el abastecimiento a los grupos vulnerables de la población.

La prioridad en la reglamentación es el acuífero interestatal, que subyace al Valle de Aguascalientes. La prioridad se justifica por ser el de mayor capacidad y volumen de aprovechamiento, donde se concentran: la población, las actividades socioeconómicas y la mayor demanda. Es, al mismo tiempo, el acuífero más estudiado y con un mayor historial de organización a través de su Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS), además de la intervención de la CONAGUA, que en todos los casos se requiere.

Costo estimado de la reglamentación (5 acuíferos): \$34,000,000. El costo anual de supervisión y asesoría técnica sería de \$5 millones/año

En el Anexo 5 aparece la descripción detallada de este proyecto estratégico.

5.1.2. Formulación y coordinación del programa de rehabilitación y modernización de las plantas de tratamiento operadas por el INAGUA

Esta actividad estratégica en el Estado constituye una acción clave para el desarrollo e instrumentación del Plan Hídrico, particularmente del proyecto de economía circular, la estrategia integral de reúso del agua y el proyecto de regeneración del río San Pedro.

Independientemente del costo de la rehabilitación y modernización del equipamiento existente y que se analiza en la **Estrategia No. 2**, va a ser necesario que el INAGUA realice un análisis financiero y tarifario que evalúe costos y requerimientos de flujo financiero para impulsar y sostener el ritmo necesario de la capacidad de tratamiento, la capacidad de monitoreo y vigilancia de redes, colectores y procesos, con el propósito de dar seguridad a la población acerca de la calidad del "agua segura". Convendría reforzar a la nueva unidad técnica con capacidad para realizar o supervisar esta actividad que deberá ser actualizada cada año.

Costo estimado: \$2,000,000/año

5.1.3. Promoción de la estrategia de reúso integral en el Estado

Adicionalmente a los sistemas de manejo y tratamiento de agua que opera el INAGUA, es necesario apoyar a los municipios y localidades en la operación y conservación de su infraestructura de tratamiento, promoción y reúso de agua renovada.

Por otra parte, conviene analizar y definir un criterio común a nivel estatal para definir las tarifas por el servicio de alcantarillado y tratamiento y tarifas de descarga al alcantarillado a usuarios no domésticos, en función de costos de personal, energía y reactivos para la operación y mantenimiento de las instalaciones. Asimismo, es necesario asesorar en el monitoreo de calidad del agua en las redes sanitarias, aplicando la normatividad vigente.

Respecto del reúso, es posible apoyar a los Organismos Operadores en la promoción de reúso industrial y agrícola, en especial para sustituir el uso de agua subterránea.

Específicamente en el estado de Aguascalientes, el reúso debe orientarse como una acción para reemplazar el aprovechamiento de agua subterránea. Esto como una medida para contribuir con la recuperación del equilibrio de los acuíferos.

El costo de esta actividad estaría incluido en el de apoyo técnico a Organismos Operadores.

5.1.4. Promoción y desarrollo de los proyectos de diversificación de fuentes de abastecimiento de las zonas urbanas en el Valle de Aguascalientes

Esta es una de las estrategias de mayor trascendencia para la seguridad hídrica y desarrollo sustentable del Valle de Aguascalientes. El INAGUA, además de su promoción ante los diversos actores involucrados, la CONAGUA, la SHCP y la banca de desarrollo del país, deberá proporcionar los insumos básicos de los proyectos y coordinar el desarrollo de la infraestructura necesaria de tratamiento, bombeo y conducción de agua renovada y, la alternativa más atractiva hasta ahora, es la captación, potabilización y conducción de la mezcla de aguas, respetando el volumen sustentable para uso agrícola en la presa P. E. Calles.

Es necesario y conveniente crear una unidad de proyecto de diversificación de fuentes con el equipo técnico experto para su planeación, proyecto, promoción y ejecución.

Costo de la Unidad de Proyecto: Se incluye en la descripción y análisis del proyecto

5.1.5. Apoyo técnico y normativo a los Organismos Operadores (OO)

El diagnóstico de la situación de los OO en el Estado muestra debilidad, ineficiencia y falta de autonomía. Es necesaria una política estatal que apoye su fortalecimiento y mayor autonomía. El INAGUA aparece como la instancia indicada para desarrollar la normatividad y supervisar el fortalecimiento.

Se requiere otra unidad técnica de apoyo a Organismos Operadores que los respalde en la gestión de recursos para nueva infraestructura, modernización de sistemas, rehabilitación y sectorización de redes y sistemas de medición y monitoreo.

Costo de apoyo técnico a Organismos Operadores: \$5,000,000/año

5.1.6. Seguimiento al avance de las acciones e indicadores del Plan Hídrico Estatal

El programa de fortalecimiento del INAGUA considera acciones vinculadas con su participación en el proceso de interacción con la sociedad y en la integración de información para la actualización de indicadores para evaluar el avance y desempeño de las acciones y proyectos del Plan Hídrico Estatal. Entre estas acciones se encuentran:

- Revisar y en su caso adecuar los mecanismos de elaboración, seguimiento y evaluación de PEH 2015-2050, en la Ley del Agua para el Estado de Aguascalientes.
- Implementar los mecanismos de seguimiento y evaluación del Plan Hídrico Estatal.

- Promover la integración del Consejo Consultivo/Ciudadano del Agua con el objetivo de contribuir a la promoción de acciones efectivas de cultura del agua.
- Establecer esquemas de coordinación y fortalecimiento de las acciones multisectoriales.
- Establecer el Observatorio del Agua o Plataforma de indicadores para el seguimiento de los proyectos y programas del Plan Hídrico Estatal.
- Coadyuvar con la CONAGUA en la promoción de la responsabilidad hídrica empresarial, a través de la adopción de la Norma ISO 14046 y/o la obtención de certificados azules/perfil hídrico.
- Coadyuvar con las instancias correspondientes para identificar, delimitar y establecer esquemas de protección y preservación de la calidad del agua en zonas de vulnerabilidad hídrica, dando prioridad a las zonas con fallas y grietas y recarga de acuíferos. Para lo cual se deben buscar los mecanismos para asegurar el cumplimiento de los lineamientos en materia hídrica en los Planes de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano y en el Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Aguascalientes.
- Conformar un Fondo con participación pública y privada para el financiamiento de la investigación integral del Ciclo Hidrológico
- Fortalecer la participación del Estado, a través del INAGUA, en el seno del Consejo de Cuenca, con el objetivo de impulsar acciones prioritarias para el Estado en materia hídrica.

Las acciones mencionadas están encaminadas, a fortalecer la autoridad estatal y mejorar la gobernanza del agua en Aguascalientes, y constituyen acciones no estructurales importantes en el contexto del programa. **Sin embargo, es necesario analizar a más detalle sus objetivos, contenido, alcances y el avance en su instrumentación.**

El impacto financiero del fortalecimiento de la Autoridad del Agua en el Estado en el gasto corriente del INAGUA se estima, a reserva de un análisis más detallado, en \$26 millones el primer año y \$12 millones durante los años subsecuentes.

5.1.7. Síntesis de costos de la estrategia 1

Acción	Descripción Resumen de acciones	Costo (\$) 2021-2025	Costo (\$) * 2026-2050	Costo total (\$)
4.1.1	Reglamentación de los acuíferos	34,000,000	125,000,000	159,000,000
4.1.2	Formulación y coordinación programa modernización PTARs	10,000,000	50,000,000	60,000,000
4.1.3	Promoción de la estrategia de reúso integral en el Estado	Sin costo adicional al operativo		
4.1.4	Promoción y desarrollo de los proyectos de diversificación de fuentes de abastecimiento de las zonas urbanas en el valle de Aguascalientes			
4.1.5	Apoyo técnico a Organismos Operadores	25,000,000	125,000,000	150,000,000
4.1.6	Seguimiento al avance de las acciones e indicadores del Plan Hídrico Estatal	5,000,000	25,000,000	30,000,000
	Suma Estrategia 1	74,000,000	325,000,000	399,000,000

Nota*: Se incluyen costos de operación y mantenimiento.

5.2. REESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DEL ESQUEMA GENERAL DE GESTIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO

Objetivo:

Producir agua tratada con la calidad requerida para que no genere efectos adversos a los ecosistemas y/o pueda ser reusada en diferentes actividades.

Para alcanzar una gestión eficiente y sustentable de las aguas residuales, las soluciones deben ser viables, tanto en dimensiones técnicas como financieras, particularmente en un estado como Aguascalientes en donde, debido a la escasez del vital líquido, el reúso de las aguas residuales cobra vital importancia para alcanzar la seguridad hídrica.

5.2.1. Programa de rehabilitación de sistema de recolección de aguas residuales (INAGUA-municipios)

Actualmente, el Estado cuenta con una abundante infraestructura para el tratamiento de aguas residuales, sin embargo, un alto porcentaje de las plantas operan por debajo de sus condiciones de diseño. Las causas que generan una amplia brecha entre el caudal de diseño y el tratado, son diversas, el deterioro de la red de drenaje, las fugas en colectores y la intercepción antes de llegar a las plantas. Esta situación, genera dos efectos, el más grave es que las aguas residuales se pueden infiltrar y contaminar el suelo y al acuífero o bien alcanzar los cuerpos de agua superficial; otro efecto es la subutilización de las plantas de tratamiento, que al operar por debajo de su capacidad de diseño y gastar la misma energía, elevan el costo del metro cúbico tratado.

Basado en las condiciones y vida útil de la infraestructura se deben desarrollar acciones de mantenimiento de la infraestructura de recolección de aguas residuales y en otros casos aplicar medidas correctivas en zonas de riesgo de contaminación al acuífero y cuerpos de agua.

Inversión inicial \$150,000,000. Operación y mantenimiento anual (5%): \$7,500,000.

5.2.2. Padrón de descargas y programas de monitoreo

En algunos casos el agua residual tiene mayor carga orgánica que la típica de un agua municipal, debido a la influencia de descargas industriales, comerciales (por ejemplo, restaurantes) o agropecuarias, lo cual eleva la concentración de materia orgánica. Cuando los operadores detectan esta situación, desvían parte del caudal y solo ingresa el agua que la planta es capaz de soportar para no dañar el proceso, esto hace que solo parte del agua residual sea tratada.

Deberá desarrollarse un programa para que los organismos que operen las plantas puedan hacer un cobro a los municipios por el servicio de tratamiento con base en la carga orgánica que reciben. A su vez, los municipios deberán contar con un padrón de descargas y establecer programas de monitoreo para que los usuarios que sobrepasen los *límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal*, de acuerdo con la NOM-002-SEMARNAT-1996, realicen el pago correspondiente de acuerdo con la ley federal de derechos vigente o bien traten sus aguas residuales.

Inversión anual \$5,500,000.

5.2.3. Proyectos integrales de rehabilitación y modernización de las PTAR

Otra razón por la cual los sistemas no se encuentran operando de forma adecuada se debe a que con el paso del tiempo algunos equipos ya no dan la capacidad para la cual fue diseñada la planta.

Es necesario elaborar proyectos integrales de rehabilitación y modernización de las PTAR, a partir de un diagnóstico técnico y operativo, que considere la vida útil de equipo electromecánico, obra civil y programas de reducción de costos de operación y optimización de agua en el uso de público urbano.

Costo estimado \$50,000,000. El costo de operación y mantenimiento resultante deberá ser inferior al actual.

5.2.4. Reingeniería para el mejoramiento de las PTAR en el Estado

Un alto porcentaje de las plantas de tratamiento opera bajo el sistema de lodos activados, proceso que si bien, genera efluentes de alta calidad, consume una gran cantidad de energía, lo que dificulta el financiamiento de la operación. Desde el punto de vista técnico es necesario seleccionar procesos que permitan obtener efluentes con alta calidad y bajos costos de producción. Se derivan dos acciones necesarias en este contexto:

- Reingeniería para el mejoramiento de las PTAR que permita maximizar su eficiencia y disminuir los costos de operación. Costo de \$50,000,000 para estudios en 45 plantas de tratamiento de lodos activados.
- Implementar esquemas de tratamiento acorde a las necesidades de cada comunidad, considerado no sólo la construcción, sino la operación en el tiempo. Costo estimado \$25,000,000 para proyectos ejecutivos de sistemas de saneamiento en pequeñas comunidades.

Estas acciones van a generar nuevos requerimientos de inversión que deberán considerarse en el Plan Hídrico Estatal.

5.2.5. Tratamiento y manejo de biosólidos

Independientemente, del tipo de tratamiento empleado, se generan en mayor o menor grado lodos de tipo biológico, los cuales deben ser tratados. Es necesario mantener un programa que evidencie la calidad de los lodos obtenidos de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT 2005, *que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos* y la NOM-004-SEMARNAT-2002, *Protección ambiental. Lodos y biosólidos, especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final*. Costo estimado anual \$2,000,000.

De acuerdo con los resultados obtenidos podrá establecerse un esquema de reúso de los biosólidos tratados de cada planta. Por ejemplo, se podrá ejecutar un programa de remediación de suelos en zonas agrícolas de temporal y áreas naturales protegidas que presenten signos de degradación de suelo a partir de biosólidos, generados por las PTAR. Costo estimado anual \$2,000,000.

5.2.6. Síntesis de costos de la estrategia 2

Acción	Descripción Resumen de acciones	Costo (\$) 2021-2025	Costo (\$) 2026-2050	Costo total (\$)
4.2.1	Programa de rehabilitación de sistema de recolección de aguas residuales	172,500,000	187,500,000	360,000,000
4.2.2	Padrón de descargas y programas de monitoreo	27,500,000	137,500,000	165,000,000
4.2.3	Proyectos integrales de rehabilitación y modernización de las PTAR	50,000,000	0	50,000,000
4.2.4	Reingeniería para el mejoramiento de las PTAR en el Estado			
4.2.4.a	Reingeniería para elevar eficiencias y disminuir costos	50,000,000	0	50,000,000
4.2.4.b	Implementar esquemas de tratamiento acorde a las necesidades de cada comunidad (proyectos ejecutivos)	25,000,000		25,000,000
4.2.5	Estímulos para usuarios eficientes y penalización a elevadas cargas orgánicas			
4.2.5.a	Esquemas de estímulos	10,000,000	50,000,000	60,000,000
4.2.5.b	Monitoreo de las descargas de agua residual	5,000,000	25,000,000	30,000,000
4.2.6	Tratamiento y manejo de biosólidos			
4.2.6.a	Programa de monitoreo de calidad de lodos	10,000,000	50,000,000	60,000,000
4.2.6.b	Programa de remediación de suelos	10,000,000	50,000,000	60,000,000
	Suma Estrategia 2	360,000,000	500,000,000	860,000,000

5.3. ESTRATEGIA INTEGRAL DE USO DE AGUA RENOVADA ORIENTADA A OPTIMIZAR SU APROVECHAMIENTO

Objetivo:

Producir agua renovada con calidad adecuada para distintos usos.

La escasez cada vez mayor de las aguas dulces, principalmente en zonas áridas y semiáridas por el crecimiento demográfico, la urbanización y el cambio climático, ha dado lugar al uso creciente de aguas residuales renovadas para diferentes usos tales como la agricultura, la acuicultura, la recarga de aguas subterráneas y otras áreas. En lugares como California y Singapur, incluso han empezado a mezclar una pequeña parte del líquido reciclado con el suministro normal de agua potable con el objetivo de no malgastar ni una gota de agua.

5.3.1. Evaluación del impacto económico y ambiental del sistema potencial de reúso

En la entidad, debido a la escasez de agua, a los importantes volúmenes generados de agua residual y a la concentración de estos, alrededor de la zona urbana existe un alto potencial para aprovecharla. La tecnología actual permite renovar el agua hasta alcanzar altos niveles de calidad sin riesgos para la salud. Sin embargo, es necesario evaluar los costos que implica el tratamiento para incrementar la calidad del agua de acuerdo con el uso a que se vaya a destinar.

La acción necesaria consiste en evaluar el impacto económico y ambiental del tratamiento de aguas residuales, los usos potenciales del agua renovada, requerimientos de calidad de acuerdo con dichos usos potenciales y los requerimientos de ampliación de los sistemas de tratamiento actuales, buscando establecer una estrategia integral.

Inversión única \$10,000,000.

5.3.2. Adecuación de PTAR para incrementar nivel de tratamiento

Para estar en condiciones de utilizar el agua renovada en usos que implican la producción de alimentos (hortalizas) o el consumo humano mediante mezcla con agua de primer uso, es necesario implementar sistemas de calidad que permitan asegurar la inocuidad alimentaria de los productos, así como dar certeza jurídica a los Organismos Operadores. Exhibir la documentación que evidencie la calidad del agua producida evitará que puedan ser demandados por el surgimiento de alguna enfermedad de la cual no sean responsables.

La primera acción considerada es construir la infraestructura necesaria para incrementar el nivel de reúso ordenado del agua tratada, en la totalidad de las PTAR en el Estado. Inversión única \$35,000,000.

Una segunda acción necesaria es implementar un programa de calidad para las plantas de tratamiento de agua residual que permita establecer la trazabilidad de la operación y las acciones a realizar para reenviar a tratamiento los volúmenes que no cumplan con las especificaciones o se encuentren fuera de norma. El costo estimado anual sería de \$10,000,000.

5.3.3. Programa de capacitación continua de los operadores de las PTAR

En forma paralela se requiere incrementar la confianza en el tratamiento entre los usuarios. Es natural la resistencia de los agricultores, ganaderos y en general de la población al empleo de esta agua, no obstante, la resistencia se puede minimizar cuando se implementan buenas prácticas de manejo. Las guías para el uso seguro de aguas renovadas deben encontrar el balance justo entre la maximización de los beneficios de salud pública y las ventajas de usar recursos escasos. Es necesario que las guías sean lo suficientemente flexibles para poder adaptarlas a las condiciones locales, sociales, económicas y ambientales. Además, se deben implementar paralelamente con otras intervenciones de salud como la promoción de la higiene, los servicios de agua potable y saneamiento adecuados y otras medidas de atención primaria de la salud.

Es necesario implementar un programa de capacitación continua para los operadores de las plantas de tratamiento junto con un programa que permita la disminución de rotación de personal.

Costo estimado anual: \$500,000.

5.3.4. Difusión permanente de la importancia de las PTAR

Es necesario establecer un programa de difusión permanente de la importancia de las plantas de tratamiento, su forma de operación y la calidad alcanzada en los efluentes. Se requiere una inversión inicial estimada en el diseño y organización en los medios de \$10,000,000 y posteriormente para reforzar la campaña, se invertirá anualmente \$1,000,000.

5.3.5. Síntesis de costos de la estrategia 3

Acción	Descripción Resumen de acciones	Costo (\$) 2021-2025	Costo (\$) 2026-2050	Costo total (\$)
4.3.1	Evaluación del impacto económico y ambiental del sistema potencial de reúso	10,000,000	0	10,000,000
4.3.2	Adecuación de PTAR para incrementar nivel de tratamiento			
4.3.2.a	Construir la infraestructura necesaria para incrementar el reúso ordenado del agua tratada, en la totalidad de las PTAR en el Estado	35,000,000	0	35,000,000
4.3.2.b	Implementar un programa de calidad para las plantas de tratamiento de agua residual	50,000,000	250,000,000	300,000,000
4.3.3	Programa de capacitación continua de los operadores de las PTAR	1,500,000	6,000,000	7,500,000
4.3.4	Difusión Permanente de la importancia de las PTAR	14,000,000	25,000,000	39,000,000
	Suma Estrategia 3	110,500,000	281,000,000	391,500,000

5.4. CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN MEDIANTE LA REGULACIÓN Y MONITOREO DE DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES

Objetivo:

Restablecer las condiciones ambientales de los cuerpos de agua de la entidad por medio de la captación de las descargas sin tratamiento previo que actualmente se vierten a su cauce.

El mayor problema de contaminación en la entidad se concentra en la cuenca del río San Pedro. El río San Pedro atraviesa el estado de Aguascalientes de norte a sur, desde su origen en Zacatecas hasta la presa del Niágara. Antes de llegar a la ciudad de Aguascalientes, cruza los municipios de San Francisco de los Romo y Jesús María; a la altura de Jesús María se le une el río Chicalote que proviene del oriente de Aguascalientes desde su nacimiento en el estado de Zacatecas. En la zona urbana, recibe aportaciones por el oriente, de los cauces el Molino, la Hacienda de San Nicolás, los Arellano, don Pascual, el Cedazo y el arroyo San Francisco y por el poniente, del río Morcinique.

Actualmente el río San Pedro se clasifica como una corriente fuertemente contaminada, lo que repercute en la calidad de vida de la población que habita en los alrededores y pone en riesgo la supervivencia de ecosistemas acuáticos. Dada la importancia del río San Pedro, en el entorno socioeconómico y ambiental, el Gobierno del estado de Aguascalientes propuso una estrategia de regeneración que fue incluida en el Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022, misma que tendrá continuidad en la Cartera de Proyectos del Plan Hídrico 2021-2050.

Por otra parte, ya se comentó que las poblaciones mayores a los 2,500 habitantes cuentan con algún sistema de tratamiento, por lo tanto, se estima que las condiciones de descarga de aguas residuales en los cauces cercanos a dichas localidades están relativamente controladas.

En cuanto a las localidades con población menor a los 2,500 habitantes (localidades rurales), pocas veces se cuenta con sistemas de saneamiento para las aguas residuales originadas por los servicios sanitarios, por lo que en el mejor de los casos, estas aguas son captadas mediante sistemas de tratamiento tradicionales como son letrinas y fosas sépticas, sin embargo, en una gran mayoría el funcionamiento de esta infraestructura no es el adecuado, ya sea por el mal diseño o por defectos en su construcción. El mal funcionamiento de esta infraestructura puede originar molestias a la población por los malos olores y proliferación de insectos, asimismo se puede contribuir a la infiltración de agua contaminada a los mantos freáticos superficiales. En otros casos las localidades rurales descargan las aguas residuales sin tratamiento previo a los cuerpos de agua.

Considerando la problemática anterior, se han definido los siguientes proyectos. Cabe comentar que esta estrategia de saneamiento es complementaria de la estrategia de reúso integral.

5.4.1. Proyecto de regeneración del río San Pedro

Para lograr el saneamiento del río San Pedro se requiere: dar rehabilitación y mantenimiento de colectores sanitarios, rehabilitar y mejorar las plantas de tratamiento, controlar las descargas a la red de drenaje sanitario, restaurar el funcionamiento hidráulico sobre el cauce, delimitar y supervisar la zona federal para evitar invasiones, descargas clandestinas y depósitos de basura y escombros, regenerar los ecosistemas e implementar una dinámica de participación social y vigilancia del río.

Estas acciones requieren un costo total de poco más de 2,678 millones de pesos en el periodo 2021-2025, más 1,400 mdp para costos de operación y mantenimiento en el periodo 2026-2050.

En el Anexo 5 aparece la descripción detallada de este proyecto estratégico.

5.4.2. Saneamiento aguas residuales de localidades rurales

En Aguascalientes se tienen, según INEGI, alrededor de 1,980 localidades con población menor a los 2,500 habitantes; las cuales tienen como limitante para proporcionar servicios de saneamiento la falta de tecnología de bajo costo acorde con las condiciones económicas de la población y que garantice un adecuado manejo de excretas.

En este caso, las tecnologías de saneamiento de bajo costo actuales, como las lagunas de oxidación o de estabilización, son las opciones propuestas para disminuir los riesgos a la salud y mejorar el bienestar social de la población. En algunos casos si se dispone de recursos es recomendable instalar sistemas de aireación para mejorar la disposición y tratamiento de aguas residuales.

Cabe señalar que, para localidades con 2,000 habitantes a 2500 habitantes, o bien para un núcleo de localidades se pueden diseñar sistemas de tratamiento, pero esto estará en función de las condiciones económicas de la población y conforme a las necesidades que cada localidad refiera. En la estrategia 2, relativa a las PTAR se considera llevar a cabo diagnósticos y proyectos ejecutivos para implementar PTAR.

El costo estimado de este proyecto es de \$49,500,000 en el periodo 2021-2025 y posteriormente se estiman costos anuales de operación y mantenimiento por \$1,237,500.

5.4.3. Síntesis de costos de la estrategia 4

Acción	Descripción Resumen de acciones	Costo (\$) 2021-2025	Costo (\$) 2026-2050	Costo total (\$)
4.4.1	Proyecto de regeneración del río San Pedro	2,678,786,338	1,400,961,480	4,079,747,818
4.4.2	Saneamiento aguas residuales de localidades rurales	49,500,000	30,937,500	80,437,500
	Suma Estrategia 4	2,728,286,338	1,431,898,980	4,160,185,318

5.5. FORTALECIMIENTO TÉCNICO Y FINANCIERO DE LOS ORGANISMOS OPERADORES DE AGUA

Objetivo:

Lograr una prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de manera eficiente y en calidad y cantidad en las diversas poblaciones del Estado, mediante Organismos Operadores con capacidades técnicas y operativas acordes a las necesidades, con programas de acción de largo plazo e independencia en la toma de decisiones.

Para alcanzar la fortaleza técnica, económica y operativa de los Organismo Operadores que prestan los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en los centros de población, es necesario establecer planes a largo plazo, pues esta fortaleza no es posible alcanzarla en los tiempos de las administraciones gubernamentales. Parte del propósito de esta estrategia es lograr que los organismos operen con autonomía y ejerzan sus propios presupuestos. Esta estrategia, supone que las acciones son financiadas con recursos aportados por los propios organismos o el Gobierno Estatal con la asesoría del INAGUA (sección 4.1.4) para asesorarlos y ejercer la rectoría de los servicios.

5.5.1. Definición del esquema técnico, financiero y legal del Organismo Operador de la Zona Metropolitana de Aguascalientes

En el municipio de Aguascalientes desde el año 1993 se otorgó un título de concesión a una empresa privada para la prestación de los servicios únicamente de agua potable y alcantarillado. El periodo de la concesión para la empresa privada concluye en el año 2023, lo que abre la posibilidad de hacer los análisis y replanteamientos necesarios para mejorar el esquema actual de servicio, con la finalidad de establecer nuevos objetivos y requerimientos para la organización ya sea pública o privada, designada para continuar con la prestación de los servicios.

El crecimiento que ha experimentado la Zona Metropolitana de Aguascalientes en los últimos años ha ocasionado la conurbación con los municipios de Jesús María y San Francisco de los Romo; analizar la posibilidad de conformar un Organismo Intermunicipal y determinar los beneficios que se podrían alcanzar para la población, es una prioridad.

Como parte de los trabajos de planeación para la definición del esquema de prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento a partir de que termine el esquema vigente, se deberá definir el esquema técnico y los requerimientos de inversión en infraestructura, sectores, tanques, esquemas de regulación y medición, que dé como resultado un programa específico de acciones e inversiones que se deberán realizar para mejorar el servicio actual y atender las crecientes necesidades de la población.

De igual manera será necesario el analizar los diferentes esquemas de conformación del Organismo, lo cual puede ser mediante un nuevo esquema de participación privada; un nuevo organismo público encargado de la operación del sistema; o mediante la integración de una empresa mixta con participación pública y privada.

Cada uno de los esquemas mencionados, tiene características operativas y requerimientos legales que se deberán analizar para poder determinar aquel que sea el más conveniente de acuerdo con las condiciones sociales de la población a atender y el entorno hídrico en el que se ubica la zona metropolitana.

A partir de los resultados obtenidos de los análisis técnicos y legales, se podrá realizar los análisis financieros que se traduzcan en la estructuración de tarifas adecuadas que reflejen de manera real y justa los costos de inversión, operación y mantenimiento del ciclo completo de la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Costo de inversión de la actividad: \$15,000,000 para estudios de planeación, consultorías técnicas legales y financieras

5.5.2. Establecer Planes de Desarrollo Integral para Organismos Operadores

Establecer Planes de Desarrollo Integral con metas a corto, mediano y largo plazo para la totalidad de los Organismo Operadores, ya sea municipales o intermunicipales.

En el estado de Aguascalientes, la totalidad de los Organismo Operadores, cuentan con la figura de Organismos Públicos Descentralizados, sin embargo, en la mayoría de los casos se observa una importante injerencia en la toma de decisiones por parte de la autoridad municipal, acotando las acciones a los tiempos de las administraciones y dificultando la implementación de acciones con visión a largo plazo.

En cada cambio de las administraciones municipales, se presentan cambios en los cuadros directivos y administrativos de los Organismo Operadores, los que en la mayoría de los casos tienen como consecuencia la carencia de continuidad de acciones y proyectos.

Aun cuando las condiciones particulares que presente el Estado por su extensión territorial y climática son muy similares, los indicadores de gestión de los Organismos Operadores presentan muchas variaciones, lo cual pudiera inferirse que son resultados de prácticas distintas.

La elaboración de Planes de Desarrollo Integral con metas a corto, mediano y largo plazo buscan plantear los objetivos y acciones necesarias a llevar a cabo, que trasciendan el ámbito de temporalidad de las administraciones y logre el fortalecimiento operativo, técnico y financiero.

De igual manera se deberá incluir el análisis financiero que permita alcanzar la autonomía financiera a través del establecimiento de esquemas tarifarios eficientes que reflejen el costo real de la prestación del servicio, así como las inversiones necesarias para su mantenimiento y crecimiento.

Monto para la elaboración de los Planes de Desarrollo Integral \$10,000,000.

5.5.3. Fortalecer al INAGUA como Organismo Rector Estatal sobre la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado

El Instituto del Agua apoya a los Organismos Operadores en la capacitación a su personal, acceso a equipo y maquinaria, así como la verificación de la calidad en las fuentes de abastecimiento.

La mejora continua en la prestación del servicio busca fortalecer las capacidades del INAGUA para contar con personal dedicado a establecer y dar seguimiento a los indicadores de gestión, metas y objetivos de los Planes de Desarrollo Integral de los Organismo Operadores, de tal manera que se tenga un monitoreo permanente de la prestación del servicio.

Se busca establecer indicadores de gestión generales para todos los Organismo Operadores, así como los mecanismos de verificación y seguimiento que permitan tener una visión permanente de las áreas de oportunidad y las condiciones financieras en las que operan. Lo anterior, permitirá direccionar las intervenciones con una mayor visión que permita el alcanzar una mejor gestión.

Lo anterior, permitirá direccionar las intervenciones con una mayor visión que permita el alcanzar una mejor gestión.

Se estima un monto de inversión de \$3,500,000 anuales para la realización de esta acción.

5.5.4. Vigilar la extracción a través de la macro medición en la totalidad de los pozos destinados al uso público urbano, industrial y de servicios

Al depender de manera importante de los recursos provenientes de agua subterráneas, es indispensable contar con esquemas de medición de agua en la mayoría de los aprovechamientos, destinados a los usos público urbano, industrial y de servicios, evitando así extracciones superiores a los volúmenes concesionados, privilegiando en su abastecimiento a los grupos socialmente vulnerables.

Es preciso hacer mención que un importante número de estos, ya cuentan sistemas de medición como son macro medidores, pero se requiere la elaboración de un censo de los aprovechamientos para identificar el universo de los que hace falta instalar, así como aquellos que requieran ser sustituidos.

A partir de la realización de un censo de la totalidad de los aprovechamientos destinados a los usos público urbano, industrial y de servicios, se definirá aquellos que cuenten con los sistemas de medición funcionando adecuadamente.

En el caso de los pozos para usos industrial y servicios que no cuenten con sistemas de medición, se procederá a hacer los avisos en conjunto con las autoridades federales para solicitar su colocación. Para el caso de los Organismos Operadores, se buscarán los apoyos para que la totalidad de los aprovechamientos cuenten con sistemas de medición.

De igual importancia será necesario, implementar los esquemas y procedimientos para la toma y procesamiento de las lecturas en los macro medidores, pues en ocasiones anteriores, ya se habían hecho esfuerzos para colocar sistemas de medición, los cuales no se acompañaban de la toma de lecturas. Sin embargo, para llevar un mejor control del volumen de agua concesionada, además de los esquemas de medición, deben aplicarse sanciones por incumplimiento al título de concesión.

Se estima una inversión de 25,000,000 para la realización del primer censo de las condiciones de la totalidad de los aprovechamientos, así como la colocación de macro medidores en aquellos pozos de uso público urbano que no cuenten con sistema de medición o que no funcionen adecuadamente. Por otra parte, para asegurar la toma de lectura se destinará un costo anual de \$250,000.

5.5.5. Implementar un programa de micro medición

Implementar el programa de micro medición hasta alcanzar al menos un 90% de cobertura en las comunidades con población mayor a los 1,000 habitantes

Con la finalidad de tener una visión integral de las eficiencias en las que operan los Organismos, se requiere contar con sistemas de micro medición en el mayor porcentaje de tomas domiciliarias lo que permitirá, en conjunto con la macro medición, contar con información certera sobre las eficiencias físicas, ubicación de las pérdidas y distribución del agua, entre otras cosas.

Además de contar con información técnica para mejorar las condiciones operativas para la prestación del servicio, el contar con una micro medición facilitará implementar esquemas de cobro mediante servicio medido, lo que apoyará el establecimiento de tarifas eficientes.

Para la realización de esta acción se estima destinar una inversión de \$250,000,000 en el periodo 2021-2025.

5.5.6. Programa Estatal de Recuperación de Caudales

Este Programa Estatal de Recuperación de Caudales tiene como población objetivo todas las localidades con más de mil habitantes, excepto las incluidas en la Zona Metropolitana de Aguascalientes. El programa considera:

- Diagnóstico de la eficiencia física de los sistemas de agua potable
- Diseño de medidas preventivas para la reducción y control de fugas
- Identificación y ejecución de las necesidades de ampliación y rehabilitación de infraestructura de conducción y distribución para contribuir al control de fugas
- Diseño e implementación de un programa permanente de control de fugas

Para el desarrollo de este programa se contempla una inversión de \$750,000,000 en el periodo 2021-2027 y posteriormente costos por \$3,500,000 anuales para ejecutar las medidas preventivas identificadas.

5.5.7. Programa de mejoramiento de la eficiencia física en la ZOMA

Este Programa se desarrollará en la Zona Metropolitana de Aguascalientes. El programa considera:

- Identificación y ejecución de las necesidades de ampliación y rehabilitación de infraestructura de conducción y distribución.
- Identificación y sustitución de tomas domiciliarias en mal estado.
- Optimización hidráulica: sectorización de la red de distribución, control de presión, optimización de la capacidad de almacenamiento.
- Mejoramiento del sistema de medición y facturación.

Para el desarrollo de este programa se contempla una inversión de \$1,045,000,000 en el periodo 2021-2028 y posteriormente costos por mantenimiento y operación de \$8,750,000 anuales.

5.5.8. Síntesis de costos de la estrategia 5

Acción	Descripción Resumen de acciones	Costo (\$) 2021-2025	Costo (\$) 2026-2050	Costo total (\$)
4.5.1	Definición del esquema técnico, financiero y legal del Organismo Operador de la Zona Metropolitana de Aguascalientes	15,000,000	0	15,000,000

Acción	Descripción Resumen de acciones	Costo (\$) 2021-2025	Costo (\$) 2026-2050	Costo total (\$)
4.5.2	Establecer Planes de Desarrollo Integral para Organismos Operadores	15,000,000	0	15,000,000
4.5.3	Fortalecer al INAGUA como Organismo Rector Estatal sobre la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado	10,000,000	62,500,000	72,500,000
4.5.4	Vigilar la extracción a través de la macro medición en la totalidad de los pozos destinados al uso público urbano, industrial y de servicios	25,250,000	6,250,000	31,500,000
4.5.5	Implementar un programa de micro medición	250,000,000	0	250,000,000
4.5.6	Programa Estatal de Recuperación de Caudales	500,000,000	330,500,000	830,500,000
4.5.7	Programa de mejoramiento de la eficiencia física en la ZOMA	627,000,000	610,500,000	1,237,500,000
	Suma Estrategia 5	1,442,250,000	1,009,750,000	2,452,000,000

5.6. FORTALECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y USO EFICIENTE DEL AGUA DE RIEGO

Objetivo

Disminuir el volumen de agua utilizado en el sector agrícola sin afectar la rentabilidad, mediante el mejoramiento de la eficiencia de riego y el impulso a la reconversión productiva.

El sector agroindustrial en el Estado ha mostrado en diferentes momentos su disposición a impulsar cambios que les permitan maximizar su productividad. Ante el reto que representa la sobreexplotación de los acuíferos, se requerirá el impulsar acciones que permitan una reducción de los volúmenes destinados a las actividades agrícolas, sin que esto afecte a la productividad y rentabilidad del sector, mediante la implementación de mejoras tecnológicas y la migración a productos de mayor rentabilidad.

5.6.1. Supervisar y aplicar la legislación vigente para dar cumplimiento a los volúmenes autorizados de extracción

Ante el desconocimiento del volumen de agua subterránea que actualmente se destina para el riego agrícola, se requiere implementar sistemas directos o indirectos de medición y supervisión para evitar que se excedan los volúmenes autorizados en los títulos de concesión.

Esta acción tiene como objetivo disponer de la información necesaria y de alta confiabilidad para determinar, el volumen de agua empleado por tipo de cultivo. Con la información generada se podrá direccionar los apoyos y subsidios hacia aquellos productos que generen una mayor rentabilidad con un menor consumo de agua. De igual manera se podrá identificar aquellos productores o sociedades de producción que requieran apoyos para mejorar sus técnicas de conducción y distribución de agua, que les permita ser más eficiente.

Como resultado de la medición y monitoreo permanente de los volúmenes de agua extraídos y destinados a riego, se podrá evaluar la efectividad de los programas de apoyo lo que deberá reflejar una menor extracción de agua. Esta actividad contempla una medición de manera indirecta, mediante el cruce de información tanto de la CONAGUA, como de la CFE, así como el trabajo de campo que facilite la calibración del modelo.

La inversión estimada de esta actividad considera una inversión inicial de \$4,000,000 y posteriormente \$1,000,000 anual para el monitoreo permanente.

5.6.2. Redireccionar los apoyos y subsidios para impulsar el incremento de la productividad del agua

Actualmente la SEDRAE cuenta con una serie de programas y apoyos que buscan incrementar la productividad en el uso del agua, las cuales deberán de reforzarse buscando incrementar el nivel de eficacia.

Se requiere fortalecer el seguimiento para poder medir que efectivamente se estén alcanzando los objetivos para lo que han sido propuestos los programas, que es mejorar el uso del agua.

Esta actividad contempla la tecnificación a nivel de conducción e inter parcelario.

Esta actividad contempla el destinar \$40,000,000 anualmente para su realización.

5.6.3. Fortalecer los canales de comercialización y venta para productos de bajo consumo de agua

Como se describe en el diagnóstico, en la actualidad se destinan importantes extensiones de tierra para el cultivo de forrajes, los cuales tienen alta demanda en el sector pecuario del propio Estado. Esta condición

incentiva la producción de este tipo de cultivos que requieren mayores volúmenes de agua en comparación con los cultivos de hortalizas o frutales. La presente acción busca el fortalecer los canales de comercialización para facilitar a los productores el migrar a productos que requieran menores volúmenes de agua.

Esta actividad contempla el destinar \$1,000,000 de manera anual.

5.6.4. Concluir el “Proyecto Integral de Rehabilitación, Modernización, Tecnificación y Equipamiento del Distrito de Riego 001, Pabellón”

A la fecha se han destinado más de \$1,200 millones de pesos para la modernización del Distrito de Riego 001, Pabellón, quedando aún pendientes del orden de 200 millones para su conclusión. La modernización del Distrito permitirá elevar las eficiencias mediante la conducción por tuberías en canales principales y secundarios. La conclusión de la modernización del Distrito vendrá a beneficiar a 2,000 productores con una extensión de 6,100 ha.

La inversión requerida para concluir la modernización del proyecto se estima en \$200,000,000 y se estima que se requerirán \$9,375,000 anuales para el mantenimiento de la infraestructura.

5.6.5. Impulsar la creación de Unidades de Riego con aguas tratadas en las PTAR

Esta acción busca establecer una interrelación entre el uso público urbano y el uso agrícola en aquellas PTAR que se ubican en comunidades rurales. Actualmente existen dos unidades de riego bajo este esquema, tal es el caso de la Unidad de Riego con Aguas Tratadas Bajío de las Palmas, que aprovecha el agua tratada por la PTAR Rincón de Romos, para regar 125 ha.

De igual manera se está impulsando la creación de la Unidad de Riego con Aguas Tratadas en la PTAR de Palo Alto, municipio de El Llano. Con esta acción se podrá dar un impulso al aprovechamiento del agua tratada en la producción principalmente de forrajes y cultivos de tallo alto. Aunado a lo anterior se asegura el aprovechamiento del agua y se evita se contamine nuevamente por descargas sobre los cauces. Considerando que sólo en Instituto del Agua opera 35 Plantas de Tratamiento, se contempla la implementación de unidades de riego.

El monto estimado para llevar a cabo esta actividad es de \$45,000,000.

5.6.6. Concluir con la modernización y tecnificación de las Unidades de Riego en las diferentes presas del Estado

Se han realizado esfuerzos para mejorar la conducción en las Unidades de Riego cuyas obras de cabeza son superficiales, sobre todo en las presas de Calvillo, sin embargo, se requiere también ampliar a otras Unidades de Riego como es la de la Presa El Niagara, entre otras.

Para el desarrollo de esta actividad de estiman requerimientos de \$450,000,000 a lo largo de todo el horizonte del Plan Hídrico.

5.6.7. Síntesis de costos de la estrategia 6

Acción	Descripción Resumen	Costo (\$) 2021-2025	Costo (\$) 2026-2050	Costo total (\$)
4.6.1.	Supervisar y aplicar la legislación vigente para dar cumplimiento a los volúmenes autorizados de extracción	8,000,000	25,000,000	33,000,000
4.6.2.	Redireccionar los apoyos y subsidios para impulsar el incremento de la productividad del Agua	200,000,000	1,000,000,000	1,200,000,000
4.6.3	Fortalecer el impulso al mejoramiento de los canales de comercialización y venta para productos de bajo consumo de agua	5,000,000	25,000,000	30,000,000
4.6.4	Concluir el “Proyecto Integral de Rehabilitación, Modernización, Tecnificación y Equipamiento del Distrito de Riego 001, Pabellón”	200,000,000	234,375,000	434,375,000
4.6.5	Impulsar la creación de Unidades de Riego con aguas tratadas en las PTAR	30,000,000	15,000,000	45,000,000
4.6.6	Concluir la modernización y tecnificación de las Unidades de Riego en las diferentes presas del Estado	75,000,000	375,000,000	450,000,000
	Suma Estrategia 6	518,000,000	1,674,375,000	2,192,375,000

5.7. ESTABLECIMIENTO DEL OBSERVATORIO DEL AGUA COMO ELEMENTO INTEGRADOR DE LA CULTURA DEL AGUA

Objetivo:

Establecer un Observatorio del Agua que sirva de lugar de encuentro para la participación de actores de diferentes sectores del ámbito gubernamental, académico, económico y social, con la finalidad de que contribuyan a la generación y transferencia de información y conocimiento a la sociedad en general, de los proyectos relacionados al manejo del agua y coadyuven al fortalecimiento de la Cultura del Agua en la entidad.

En la gestión del recurso hídrico confluyen la participación de muchos actores de diferentes sectores del ámbito gubernamental, académico y de investigación, económico y social, los cuales rigen sus planes y políticas de intervención a partir de información disponible o que ellos mismos generan sobre la parte del sector hídrico donde intervienen.

Año con año se genera mucha información con diferentes ópticas y perspectivas que analizan el sector hídrico, sin que se cuente con mecanismos de difusión e intercambio para que su análisis y aplicación por las áreas ajenas a las propias que la generaron.

La Cultura del Agua es un proceso que se ve afectado ante la falta de difusión de información del sector hidráulico limitando la creación de una conciencia colectiva y responsable sobre el uso racional y la importancia del agua.

Por lo anterior es de suma importancia crear un lugar de encuentro en donde los actores que intervienen en la gestión del recurso hídrico contribuyan a la generación y transferencia de información y conocimiento a la sociedad en general, y coadyuven al fortalecimiento de la Cultura del Agua en la entidad.

Por lo anterior se proponen de manera general los siguientes proyectos.

5.7.1. Observatorio del agua

Se propone la formación de un Observatorio del Agua que deberá ser instalado en las oficinas del INAGUA y contará con las siguientes áreas de operación: Un Órgano Rector y un Grupo Operativo. Para poner en marcha este Observatorio se deberán desarrollar sistemas informáticos que faciliten la recopilación, análisis y difusión de la información generada en el sector hidráulico y sectores afines; por otra parte, se contempla la conformación de una Biblioteca del Agua y elaboración de publicaciones.

A lo largo de todo el proceso de creación del Observatorio del Agua, la conformación de su acervo bibliográfico y en su operación con la atención al público solicitante de información; lo mismo que para las actividades relacionadas con la Cultura del Agua, será oportuno considerar la participación de la mujer cuyo papel como guía de la familia, y por ende de la sociedad, es ancestral en nuestra cultura.

Asimismo, en la recopilación e intercambio de la información del acervo que nutrirá al Observatorio del Agua, deberán explorarse las experiencias de las tecnologías más avanzadas, pero también, de las soluciones prácticas que ante su problemática hídrica han adoptado las comunidades más apartadas del país y que generalmente están conformadas por pueblos originarios y/o afro-mexicanos.

Costo estimado de la conformación del Observatorio \$62,750,000. Costo anual de operación \$1,340,000.

En el Anexo 5 aparece la descripción detallada de este proyecto estratégico.

5.7.2. Fortalecer la Cultura del Agua en la entidad

La difusión y promoción de la Cultura del Agua es mayor cuando la sociedad se encuentra organizada, por ello es importante mencionar que en Aguascalientes existen instancias reconocidas como: el Consejo de Cuenca del Río Santiago; los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS) de Ocampo, Guanajuato y del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación; los Organismos Operadores de Agua; y también en el Estado se identifican diferentes asociaciones cuyos objetivos se enfocan en mayor o menor medida a la preservación del medio ambiente y que parte importante de sus actividades las destinan al cuidado del agua.

- Fortalecer las actividades de los centros de cultura del agua y coordinar los esfuerzos de las diferentes organizaciones no gubernamentales para lograr un mayor impacto en la cultura del agua. Los centros de cultura del agua existen en diversos puntos del Estado, por lo que se considera aprovechar esta estructura y fortalecerla, para lo cual se considera una inversión de 1.5 millones de pesos anuales.
- Programa permanente de rescate de parques y jardines y promoción de edificios verdes. Los sitios públicos como los parques y jardines son espacios ideales para la promoción y difusión de toda clase

de información que se desea transmitir, por lo que no deben ser ignorados. Se programa una inversión por 50 millones de pesos para el rescate de estos espacios y aprovecharlos en la cultura del agua.

- Mediante el consenso de las autoridades, incluir temas alusivos al conocimiento y cuidado del agua en los programas de educación, en los niveles básico, medio y superior. Esta actividad estará orientada a la preparación de materiales de los diferentes niveles educativos con un presupuesto anual de 1.5 millones de pesos.
- Establecer el Premio estatal a la investigación en materia de uso eficiente del agua en el Estado. Una de las vertientes importantes para la solución de la problemática hídrica será la inversión en investigación con las instituciones de educación superior, tecnológicos y centros de investigación por lo que se busca instituir un premio estatal con un importe de 2 millones de pesos anuales en todo el proceso de apoyo en la investigación y la dotación de premios en efectivo o becas.
- Fortalecer los programas de capacitación para el uso eficiente del agua en la agroindustria y buscar nuevas alternativas para los sistemas productivos en el campo. Se promoverán programas de capacitación con apoyos por un importe de 3.5 millones de pesos dirigidos a agricultores e industriales.
- Establecer un programa permanente e integral de difusión y cultura del agua para tomadores de decisiones. La capacitación, orientación y apoyo para los tomadores de decisiones es fundamental para lograr alinear y concientizar a este segmento de la población que tiene en sus manos la posibilidad de orientar presupuestos, por lo que destinaría una inversión de 1.5 millones de pesos anuales a esta actividad.
- Diseñar esquemas de capacitación por parte de expertos en la materia. En este apartado se realizará el diseño de esquemas de capacitación por parte de expertos en la materia, así como la implementación de una campaña interinstitucional de difusión en medios masivos, electrónicos y redes sociales, para promover la situación del agua y las medidas necesarias para su cuidado y preservación. Para esta actividad se destinaría un millón de pesos anuales.

Síntesis de costos de la estrategia 7

Acción	Descripción Resumen	Costo (\$) 2021-2025	Costo (\$) 2026-2050	Costo total (\$)
4.7.1	Observatorio del Agua	62,750,000	330,500,000	393,250,000
4.7.2	Fortalecer el proceso de cultura del agua en la entidad			
4.7.2.a	Fortalecer las actividades de los centros de cultura del agua y coordinar los esfuerzos de las diferentes organizaciones no gubernamentales para lograr un mayor impacto en la cultura del agua.	7,500,000	37,500,000	45,000,000
4.7.2.b	Programa permanente de rescate de parques y jardines y promoción de edificios verdes.	15,000,000	35,000,000	50,000,000
4.7.2.c	Mediante el consenso de las autoridades, incluir temas alusivos al conocimiento y cuidado del agua en los programas de educación, en los niveles básico, medio y superior.	7,500,000	37,500,000	45,000,000
4.7.2.d	Establecer el Premio Estatal a la investigación en materia de uso eficiente del agua en el Estado.	8,000,000	50,000,000	58,000,000
4.7.2.e	Fortalecer los programas de capacitación para el uso eficiente del agua en la agroindustria.	14,000,000	87,500,000	101,500,000
4.7.2.f	Establecer un programa permanente e integral de difusión y cultura del agua para tomadores de decisiones.	7,500,000	37,500,000	45,000,000
4.7.2.g	Diseñar esquemas de capacitación por parte de expertos en la materia	5,000,000	25,000,000	30,000,000
	Suma Estrategia 7	127,250,000	641,500,000	374,500,000

5.8. PROTECCIÓN A CENTROS DE POBLACIÓN Y ÁREAS PRODUCTIVAS ANTE SEQUÍAS, INUNDACIONES Y CAMBIO CLIMÁTICO

Objetivo:

Reducir o mitigar los riesgos derivados de fenómenos hidrometeorológicos y efectos ocasionados por el cambio climático para proteger a la población y áreas productivas de la entidad, con énfasis en las comunidades socialmente vulnerables como lo establece el objetivo 3 del PNH 2019-2024.

En el estado de Aguascalientes, se tienen registros de sequías recurrentes, por otro lado, la actividad de ciclones tropicales en el Pacífico puede generar condiciones propicias para que se presenten inundaciones. Se estima que bajo un escenario de cambio climático ambas condiciones podrían incrementarse. Por lo anterior, es necesario establecer acciones para brindar seguridad hídrica en caso de sequía y reducir la vulnerabilidad de la población y las áreas productivas ante inundaciones.

En la entidad se ha realizado un gran esfuerzo para contar con instrumentos normativos y se han desarrollado acciones que contribuyen a mitigar los impactos del cambio climático, sin embargo, a la fecha no se cuenta con escenarios que permitan estimar los cambios en el ciclo hidrológico por efecto de dicho fenómeno que permita revisar la efectividad de las acciones de adaptación y el funcionamiento de la infraestructura acorde a los cambios esperados.

Con base en lo anterior la presente Estrategia se conforma por estudios hidrológicos, necesidades de infraestructura y programas necesarios para reducir la vulnerabilidad de la población e infraestructura productiva.

5.8.1. Estudios hidrológicos y escenarios de manejo del agua

Para la elaboración de los escenarios, una parte fundamental es el conocimiento de los componentes del ciclo hidrológico; a partir de la recopilación y análisis de información se podrá eliminar en lo posible la incertidumbre en los pronósticos, localizar los efectos, definir las medidas de adaptación y priorizar su aplicación en las zonas más vulnerables de la entidad a los efectos del cambio climático. Por lo tanto, es necesario realizar **estudios de hidrología** que consideren los siguientes elementos: i) implementación de modelos lluvia escurrimiento, ii) análisis de tendencias de la variabilidad climática, iii) estimación de cambios en avenidas de diseño de obras de excedencias y protección de cauces por efectos del cambio climático, iv) pronóstico de disponibilidad de agua en cuencas y acuíferos y v) generación de escenarios de manejo del agua. El importe estimado para estos estudios es de \$5,000,000.

Como ejemplo de lo anterior, una propuesta de modelos lluvia escurrimiento para reducir la vulnerabilidad a eventos extremos, que permita determinar los niveles de inundación con diferentes periodos de retorno, es el modelo hidrológico elaborado en el año 2015 durante el desarrollo del "Programa contra contingencias hidráulicas para la zona urbana de Jesús María, Aguascalientes" para su réplica a nivel estatal. Dicho modelo se desarrolló mediante la aplicación del software HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modeling System), el cual es de distribución gratuita y fue desarrollado por el cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos de América. A partir de dicho modelo se obtuvo que el tirante máximo en la zona simulada varía 5.67 m a 9.72 m los cuales corresponden a los periodos de retorno de 2 y 100 años respectivamente. Los mayores tirantes se presentan en el río San Pedro cerca de la confluencia con el río Chicalote, y aproximadamente 300 metros aguas arriba del cruce del río San Pedro con la Avenida Miguel de la Madrid. Los mapas de tirantes y velocidades máximos se obtuvieron para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 50 y 100. Mapas de tirantes y velocidad para la zona urbana de Jesús María

5.8.2. Programas de adaptación al cambio climático y a las sequias

Parte importante de la Planeación Hídrica es la elaboración de un **Programa de medidas de adaptación** al cambio climático en los sectores agrícola y público urbano para el manejo de los recursos hídricos. Este programa y la **actualización del Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía del Consejo de Cuenca del Río Santiago**, serán claves para anticipar como se podrá atender la demanda de agua para los distintos usos durante las sequías severas. El costo para la elaboración de estos programas se estima en \$1,500,000 y \$1,000,000 respectivamente.

5.8.3. Identificación de mejores prácticas para proteger al sector agrícola de los efectos del cambio climático

Un análisis independiente deberá identificar cultivos vulnerables a incremento de temperaturas máximas, para aumentar seguros contra siniestros e instaurar prácticas de agricultura protegida, dirigidas a proteger la supervivencia y el rendimiento de los cultivos. Asimismo, se deberá proporcionar asesoramiento a los productores en función de condiciones climáticas observadas. El estudio tendría un costo estimado de \$1,000,000.

5.8.4. Conclusión del Atlas de Riesgo Estatal y actualización de los Atlas de riesgo municipales

Una acción importante es concluir y difundir a toda la sociedad el Atlas de Riesgo del Estado de Aguascalientes, así mismo, se recomienda elaborar o actualizar los Atlas de riesgos municipales para definir las zonas de alto riesgo ante fenómenos de origen hidrometeorológico, así como las áreas de recarga y de captación de agua que estén sujetas a riesgos, con la finalidad de priorizar acciones de conservación y restauración. La conclusión y difusión del Atlas de Riesgo Estatal tendría un costo de \$1,500,000, mientras que para los Atlas municipales el costo estimado es de 10,000,000.

5.8.5. Determinación de acciones para evitar asentamientos humanos en zonas de riesgo

Derivado de los Atlas de riesgos se podrán identificar los asentamientos humanos que se encuentran en zonas de alto riesgo y proponer las acciones pertinentes para su protección e inclusive su reubicación. Asimismo, se requiere determinar otras acciones que al implementarse permitan evitar los asentamientos humanos en zonas de alto riesgo. Costo estimado \$550,000.

5.8.6. Diagnóstico de la infraestructura hidráulica y obras de protección contra inundaciones

Se requiere realizar un diagnóstico de la condición que guarda la infraestructura hidráulica y obras de protección contra inundaciones, con la finalidad de elaborar un plan de rehabilitación y mantenimiento. Además de manera periódica se deberá inspeccionar esta infraestructura para determinar las condiciones físicas y de funcionamiento. El costo estimado del diagnóstico es de \$2,500,000.

5.8.7. Estudios y proyectos para nueva infraestructura de protección a centros de población y zonas productivas

Derivado de los Atlas de Riesgo se deberán ejecutar los estudios y proyectos para posteriormente construir la infraestructura que permita proteger a los centros de población y zonas productivas que todavía presentan un alto riesgo a las inundaciones. Costo estimado \$20,000,000.

5.8.8. Construir obras de protección a centros de población y zonas productivas

Tomando en cuenta los Atlas de Riesgos y el diagnóstico de la infraestructura hidráulica y obras de protección contra inundaciones se estará en condiciones de definir las obras que se deberán rehabilitar, así como la nueva infraestructura que se requiere en las zonas de alto riesgo hidrológico. Se estima que en esta acción se requerirá por lo menos de una inversión de \$300,000,000.

5.8.9. Rehabilitación de presas y desazolve de ríos

Derivado del diagnóstico de la infraestructura hidráulica y obras de protección contra inundaciones, se deberán rehabilitar las presas con alto riesgo hidrológico; para esta acción se considera un costo de \$36,000,000. Asimismo, se debe realizar el desazolve de los cauces donde las probabilidades de desbordes durante las lluvias sean muy altas, estimándose un costo inicial de \$36,000,000.

5.8.10. Fortalecimiento de los sistemas municipales de Protección Civil

Con la finalidad de que los sistemas municipales de Protección Civil enfrenten de manera oportuna las contingencias originadas por las lluvias y otros eventos se deberán fortalecer estos sistemas con recursos humanos capacitados y equipamiento. El costo estimado de esta acción es de \$50,000,000.

Se deberán llevar a cabo acciones preventivas y campañas de concientización que contribuyan a la vinculación de la sociedad civil en la implementación de un sistema integral de protección civil, donde autoridad y población sean corresponsables de las medidas que se deberán tomar ante la eventualidad de cualquier tipo de emergencia. Para lo anterior se propone la formulación de programas de contingencia a nivel municipal en coordinación con el Sistema de Protección Civil para mitigar, alertar y enfrentar las inundaciones. Costo estimado \$11,000,000.

5.8.11. Participación de la sociedad y la Academia

Por muchos años se han llevado a cabo campañas de limpieza de cauces y reforestación, sin embargo, este tipo de acciones se hace de manera aislada y no tiene un impacto importante en la modificación de los hábitos negativos de la población. Por lo anterior es necesario inscribir este tipo de campañas y talleres como parte de los planes de educación, con la finalidad de formar una sociedad más educada y consciente que coadyuvará a la prevención y reducción de los riesgos de inundaciones.

Con la finalidad de ahorrar recursos en la elaboración de estudios y programas se pueden establecer convenios con Universidades o Centros de Investigación para que realicen estos estudios u otros que se consideren relevantes en el tema, como parte de sus programas de titulación e investigación.

5.8.12. Acciones transversales

Un punto importante por verificar que los Planes de Desarrollo Urbano y Programas de Ordenamiento Territorial se incorporen criterios de ordenamiento ecológico que coadyuven a la protección de las zonas de alta vulnerabilidad hídrica y zonas de recarga. Asimismo, se deben elaborar planes que consideren la reubicación de los asentamientos humanos más vulnerables al incremento a condiciones de sequía.

Para hacer frente a los efectos de un incremento en la intensidad de las sequías o a mayores temperaturas, es de suma importancia la conservación y creación de reservas de agua superficial y subterránea, para lo cual se deberá conferir al ordenamiento territorial la importancia que tiene para lograr la protección de estas áreas.

La entidad cuenta con un Programa Estatal de Cambio Climático (PECC) en fase de publicación con el que se establecerán acciones de mitigación que permitirán al Estado participar en los compromisos que ha adquirido nuestro país con el Acuerdo de París y los compromisos del Milenio para contribuir en la reducción de emisiones para frenar el calentamiento global. Algunas de las medidas que se han delineado en el PECC son: a) Programa de Calentadores Solares, b) Programa de azoteas verdes para las oficinas gubernamentales, c) Sustitución de la flotilla vehicular del gobierno del Estado por autos eléctricos y d) Rehabilitación de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

5.8.13. Síntesis de costos de la estrategia 8

Acción	Descripción Resumen	Costo (\$) 2021-2025	Costo (\$) 2026-2050	Costo total (\$)
4.8.1	Estudios hidrológicos y escenarios de manejo del agua	5,000,000		5,000,000
4.8.2	Programas de adaptación al cambio climático y a las sequías	2,500,000		2,500,000
4.8.3	Identificación de mejores prácticas para proteger al sector agrícola de los efectos del cambio climático	1,000,000		1,000,000
4.8.4	Conclusión del Atlas de Riesgo Estatal y actualización de los Atlas de riesgo municipales	11,500,000		11,500,000
4.8.5	Determinación de acciones para evitar asentamientos humanos en zonas de riesgo	550,000		550,000
4.8.6	Diagnóstico de la infraestructura hidráulica y obras de protección contra inundaciones	2,500,000		2,500,000
4.8.7	Estudios y proyectos para nueva infraestructura de protección a centros de población y zonas productivas	20,000,000		20,000,000
4.8.8	Construir obras de protección a centros de población y zonas productivas	300,000,000	250,000,000	550,000,000
4.8.9	Rehabilitación de presas y desazolve de ríos	72,000,000	150,000,000	222,000,000
4.8.10	Fortalecimiento de los sistemas municipales de Protección Civil	61,000,000	300,000,000	361,000,000
	Suma Estrategia 8	476,050,000	700,000,000	1,176,050,000

5.9. FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN SUSTENTABLE DE CUENCAS

Objetivo:

Consolidar, fomentar y ampliar las capacidades de planificación y gestión participativa de los actores locales para restaurar, conservar y proteger las cuencas y microcuencas estratégicas que proveen servicios ambientales hidrológicos.

La importancia de incluir una estrategia integral de manejo de cuencas en la Planeación Hídrica radica en el papel que juega la degradación del suelo en la pérdida de la capacidad de infiltración y en el aumento en la velocidad de escurrimiento. Lo que a su vez influye en una menor disponibilidad en cuerpos de agua y un

aumento en el riesgo por inundaciones. En el primer caso se compromete la sustentabilidad hídrica del Estado y el segundo significa una mayor vulnerabilidad de la población a lluvias intensas.

La estrategia parte del conocimiento de la flora y la fauna características de Aguascalientes, así como las interacciones entre ellas para preservar la biodiversidad y con ello a frenar la degradación del suelo. Por lo tanto, resulta indispensable conocer los factores que causan la deforestación y alentar la formación de asociaciones participativas para encontrar esquemas de producción sostenible que mejoren las condiciones de vida y oportunidades de los habitantes en comunidades en el entorno de las áreas naturales protegidas del Estado. Con base en lo anterior es necesaria la coordinación entre los sectores académico, forestal, medio ambiente y agrícola para que a través de procesos participativos se adopte la mejor combinación de propuestas para restaurar los ecosistemas en las zonas protegidas.

El valor agregado de las acciones que forman parte de la Estrategia Integral de Conservación de Cuencas se encuentra en su contribución a la Estrategia de Protección a Centros de Población y Áreas productivas. Al mismo tiempo, la estrategia de conservación de cuencas se beneficia con los cambios en las prácticas agronómicas y alternativas de producción propuestas en las zonas de temporal.

Estas acciones son consideradas como ***soluciones basadas en la naturaleza***, es decir al desarrollarlas se aumentará la resiliencia y capacidad para abordar desafíos sociales y al mismo tiempo salvaguardar la biodiversidad y mejorar el bienestar humano; algunos de los problemas sociales que se podrán atender son: la amenaza en la disponibilidad del agua, el creciente riesgo de los desastres naturales y el cambio climático³².

Una cuenca en equilibrio y sin presión del uso de la tierra o de sus recursos naturales no requiere de una intervención para mejorar el ambiente o conservar los recursos, sin embargo, esto es casi imposible de encontrar en la entidad; en la mayoría de los casos las cuencas se ven amenazadas por situaciones de contaminación de aguas, erosión de suelos, deforestación, desastres naturales, baja productividad de la tierra y falta de ordenamiento territorial.

Por lo anterior se requiere llevar a cabo una intervención de las cuencas para crear alternativas que permitan su restauración y preservación; esta mediación se puede llevar a cabo a nivel de cuencas o microcuencas dependiendo el enfoque con el que se manejará el área.

En la entidad se reconocen dos niveles con diferentes enfoques; a nivel de cuenca se cuenta con el Consejo de Cuenca del Río Santiago cuyo principal objetivo es planificar y gestionar el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos dentro de su ámbito. A nivel de microcuencas con diversos enfoques: i) dos áreas naturales protegidas (ANP) federales, ii) dos áreas estatales reservadas voluntariamente, iii) cuatro ANP a nivel estatal, iv) 74 áreas estatales prioritarias para la conservación de la biodiversidad, v) una región hidrológica prioritaria y vi) 8 áreas prioritarias para la biodiversidad y 7 áreas prioritarias para la conservación de la recarga del acuífero en el municipio de Aguascalientes.

5.9.1. Reactivación del Consejo de Cuenca del Río Santiago

Actualmente el Consejo de Cuenca del Río Santiago no trabaja de manera regular, principalmente porque existe una constante rotación de los representantes de los Estados y poca participación de las dependencias que lo integran; así mismo los diferentes actores de la sociedad civil han perdido interés en seguir participando. La **reactivación del Consejo de Cuenca** es un tema que se debe considerar como parte fundamental para lograr el consenso de los grandes proyectos que se requieren para la restauración y preservación de la cuenca.

Por la forma en que fue concebido el Consejo de Cuenca, este trabaja bajo un enfoque de ***“manejo de cuenca”***, es decir el agua es el centro de su planificación, situación que limita la coordinación y ejecución de proyectos y acciones cuando estas están relacionadas con el ordenamiento territorial y ambiental. Por lo anterior se sugiere modificar el enfoque de trabajo del Organismo hacia un ***“manejo integral de cuenca”***, en donde el centro de la planificación y manejo sea el medio ambiente, pero el recurso hídrico conserva un rol estratégico o bien un ***“manejo sostenible de cuenca”*** en donde los recursos naturales constituyen el centro de la planificación y manejo, y el recurso hídrico constituye el elemento integrador. En la siguiente figura se presenta de manera esquemática las interacciones e interrelaciones y la función del agua en la visión de los enfoques mencionados.

Por otra parte, las microcuencas que actualmente están “protegidas, reservadas o son consideradas prioritarias” (áreas intervenidas) se ven inmersas en situaciones que amenazan su estabilidad como son: el sobrepastoreo, cambio de uso de suelo, pérdida de cobertura vegetal, tala clandestina, abatimiento de

³² <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/en-que-consisten-las-soluciones-basadas-en-la-naturaleza-y-como-pueden-ayudarnos-a-enfrentar-la-crisis-climatica>.

manantiales, entre otros. Debido a que pocas de estas áreas tienen un plan de manejo o programa de conservación, se vuelve difícil determinar, coordinar y ordenar las acciones a realizar por los diferentes actores que intervienen en la región; en consecuencia, el impacto en la prestación de los servicios ecosistémicos, incluidos los servicios hídricos, es bajo.

Si bien la reactivación del Consejo de Cuenca es una cuestión política, se requerirá un financiamiento para la operación de la Gerencia Operativa, de tal manera que cuente con personal técnico y administrativo que trabaje de manera permanente en un lugar adecuado para ello. El costo de la reactivación tendrá un costo estimado de \$3,500,000 en el periodo 2021-2025 y posteriormente un costo anual de operación de \$1,250,000.

5.9.2. Promover la participación de los habitantes que viven en las áreas protegidas

Existen en Aguascalientes, cinco Áreas Naturales Protegidas de Jurisdicción Estatal: ANP Sierra Fría, ANP Cerro del Muerto, ANP Sierra del Laurel, ANP El Tecolote y ANP Bosque de Cobos Parga. Se tiene un total de 143,017.86 hectáreas, declaradas como áreas naturales protegidas por el Estado, que representan poco más del 25% de la superficie estatal. La mayor parte de estos sitios, se encuentran en el macizo montañoso occidental y algunas de ellas también están en zonas semi urbanas del municipio de la capital. Uno de los elementos básicos que se deben considerar para llevar con mayor éxito el manejo de una microcuenca, es la participación de los propietarios de los predios dentro del área intervenida; estos deben formar parte de las decisiones desde un inicio y comprometerse permanentemente con el objetivo de la intervención. En las áreas intervenidas actualmente los habitantes muchas veces son parte de la problemática ya que carecen de incentivos que compensen los servicios ambientales que sus predios prestan, por lo cual prefieren realizar un cambio de uso de suelo para llevar a cabo actividades más productivas o bien, obtener un beneficio económico de manera inmediata con su venta. Las restricciones sobre el uso de suelo que se imponen a los dueños de las tierras cuando estas son declaradas ANP o zonas protegidas, muchas veces resulta ineficiente y no garantiza que la restricción sea respetada.

Por lo anterior es de vital importancia lograr la participación de los habitantes de manera consciente, tarea que no es fácil; la participación más activa ocurre cuando los actores reciben beneficios o ventajas directas, en este caso el pago por servicios ambientales. A continuación, se enuncian otras estrategias, que se pueden poner en marcha en las áreas intervenidas para lograr la participación de los habitantes en la región:

- Dar a conocer de manera sencilla y practica para que se requiere el manejo en la microcuenca y que pasaría en la actualidad y a futuro si no se toman medidas; asimismo es importante hacer énfasis en los beneficios que de manera directa tendrán los participantes.
- Abrir espacios para la participación de las mujeres, involucrándolas en proyectos que con sus conocimientos y experiencia puedan representar ingresos para sus familias.
- Desarrollar programas de educación ambiental y cursos de ecotecnia y diversificación productiva del traspacio familiar, que permitirá el desarrollo de técnicas que favorezcan la captura de agua de lluvia, su uso y reciclaje, el uso sustentable de leña, los cultivos de hortalizas y el manejo del traspacio para crear un sistema que mejore la calidad de vida de los habitantes de las cuencas media y baja.
- Cursos de capacitación en agricultura orgánica, de manera que los productos hortícolas que se ofrezca a los habitantes de otras zonas tengan como valor agregado el ser orgánicos, libres de agroquímicos, y con estándares de calidad.
- Promover políticas públicas para desalentar la deforestación y motivar la búsqueda de esquemas de producción silvo-pastoriles combinados con esquema de pago por servicios ambientales.

Las actividades anteriores tienen un costo inicial estimado de \$25,000,000.

Un ejemplo de la participación ciudadana como motor en la restauración y conservación de los ecosistemas se tiene en la comunidad de Monte Grande, municipio de San José de Gracia. Los comuneros de esta región trabajan desde hace desde hace 16 años a favor de su protección y conservación, a través de prácticas de manejo enfocadas a evitar la degradación de los suelos y el daño por incendios, así como para controlar plagas y enfermedades forestales. La asamblea comunal lleva cada año la planeación de las actividades a desarrollar y junto con el apoyo de especialistas en diferentes ramas que apoyan a la comunidad se ha logrado alcanzar las metas de conservación establecidas³³. En las siguientes imágenes se puede observar las acciones que se han logrado realizar en esta comunidad.

³³ Conservación de los servicios ambientales de Monte Grande, Sierra Fría. Sustentabilidad y Biodiversidad. La participación ciudadana en Aguascalientes. Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua de Aguascalientes. 2019.

5.9.3. Planes de manejo o programas de conservación

A la par se deberá trabajar en la **elaboración de los planes de manejo o programas de conservación** de las áreas intervenidas que aún no cuentan con este instrumento, los cuales se deben elaborar en consenso con los habitantes de las regiones para que se generen los compromisos adecuados para la puesta en marcha de las acciones. El costo estimado para estos planes es de \$10,000,000.

Asimismo, se deben considerar los recursos necesarios para la implementación de las prácticas de manejo determinadas en los planes de manejo, entre las cuales las más importantes serían: i) evitar la degradación de los suelos y el daño por incendios, ii) controlar plagas y enfermedades forestales, iii) vigilar la zona para evitar los asentamientos irregulares y iv) evitar la tala clandestina. El costo estimado para apoyar estas acciones se estima del orden de \$4,000,000 anuales.

Establecer un programa de conservación, rescate y vigilancia de los corredores biológicos, como son las zonas federales, definidos en los planes de ordenamiento territorial, por su importancia para las zonas naturales protegidas. Al mismo tiempo, se debe promover actividades de bajo impacto como senderismo y ecoturismo y fortalecer las acciones en espacios naturales públicos para fomentar la cultura de la conservación y preservación. El costo estimado para estas actividades es de \$2,000,000 anuales.

5.9.4. Estudios para implementar los Planes de manejo o programas de conservación

Para fortalecer las medidas propuestas en los Planes de manejo, se proponen los siguientes estudios:

- Elaborar y publicar un Plan integral de conservación de cuencas y preservación de zonas de vulnerabilidad hídrica. En este documento deberán integrarse las áreas de conservación definidas en el Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico y Territorial 2013-2035. Costo estimado \$5,000,000.
- Implementar un programa de activación de recarga natural inducida en las cuencas altas y zonas de recarga. Costo estimado \$15,000,000.
- Definir y delimitar las zonas de recarga y establecer mecanismos de protección ante el crecimiento de la zona urbana o cambio de uso de suelo. Costo estimado \$2,500,000.
- Elaborar el estudio hidrológico de apoyo para la determinación del gasto ecológico de los principales ríos del Estado. Costo estimado \$1,500,000.
- Estudio de factibilidad de colecta de agua de lluvia en diversas modalidades (en techos, en infraestructura urbana, en campo). Costo estimado \$1,000,000.
- Estudio de factibilidad de rescate de especies de peces endémicos, anfibios y otra fauna acuática. Costo estimado \$1,000,000.

Otro mecanismo que se puede desarrollar para el manejo de las cuencas es la participación de Universidades y Centros de Investigación propiciando a través de convenios, la participación de los alumnos e investigadores en el desarrollo de investigaciones y proyectos ambientales, hidráulicos, agrícolas, entre otros; asimismo también se puede buscar la participación de escuelas con enfoque social y de salud para prestar trabajos sociales en las comunidades.

5.9.5. Prácticas de sustentabilidad en las cuencas

En el ámbito de áreas naturales protegidas, el manejo sustentable de bosques, la preservación de la biodiversidad, la labranza de conservación y el mejoramiento de suelos mediante el composteo con materia orgánica y minerales son acciones necesarias para favorecer la recarga del acuífero. En zonas de temporal, las acciones que se pueden realizar dependen de la cantidad de precipitación:

- En zonas con buena precipitación el establecimiento de girasol ofrece buena rentabilidad a la vez que actúa como mejorador de suelo, en asociación con cultivos como frijol y maíz tiene un gran potencial como parte de un esquema integral para mejorar la calidad de vida en el campo, a través del mejoramiento del ingreso y productos para autoconsumo y como forraje. Esta práctica acorde con el estilo de vida que proviene de una agricultura de autoconsumo facilita la adopción de nuevas prácticas en beneficio de una mejora en la calidad de vida de los productores.
- En zonas con precipitación escasa se puede aprovechar el suelo como agostaderos y de manera paralela establecer zacates y árboles, así como técnicas de manejo de potreros para propiciar la recuperación del suelo, evitar la erosión, prevenir la contaminación del acuífero y favorecer la infiltración. En torno a los cuerpos de agua se requiere promover la construcción de cercos para evitar la contaminación por nitratos. Otra alternativa es el establecimiento de maguey para brindar un mejor ingreso a partir de la producción de mezcal y subproductos como el aguamiel.

Las acciones de temporal son relevantes en la presente estrategia, debido a su localización y a la importancia de los bosques en el ciclo del agua, ya que la vegetación y suelo, evitan que el agua tome velocidad cuesta abajo y con ello impiden la erosión y el desprendimiento de tierra. La vegetación retiene el agua, que posteriormente se infiltra a través de poros o grietas para recargar los mantos acuíferos. Los beneficios de este enfoque permiten proteger a la población del riesgo de inundaciones y en el largo plazo contribuyen a que cuente con agua disponible para el desarrollo normal de sus actividades.

A continuación, se mencionan los proyectos a implementar con la finalidad de aprovechar, proteger y conservar los recursos naturales de la cuenca, pero con la consigna de restaurar la calidad de los ecosistemas.

- Realizar nuevas obras de conservación de suelo y agua y dar mantenimiento a las ya existentes, para contribuir a incrementar la infiltración de agua de lluvia, aumentando la cobertura vegetal, la fertilidad de suelos y disminuyendo los riesgos ocasionados por fenómenos hidrometeorológicos. Costo estimado \$150,000,000.
- Desarrollar viveros para la producción de planta forestal y sembrarlas en sistemas agroforestales para aumentar la densidad de planta por hectárea. Costo estimado \$35,000,000.
- Establecer un programa de monitoreo de la calidad del agua y fertilidad del suelo. Costo estimado \$4,500,000 anualmente.
- Intensificar los programas de forestación considerando áreas aptas para boques comerciales, bosques de protección y bosques asociados con la agricultura, así como la propagación de árboles nativos de la entidad (mezquites, huizaches, varaduz, encinos, sauces, sabinos, guaje, mimbre). Costo estimado anual de \$4,000,000.
- Construir cuerpos de agua artificiales para coleccionar agua de lluvia, con el fin de ampliar la capacidad de acceso al recurso y fortalecer la resiliencia. Costo estimado \$250,000,000.
- Diseñar y construir paquetes de tecnologías apropiadas para el manejo integral del agua en escuelas públicas en zonas rurales con problemas de abastecimiento de agua potable. Costo estimado \$15,000,000.

5.9.6. Acciones transversales

Las acciones transversales más importante a promover son la observancia del Código de Ordenamiento Territorial, Desarrollo Urbano y Vivienda para el Estado de Aguascalientes, el primero, establece que la expansión física de los centros de población se deberá controlar para que no se afecten las zonas naturales y prioritarias de permeabilidad hidráulica y de recarga de los acuíferos, propiciando la captación que incremente el nivel de los mantos freáticos y el segundo, el Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal, establece la regionalización ecológica del territorio estatal y las políticas ambientales a partir de la disponibilidad de los recursos naturales

Otro punto relevante en la restauración y preservación de las cuencas es la inspección y vigilancia; si bien es cierto que tanto el gobierno estatal como federal llevan a cabo acciones en materia de inspección y vigilancia, no se cuenta con los recursos humanos y materiales suficientes para realizar un programa permanente que asegure la conservación del capital natural y la biodiversidad. Por lo anterior es necesario buscar los mecanismos que faciliten y deleguen a los municipios, comunidades y sociedades civiles llevar a cabo estas funciones.

5.9.7. Síntesis de costos de la estrategia 9

Acción	Descripción Resumen	Costo (\$) 2021-2025	Costo (\$) 2026-2050	Costo total (\$)
4.9.1	Reactivación del Consejo de Cuenca del Río Santiago	3,500,000	31,250,000	34,750,000
4.9.2	Promover la participación de los habitantes que viven en las áreas protegidas	25,000,000	75,000,000	100,000,000
4.9.3	Planes de manejo o programas de conservación			
4.9.3.a	Elaboración planes de manejo áreas protegidas establecidas	10,000,000		10,000,000
4.9.3.b	Implementación de prácticas de manejo	16,000,000	100,000,000	116,000,000
4.9.3.c	Fortalecimiento de corredores biológicos y espacios naturales	8,000,000	50,000,000	58,000,000
4.9.4	Estudios para implementar los Planes de manejo o programas de conservación			0
4.9.4.a	Plan integral de conservación de cuencas y preservación de zonas de vulnerabilidad hídrica	5,000,000		5,000,000

Acción	Descripción Resumen	Costo (\$) 2021-2025	Costo (\$) 2026-2050	Costo total (\$)
4.9.4.b	Programa de activación de recarga natural inducida en las cuencas altas y zonas de recarga	15,000,000		15,000,000
4.9.4.c	Delimitación de las zonas de recarga y establecer mecanismos de protección ante el crecimiento de la zona urbana o cambio de uso de suelo	2,500,000		2,500,000
4.9.4.d	Estudio hidrológico de apoyo para la determinación del gasto ecológico de los principales ríos del Estado	1,500,000		1,500,000
4.9.4.e	Estudio de factibilidad de colecta de agua de lluvia en diversas modalidades	1,000,000		1,000,000
4.9.4.f	Estudio de factibilidad de rescate de especies de peces endémicos, anfibios y otra fauna acuática	1,000,000		1,000,000
4.9.5	Prácticas de sustentabilidad en las cuencas			0
4.9.5.a	Nuevas obras de conservación de suelo y agua y dar mantenimiento a las ya existentes	150,000,000	93,750,000	243,750,000
4.9.5.b	Desarrollo de viveros para la producción de planta forestal y sembrado de las mismas en sistemas agroforestales	35,000,000	25,000,000	60,000,000
4.9.5.c	Programa de monitoreo de la calidad del agua y fertilidad del suelo	18,000,000	112,500,000	130,500,000
4.9.5.d	Intensificación de los programas de forestación	16,000,000	100,000,000	116,000,000
4.9.5.e	Construcción de cuerpos de agua artificiales para colectar agua de lluvia	250,000,000	156,250,000	406,250,000
4.9.5.f	Diseño y construcción de paquetes de tecnologías para el manejo integral del agua en escuelas públicas del medio rural	15,000,000	9,375,000	24,375,000
	Suma Estrategia 9	572,500,000	753,125,000	1,325,625,000

5.10. DIVERSIFICACIÓN DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO PARA LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES

Objetivo:

Incorporar caudales de nuevas fuentes de abastecimiento para el Valle de Aguascalientes con la finalidad de reducir sustancialmente las extracciones de agua subterránea.

El Valle de Aguascalientes, con la capital del Estado y su zona metropolitana, concentra la mayor parte de la población y actividades económicas y socioculturales, centros educativos y servicios. Asimismo, en los alrededores de la ciudad y el eje norte-sur, se ubican otras zonas urbanas y se concentran en las áreas rurales, importantes extensiones de zonas agrícolas de riego, incluyendo el Distrito de Riego No 001, Pabellón. El abastecimiento de agua de las zonas urbanas y buena parte de estas áreas de riego se abastecen de agua subterránea. Por lo mismo, la porción del acuífero en este Valle es la más afectada por la sobreexplotación. En esta zona se registran los mayores abatimientos de niveles de bombeo y se ha producido el mayor deterioro en la calidad del agua (cada vez mayores concentraciones de flúor y arsénico), como resultado del bombeo hasta 160 metros de profundidad en algunos casos y se encuentran aguas con influencia de diversos elementos contaminantes. Debido a las características de la geología y los suelos, el abatimiento ha provocado también la subsidencia y los agrietamientos del terreno con daños a las viviendas y la infraestructura que se han intensificado en algunas zonas.

Actualmente, la Zona Metropolitana de Aguascalientes es abastecida por diversas baterías de pozos con un volumen anual del orden de 125 hm³. Esto, adicional a la extracción para suministro doméstico de numerosas localidades que no son atendidas por los Organismos Operadores. El Valle concentra la mayor parte de la superficie agrícola del Estado, en su mayor parte regada con agua subterránea. Asimismo, el mayor desarrollo industrial y tecnológico se localiza en el Valle, aspectos que deben considerarse para garantizar el suministro de agua con visión de largo plazo. En este sentido es importante diversificar las fuentes de abastecimiento para favorecer la recuperación del acuífero. Actualmente se visualizan como alternativas de suministro las siguientes:

5.10.1. Proyecto Agua Segura

El Proyecto "Agua Segura para el Valle de Aguascalientes", considera la recuperación del agua de 5 plantas de tratamiento de aguas municipales, localizadas al margen del río San Pedro, que son: Jesús María, Pocitos, Sauces, Arellanos y la de la ciudad de Aguascalientes, que en conjunto cuentan con una capacidad instalada de saneamiento de aproximadamente de 2,900 l/s.

A partir de un cárcamo de bombeo en la Planta de Tratamiento de Aguas Municipales de la ciudad de Aguascalientes se bombeará un caudal de 2,500 l/s a conducir a través de una distancia aproximada de 63.9 km, hasta la Presa Plutarco E. Calles, donde el agua tendrá un tiempo de residencia hidráulico para su estabilización y dilución.

Aprovechando la infraestructura de conducción existente, se construirá una obra de toma para un caudal de 2,000 l/s de agua que se conducirá a una potabilizadora del tipo de oxidación avanzada, en el municipio de Pabellón de Arteaga, de donde se llevará a través de un acueducto recorriendo una distancia aproximada de 62.9 km., hasta los tanques de distribución El Molino, El Cóbano, y el Tecnológico, que se encuentran por el costado oriente y al lado poniente hasta el tanque La Cantera, en la ciudad de Aguascalientes.

Este proyecto tiene un costo inicial de \$5,623.78 millones y un costo de operación y mantenimiento estimado del orden de \$462 millones.

La incorporación de agua renovada al vaso de la Presa Plutarco Elías Calles, para su posterior aprovechamiento, siendo la presa de mayor capacidad; o en su defecto la presa Abelardo Rodríguez por su cercanía a la ciudad, considera las acciones presentadas a continuación.

Recuperación del agua de 5 plantas de tratamiento de aguas municipales, localizadas en la margen del río San Pedro: Jesús María, Pocitos, Sauces, Arellanos y la de la ciudad de Aguascalientes, que en conjunto cuentan con una capacidad instalada de saneamiento de aproximadamente de 2,900 l/s.

- *Bombeo de un caudal de 2,500 l/s hasta la Presa Plutarco E. Calles (63.9 km), donde el agua tendrá un tiempo de residencia hidráulico para su estabilización y dilución. En el caso de la presa Abelardo Rodríguez la distancia se reduce considerablemente, aunque también el volumen de dilución con agua superficial.*
- *Obra de toma para un caudal de 2,000 l/s de agua que se conducirá a una potabilizadora del tipo de oxidación avanzada, de donde se llevará a través de nuevos acueductos hasta los tanques de distribución El Molino, El Cóbano, y el Tecnológico, al oriente y La Cantera, al poniente de la ciudad de Aguascalientes.*

En el Anexo 5 contiene la ficha del proyecto Agua Segura

5.10.2. Otras fuentes opcionales

El Gobierno del Estado realizó un análisis de nuevas fuentes, encontrando disponibilidad en la cuenca del Juchipila, en donde se tiene una reserva publicada por CONAGUA de 113.53 hm³. Esta alternativa, considera el bombeo desde la presa "El Chique" hasta el vaso de la presa Plutarco Elías Calles, para su utilización en la zona conurbada Aguascalientes. El costo de inversión estimada es de al menos 11 mil millones de pesos, para un gasto de 2.0 m³/s. La inversión necesaria y la variabilidad a la que estaría sujeto el suministro de agua hacia la zona de mayor demanda en el Estado, hace necesario el análisis de soluciones con mayor viabilidad técnica y financiera.

Esta alternativa comparada con el Proyecto Segura, tiene un menor costo, y por lo tanto presenta mayores avances en su gestión, estudio y diseño. Sin embargo, el Estado avanza en la confirmación de la voluntad de proyecto para el aprovechamiento de la reserva del río Juchipila, analizando alternativas para el trasvase que representen una menor inversión.

Por otro lado, no se descarta la opción de encontrar agua de calidad y accesible en un acuífero independiente a mayor profundidad (500-600 metros).

5.10.3. Síntesis de costos de la estrategia 10

Este es un resumen de la información disponible acerca del costo del proyecto de Agua Segura y costo de operación y mantenimiento estimado.

Acción	Descripción Resumen	Costo (\$) 2021-2025	Costo (\$) 2026-2050	Costo total (\$)
4.10.1	Proyecto Agua Segura	5,623,775,561	11,582,627,700	17,206,403,261
4.10.2	Aprovechamiento de la Reserva de Juchipila.	Sin costos por el momento		
	Suma Estrategia 10	5,623,775,561	11,582,627,700	17,206,403,261

5.11. COSTOS TOTALES DEL PLAN HÍDRICO ESTATAL DE AGUASCALIENTES

Para el periodo 2021-2050 se requiere afrontar un costo total de 30,931 millones de pesos para llevar a cabo las acciones programadas en el Plan Hídrico Estatal, cifra que incluye los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura propuesta.

Estrategia	Costo (\$) 2021-2025	Costo (\$) 2026-2050	Costo total (\$)
1. Fortalecimiento de la Autoridad del Agua en el estado de Aguascalientes	74,000,000	325,000,000	399,000,000
2. Reestructuración técnica y financiera del esquema general de gestión de plantas de tratamiento	360,000,000	500,000,000	860,000,000
3. Estrategia integral de uso de agua renovada orientada a optimizar su aprovechamiento	110,500,000	281,000,000	391,500,000
4. Control de la contaminación mediante la regulación y monitoreo de descargas de aguas residuales	2,728,286,338	1,431,898,980	4,160,185,318
5. Fortalecimiento técnico y financiero de los Organismos Operadores de Agua	1,442,250,000	1,009,750,000	2,452,000,000
6. Fortalecimiento de la productividad y uso eficiente del agua de riego	518,000,000	1,674,375,000	2,192,375,000
7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua	127,250,000	641,500,000	768,750,000
8. Protección a centros de población y áreas productivas ante sequías, inundaciones y cambio climático	476,050,000	700,000,000	1,176,050,000
9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas	572,500,000	753,125,000	1,325,625,000
10. Diversificación de fuentes de abastecimiento para la zona metropolitana de la ciudad de Aguascalientes	5,623,775,561	11,582,627,700	17,206,403,261
Total	12,032,611,899	18,899,276,680	30,931,888,579

6. CARTERA DE PROYECTOS

El Gobierno y la ciudadanía de Aguascalientes han trabajado en la adecuación de leyes e instituciones que inciden sobre el sector para mantener actualizado un Plan Hídrico Estatal al año 2050 que conserve políticas y estrategias fundamentales para la sustentabilidad independiente de los cambios sexenales. El objetivo principal es asegurar la disponibilidad de agua y el equilibrio ambiental para el desarrollo del Estado.

Una visión de largo plazo requiere una cartera de proyectos con un presupuesto que se irá ajustando en función del comportamiento de los factores de la economía, lo mismo que las tarifas de los servicios de agua y saneamiento que deberá pagar la ciudadanía para mantener en óptima operación la infraestructura construida. En el Anexo 6 se presenta la Cartera de proyectos que se integró.

De esta manera, la inversión inicial esperada asciende a poco más de 11 mil millones de pesos (35.8% del total del presente Plan Hídrico) y el presupuesto requerido para la operación y mantenimiento durante el periodo de análisis (2021-2050) será de poco más de 19 mil millones de pesos (64.2% del total).

Tabla 43. Inversiones requeridas para el cumplimiento del PHE de Aguascalientes (millones de pesos de 2021)

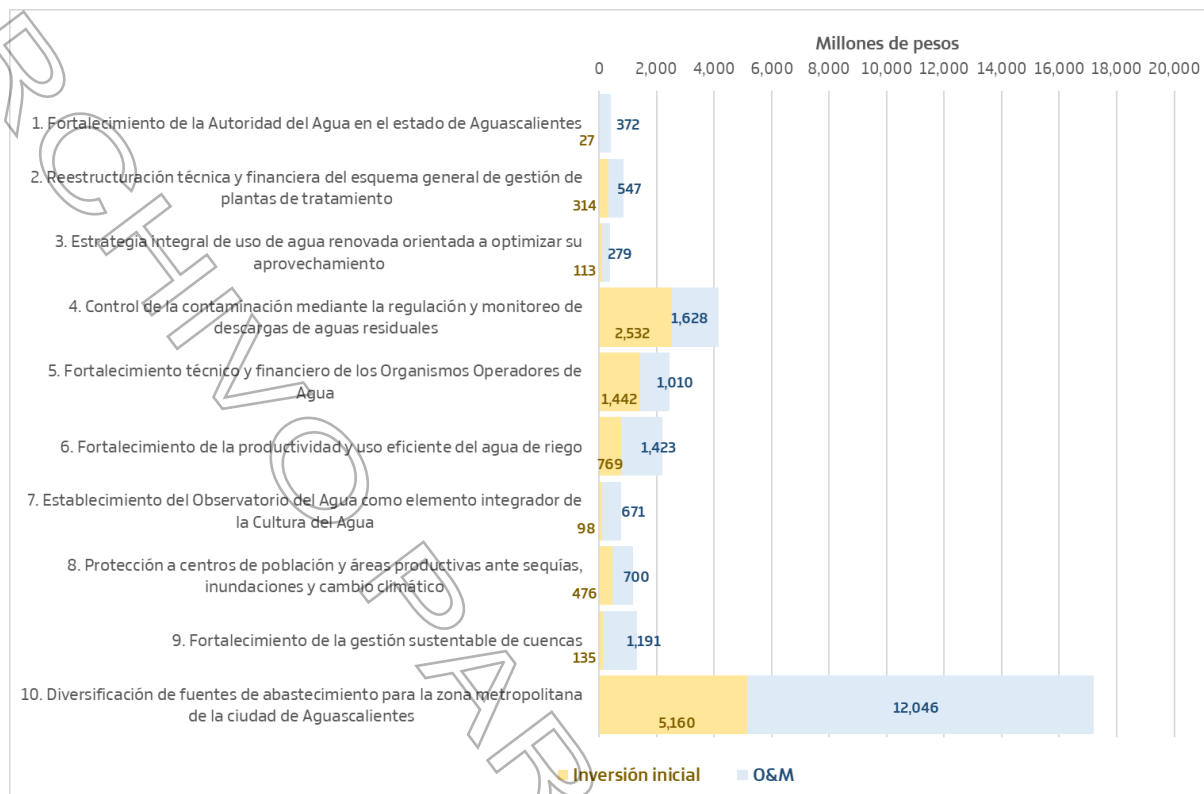
Estrategia	Inversión inicial	% del total	Costos O&M	% del total	Inversión total	% del total
1. Fortalecimiento de la Autoridad del Agua en el estado de Aguascalientes	27	0.2%	372	1.9%	399	1.3%
2. Reestructuración técnica y financiera del esquema general de gestión de plantas de tratamiento	314	2.8%	547	2.8%	860	2.8%
3. Estrategia integral de uso de agua renovada orientada a optimizar su aprovechamiento	113	1.0%	279	1.4%	392	1.3%
4. Control de la contaminación mediante la regulación y monitoreo de descargas de aguas residuales	2,532	22.9%	1,628	8.2%	4,160	13.4%
5. Fortalecimiento técnico y financiero de los Organismos Operadores de Agua	1,442	13.0%	1,010	5.1%	2,452	7.9%
6. Fortalecimiento de la productividad y uso eficiente del agua de riego	769	6.9%	1,423	7.2%	2,192	7.1%
7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua	98	0.9%	671	3.4%	769	2.5%
8. Protección a centros de población y áreas productivas ante sequías, inundaciones y cambio climático	476	4.3%	700	3.5%	1,176	3.8%
9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas	135	1.2%	1,191	6.0%	1,326	4.3%
10. Diversificación de fuentes de abastecimiento para la zona metropolitana de la ciudad de Aguascalientes	5,160	46.6%	12,046	60.6%	17,206	55.6%
Total	11,066	100.0%	19,866	100.0%	30,932	100.0%

Fuente: Elaboración propia

En el presente Plan Hídrico, se está incorporando una columna con el costo estimado de la operación y el mantenimiento que cada responsable de la acción específica deberá considerar en el futuro para asegurar su viabilidad operativa, pues es común que muchos proyectos fracasen o sean abandonados debido a no considerar estos importes que pasarán a ser parte del gasto corriente de cada responsable.

Del total del importe de Inversión inicial, que asciende a poco más de 11 mil millones de pesos, el 46.6% corresponde a las acciones de la Estrategia 10, que incluye al proyecto "Agua Segura"; seguida de la Estrategia 4 "Control de la contaminación mediante la regulación y monitoreo de descargas de aguas residuales" con el 22.9%; enseguida las acciones de la Estrategia 5 "Fortalecimiento técnico y financiero de los organismos operadores de agua" con el 13.0%; luego la Estrategia 6 "Fortalecimiento de la productividad y uso eficiente del agua de riego" con el 6.9%; estas cuatro estrategias concentran el 89.5% de la inversión total.

Gráfica 24. Inversión inicial y de operación y mantenimiento en el periodo 2021-2050 por estrategia



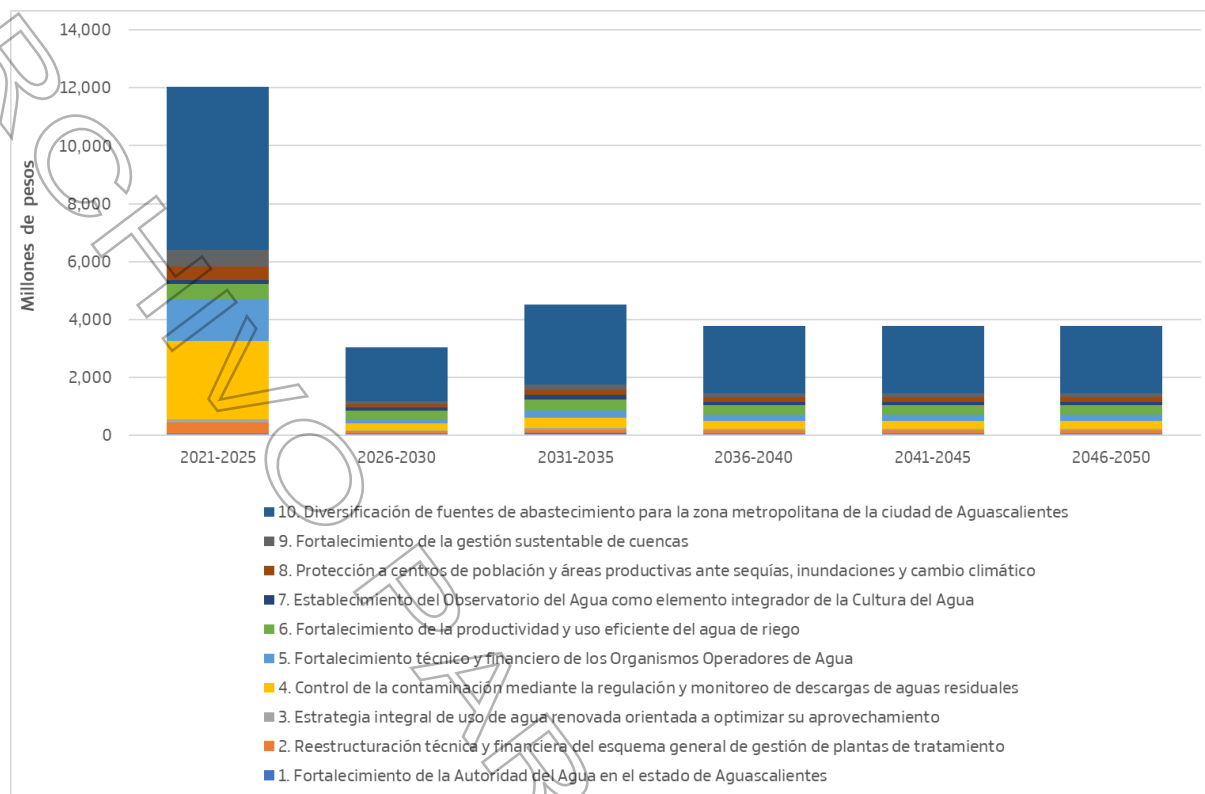
Fuente: Elaboración propia con base en la Cartera de Proyectos

6.1. INVERSIONES QUINQUENALES

Del total de la inversión inicial por 12,033 millones de pesos, 11,066 millones de pesos (92.0%), serían erogados en el primer quinquenio del Programa Hídrico.

Considerando la totalidad de inversiones, esto es, incluyendo la operación y mantenimiento, el 38.9% corresponde al quinquenio 2021-2025; el 9.8% al periodo 2026-2030; el 14.7% al 2031-2035; el 12.2% a 2036-2040; el 12.2% a 2041-2045 y el 12.2% al último quinquenio del periodo de análisis 2046-2050.

Gráfica 25. Inversiones totales por quinquenio

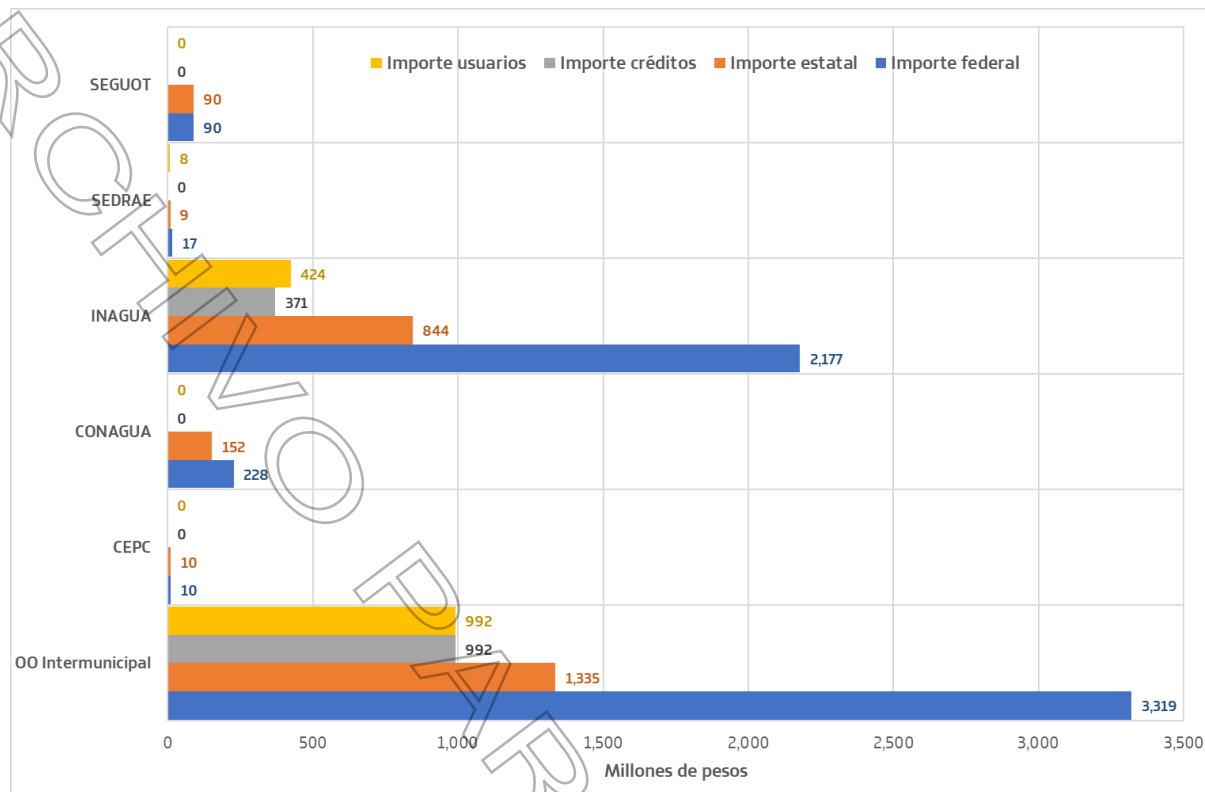


Fuente: Elaboración propia con base en la Cartera de Proyectos

6.2. RESPONSABLE

Por lo que respecta a las instituciones responsables de las acciones comprendidas en cada estrategia definida, al Organismo Operador Intermunicipal (o la figura equivalente que se determine) le correspondería realizar la gestión para invertir 6,012 millones de pesos, equivalentes al 57.6% de la inversión inicial; el Instituto del Agua del Estado (INAGUA) será responsable de gestionar 3,816 millones de pesos (36.6%); la Secretaría de Gestión Urbanística, Ordenamiento Territorial, Registral y Catastral (SEGUOT) gestionaría 179 millones de pesos (1.7%); la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) gestionará 379 millones de pesos; la Secretaría de Desarrollo Rural y Agroempresarial (SEDRAE) será responsable de gestionar inversiones por 33 millones de pesos (0.3%); y la Coordinación Estatal de Protección Civil (CEPC) gestionaría 20 millones de pesos (0.2%).

Gráfica 26. Inversión por responsable de las acciones del PH Aguascalientes

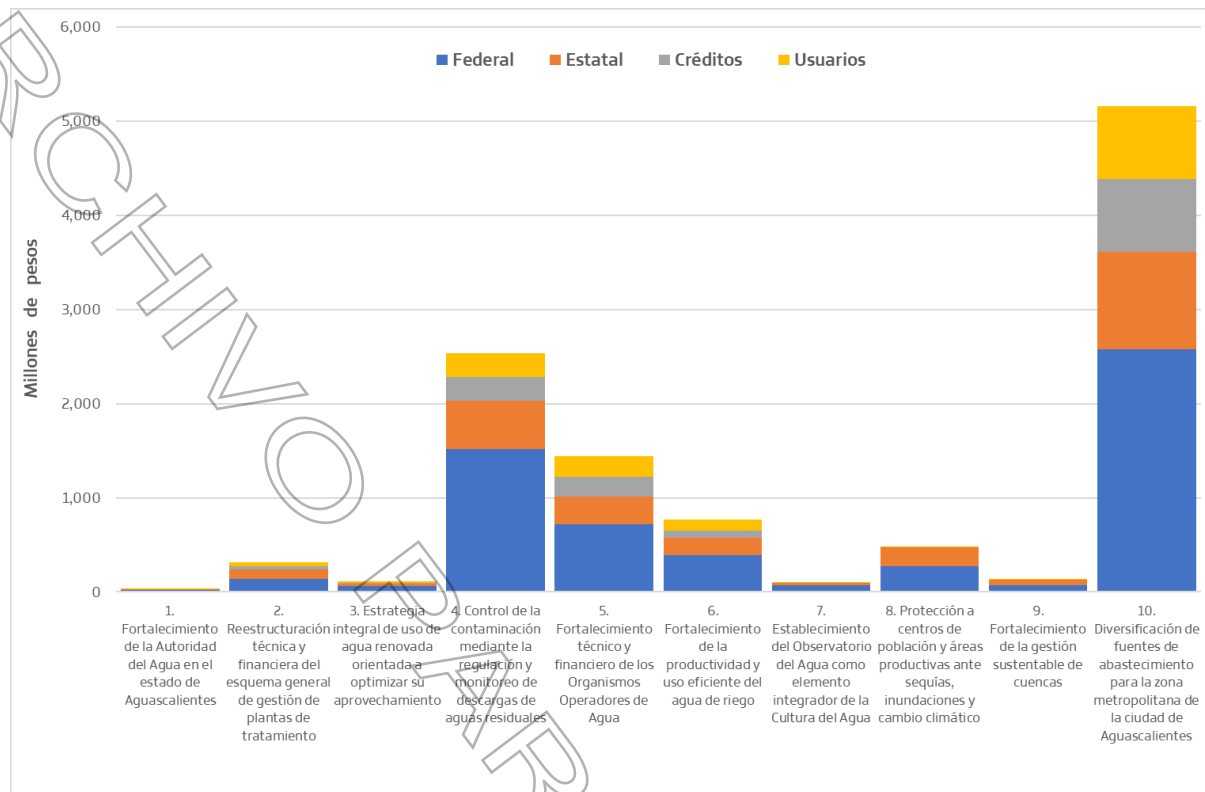


Fuente: Elaboración propia con base en la Cartera de Proyectos

6.3. FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Por lo que respecta a las fuentes de financiamiento probables para la inversión inicial de las acciones del presente Programa Hídrico, la federación aportaría 5,840 millones de pesos (52.8%); las inversiones estatales ascenderían a 2,439 millones de pesos (22.0%); se contratarían créditos por un importe de 1,363 millones de pesos (12.3%); y los usuarios, en cuya clasificación se incluye tanto a agricultores como a organismos operadores de agua potable, tendrían que invertir 1,424 millones de pesos con recursos propios (generación interna de caja), equivalente al 12.9% de la inversión inicial total.

Gráfica 27. Fuentes de financiamiento de inversiones iniciales

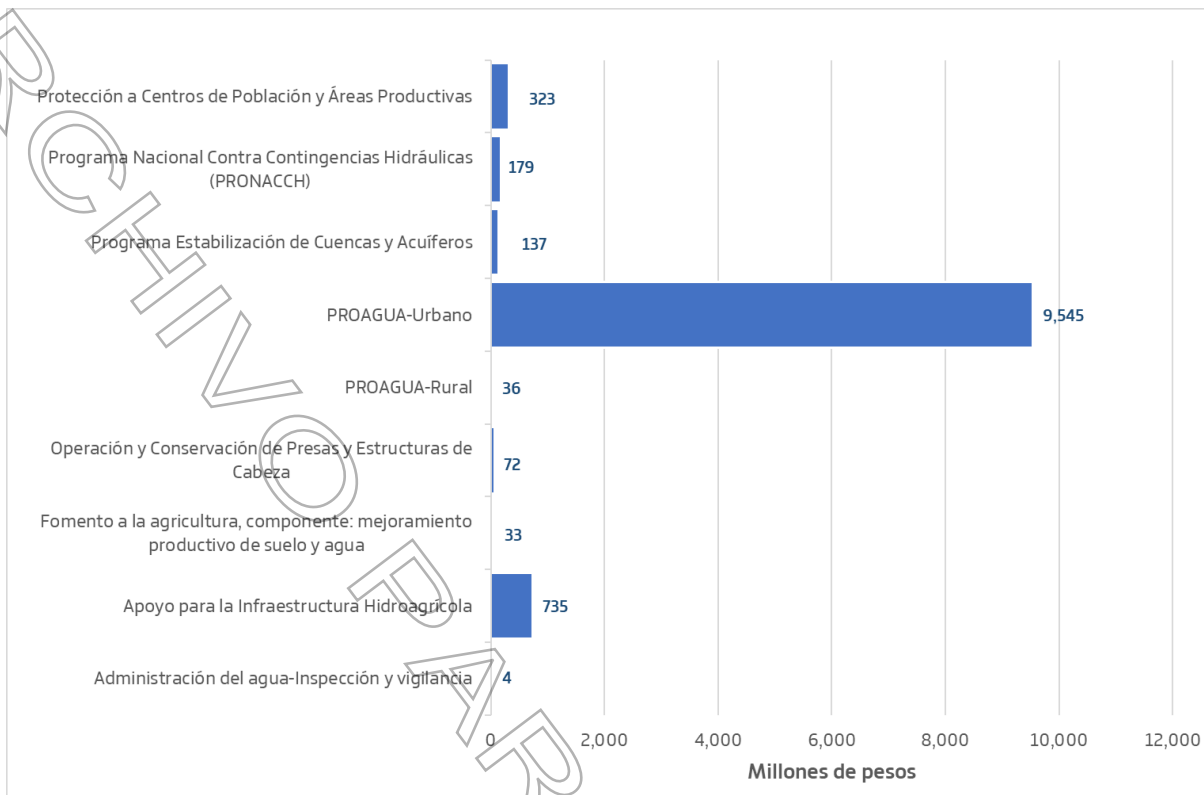


Fuente: Elaboración propia con base en la Cartera de Proyectos

6.4. PROGRAMAS

En cuanto a los programas identificados de financiamiento, por medio del PROAGUA-Urbano se financiarían 9,545 millones de pesos de la inversión inicial (86.3%); con Apoyo para la Infraestructura Hidroagrícola el financiamiento sería por 735 millones de pesos (6.6%); a Protección a Centros de Población y Áreas Productivas le corresponderían 323 millones de pesos (2.9%); con el Programa Nacional Contra Contingencias Hidráulicas (PRONACCH) la inversión sería por 179 millones de pesos (1.6%); el Programa Estabilización de Cuencas y Acuíferos aportaría 137 millones de pesos (1.2%); con Operación y Conservación de Presas y Estructuras de Cabeza se gestionarían 72 millones de pesos (0.7%); con Fomento a la agricultura, componente: mejoramiento productivo de suelo y agua 33 millones de pesos (0.3%); con PROAGUA-Rural 36 millones de pesos (0.3%); y con Administración del agua-Inspección y vigilancia se lograrían inversiones por 4 millones de pesos (0.04%).

Gráfica 28. Financiamiento por programa



Fuente: Elaboración propia con base en la Cartera de Proyectos

BIBLIOGRAFÍA

- Banco Interamericano de Desarrollo. Programa Nacional de Reservas de Agua en México. Experiencias de caudal ecológico y la asignación de agua al ambiente. 2015
- Benavides Ballesteros, Henry Oswaldo. Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. 2007
- Centro Mario Molina. Resumen proyecto: evaluación energética de los actuales sistemas de aguas urbanas y propuestas de manejo de los recursos hídricos en la ciudad de México. Sustentabilidad del agua en la ZMVM. 2011
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Estrategia para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado de Aguascalientes. 2010
- CONAFOR. Línea base nacional de degradación de tierras y desertificación. Informe Final. 2013
- CONAFOR. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. 2018
- CONAGUA. Actualización de la disponibilidad de media anual de agua en el acuífero Valle de Aguascalientes (0101), estado de Aguascalientes. Diciembre 2020
- CONAGUA. Actualización de la disponibilidad de media anual de agua en el acuífero Valle de Chicalote (0102), estado de Aguascalientes. Diciembre 2020
- CONAGUA. Actualización de la disponibilidad de media anual de agua en el acuífero El Llano (0103), estado de Aguascalientes. Diciembre 2020
- CONAGUA. Actualización de la disponibilidad de media anual de agua en el acuífero Venadero (0104), estado de Aguascalientes. Diciembre 2020
- CONAGUA. Actualización de la disponibilidad de media anual de agua en el acuífero Valle de Calvillo (0105), estado de Aguascalientes. Diciembre 2020
- CONAGUA. Generalidades de los Consejos de Cuenca. s/a
- CONAGUA. Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación. 2019
- CONAGUA. Manual para el control de inundaciones. 2011
- CONAGUA. Programa contra contingencias hidráulicas para la zona urbana de Jesús María, Aguascalientes. Región Hidrológico-Administrativa VIII, Lerma-Santiago-Pacífico. 2015
- DOF. Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican. 2020
- DOF. Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 regiones hidrológicas en que se encuentra dividido los Estados Unidos Mexicanos. 2016
- DOF. Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 Regiones Hidrológicas en que se encuentra dividido los Estados Unidos Mexicanos. 2020
- DOF. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 2020
- DOF. Ley de Aguas Nacionales. 2020
- DOF. Ley de Cambio Climático para el Estado de Aguascalientes. 2017
- DOF. Ley de Planeación. 2018
- DOF. Ley Federal de Derechos. 2020
- DOF. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. 2019
- DOF. Programa Nacional Hídrico 2020-2024. 2020
- DOF. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024. 2020
- Fernández Gálvez. El recurso suelo-agua en medios áridos y semiáridos. C4 Y CAM Características generales y uso en programas de desarrollo de tierras áridas y semiáridas. 2010
- Gobierno de la República. Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030. 2015

- Gobierno del Estado de Aguascalientes. Plan Aguascalientes 2045. 2019
- Gobierno del Estado de Aguascalientes. Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022. 2017
- Hernández Tapia, Gerardo Manuel. Ríos urbanos, análisis de la relación entre el desarrollo urbano y la pérdida de los ecosistemas fluviales. Planeación y desarrollo de tecnología. Visiones sustentables de la vivienda y la transformación urbana. 2017
- INEGI. Detección de zonas de subsidencia en México con técnicas satelitales. 2019
- INEGI. Estudio de los Hundimientos por Subsidencia en Aguascalientes con Métodos Satelitales. Reporte Técnico. 2015
- PICC. Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo. 2014
- Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. Actualización del Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2016-2022
- Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. Catálogo de Áreas Prioritarias para la Conservación. 2020
- Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. Ley de Agua para el Estado de Aguascalientes. 2019
- Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. Ley de Cambio Climático para el Estado de Aguascalientes. 2017
- Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. Ley de Municipal para el Estado de Aguascalientes. 2003
- Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Aguascalientes. 2022
- Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. Ley de Protección Ambiental para el Estado de Aguascalientes. 2019
- Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Aguascalientes. Octubre 2021
- Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. Plan de Acción Climática Municipal (PACMUN). 2013
- Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Aguascalientes 2040, versión 2018, evaluación 1. 2019
- Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. Programa de manejo del área natural protegida área silvestre estatal Sierra Fría. 2016
- Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. Programa de Ordenación de la Zona Conurbada y Metropolitana 2013-2035 de Aguascalientes, Jesús María y San Francisco de los Romo
- Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico y Territorial Aguascalientes 2013-2035. 2014
- Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. Ley de Movilidad del Estado de Aguascalientes. 2020
- Salas, José D. Hidrología de zonas áridas y semiáridas. Ingeniería del Agua Vol.7 No. 4. 2000
- Secretaría De Desarrollo Agrario, Territorial Y Urbano. Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015. 2018
- Secretaría de Obras Públicas del Gobierno del Estado de Aguascalientes. Introducción del Sistema de Información de Fallas Geológicas y Grietas (SIFAGG). 2020
- Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua del Estado de Aguascalientes. Programa de manejo del área natural protegida categoría área de gestión de hábitat de especies Bosque de Cobos-Parga. 2021
- Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua del Estado de Aguascalientes. Programa de manejo del área natural protegida categoría área de gestión de hábitat de especies "El Tecolote". 2020
- Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua del Estado de Aguascalientes. Programa de manejo del área natural protegida estatal en la categoría de área silvestre estatal Sierra del Laurel. 2020
- Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua del Estado de Aguascalientes. Programa Cielo Claro Para la Mejora en la Calidad del Aire Del Estado de Aguascalientes 2018 – 2028. 2018
- Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua. Sustentabilidad y Biodiversidad La participación ciudadana en Aguascalientes. 2019

- Secretaria del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del municipio de Aguascalientes. Áreas y especies prioritarias para la conservación. Catálogo Aguascalientes. 2015
- Secretaria del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del municipio de Aguascalientes. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Aguascalientes 2016-2040. 2016
- Secretaria del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del municipio de Aguascalientes. Programa de rehabilitación y rescate de microcuencas "Revive tu Arroyo". 2012
- SEDESOL. Atlas de peligros naturales de Aguascalientes. 2012
- SEDESOL. Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de El Llano. 2012
- SEDESOL. Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de San Francisco de los Romo, Aguascalientes. 2012
- SEDESOL. Atlas de Riesgos Naturales para el Municipio de Rincón de Romos, Aguascalientes, México. 2012
- SEMARNAT. Información sobre la implementación de la política climática subnacional. Aguascalientes. Análisis de Instrumentos Estatales de Política de Cambio Climático. 2018
- SEMARNAT. Programa Hídrico Estatal 2015—2050 del estado de Aguascalientes. 2016
- SEMARNAT. Programa Nacional Hídrico 2020-2024. Resumen. 2020
- Senado de la República. Comisión de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Pago por servicios Ambientales hidrológicos. 2012
- SHCP. Anexo 1 de los lineamientos para el proceso de programación y presupuesto para 2021. Vinculación de las estructuras programáticas con el PND 2019-2024 y sus programas derivados. 2020
- Universidad Autónoma Chapingo. Impacto del cambio climático en la agricultura de secano de Aguascalientes, México para un futuro cercano (2015-2039). 2017
- Universidad Autónoma de Aguascalientes. Evaluación de la condición actual y tendencias del ecosistema de la cuenca de la Presa Calles en la Sierra Fría de Aguascalientes. Bases ecológicas para un manejo sostenible. 2017
- Universidad Autónoma de Zacatecas. El distrito de riego O 1 y el desarrollo de la agricultura en Aguascalientes, 1925-1935. 1998
- World Vision. Manual de Manejo de Cuencas. s/a

Sitios WEB consultados

<http://gaia.inegi.org.mx/sicc/>

<http://sina.conagua.gob.mx/sina/index.php>

<http://www2.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/e2007p.pdf>

<https://app.conagua.gob.mx/ConsultaRepda.aspx>

<https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx>

<https://smn.conagua.gob.mx/es/>

<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>

<https://www.aguascalientes.gob.mx/sop/sifagg/web/mapa.asp>

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110940/Generalidades_Consejos.pdf

<https://www.gob.mx/conagua/documentos/almacenamiento-de-las-principales-presas-del-pais>

<https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>

<https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria>

<https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0&t=10200034#D10200034#divFV486770>

<https://www.inegi.org.mx/investigacion/bienestar/basico/default.html#Tabulados>

<https://www.lja.mx/2020/10/alcaldesa-de-aguascalientes-pone-en-marcha-linea-morada-de-reuso-de-agua-al-orientel/>

<https://www.restauraciondeecosistemas.com/que-son-los-servicios-ecosistemicos/>

ANEXOS

Anexo 1. Información básica de los Organismos Operadores de Agua Potable (archivo electrónico Anexo 1_Información basica OO.xlsx)

Anexo 2. Escenarios (archivo electrónico Anexo 2_Escenarios.xlsx)

Anexo 3. Indicadores (archivo electrónico Anexo 3_Indicadores PHE.xlsx)

Anexo 4. Participación ciudadana

Anexo 5. Proyectos estratégicos

Anexo 6. Cartera de proyectos (archivo electrónico Anexo 6 Cartera de proyectos.xlsx)

Los anexos 1, 2, 3 y 6 son archivos electrónicos en Excel que son complemento al presente documento, mientras que los anexos 4 y 5 se presentan en su totalidad a continuación.

Anexo 4

Para la actualización del Plan Hídrico Estatal se considera fundamental la participación ciudadana para identificar la problemática hídrica desde la perspectiva de la sociedad, así como para recabar propuestas de solución de los diferentes sectores, la academia y la sociedad civil organizada.

En el año 2020 se presentó una emergencia sanitaria debido a la enfermedad identificada como Coronavirus (COVID-19), por lo que a partir del mes de marzo se declaró una cuarentena en el país que detuvo las actividades de todos los sectores no primordiales. En el transcurso del año algunos sectores reanudaron sus actividades de manera limitada, sin embargo, cualquier tipo de reunión fue suspendida.

La situación anterior cambio los mecanismos que se tenían contemplados para generar la participación ciudadana en la actualización del PHE. Por ejemplo, se tenía considerado realizar talleres y foros con diferentes sectores de usuarios, la academia y sociedad en general, sin embargo, se realizaron reuniones virtuales, que sí bien contó con un gran número de asistentes, la participación durante y después de dichas reuniones no fue igual a la que se logra en reuniones presenciales.

En la tabla se señalan las propuestas que se generaron en dichas reuniones, identificando la institución que hace la propuesta, así como la estrategia a la que contribuye.

Propuestas realizadas por dependencias y usuarios en videoconferencias

Institución	Propuesta	Estrategia
IEA	Diseñar un esquema de monitoreo del sistema en explotación a través de mediciones sistemáticas de variables indicadoras, que reflejen las eventuales variaciones de la calidad y cantidad del recurso. Esto brindará una alerta temprana que permitirá encarar medidas correctivas y/o paliativas ante su deterioro.	1. Fortalecimiento de la Autoridad del Agua en el estado de Aguascalientes
IEA	Instrumentar las herramientas legales, económicas, administrativas y los cambios institucionales necesarios, para implementar prácticamente las restricciones y los controles al uso del territorio.	1. Fortalecimiento de la Autoridad del Agua en el estado de Aguascalientes
SEDRAE	Aprovechar los avances tecnológicos en teledetección para supervisar las extracciones, determinando la superficie regada para obtener los volúmenes de extracción del acuífero y detectar zonas con aplicación de láminas en exceso.	1. Fortalecimiento de la Autoridad del Agua en el estado de Aguascalientes
CPLAP	Dar seguimiento a las actividades del Plan Hídrico a partir del Comité Estatal de Informática y Geografía y el Observatorio Ciudadano	1. Fortalecimiento de la Autoridad del Agua en el estado de Aguascalientes
INIFAP	Es importante que el uso eficiente no se quede solo en propuestas y tenga un seguimiento transexenal establecido mediante indicadores desde las cámaras legislativas.	1. Fortalecimiento de la Autoridad del Agua en el estado de Aguascalientes
Universidad Politécnica	Es importante el rubro financiero para ver de dónde se van a financiar los proyectos.	1. Fortalecimiento de la Autoridad del Agua en el estado de Aguascalientes
Municipio de Aguascalientes	Fortalecer los equipos técnicos de los últimos años, ya que habido mucha rotación de personal.	1. Fortalecimiento de la Autoridad del Agua en el estado de Aguascalientes

Institución	Propuesta	Estrategia
Universidad Politécnica	Los planes deben de continuar y actualizarse.	1. Fortalecimiento de la Autoridad del Agua en el estado de Aguascalientes
	Realizar estudios geofísicos, geológicos, geotécnicos y geohidrológicos, para determinar la estratigrafía de las Fallas que inciden en el margen del Río San Pedro y la permeabilidad, para dar seguimiento y detectar necesidades de intervención de fallas para evitar la contaminación del acuífero.	1. Fortalecimiento de la Autoridad del Agua en el estado de Aguascalientes
SEGUOT/SSMAA	Establecer un programa de aprovechamiento de biosólidos como mejoradores de suelos en diferentes zonas del Estado con la finalidad de eliminar costos de disposición, de mantenimiento y conservación en parques y jardines, áreas naturales protegidas y zonas productivas, <u>acorde con el cumplimiento de la NOM-004-SEMARNAT-2002 o vigente.</u>	2. Reestructuración técnica y financiera del esquema general de operación de plantas de tratamiento
SEDRAE	Coordinar las acciones entre Organismos Operadores-INAGUA-SEDRAE y los productores que el volumen de agua residual esté disponible para tratamiento para mejorar la eficiencia hasta el nivel parcelario en el aprovechamiento de agua de segundo uso, a partir de las Plantas de Tratamiento de Aguas Municipales: Pabellón de Arteaga, Villa Juárez, Rincón de Romos, Palo Alto, Calvillo y El Salitre, localizadas en terrenos de cultivo.	3. Estrategia integral de uso de agua renovada orientada a optimizar su aprovechamiento
SEDRAE	En torno a los cuerpos de agua, promover la construcción de cercos para evitar la contaminación por nitratos.	4. Control de la contaminación mediante la regulación y monitoreo de descargas de aguas residuales
SEDRAE	Evitar las descargas sanitarias de agua a las presas, por el impacto que tienen en la calidad (nitratos y coliformes fecales) a través del y supervisión control de las descargas en los municipios.	4. Control de la contaminación mediante la regulación y monitoreo de descargas de aguas residuales
	Continuar con el programa de optimización del uso del agua en planteles educativos y edificios públicos	5. Fortalecimiento técnico y financiero de los Organismos Operadores de Agua
Universidad Politécnica	El apoyo a los Organismos Operadores se debe hacer mediante programas en base a su censo, infraestructuras y avances.	5. Fortalecimiento técnico y financiero de los Organismos Operadores de Agua
SSMAA	Programa de protección contra riesgos sanitarios asociados con el agua, mediante acciones de vigilancia muestreo y reactivos para la determinación de valores de la referencia de la NOM en los once municipios del Estado.	5. Fortalecimiento técnico y financiero de los Organismos Operadores de Agua
SEDRAE	Impulsar programas de gobierno que promuevan un cambio hacia dietas más nutritivas y con menor consumo de agua para mejorar la rentabilidad en el sector ganadero y disminuir la Huella hídrica en la producción de forrajes, que actualmente ocupan hasta el 52% de la superficie cultivada.	6. Fortalecimiento de la productividad y uso eficiente del agua de riego
SEDRAE	Impulsar programas de aprovechamiento del suelo como agostaderos, paralelamente con el establecimiento de zacates, y árboles, así como técnicas de manejo de potreros para propiciar la recuperación del suelo, prevenir la contaminación del acuífero y favorecer la infiltración.	6. Fortalecimiento de la productividad y uso eficiente del agua de riego
SEDRAE	Continuar con las estrategias para desincentivar el manejo de agroquímicos a través del manejo integral de plagas (como la confusión con el uso de feromonas) y la certificación de unidades productivas para lograr la inocuidad de los productos agrícolas, y la certificación en técnicas de ferti-irrigación, con la finalidad de preservar la biodiversidad y prevenir la infiltración de compuestos nocivos hacia el acuífero.	6. Fortalecimiento de la productividad y uso eficiente del agua de riego
SEDRAE	Mejoramiento de suelos mediante la aplicación de compostas con materia orgánica y minerales. No existen acciones de conservación como presas de gavión o terrazas, debido a la disminución de apoyos federales	6. Fortalecimiento de la productividad y uso eficiente del agua de riego

Institución	Propuesta	Estrategia
SEDRAE	Programa para el establecimiento de cultivos en zonas de temporal en función de la precipitación y el potencial productivo del suelo, que contribuyan a conservar y mejorar la fertilidad del suelo, en asociación con cultivos como frijol y maíz. Lo anterior como parte de un esquema integral orientado a mejorar la calidad de vida y el ingreso en el campo a la vez que se facilita la adopción de prácticas sustentables. (ejemplo, girasol o maguey)	6. Fortalecimiento de la productividad y uso eficiente del agua de riego
	Promover la cultura del agua en el campo, a través de la instalación de parcelas demostrativas en las que se capacite a los productores en prácticas de manejo de cultivo, así como en técnicas para optimizar el uso del agua e incrementar la rentabilidad.	6. Fortalecimiento de la productividad y uso eficiente del agua de riego
SEGUOT/SSMAA	Establecer un esquema de monitoreo al cumplimiento del Plan Hídrico, para dar continuidad a las acciones e involucrar a la sociedad organizada con la finalidad de que trascienda a las administraciones	7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua
SEGUOT/SSMAA	Fortalecer las actividades de los centros de cultura del agua y centros de educación ambiental coordinando los esfuerzos de las diferentes organizaciones no gubernamentales para lograr un mayor impacto en la cultura del agua.	7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua
Aguascalientes Gran Visión	Hay falta de certeza de en la información, se debe actualizar la información del sector hídrico, para tener información clara, actualizada y lo más certera posible, ya que hay información disponible muy antigua.	7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua
Municipio de Aguascalientes	La cultura del agua debe de ser de todos los Municipios	7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua
	Sumar disciplinas sociales.	7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua
SEGUOT/SSMAA	Considerar en la planeación, el mantenimiento y conservación de las presas que representan un riesgo hidrológico.	8. Protección a centros de población y áreas productivas ante efectos climáticos
SEGUOT/SSMAA	Evaluar el impacto del Atlas de Riesgos del estado de Aguascalientes y proponer acciones no estructurales en las dependencias para prevenir riesgos hidrometeorológicos.	8. Protección a centros de población y áreas productivas ante efectos climáticos
PROTECCION CIVIL	Estudio hidrológico para determinar láminas de inundaciones para diferentes periodos de retorno, en las principales ciudades.	8. Protección a centros de población y áreas productivas ante efectos climáticos
SEGUOT/SSMAA	Fortalecer esquemas de coordinación para evitar nuevos asentamientos en zonas de riesgo.	8. Protección a centros de población y áreas productivas ante efectos climáticos
PROTECCION CIVIL	Integrar los Atlas de Riesgos Municipales desde el Comité de Atlas de Riesgos del Estado.	8. Protección a centros de población y áreas productivas ante efectos climáticos
SSMAA	Programa de saneamiento de las principales presas del Estado, para evitar la proliferación de fauna nociva.	8. Protección a centros de población y áreas productivas ante efectos climáticos
Aguascalientes Gran Visión	¿Qué pasa aguas arriba en un contexto equilibrado?	9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas
IEA	Definir de manera correcta los esquemas de explotación: ubicación y diseño de las obras de captación, caudales y cronogramas de extracción, etc. Las áreas de protección dependen del caudal de explotación, en especial en acuíferos no confinados. Bombeos no planificados de modo correcto pueden producir la ruptura del equilibrio hidrodinámico en el sistema acuífero, con la consecuente afluencia de aguas de otra calidad.	9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas
IEA	Establecer distintos niveles de restricciones y controles a los usos del territorio, con una mayor certidumbre.	9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas
IEA	Plantar árboles y plantas endémicos que coadyuven a la captación de agua pluvial.	9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas

Institución	Propuesta	Estrategia
IEA	Promover jardines de bajo consumo de agua tales como cactáceas y plantas propias del clima semidesértico y desértico, acorde con las condiciones climáticas del Estado.	9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas
SEGUOT/SSMAA	<i>Trabajar desde el origen de las cuencas y manejo integral de las mismas, se indicó que dentro de un área protegida existen zonas en donde se pueden llevar a cabo diferentes actividades, así como las dificultades para la implementación de estos programas debido al poco atractivo que resulta el trabajo de campo.</i>	9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas
SEGUOT/SSMAA	Actualizar el estudio hidrológico para determinar el gasto ecológico de los principales ríos del estado.	9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas
SEGUOT/SSMAA	Definir y delimitar las zonas de recarga mediante estudios que sustenten los mecanismos para su protección ante el crecimiento de la zona urbana o cambio de uso de suelo.	9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas
SSMAA	Estudios de factibilidad de colecta de agua de lluvia en diversas modalidades (en techos, en infraestructura urbana, en campo), sin afectar la disponibilidad.	9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas
SEGUOT/SSMAA	Identificar, delimitar y establecer esquemas de protección y preservación de las zonas de vulnerabilidad hídrica y recarga de acuíferos, en los Planes de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano.	9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas
SEGUOT/SSMAA	Impulsar programas que propicien la recarga natural en las cuencas altas y las unidades de gestión clasificadas como zonas de recarga en el Plan de Ordenamiento Territorial, tales como: <u>la coordinación de acciones de reforestación, mejoramiento de suelos, manejo de potreros, proyectos de conservación de suelo y agua, así como programas de protección de especies endémicas.</u>	9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas
	Indicar en la vulnerabilidad, que ocurre con la cubierta vegetal	9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas
	Los Actores enfatizaron la importancia de identificar y desarrollar acciones aguas arriba de las presas localizadas en zonas urbanas, como en la planeación de la infraestructura urbana, considerar soluciones que permitan amortiguar la velocidad y el volumen de escurrimiento y con ello mitigar el riesgo de inundaciones. Así como la importancia de dar mantenimiento a la infraestructura existente en zonas urbanas, para mitigar Riesgo.	9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas
	Los Municipios integraran con apoyo de especialistas la Carta Hídrica, la cual será base, para cualquier autorización de proyecto o factibilidad, <u>de acuerdo con el artículo 79 Bis de la Ley Municipal para el Estado de Aguascalientes adicionado, P.O. 25 de junio de 2018).</u>	9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas
SSMAA	Programa de reforestación restauración de cuencas y zonas de recarga del acuífero en la entidad mediante árboles nativos de la región, (mezquites, huizaches, varaduz, encinos, sauces, sabinos, guaje, mimbre).	9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas
SEGUOT/SSMAA	Programa permanente de conservación y mejora de bosques urbanos, centros de educación ambiental, parques y jardines, así como promoción de edificios verdes para reducir la vulnerabilidad ante condiciones hidrometeorológicas extremas.	9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas

Fuente: Reuniones del 16 de diciembre de 2020 y 16 de febrero de 2021

Asimismo, en la página web del INAGUA se incluyó una Encuesta para la actualización del Plan Hídrico Estatal 2021-2050 para Aguascalientes, con la cual la población en general realizó algunas propuestas para ser consideradas en el PHE. En dicha encuesta participaron 44 personas y además de sus datos personales, respondieron a dos reactivos: a) A qué estrategia considera que se alinea su propuesta y b) Acción propuesta.

A continuación, se presenta una imagen de la encuesta comentada.

Encuesta para la actualización del PHE 2021-2050 para Aguascalientes



ENCUESTA PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL PLAN HÍDRICO ESTATAL 2021-2050 PARA AGUASCALIENTES

44 respuestas

INVITACIÓN:

FECHA LÍMITE PARA RECIBIR PROPUESTAS: 16 DE ABRIL DEL 2021

Datos Personales:

Fuente: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfvJLYHVtQggeL50XPNm8IrgzBoLbiiWu3XzctGjzfSO_YQ/viewanalytics

En la siguiente tabla se señalan las propuestas enviadas por el público en general, identificando la estrategia a la que contribuye.

Propuestas realizadas por la sociedad para integrarse en el PHE

Propuesta	Estrategia
Abastecer a los Organismos Operadores de Agua con Infraestructura moderna, con macro y micro medición, fuentes de captación y ajuste de tarifas.	5. Fortalecimiento técnico y financiero de los Organismos Operadores de Agua
Abastecer de recursos de micro y macro medición, ajustes de tarifas, equipo de cisternas y capacitación al personal	5. Fortalecimiento técnico y financiero de los Organismos Operadores de Agua
Actualizar los puntos críticos de inundación en el estado, sobre todo los que se ubican en cercanías de poblaciones asentadas en zonas de peligro, así como aguas abajo de las siete presas que poseen vertedor libre (El Niágara, La Codorniz, Media Luna, Abelardo L. Rodríguez, Plutarco Elías Calles, Jocoque y Derivadora Pabellón).	8. Protección a centros de población y áreas productivas ante sequías, inundaciones y cambio climático
Algunas de las plantas no están a su capacidad de trabajo por eso es que no se puede cumplir con la norma y deberían de ser algunas plantas las que deberían de ser consideradas para este plan de querer que todas las que están pegadas al río sean para el proyecto se tiene que tener gente con calidad que sepa trabajar las plantas así como una conexión de la planta de villas la cuál puede y debe de dar mejor calidad que ninguna al igual UE pocitos con una buena cantidad de 280 l, Jesús María con 180 l, Arellano a con 280 l y Saucos que es una de las mejores plantas, todas estas si se trabajan al 90 por ciento de su capacidad con los equipos necesarios estaría de mejor calidad con el pulimento que se le va a dar más adelante como lo pensaron en Rincón de Romos un tercero reutilizado antes de llegar a San José de Gracia; otra de las plantas que deben de ser tomadas en cuenta es la de Pabellón con un 50 por qué también se debe de tomar en cuenta a los ejidatarios de Pabellón así como lo mismo en Rincón la planta de Emiliano Zapata esa planta puede hasta con 16 l el doble de su capacidad de diseño con esto si hacen cuenta serían muchos metros cúbicos para San José y el Distrito de Riego.	2. Reestructuración técnica y financiera del esquema general de gestión de plantas de tratamiento
Buscar la inversión privada para el tratamiento de las aguas residuales	2. Reestructuración técnica y financiera del esquema general de gestión de plantas de tratamiento

Propuesta	Estrategia
<p>Campañas de concientización enfocadas también al sector agropecuario y empresarial sobre mejor uso y ahorro del recurso.</p>	<p>7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua</p>
<p>Como institución responsable, la universidad Tecnológica de Aguascalientes pone a disposición las siguientes propuestas enfocadas al cuidado del agua en nuestro Estado, las cuales han sido puestas en práctica y han dado resultados favorables disminuyendo el consumo del agua potable en un 40% en comparación al último cuatrimestre del año 2020. Las propuestas son: -Implementar programas adecuados a cada institución, que generalicen y hagan consciencia en el uso de agua tratada en el riego de áreas verdes y no de agua potable. - El cambio de los muebles sanitarios obsoletos a ahorradores. -La implementación de un sistema de captación de aguas pluviales. -Así como llevar un control de los consumos tanto de agua potable como de agua tratada para llevar un monitoreo el consumo. -Hacer énfasis en el mantenimiento y monitoreo de las tuberías, conductos e instalaciones para prevenir y corregir la existencia de fugas.</p>	<p>2. Reestructuración técnica y financiera del esquema general de gestión de plantas de tratamiento 4. Control de la contaminación mediante la regulación y monitoreo de descargas de aguas residuales 5. Fortalecimiento técnico y financiero de los Organismos Operadores de Agua</p>
<p>Considero que se debería atender adecuadamente la agricultura del estado, ya que es el sector que más agua consume, mediante la capacitación de agricultores y concientización tanto de productores como de especialistas dedicados a este sector, así como la aplicación de diversas tecnologías y prácticas que permitan aprovechar el agua de la mejor manera posible en cada caso, tales como el riego por goteo, acolchado de suelos, captación del agua pluvial en la medida de lo posible e invernaderos, por mencionar algunos ejemplos. Asimismo, dar un seguimiento constante a estas acciones para que una vez implementadas, no sean abandonadas o erróneamente aplicadas y asegurarse que los recursos destinados a estos fines son aprovechados eficientemente. Aguascalientes se destaca por ser muy productivo en este aspecto debido a su reducido territorio y considerando a la agricultura como actividad esencial para el ser humano, el estado no puede dejarla sin atención.</p>	<p>6. Fortalecimiento de la productividad y uso eficiente del agua de riego</p>
<p>Crear conciencia a la sociedad haciendo marchas y pegando carteles</p>	<p>7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua</p>
<p>Crear leyes que aumenten los cargos que se apliquen al contaminar algún cuerpo de agua desde cierre de la empresa o suspensión de labores durante un largo plazo, al grado que los dueños de la empresa tengan grandes pérdidas y para que pierda más dinero la empresa pero los trabajadores seguirán cobrando su sueldo, esto para que no afecte a la clase obrera y solo afecte a los de clase muy alta, esto sumado a análisis mensuales que rectifiquen que el agua residual tratada que están produciendo cumple con las NOM</p>	<p>4. Control de la contaminación mediante la regulación y monitoreo de descargas de aguas residuales</p>
<p>Crear más conciencia sobre el verdadero estado de los cuerpos de agua y haciendo más severos los castigos a empresas que contaminen o sobre exploten el agua</p>	<p>1. Fortalecimiento de la Autoridad del Agua en el estado de Aguascalientes</p>
<p>Cuidar el agua es responsabilidad de todos.</p>	<p>7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua</p>
<p>Dotar a las familias dispositivos para captar agua pluvial. Y en toda la ciudad captar el agua para riego posterior de agua verdes</p>	<p>3. Estrategia integral de uso de agua renovada orientada a optimizar su aprovechamiento</p>
<p>Duplicar la capacidad de tratamiento de aguas del Estado de Aguascalientes</p>	<p>2. Reestructuración técnica y financiera del esquema general de gestión de plantas de tratamiento</p>
<p>Educar a la población sobre el uso desmesurado del agua y las consecuencias de su escasez</p>	<p>7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua</p>
<p>El observatorio debe de ser una prioridad del plan hídrico, además debe de tener las facultades por ley para tener voz y voto en las decisiones que se tomen en torno al tema hídrico. Los miembros deben de ser elegidos entre distintos sectores de la sociedad civil, incluyendo colegios y gremios científicos.</p>	<p>7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua</p>

Propuesta	Estrategia
<p>El personal técnico, operativo, ingenieros, proyectistas, directivos, en si los trabajadores de los organismos operadores del agua, son parte fundamental en la implementación y mantenimiento del Plan Hídrico Estatal. Por lo que mi propuesta está dirigida hacia la retención, capacitación, desarrollo profesional, remuneración y captación del capital humano que labora en instituciones y organizaciones prestadoras del servicio de agua, para que se logre de manera efectiva y continua la agenda hídrica del Estado. Ya que lo que debilita a una organización es una alta rotación de personal, y una mala selección del personal (que no cumplan con el perfil del puesto), siendo el capital humano un pilar dentro de este Plan. Personal con preparación, experiencia y capacidad de ejecutar y mantener los objetivos que se establezcan, para lograr un mejor servicio sustentable en el aprovechamiento del recurso Hídrico.</p>	<p>5. Fortalecimiento técnico y financiero de los Organismos Operadores de Agua</p>
<p>En los hogares tener tuberías y sanitarios conectados a lavadoras y lavamanos donde se pueda rehusar el agua para bajarle al sanitario</p>	<p>7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua</p>
<p>Establecer un esquema de incentivo a la reducción del consumo doméstico del agua. Ofreciendo un premio en forma de descuento sobre la cuota promedio por el suministro de agua de los tres meses anteriores, si se logra reducir el consumo en cada mes. El esquema tendría una tabulación en el que cada metro cúbico ahorrado se premie con un porcentaje creciente de descuento. Las cifras aplicables se calcularían conforme a la base de datos de consumo histórico que mantiene el ente suministrador.</p>	<p>5. Fortalecimiento técnico y financiero de los Organismos Operadores de Agua 7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua</p>
<p>Evitar la contaminación de los ríos (principalmente del río San Pedro), para su saneamiento y que pueda fluir agua constantemente, así como sus afluentes para la reactivación de los cuerpos de agua y control de olores y contaminación constante por desechos tóxicos.</p>	<p>4. Control de la contaminación mediante la regulación y monitoreo de descargas de aguas residuales</p>
<p>Generar conciencia en la ciudadanía sobre el cuidado del agua.</p>	<p>7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua</p>
<p>Hacer una campaña publicitaria para informar a toda la población en general sobre el cuidado y la situación en el que se encuentra el recurso hídrico con la finalidad de hacer conciencia.</p>	<p>7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua</p>
<p>Implementación de sistemas captadores de agua pluvial, en distintos puntos de las orillas de la ciudad, así como en los pozos de agua, para con ello poder tener un abastecimiento hídrico ciudadano más completo, pero no para disponer y desperdiciar como actualmente, si no para sumar cantidad de recurso hídrico, y preservar y cuidar piñata las generaciones futuras, así llevando a cabo el desarrollo sustentable.</p>	<p>10. Diversificación de fuentes de abastecimiento para la zona metropolitana de la ciudad de Aguascalientes</p>
<p>Implementar el uso, manejo de las plantas de tratamiento de agua Residual, de igual forma mejor su infraestructura para de esta forma tener una mejor calidad en el agua tratada, ya que las plantas de tratamiento no cuentan con los recursos necesarios para dar un agua tratada de buena calidad para su reutilización para el consumo humano (uso doméstico).</p>	<p>2. Reestructuración técnica y financiera del esquema general de gestión de plantas de tratamiento</p>

Propuesta	Estrategia
<p>Inspección y vigilancia más estricta en cuerpos de agua receptores para encontrar descargas clandestinas. -Obligación de tratamiento de aguas residuales en industrias y desarrollos habitacionales. -Saneamiento de cuerpos receptores. - Instalación de sistema de tratamiento básico en colectores pluviales y mejor conectividad en bajadas de agua. -Que sea obligatorio la instalación de sistemas de filtrado en bajadas de agua pluvial a cuerpos receptores en desarrollos industriales, vialidades y desarrollos habitacionales. -Limitación en concesiones de pozos y preferencias, ecotecnias y sistemas de ahorro y captación de agua de lluvia en desarrollos habitacionales e industriales. -Regularizar los títulos de aprovechamiento de pozos y su supervisión para evitar acaparamiento. - Salvaguardar las zonas de recarga de acuíferos a través de reforestaciones con seguimiento puntual. -Realizar la regionalización de las Zonas de recarga de mantos freáticos y de cuerpos de agua receptores (ríos, arroyos etc.), considerando su aportación de agua, su función como corredores biológicos y sus funciones y servicios ambientales, de tal forma que se realice una regularización de las actividades que se desarrollen en estas áreas y se establezcan políticas de conservación, aprovechamiento sustentable y restauración.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fortalecimiento de la Autoridad del Agua en el estado de Aguascalientes 2. Reestructuración técnica y financiera del esquema general de gestión de plantas de tratamiento 3. Estrategia integral de uso de agua renovada orientada a optimizar su aprovechamiento 4. Control de la contaminación mediante la regulación y monitoreo de descargas de aguas residuales 9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas
<p>Limpia y cuidar los ríos para que no haya tanta contaminación y así las personas no se enfermen si llegan a consumir agua de ellos</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fortalecimiento de la Autoridad del Agua en el estado de Aguascalientes
<p>Mi propuesta es que se tendría que regularizar el uso del agua potable, ya que Aguascalientes es uno de los estados que corren el peligro de quedarse sin agua en un futuro, esto es realmente alarmante y creo que las autoridades deberían de hacer algo al respecto</p>	<ol style="list-style-type: none"> 9. Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas
<p>Mi propuesta se basa en crear una concientización más profunda respecto en la educación del agua, mejorando la información que se pueda brindar optando por integrar "tips" sobre el reuso del agua y preservación de esta, por "tips" me refiero no solo a el agua gastada al bañarse sino al reuso de agua de lluvia para actividades domésticas como para la simple acción de bajarle al escusado u otras actividades. La educación del agua puede no solo ser por medio de campañas, sino que implementar programas desde la escuela desde el menor nivel académico hasta el superior para la buen entendimiento e implementación de acciones sobre el cuidado del agua desde pequeños, así como el mantenerla aun de grandes.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fortalecimiento de la Autoridad del Agua en el estado de Aguascalientes 3. Estrategia integral de uso de agua renovada orientada a optimizar su aprovechamiento
<p>Monitoreo a cuerpos de agua, especialmente al Rio San Pedro. Además de invertir en programas de reinyección de agua al suelo. Cuidar que haya muchas áreas verdes.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 4. Control de la contaminación mediante la regulación y monitoreo de descargas de aguas residuales
<p>Para la población el tener una educación adecuada para utilizar el agua es básico y es muy importante el reusarla y aprovecharla en su máxima capacidad una buena publicidad sencilla y básica para que las personas se enteren de todas las maneras posibles como pueden reutilizarla fácilmente.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua
<p>Promover la renovación y el uso adecuado para el recurso hídrico</p>	<ol style="list-style-type: none"> 3. Estrategia integral de uso de agua renovada orientada a optimizar su aprovechamiento
<p>Que el gobierno se haga cargo del reguero de agua que hay a base de las coladeras, lo cual esa agua se sale y hace un daño ambiental y digamos que una contaminación ya que esa agua se queda estancada y no hace nada la autoridad para arreglar eso o más bien los del agua</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fortalecimiento de la Autoridad del Agua en el estado de Aguascalientes
<p>Que haya una autoridad para que no tiren o desperdicien agua a lo tonto y mejor ahorrar</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fortalecimiento de la Autoridad del Agua en el estado de Aguascalientes
<p>Que tenga una reestructuración del esquema general de plantas de tratamiento</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2. Reestructuración técnica y financiera del esquema general de gestión de plantas de tratamiento
<p>Realizar un programa de capacitación para que se informe a la ciudadanía, la importancia de que nunca nos falte el agua ya que es un líquido vital para nuestra existencia, se debe iniciar con los adolescentes para que éstos a su vez lo compartan con los niños y adultos, enseñarles que si somos cuidadosos nunca nos va a faltar el agua, se pueden utilizar las escuelas, las plataformas digitales como: TikTok, Instagram, Facebook, twitter y también con video juegos, realizar concursos, etc.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua

Propuesta	Estrategia
Se deben de revisar los títulos de propiedad de pozos y la transmisión de derechos pues hay un gran rezago y falta de legalidad en ese tema, esto permitirá evitar el acaparamiento y especulación por parte del sector inmobiliario.	1. Fortalecimiento de la Autoridad del Agua en el estado de Aguascalientes
Se deben hacer actividades donde se invite a las personas a conocer el problema y a ser parte de la solución. No me refiero a obligar a las escuelas a que les hablen de la problemática del agua... Porque la realidad es que la mayoría ya la conoce, pero o no creen que es tan grave o no la tienen tan presente. Creo que sería fenomenal si hacemos que las personas vean el problema con sus propios ojos. Así como cuando, por ejemplo, una playa está súper sucia y se hacen campañas para limpiarla (solo que diferente porque no tenemos playas). El punto es que la ayuda ciudadana es clave, que la gente vea y sienta el problema es indispensable para que se empiece a hacer conciencia, además las campañas suelen ser muy exitosas si se les da la difusión requerida. Desde niños hasta adultos... Les sorprendería la cantidad de gente que estaría dispuesta a ayudar solo que no saben cómo ayudar. Es necesario crear estas oportunidades.	7. Establecimiento del Observatorio del Agua como elemento integrador de la Cultura del Agua
Ser más eficientes en el suministro, que las redes no desperdicien el agua, y se les de mantenimiento continuo.	5. Fortalecimiento técnico y financiero de los Organismos Operadores de Agua
Tratar de no contaminar el agua y que también se utilicen menos que la utilicemos con precaución y que tengamos en cuenta que el agua puede ser escasa y pues también la propuesta que dicen de que traten el río San Pedro podría ser, pero esa agua está muy contaminada y si necesitan tratarla la tendrán que tratar con unas plantas tratadoras de agua muy buenas para que el agua sea para consumo	4. Control de la contaminación mediante la regulación y monitoreo de descargas de aguas residuales
Utilizar el agua de manera adecuada para evitar las sequías haciendo campañas de conciencia invitando a los jóvenes, ya que los adultos son muy difíciles de tratar.	8. Protección a centros de población y áreas productivas ante sequías, inundaciones y cambio climático

Fuente: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfvJLYHVtQggeL50XPNm8IrgzBoLbiWu3XzctGjzFsO_YQ/viewanalytics.

Aun cuando la participación en la encuesta no fue muy abundante, se logró captar la perspectiva y opinión de los ciudadanos con respecto a la problemática hídrica que se tienen en el Estado.

Anexo 5

Como parte de las estrategias se han enunciado, un conjunto de proyectos que constituyen las acciones clave para asegurar la gestión sustentable del agua en el corto y largo plazo objetivo del PHE 2020-2050. La finalidad de estos proyectos estratégicos, para los cuales se anexa una ficha técnica buscan abordar la atención de la problemática y los riesgos asociados a la gestión del agua que enuncia enseguida:

- **Deterioro de la salud de la población**, asociado a la disminución de la calidad del agua subterránea como única fuente de suministro de agua potable.
- **Crecimiento insostenible del Estado**
- **Persistencia de la sobreexplotación**.
- **Ausencia en las acciones de supervisión y seguimiento** a los resultados de proyectos hídricos y acciones transversales.
- **Bajas eficiencias físicas en el uso público urbano**.
- **Desconocimiento generalizado del ciclo hidrológico**, y falta de compromiso en acciones de cultura del agua.
- **Dificultades en el financiamiento de la infraestructura de tratamiento de agua**.
- **Falta de autonomía en las decisiones de organismos operadores**.

Dichos proyectos estratégicos son:

- I. **Agua Segura para el Valle de Aguascalientes**
- II. **Reglamentación de los acuíferos de Aguascalientes**
- III. **Observatorio del Agua**
- IV. **Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas**
- V. **Regeneración del río San Pedro**

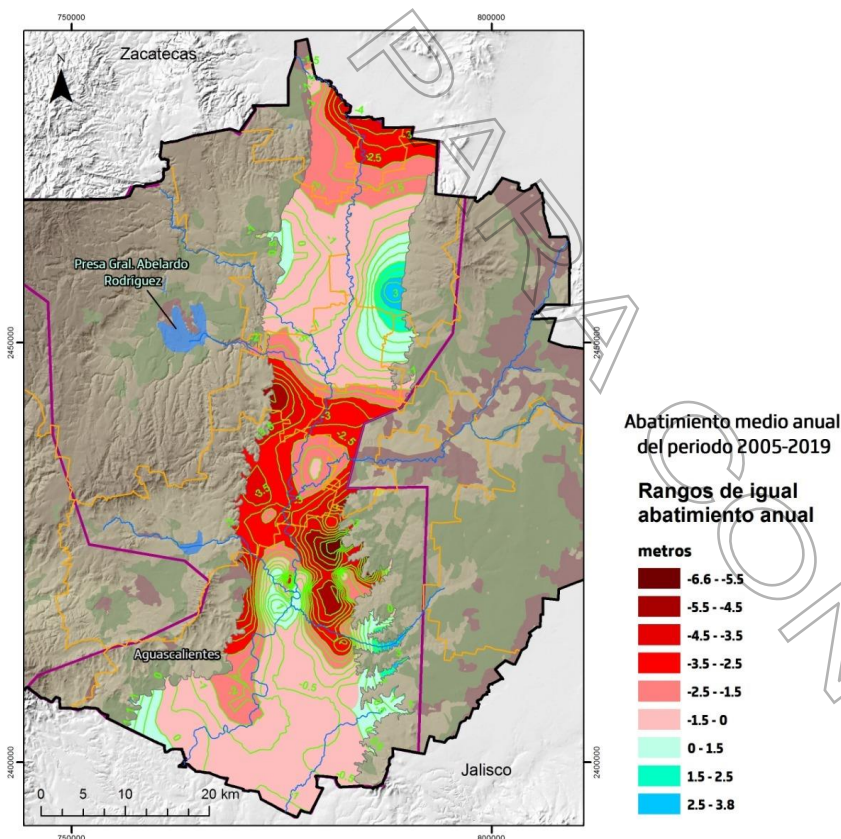
I. AGUA SEGURA PARA EL VALLE DE AGUASCALIENTES

Antecedentes y problemática

El Valle de Aguascalientes, con la capital del Estado y su zona metropolitana, concentra la mayor parte de la población y actividades económicas y socioculturales, centros educativos y servicios. Asimismo, en los alrededores de la ciudad y el eje norte-sur, se ubican otras zonas urbanas y se concentran en las áreas rurales, importantes extensiones de zonas agrícolas de riego, incluyendo a cierta distancia de la capital al Distrito de Riego No 001, Pabellón. El abastecimiento de agua de las zonas urbanas y buena parte de estas áreas de riego se abastecen de agua subterránea. Por lo mismo, la porción del acuífero en este Valle es la más afectada por la sobreexplotación. En esta zona se registran los mayores abatimientos de niveles de bombeo y se ha producido el mayor deterioro en la calidad del agua (cada vez mayores concentraciones de flúor y arsénico), debido a que ya se está perforando hasta 160 metros de profundidad en algunos casos y se encuentran aguas con influencia de diversos elementos contaminantes. Debido a las características de la geología y los suelos, el abatimiento ha provocado también la subsidencia y los agrietamientos del terreno con daños a las viviendas y la infraestructura que se han intensificado en algunas zonas.

En la siguiente figura se puede observar el abatimiento medio anual del periodo 2005-2019 en la zona del Valle de Aguascalientes, observándose zonas con abatimientos de hasta 6.6 metros.

Abatimiento medio anual 2005-2019 en el Valle de Aguascalientes



Fuente: Elaboración propia con base en datos de profundidad y elevación del nivel estático proporcionados por CAPAMA.

Actualmente, la Zona Metropolitana de Aguascalientes es abastecida por diversas baterías de pozos con un volumen anual del orden de 125 hm³. Esto, adicional a la extracción para suministro doméstico de numerosas localidades que no son atendidas por los Organismos Operadores. El Valle concentra la mayor parte de la superficie agrícola del Estado, en su mayor parte regada con agua subterránea.

Finalmente, considerando los impactos señalados, el Gobierno del Estado realizó un análisis de nuevas fuentes, enfocándose en el agua superficial, encontrando viabilidad en la cuenca del Juchipila en donde se tiene una reserva publicada por CONAGUA de 113.53 hm³. Esta alternativa representa la construcción de una obra de toma, planta potabilizadora, 207 km tubería de acero y cuatro plantas de bombeo, con un costo de inversión de al menos 11 mil millones de pesos, para un gasto de 2.0 m³/s, lo cual no la hace viable financieramente bajo las condiciones actuales.

Por lo anterior, se analiza el aprovechamiento de la Presa Plutarco Elías Calles, siendo la presa más grande y cercana de la ciudad, la cual está asignada en su totalidad al DR-001, Pabellón, con un volumen de 43 hm³.
Planteamiento del proyecto

El Proyecto "Agua Segura para el Valle de Aguascalientes", considera la recuperación del agua de 5 plantas de tratamiento de aguas municipales, localizadas al margen del río San Pedro, que son: Jesús María, Pocitos, Sauces, Arellanos y la de la ciudad de Aguascalientes, que en conjunto cuentan con una capacidad instalada de saneamiento de aproximadamente de 2,900 l/s.

A partir de un cárcamo de bombeo en la Planta de Tratamiento de Aguas Municipales de la ciudad de Aguascalientes se bombeará un caudal de 2,500 l/s a conducir a través de una distancia aproximada de 63.9 km, hasta la Presa Plutarco E. Calles, donde el agua tendrá un tiempo de residencia hidráulico para su estabilización y dilución.

Aprovechando la infraestructura de conducción existente, se construirá una obra de toma para un caudal de 2,000 l/s de agua que se conducirá a una potabilizadora del tipo de oxidación avanzada, en el municipio de Pabellón de Arteaga, de donde se llevará a través de un acueducto recorriendo una distancia aproximada de 62.9 km., hasta los tanques de distribución El Molino, El Cóbano, y el Tecnológico, que se encuentran por el costado oriente y al lado poniente hasta el tanque La Cantera, en la ciudad de Aguascalientes.

Beneficios del proyecto

En un ejercicio de gobernanza, de concertaciones y acuerdos entre sociedad y gobierno se lograrán los siguientes resultados:

Sociales: Se garantizará el suministro de agua de calidad para los habitantes de la ciudad de Aguascalientes para los próximos años, evitando en un futuro la racionalización del agua.

Económicos: Aguascalientes es hoy un centro económico atractivo para la inversión industrial por la disponibilidad de recursos y se capitalizarán los esfuerzos e inversiones a realizar en la infraestructura de servicios.

Técnicos: Con las inversiones a realizar se incrementará la eficiencia y gestión del Organismo Operador del Agua.

Ambientales: Derivado de la sustitución de las fuentes de abastecimiento actuales, el acuífero Valle del Aguascalientes se podrá estabilizar y se prevé como reserva para los años de eventuales sequías.

Salud: Con la sustitución del agua de mala calidad que se extrae actualmente de los pozos, por la de aguas superficiales se estarán cumpliendo con las normas de calidad de salud vigentes.

Asimismo, el proyecto generará los siguientes beneficios socioeconómicos:

- Disminuir la sobreexplotación y sobre – concesión del acuífero.
- Permitir la recuperación del acuífero y lograr su equilibrio para generar una reserva estratégica confiable, en las eventuales épocas de sequía.
- Liberar recursos por dejar de extraer agua subterránea.
- Evitar daños en viviendas por hundimientos diferenciales, así como Infraestructuras hidráulicas, sanitarias y vialidades.
- Disminuir costos de operación de energía eléctrica en los pozos.
- Beneficio por mayor consumo (Aumento de la oferta).
- Asegurar una mejor calidad del agua almacenada, al disponerse en la presa, dado que se tendrá una dilución.
- Beneficio para evitar sistemas de potabilización a pie de pozo (Mejoramiento de la calidad del agua) (en Durango el costo de remoción de Arsénico y Flúor a pie de pozo es de \$4.29/m3).
- Garantizar el abastecimiento sustentable del recurso hídrico, proporcionando agua potable de calidad a más de un millón de habitantes de la ciudad de Aguascalientes.
- Mejorar la calidad de vida y salud de los habitantes de la ciudad de Aguascalientes.

Estructuración del proyecto

Estudios en proceso:

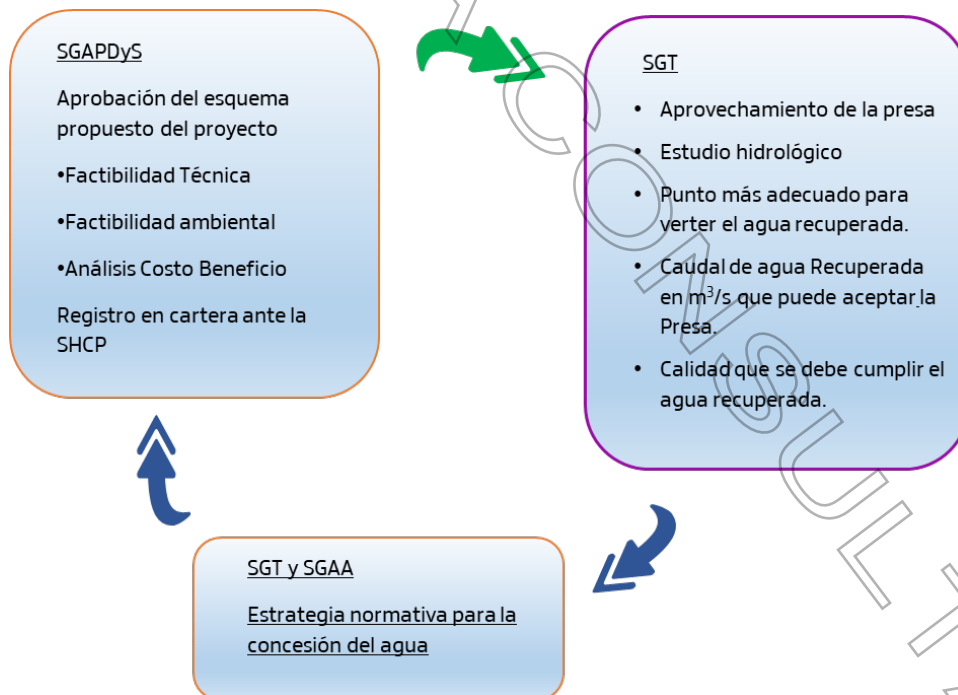
- Estudio Limnológico de la Presa Presidente Plutarco Elías Calles
- Estudio hidrológico
- Factibilidad Técnica
- Factibilidad ambiental
- Análisis Costo Beneficio
- Alternativas de implementación del Proyecto (normativa-legal)

Resultados esperados de los estudios en proceso:

- Batimetría
- Punto más adecuado para verter el agua recuperada.
- Caudal de agua recuperada en m³/s que puede aceptar la presa.
- Calidad que debe cumplir el agua recuperada.
- Análisis de la calidad del agua por un Laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de la Acreditación.
- Dimensionamiento de la infraestructura
- Rentabilidad del proyecto
- Estrategia normativa para la concesión del agua

Siguientes acciones

Trabajo conjunto con la Conagua en:



Acciones complementarias del Gobierno Estatal (SMA, INAGUA) y los municipios para la seguridad de la calidad del agua en el proyecto

Es indispensable garantizar un caudal y calidad continua en el ciclo de renovación, tanto en las plantas de tratamiento como en la toma de agua mezclada en la presa y en la potabilizadora de la mezcla de aguas. Para ello son indispensables algunas acciones complementarias a la adecuación tecnológica de los sistemas de tratamiento y consisten, fundamentalmente en lo siguiente:

Dentro del Proyecto

1. Seleccionar personal altamente capacitado y mantener programas de capacitación continua en todos los puestos clave para el control de calidad en los procesos de tratamiento. Esta es una responsabilidad no delegable del director de la institución, aunque debe ser compartida con sus ejecutivos subordinados inmediatos inferiores.
2. Establecer cláusulas severas de penalización ante fallas de calidad, respecto de las normas y criterios establecidos en los manuales de operación y los contratos de dicho personal, a todos niveles de la organización.
3. Asegurar el monitoreo de calidad en tiempo real de las descargas peligrosas de establecimientos que aportan hacia los colectores que alimentan las plantas de tratamiento del proyecto.
4. Definir condiciones particulares de descarga (CPD) y elaborar un reglamento con base en las CPD definidas para el uso de la red de alcantarillado de las zonas urbanas y establecer sanciones y penalizaciones severas a cualquier violación de cualquier usuario.
5. Instalar válvulas de seguridad con sensores de calidad en todas las instalaciones del sistema para interrumpir el flujo y lanzar la alerta ante cualquier riesgo detectado.
6. Contar con un equipo altamente capacitado de inspección de aprovechamientos y descargas que vigile con obligación de denunciar cualquier irregularidad que pueda dar lugar a riesgos en el sistema, bajo pena de ser severamente sancionado.

En el entorno del proyecto

El volumen estimado de sobreexplotación en el Estado no se conoce a ciencia cierta. Sin embargo, el descenso constante de la profundidad del agua subterránea evidencia la sobreexplotación. También se conoce que, en los sectores público urbano y agrícola, principales usuarios del recurso, se pierde en fugas uno de cada dos metros que se extraen. Por lo tanto, es indispensable establecer un programa para reducir estas pérdidas, a un nivel que se juzgue razonable en el corto plazo, y sancionar a los usuarios y organismos que no cumplan con las metas propuestas y vigilar la operación del proyecto. Los niveles de desempeño y las metas, se sugiere sean propuestas de común acuerdo con los operadores, para establecer objetivos alcanzables.

Alternativas al Proyecto

Como opciones al planteamiento del proyecto de Agua Segura, cuya implementación puede verse limitada por la normatividad y por aspectos socioeconómicos, se plantean las siguientes alternativas:

Para el primer caso, existe la posibilidad de utilizar otro vaso de almacenamiento que no esté comprometido y resulte más viable aprovecharlo. Si se utiliza por ejemplo la presa Abelardo Rodríguez, se tendrían ventajas por la menor distancia, pero desventajas por tenerse un volumen menor de agua superficial para la mezcla de aguas.

Otra opción es restringir la extracción por decreto, en cuyo caso la opción sería promover la importación virtual de agua mediante la compra de forraje fuera de la región.

El Gobierno del Estado realizó un análisis de nuevas fuentes, encontrando disponibilidad en la cuenca del Juchipila, en donde se tiene una reserva publicada por CONAGUA de 113.53 hm³. Esta alternativa, considera el bombeo desde la presa "El Chique" hasta el vaso de la presa Plutarco Elías Calles, para su utilización en la zona conurbada Aguascalientes. El costo de inversión estimada es de al menos 11 mil millones de pesos, para un gasto de 2.0 m³/s. La inversión necesaria y la variabilidad a la que estaría sujeto el suministro de agua hacia la zona de mayor demanda en el Estado, hace necesario el análisis de soluciones con mayor viabilidad técnica y financiera.

Aun cuando esta alternativa comparada con el Proyecto Segura, tiene un menor costo, y por lo tanto presenta mayores avances en su gestión, estudio y diseño. El Estado avanza en la confirmación de la voluntad de proyecto para el aprovechamiento de la reserva del río Juchipila, analizando alternativas para el trasvase que representen una menor inversión.

Por otro lado, no se descarta la opción de encontrar agua de calidad y accesible en un acuífero independiente a mayor profundidad (500-600 metros).

Síntesis de costos del Proyecto: Agua Segura para el Valle de Aguascalientes

Este es un resumen de la información disponible acerca del costo del proyecto de Agua Segura y una estimación de su posible costo de operación y mantenimiento.

Descripción Resumen	Costo (\$) 2021-2025	Costo (\$) 2026-2050	Costo total (\$)
Líneas troncales	364,840,711	22,949,631	387,790,342
J. María - Tanques Oriente	342,504,884	21,544,637	364,049,521
J. María - Tanques Poniente	58,383,779	3,672,524	62,056,303
Planta potabilizadora	1,382,504,774	1,576,800,000	2,959,304,774
Plantas de tratamiento	536,389,801	788,400,000	1,324,789,801
Conducción de las PTAM	2,141,632,790	134,715,457	2,276,348,247
Plantas de bombeo	525,306,398	9,024,234,843	9,549,541,241
Suministro de energía eléctrica	163,912,424	10,310,608	174,223,033
Otros	108,300,000	0	108,300,000
Suma	5,623,775,561	11,582,627,700	17,206,403,261

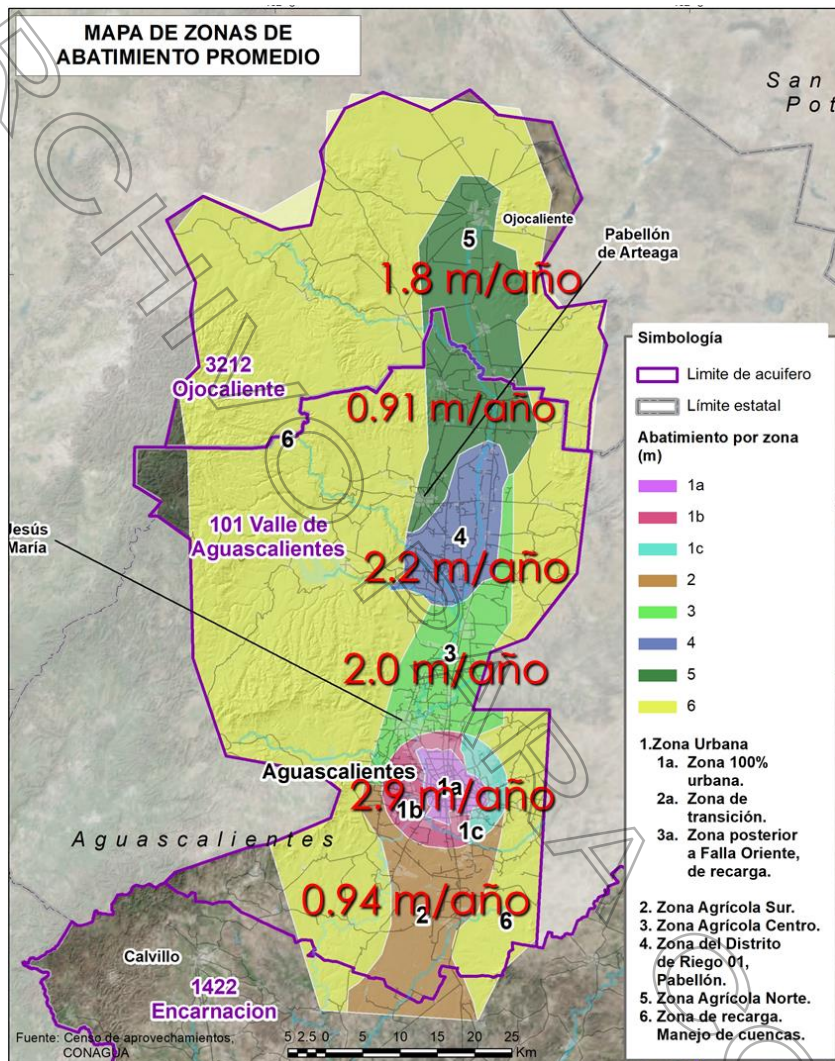
II. REGLAMENTACIÓN DE LOS ACUÍFEROS DE AGUASCALIENTES

Como parte fundamental del mejoramiento de la gestión del agua subterránea, es necesario reglamentar el aprovechamiento en los cinco acuíferos de la entidad.

La acción reglamentaria se iniciaría con el acuífero interestatal, que subyace al Valle de Aguascalientes. Sería el primer caso por ser el de mayor capacidad y volumen de aprovechamiento, donde se concentran: la población, las actividades socioeconómicas y la mayor demanda. Es, al mismo tiempo, el acuífero más estudiado y con un mayor historial de organización a través de su Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS), además de la intervención de la CONAGUA, que en todos los casos se requiere.

En la siguiente figura se indican las zonas de abatimiento identificadas en 2018 durante los trabajos para el Diagnóstico general del acuífero interestatal y otros acuíferos en el estado de Aguascalientes y las cuales deben ser consideradas para la zonificación del reglamento.

Abatimientos del Acuífero Interestatal



Fuente: Diagnóstico general del acuífero interestatal y otros acuíferos en el estado de Aguascalientes. Comité Técnico de Aguas Subterráneas. 2018.

El reglamento constituye una acción fundamental que permite tanto a los usuarios como a la autoridad, establecer reglas concretas que deben respetar los diversos usuarios, así como sanciones en caso de incumplimiento.

Estas reglas deben ser acordadas al interior de la organización de usuarios, sancionadas por la autoridad y sometidas a un proceso de revisión jurídica para asegurar que se describe de manera correcta a los acuíferos, sus límites y datos generales de carácter geográfico, que se incluye el censo de aprovechamientos existentes con sus respectivos títulos y volúmenes de concesión, y no contraviene alguna disposición.

El reglamento se redacta con el formato oficial correspondiente y se regresa a la asamblea de usuarios para su aprobación final. Posteriormente se somete a la aprobación y firma de los titulares de SEMARNAT y CONAGUA para finalmente ser expedido como Decreto Presidencial y publicado en el DOF. A la fecha, hay muy pocos acuíferos reglamentados debido a la dificultad de lograr acuerdos en reglas que en muchos casos benefician a un grupo y perjudican a otro además de obligarse a cumplir todas las disposiciones previstas en la Ley y en los títulos de concesión.

La complejidad del proceso no ha permitido dar a su implementación un impulso decidido por parte de las autoridades ya que las obliga a destinar recursos humanos de la institución para promover y atender un proceso que frecuentemente se estanca y se prolonga por conflictos de la organización. Finalmente, el reglamento se establece por decreto, pero debe contar con la anuencia de la mayoría de los usuarios.

Para llevar a cabo la reglamentación será necesario efectuar algunos trabajos previos de promoción y estudios.:

- a) Promoción de la reglamentación ante la organización de usuarios de cada acuífero y, en su caso, la promoción y asesoramiento para reconstituir dicha organización.

Realizado por personal de INAGUA

- b) Actualización de los estudios geohidrológicos, los censos de aprovechamientos, títulos de concesión y catastro de infraestructura, en coordinación con la CONAGUA

Costo promedio estimado por acuífero (consultoría): \$2,000,000 (\$10,000,000 los 5 acuíferos)

- c) Implantación de un sistema de medición directa o indirecta de las extracciones de agua, en correlación con el medidor de energía de la CFE, en cada aprovechamiento.

Costo estimado de diseño e implantación a nivel estatal (consultoría): \$4,000,000

- d) Creación de un área de atención a usuarios que se encargue de coordinar el proceso de reglamentación, los estudios, la operación del sistema de medición y las instalaciones necesarias, así como la interacción operativa con los usuarios, la CFE en su caso y la CONAGUA

Costo anual de la unidad técnica, incluyendo equipamiento: \$5,000,000/año

Esta nueva unidad técnica del INAGUA podría también asesorar a los usuarios en la implementación de sistemas, dispositivos y prácticas de ahorro de agua a favor del acuífero.

Síntesis de costos del Proyecto: Reglamentación de los acuíferos de Aguascalientes

Descripción Resumen de acciones	Costo (\$)	Costo (\$) *	Costo total (\$)
	2021-2025	2026-2050	
Actualización estudios geohidrológicos	10,000,000		10,000,000
Implantación de un sistema de medición	4,000,000		4,000,000
Creación área de atención a usuarios	20,000,000	125,000,000	145,000,000
Suma	34,000,000	125,000,000	159,000,000

III OBSERVATORIO DEL AGUA

Objetivo:

Integrar la totalidad de las instituciones gubernamentales, académicas y de investigación, y organizaciones de la sociedad civil que intervienen en la gestión del recurso hídrico en una misma plataforma para la integración de la información generada por ellas mismas, enmarcado en un protocolo de entendimiento y respetando las políticas particulares de cada una de ellas, en materia de publicación de información, una vez acordado el mínimo de información aceptable para que la sociedad conozca lo que está sucediendo con los recursos hídricos y lo que las instituciones están haciendo para protegerlos.

En la gestión del recurso hídrico confluyen la participación de muchos actores de diferentes sectores del ámbito gubernamental, académico y de investigación, económico y social, los cuales rigen sus planes y políticas de intervención a partir de información disponible o que ellos mismos generan sobre la parte del sector hídrico donde intervienen.

En este sentido, los actores del sector agroindustrial generan y trabajan con información relativa a la producción agrícola y pecuaria, donde el recurso hídrico es uno de sus principales elementos. De igual forma el sector público urbano genera información que atiende a sus necesidades.

La realidad es que año con año se genera mucha información con diferentes ópticas y perspectivas que analizan el sector hídrico con diferentes visiones y objetivos específicos, sin que se cuente con mecanismos de difusión e intercambio para que sea analizada por las áreas ajenas a las propias que la generaron y analizaron.

Esta condición dificulta el crear una visión integral del recurso hídrico, además de propiciar la duplicidad de acciones y limita la capacidad de análisis y evaluación de los proyectos y políticas públicas implementadas para mejorar la situación del agua en el Estado.

Asimismo, existe información relevante respecto de la situación del sector que debería estar disponible pero no se genera. El Estado se abastece de contenedores de agua superficial -las presas- y subterráneos -los acuíferos-. Sabemos cuánto entra y cuánto sale de las presas, pero, aun cuando el abatimiento de niveles en

los pozos confirma que los acuíferos están sobreexplotados, se tiene cierta idea imprecisa de lo que entra a los acuíferos, pero no se sabe a ciencia cierta cuánto se extrae, sólo que es más de lo que entra y que eso está perjudicando al Estado y a sus habitantes con impactos negativos en varios ámbitos.

Con la finalidad de integrar la totalidad de las instituciones gubernamentales, académicas y de investigación, y organizaciones de la sociedad civil que intervienen en la gestión del recurso hídrico en una misma plataforma para la integración de la información generada por ellas mismas, se propone la formación de un Observatorio del Agua, cuya forma general de operar se indica a continuación.

- 1.- Mediante la firma de un acuerdo de colaboración, el Observatorio del Agua recibirá la totalidad de la información generada por los diferentes actores del sector hídrico, de los ámbitos federal, estatal y municipal, así como centros de investigación, academia, sociedad civil y sectores productivos.
- 2.- Esta información se recibirá en los mismo formatos y disposiciones con los que haya sido generada por las diferentes instancias, pidiéndose únicamente que se proporcione en archivos editables.
- 3.- El Observatorio del Agua, establecerá una serie de indicadores multisectoriales apoyados en el cruce de la información disponible, con el principal objetivo de generar una visión integrada de la condición del recurso hídrico.
- 4.- Se generará una relación de los datos y estadísticas existentes, así como regularidad en que se genera y actualiza a partir de las fuentes de información.
- 5.- Esta información deberá estar disponible para su procesamiento y análisis por las diferentes instituciones y organismos participantes, así como para la población en general que busque hacer investigaciones sobre el ciclo hidrológico en el Estado.
- 6.- De manera regular el Observatorio del Agua estará obligado a publicar los diferentes indicadores y datos que se hayan generado a partir del análisis y procesamiento de la información disponible, así como realizará una relación de información necesaria de generar para que paulatinamente se vaya obteniendo una visión integral del recurso.

Por otra parte, el Observatorio deberá ser instalado en las oficinas del INAGUA y deberá contar con las siguientes áreas de operación.

Órgano Rector. Se conformará un Consejo de Dirección, a partir de las instituciones gubernamentales, organizaciones públicas y privadas, centros de investigación y actores de la sociedad civil, quienes harán los planteamientos y acciones específicas sobre el manejo de la información.

Grupo Operativo. El INAGUA dispondrá de un espacio de trabajo equipado para que personal designado por el propio Instituto, la CONAGUA y otras dependencias, que se reúnan a integrar la información y publicarla a través de un portal en internet creado para tal propósito, abierto a consulta pública.

Eventualmente, el órgano rector deberá decidir si designa responsables de atender consultas específicas de instituciones y actores acreditados, así como el alcance y condiciones de una posible interacción con la sociedad en general.

Conformación del Observatorio del Agua

En la conformación del Observatorio del Agua se estima una inversión inicial de dos millones de pesos y una erogación anual de un millón de pesos anuales para su operación y mantenimiento.

Por otra parte, las acciones complementarias a la operación del Observatorio del Agua son las que se describen a continuación:

Definir un esquema de monitoreo y seguimiento del cumplimiento del Plan Hídrico

Como todo plan o programa de largo plazo, el presente Plan Hídrico corre el riesgo de quedar en el papel sin que se conozca con certeza cuáles de las acciones que lo integran fueron implementadas, cuáles han quedado pendientes y las razones de ello a fin de darle solución a los obstáculos encontrados, así como de las acciones implementadas conocer el grado de cumplimiento en sus metas y objetivos.

Por esta razón es necesario aprovechar la infraestructura del Observatorio del Agua como una herramienta para difundir entre la población los avances del Plan Hídrico y la coordinación intersectorial e interinstitucional para su cumplimiento.

El costo considerado para el buen desarrollo de esta acción no se determina en términos monetarios sino en la decisión política de llevarlo a cabo y la coordinación y buena disposición de todas las dependencias de gobierno y particulares para que arroje el éxito esperado, que deberá convertirse en ejemplo nacional.

Implementar sistema de monitoreo integral de las condiciones hídricas en el Estado

Se invertirá en un software con la finalidad de homologar los datos recibidos por los distintos sistemas de medición que opera la CONAGUA u otras instituciones privadas, académicas o de investigación que arrojen información valiosa acerca del ciclo hidrológico o de las condiciones de explotación de agua de primer uso y de las descargas de aguas residuales.

Para esta finalidad la inversión estimada es de 4.5 millones de pesos más un importe de un millón anual para la operación y mantenimiento de la actividad, incluye el pago de licencias de software y la actualización continua del sistema de monitoreo integral.

Establecer una mesa de trabajo multisectorial, con la participación de la sociedad civil organizada para la revisión permanente de las condiciones de agua en el Estado

El Observatorio del Agua se visualiza como una entidad llena de dinamismo que motive y promueva la participación ciudadana en todas sus formas de expresión para lo cual será muy importante que sus responsables convoquen a mesas de diálogo y expresión a toda la ciudadanía, ya sea que participen en forma individual o en representación de gremios o grupos ciudadanos, con la finalidad de que el propio Plan Hídrico se vaya actualizando y cumpla de mejor manera con el beneficio a la población, el desarrollo económico y la sustentabilidad.

La inversión para esta actividad se calcula en 250 mil pesos anuales.

Conformar la "Biblioteca del Agua"

Conformar la "Biblioteca del Agua", en la cual se concentre la totalidad de los estudios e investigaciones que se hayan realizado en torno al recurso hídrico, por los diferentes actores en el Estado. Se concibe como un espacio físico en la sede del Observatorio del Agua donde existan libros y documentos relacionados con el tema del agua, pero no de gran tamaño pues se pretende, sobre todo, promover una biblioteca virtual en donde sea posible la consulta de toda la bibliografía que se vaya recopilando e ir fortaleciendo la vinculación con otras páginas similares, tanto a nivel nacional como internacional por medio de convenios con universidades e institutos de investigación.

Se estima un costo de 15 millones de pesos para la implementación y operación de esta actividad, en donde se incluye mobiliario y equipamiento básico.

Elaborar una publicación anual de resultados y avances del monitoreo de la situación del agua en el Estado

Como parte de la difusión de los temas relativos al medio ambiente en general y del ciclo hidrológico en particular, así como de la promoción hacia el Observatorio del Agua, es recomendable la publicación y difusión de una publicación impresa y electrónica con lenguaje sencillo y dirigida a un público amplio, de todas las edades.

La inversión estimada en esta publicación es de 350 mil pesos anuales, pues se estima la colaboración de la "Editora de Gobierno" (que publica la Gaceta Oficial) para su impresión.

Establecer un fondo multisectorial que permita la investigación permanente de la situación del agua en el Estado

El Observatorio del Agua, será parte del Instituto del Agua, así que se le puede hacer responsable de solicitar dirigir y coordinar las investigaciones que en materia ambiental e hídrica sean desarrolladas en el estado de Aguascalientes, desde luego deberá tener una coordinación estrecha con universidades, centros tecnológicos y otras instituciones de investigación y podrá colaborar con el apoyo a investigadores, becarios o tesistas en temas de interés para la solución de la problemática del agua.

El importe estimado a esta actividad sería de 10 millones de pesos anuales.

Desarrollo del Foro Público Anual

Desarrollo del Foro Público Anual con la participación de los diferentes actores del agua y la Sociedad Civil Organizada donde se difundan y se discutan las condiciones del agua en el Estado y la Región. Este foro estaría orientado a la participación de especialistas, locales, nacionales y extranjeros, que hablarían de la problemática del agua en el estado de Aguascalientes y de otras latitudes con problemáticas y condiciones similares, pero, sobre todo, con soluciones o tecnologías que pudieran replicarse en la entidad.

El costo asignado a esta actividad sería de 1.5 millones de pesos anuales.

Fortalecer la vinculación institucional en torno al recurso hídrico con la rectoría del Instituto del Agua del Estado

Una actividad importante del Observatorio del Agua será la comunicación, coordinación y vinculación que necesariamente tendrá que implementarse con las distintas dependencias del gobierno estatal y federal, sobre todo si están involucrados o nombrados responsables de algunas las actividades definidas en el Plan Hídrico, tales como: CCAPAMA, CEPC, CONAGUA, IEA, INAGUA, SEDRAE, SEGUOT, entre otras.

Al igual que en la actividad denominada “Definir esquema de monitoreo y seguimiento del cumplimiento del Plan Hídrico” el costo considerado para esta acción no se determina en términos monetarios sino en la decisión política de llevarlo a cabo.

Síntesis de costos del Proyecto: Observatorio del Agua

Descripción Resumen	Costo (\$) 2021-2025	Costo (\$) 2026-2050	Costo total (\$)
Conformación del Observatorio del Agua	6,000,000	25,000,000	31,000,000
Definir esquema de monitoreo y seguimiento del cumplimiento del Programa Hídrico	Sin costo adicional		
Implementar sistema de monitoreo integral de las condiciones hídricas en el Estado	1,500,000	3,000,000	4,500,000
Establecer una mesa de trabajo multisectorial, con la participación de la sociedad civil organizada para la revisión permanente de las condiciones de agua en el Estado	1,000,000	6,250,000	7,250,000
Conformar la “Biblioteca del Agua”	15,000,000	0	15,000,000
Elaborar una publicación anual de los resultados y avances del monitoreo de la situación del agua en el Estado	1,750,000	8,750,000	10,500,000
Establecer un fondo multisectorial que permita la investigación permanente de la situación del agua en el Estado	30,000,000	250,000,000	280,000,000
Desarrollo del Foro Público Anual	7,500,000	38,500,000	45,000,000
Fortalecer la vinculación institucional en torno al recurso hídrico con la rectoría del Instituto del Agua del Estado	Sin costo adicional		
Suma	62,750,000	330,500,000	393,250,000

VI. FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN SUSTENTABLE DE CUENCAS

Objetivo:

La estrategia tiene como finalidad consolidar, fomentar y ampliar las capacidades de planificación y gestión participativa de los actores locales para restaurar, conservar y proteger las cuencas y microcuencas estratégicas que proveen servicios ambientales hidrológicos.

La importancia de incluir una estrategia integral de manejo de cuencas en la Planeación Hídrica radica en el papel que juega la degradación del suelo en la pérdida de la capacidad de infiltración y en el aumento en la velocidad de escurrimiento. Lo que a su vez influye en una menor disponibilidad en cuerpos de agua y un aumento en el riesgo por inundaciones. En el primer caso se compromete la sustentabilidad hídrica del Estado y el segundo significa una mayor vulnerabilidad de la población a lluvias intensas.

La estrategia parte del conocimiento de la flora y la fauna características de Aguascalientes, así como las interacciones entre ellas para preservar la biodiversidad y con ello a frenar la degradación del suelo. Por lo tanto, resulta indispensable conocer los factores que causan la deforestación y alentar la formación de asociaciones participativas para encontrar esquemas de producción sostenible que mejoren las condiciones de vida y oportunidades de los habitantes en comunidades en el entorno de las áreas naturales protegidas del Estado. Con base en lo anterior es necesaria la coordinación entre sectores académico, forestal, medio ambiente y agrícola para que a través de procesos participativos se adopte la mejor combinación de propuestas para restaurar los ecosistemas en las zonas protegidas.

El valor agregado de las acciones que forman parte de la Estrategia Integral de Conservación de Cuencas se encuentra en su contribución a la Estrategia de Protección a Centros de Población y Áreas productivas. Al mismo tiempo, la estrategia de conservación de cuencas se beneficia con cambio en las prácticas agronómicas y alternativas de producción propuestas en las zonas de temporal.

Una cuenca en equilibrio y sin presión del uso de la tierra o de sus recursos naturales no requiere de una intervención para mejorar el ambiente o conservar los recursos, sin embargo, esto es casi imposible de encontrar en la entidad; en la mayoría de los casos las cuencas se ven amenazadas por situaciones de contaminación de aguas, erosión de suelos, deforestación, desastres naturales, baja productividad de la tierra y falta de ordenamiento territorial.

Por lo anterior se requiere llevar a cabo una intervención de las cuencas para crear alternativas que permitan su restauración y preservación; esta mediación se puede llevar a cabo a nivel de cuencas o microcuencas o dependiendo del enfoque con el que se manejará el área.

En la entidad se reconocen dos niveles con diferentes enfoques; a nivel de cuenca se cuenta con el Consejo de Cuenca del Río Santiago cuyo principal objetivo es planificar y gestionar el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos dentro de su ámbito. A nivel de microcuencas con diversos enfoques: i) dos áreas naturales protegidas (ANP) federales, ii) dos áreas estatales reservadas voluntariamente, iii) cuatro ANP a nivel estatal, iv) 74 áreas estatales prioritarias para la conservación de la biodiversidad, v) una región hidrológica prioritaria y vi) 8 áreas prioritarias para la biodiversidad y 7 áreas prioritarias para la conservación de la recarga del acuífero en el municipio de Aguascalientes.

Reactivación del Consejo de Cuenca del Río Santiago

Actualmente el Consejo de Cuenca del Río Santiago no trabaja de manera regular, principalmente porque existe una constante rotación de los representantes de los Estados y poca participación de las dependencias que lo integran; así mismo los diferentes actores de la sociedad civil han perdido interés en seguir participando. La **reactivación del Consejo de Cuenca** es un tema que se debe considerar como parte fundamental para lograr el consenso de los grandes proyectos que se requieren para la restauración y preservación de la cuenca.

Por la forma en que fue concebido el Consejo de Cuenca, este trabaja bajo un enfoque de "**manejo de cuenca**", es decir el agua es el centro de su planificación, situación que limita la coordinación y ejecución de proyectos y acciones cuando estas están relacionadas con el ordenamiento territorial y ambiental. Por lo anterior se sugiere modificar el enfoque de trabajo del Organismo hacia un "**manejo integral de cuenca**", en donde el centro de la planificación y manejo sea el ambiente, pero el recurso hídrico conserva un rol estratégico o bien un "**manejo sostenible de cuenca**" que considera el aprovechamiento de los recursos a la vez que se busca la preservación de los servicios hidrológicos que brinda desde la comprensión de las interacciones entre los seres vivos biodiversidad, el suelo y el agua.

Por otra parte, las microcuencas que actualmente están "protegidas, reservadas o son consideradas prioritarias" (áreas intervenidas) se ven inmersas en situaciones que amenazan su estabilidad como son: el sobrepastoreo, cambio de uso de suelo, pérdida de cobertura vegetal, tala clandestina, abatimiento de manantiales, entre otros. Debido a que pocas de estas áreas tienen un plan de manejo o programa de conservación, se vuelve difícil determinar, coordinar y ordenar las acciones a realizar por los diferentes actores que intervienen en la región; en consecuencia, el impacto en la prestación de los servicios ecosistémicos, incluidos los servicios hídricos, es bajo.

Si bien la reactivación del Consejo de Cuenca es una cuestión política, se requerirá un financiamiento para la operación de la Gerencia Operativa, de tal manera que cuente con personal técnico y administrativo que trabaje de manera permanente en un lugar adecuado para ello. El costo de la reactivación tendrá un costo estimado de \$3,500,000 en el periodo 2021-2025 y posteriormente un costo anual de operación de \$1,250,000.

Promover la participación de los habitantes que viven en las áreas protegidas

Uno de los elementos básicos que se deben considerar para llevar con mayor éxito el manejo de una microcuenca, es la participación de los propietarios de los predios dentro del área intervenida; estos deben formar parte de las decisiones desde un inicio y comprometerse permanente con el objetivo de la intervención. En las áreas intervenidas actualmente los habitantes muchas veces son parte de la problemática ya que carecen de incentivos que compensen los servicios ambientales que sus predios prestan, por lo cual prefieren realizar un cambio de uso de suelo para llevar a cabo actividades más productivas o bien obtener un beneficio económico de manera inmediata con su venta. Las restricciones sobre el uso de suelo que se imponen a los dueños de las tierras cuando estas son declaradas ANP o zonas protegidas, muchas veces resulta ineficiente y no garantiza que la restricción sea respetada.

Por lo anterior es de vital importancia lograr la participación de los habitantes de manera consciente, tarea que no es fácil; la participación más activa ocurre cuando los actores reciben beneficios o ventajas directas, en este caso el pago por servicios ambientales. A continuación, se enuncian otras estrategias, que se pueden poner en marcha en las áreas intervenidas para lograr la participación de los habitantes en la región:

- Dar a conocer de manera sencilla y practica para que se requiere el manejo en la microcuenca y que pasaría en la actualidad y a futuro si no se toman medidas; asimismo es importante hacer énfasis en los beneficios que de manera directa tendrán los participantes.
- Abrir espacios para la participación de las mujeres, involucrándolas en proyectos que con sus conocimientos y experiencia puedan representar ingresos para sus familias.
- Desarrollar programas de educación ambiental y cursos de ecotecnia y diversificación productiva del traspatio familiar, que permitirá el desarrollo de técnicas que favorezcan la captura de agua de lluvia, su uso y reciclaje, el uso sustentable de leña, los cultivos de hortalizas y el manejo del traspatio para crear un sistema que mejore la calidad de vida de los habitantes de las cuencas media y baja.
- Cursos de capacitación en agricultura orgánica, de manera que los productos hortícolas que se ofrezca a los habitantes de otras zonas tengan como valor agregado el ser orgánicos, libres de agroquímicos, y con estándares de calidad.
- Promover políticas públicas para desalentar la deforestación y motivar la búsqueda de esquemas de producción silvo-pastoriles combinados con esquema de pago por servicios ambientales.

Las actividades anteriores tienen un costo inicial estimado de \$25,000,000.

Un ejemplo de la participación ciudadana como motor en la restauración y conservación de los ecosistemas se tiene en la comunidad de Monte Grande, municipio de San José de Gracia. Los comuneros de esta región trabajan desde hace desde hace 16 años a favor de su protección y conservación, a través de prácticas de manejo enfocadas a evitar la degradación de los suelos y el daño por incendios, así como para controlar plagas y enfermedades forestales. La asamblea comunal lleva cada año la planeación de las actividades a desarrollar y junto con el apoyo de especialistas en diferentes ramas que apoyan a la comunidad se ha logrado alcanzar las metas de conservación establecidas³⁴.

Planes de manejo o programas de conservación

A la par se deberán actualizar **los planes de manejo o programas de conservación** de las áreas intervenidas que aún no cuentan con este instrumento, los cuales se deben elaborar en consenso con los habitantes de las regiones para que se generen los compromisos adecuados para la puesta en marcha de las acciones. El costo estimado para estos planes es de \$10,000,000.

Asimismo, se debe considerar los recursos necesarios para la implementación de las prácticas de manejo determinadas en los planes de manejo, entre las cuales las más importantes serían: i) evitar la degradación de los suelos y el daño por incendios, ii) controlar plagas y enfermedades forestales, iii) vigilar la zona para evitar los asentamientos irregulares y iv) evitar la tala clandestina. El costo estimado para apoyar estas acciones se estima del orden de \$4,000,000 anuales.

Establecer un programa de conservación, rescate y vigilancia de los corredores biológicos, como son las zonas federales, definidos en los planes de ordenamiento territorial, por su importancia para las zonas naturales protegidas. Al mismo tiempo, se debe promover actividades de bajo impacto como senderismo y ecoturismo y fortalecer las acciones en espacios naturales públicos para fomentar la cultura de la conservación y preservación. El costo estimado para estas actividades es de \$2,000,000 anuales.

Estudios para implementar los Planes de manejo o programas de conservación

Para fortalecer las medidas propuestas en los Planes de manejo, se proponen los siguientes estudios:

- Elaborar y publicar un Plan integral de conservación de cuencas y preservación de zonas de vulnerabilidad hídrica. En este documento deberán integrarse las áreas de conservación definidas en el Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico y Territorial 2013-2035. Costo estimado \$5,000,000.
- Implementar un programa de activación de recarga natural inducida en las cuencas altas y zonas de recarga. Costo estimado \$15,000,000.
- Definir y delimitar las zonas de recarga y establecer mecanismos de protección ante el crecimiento de la zona urbana o cambio de uso de suelo. Costo estimado \$2,500,000.
- Elaborar el estudio hidrológico de apoyo para la determinación del gasto ecológico de los principales ríos del Estado. Costo estimado \$1,500,000.

³⁴ Conservación de los servicios ambientales de Monte Grande, Sierra Fría. Sustentabilidad y Biodiversidad. La participación ciudadana en Aguascalientes. Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua de Aguascalientes. 2019.

- Estudio de factibilidad de colecta de agua de lluvia en diversas modalidades (en techos, en infraestructura urbana, en campo). Costo estimado \$1,000,000.
- Estudio de factibilidad de rescate de especies de peces endémicos, anfibios y otra fauna acuática. Costo estimado \$1,000,000.

Otro mecanismo que se puede desarrollar para el manejo de las cuencas es la participación de Universidades y Centros de Investigación propiciando a través de convenios, la participación de los alumnos e investigadores de dichas Instituciones en el desarrollo de investigaciones y proyectos ambientales, hidráulicos, agrícolas, entre otros; asimismo también se puede buscar la participación de escuelas con enfoque social y de salud para prestar trabajos sociales en las comunidades.

Prácticas de sustentabilidad en las cuencas

En el ámbito de áreas naturales protegidas, el manejo sustentable de bosques, la preservación de la biodiversidad, la labranza de conservación y el mejoramiento de suelos mediante el composteo con materia orgánica y minerales son acciones necesarias para favorecer la recarga del acuífero. En zonas de temporal, las acciones que se pueden realizar dependen de la cantidad de precipitación:

- En zonas con buena precipitación el establecimiento de girasol ofrece buena rentabilidad a la vez que actúa como mejorador de suelo, en asociación con cultivos como frijol y maíz tiene un gran potencial como parte de un esquema integral para mejorar la calidad de vida en el campo, a través del mejoramiento del ingreso y productos para autoconsumo y como forraje. Esta práctica acorde con el estilo de vida que proviene de una agricultura de autoconsumo facilita la adopción de nuevas prácticas en beneficio de una mejora en la calidad de vida de los productores.
- En zonas con precipitación escasa se puede aprovechar el suelo como agostaderos y de manera paralela establecer zacates y árboles, así como técnicas de manejo de potreros para propiciar la recuperación del suelo, evitar la erosión, prevenir la contaminación del acuífero y favorecer la infiltración. En torno a los cuerpos de agua se requiere promover la construcción de cercos para evitar la contaminación por nitratos. Otra alternativa es el establecimiento de maguey para brindar un mejor ingreso a partir de la producción de mezcal y subproductos como el aguamiel.

Por la localización de las zonas de temporal en el Estado y considerando que los bosques son esenciales en el ciclo del agua, ya que la vegetación y suelo, evitan que el agua tome velocidad cuesta abajo y con ello impiden la erosión y el desprendimiento de tierra. La vegetación retiene el agua, que posteriormente se infiltra a través de poros o grietas para recargar los mantos acuíferos. Los beneficios de este enfoque permiten proteger a la población del riesgo de inundaciones y en el largo plazo contribuyen a que cuente con agua disponible para el desarrollo normal de sus actividades.

A continuación, se mencionan los proyectos a implementar con la finalidad de aprovechar, proteger y conservar los recursos naturales de la cuenca, pero con la consigna de conservar y mejorar la calidad de los ecosistemas:

- Realizar nuevas obras de conservación de suelo y agua y dar mantenimiento a las ya existentes, para contribuir a incrementar la infiltración de agua de lluvia, aumentando la cobertura vegetal, la fertilidad de suelos y disminuyendo los riesgos ocasionados por fenómenos hidrometeorológicos. Costo estimado \$150,000,000.
- Desarrollar viveros para la producción de planta forestal y sembrarlas en sistemas agroforestales para aumentar la densidad de planta por hectárea. Costo estimado \$35,000,000.
- Establecer un programa de monitoreo de la calidad del agua y fertilidad del suelo. Costo estimado \$4,500,000 anualmente.
- Intensificar los programas de forestación considerando áreas aptas para boques comerciales, bosques de protección y bosques asociados con la agricultura, así como la propagación de árboles nativos de la entidad (mezquites, huizaches, varaduz, encinos, sauces, sabinos, guaje, mimbre). Costo estimado anual de \$4,000,000.
- Construir cuerpos de agua artificiales para coleccionar agua de lluvia, con el fin de ampliar la capacidad de acceso al recurso y fortalecer la resiliencia. Costo estimado \$250,000,000.
- Diseñar y construir paquetes de tecnologías apropiadas para el manejo integral del agua en escuelas públicas en zonas rurales con problemas de abastecimiento de agua potable. Costo estimado \$15,000,000.

Acciones transversales

Una de las acciones transversales más importante a promover es la observancia del Código de Ordenamiento Territorial, Desarrollo Urbano y Vivienda para el Estado de Aguascalientes, en donde se establece que la expansión física de los centros de población se deberá controlar para que no se afecten las zonas naturales y prioritarias de permeabilidad hidráulica y de recarga de los acuíferos, propiciando la captación de agua tratada y pluvial que incremente el nivel de los mantos freáticos.

Otro punto relevante en la restauración y preservación de las cuencas es la inspección y vigilancia; si bien es cierto que tanto el gobierno estatal como federal llevan a cabo acciones en materia de inspección y vigilancia, no se cuenta con los recursos humanos y materiales suficientes para realizar un programa permanente que asegure la conservación del capital natural y la biodiversidad. Por lo anterior es necesario buscar los mecanismos que faciliten y deleguen a los municipios, comunidades y sociedades civiles llevar a cabo estas funciones.

Síntesis de costos del proyecto: Fortalecimiento de la gestión sustentable de cuencas

Acción	Descripción Resumen	Costo (\$) 2021-2025	Costo (\$) 2026-2050	Costo total (\$)
4.9.1	Reactivación del Consejo de Cuenca del Río Santiago	3,500,000	31,250,000	34,750,000
4.9.2	Promover la participación de los habitantes que viven en las áreas protegidas	25,000,000	75,000,000	100,000,000
4.9.3	Planes de manejo o programas de conservación			
4.9.3.a	Elaboración planes de manejo áreas protegidas establecidas	10,000,000		10,000,000
4.9.3.b	Implementación de prácticas de manejo	16,000,000	100,000,000	116,000,000
4.9.3.c	Fortalecimiento de corredores biológicos y espacios naturales	8,000,000	50,000,000	58,000,000
4.9.4	Estudios para implementar los Planes de manejo o programas de conservación			0
4.9.4.a	Plan integral de conservación de cuencas y preservación de zonas de vulnerabilidad hídrica	5,000,000		5,000,000
4.9.4.b	Programa de activación de recarga natural inducida en las cuencas altas y zonas de recarga	15,000,000		15,000,000
4.9.4.c	Delimitación de las zonas de recarga y establecer mecanismos de protección ante el crecimiento de la zona urbana o cambio de uso de suelo	2,500,000		2,500,000
4.9.4.d	Estudio hidrológico de apoyo para la determinación del gasto ecológico de los principales ríos del Estado	1,500,000		1,500,000
4.9.4.e	Estudio de factibilidad de colecta de agua de lluvia en diversas modalidades	1,000,000		1,000,000
4.9.4.f	Estudio de factibilidad de rescate de especies de peces endémicos, anfibios y otra fauna acuática	1,000,000		1,000,000
4.9.5	Prácticas de sustentabilidad en las cuencas			0
4.9.5.a	Nuevas obras de conservación de suelo y agua y dar mantenimiento a las ya existentes	150,000,000	93,750,000	243,750,000
4.9.5.b	Desarrollo de viveros para la producción de planta forestal y sembrado de las mismas en sistemas agroforestales	35,000,000	25,000,000	60,000,000
4.9.5.c	Programa de monitoreo de la calidad del agua y fertilidad del suelo	18,000,000	112,500,000	130,500,000
4.9.5.d	Intensificación de los programas de forestación	16,000,000	100,000,000	116,000,000
4.9.5.e	Construcción de cuerpos de agua artificiales para colectar agua de lluvia	250,000,000	156,250,000	406,250,000
4.9.5.f	Diseño y construcción de paquetes de tecnologías para el manejo integral del agua en escuelas públicas del medio rural	15,000,000	9,375,000	24,375,000
	Suma	572,500,000	753,125,000	1,325,625,000

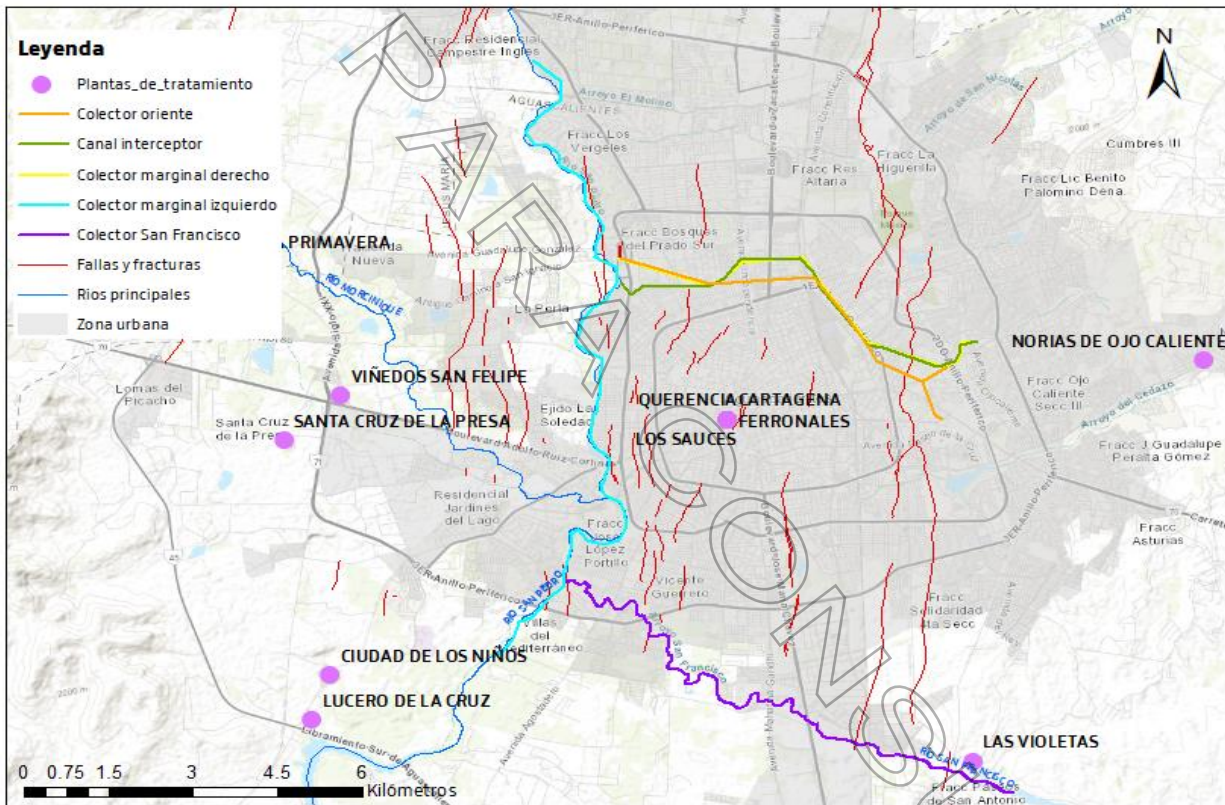
V. REGENERACIÓN DEL RÍO SAN PEDRO

Objetivo:

El proyecto tiene como finalidad, restablecer las condiciones ambientales de la cuenca del Río San Pedro, mediante la eliminación de las descargas sin tratamiento que actualmente se vierten al cauce, para lo cual se requiere el mantenimiento de los colectores que captan las aguas residuales y para conducirlos a tratamiento, así como vigilancia de las zonas de extracción de materiales pétreos para evitar zonas de remanso donde se generen condiciones anaerobias provocando mal olor y son además propicias para la generación de vectores y fauna nociva.

El río san Pedro atraviesa el estado de Aguascalientes de norte a sur, desde su origen en Zacatecas hasta la presa del Niágara. Antes de llegar a la ciudad de Aguascalientes, cruza los municipios de San Francisco de los Romo y Jesús María; a la altura de Jesús María se le une el río Chicalote que proviene del oriente de Aguascalientes desde su nacimiento en el estado de Zacatecas. En la zona urbana, recibe aportaciones por el oriente, de los cauces el Molino, la Hacienda de san Nicolás, los Arellano, don Pascual, el Cedazo y el arroyo San Francisco y por el poniente, del río Morcinique. A continuación, se presenta una figura del río San Pedro y la infraestructura cuyo estado de conservación influye en el saneamiento del río San Pedro.

El río San Pedro y su entorno



Fuente: Elaboración propia con base en información del INAGUA

Actualmente el río san Pedro se clasifica como una corriente fuertemente contaminada, lo que repercute en la calidad de vida de la población que habita en los alrededores y pone en riesgo la supervivencia de ecosistemas acuáticos. Dada la importancia del río San Pedro, en el entorno socioeconómico y ambiental, y con el objetivo de convertirlo en un espacio público que contribuya al bienestar de la población en la zona conurbada, el Gobierno del estado de Aguascalientes propuso una estrategia de regeneración que fue incluida en el Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022, misma que tendrá continuidad en la Cartera de Proyectos del Plan Hídrico 2021-2050.

La atención a esta problemática es competencia e interés de diferentes actores, lo que ha llevado a formar el Comité de supervisión y vigilancia del río San Pedro, el cual tiene como responsabilidades y competencias para atender de manera efectiva:

- a) la restauración del funcionamiento hidráulico,
- b) el saneamiento, el cual incluye el mantenimiento y conservación de plantas de tratamiento y colectores,
- c) medidas y acciones para prevenir la infiltración a través de las fallas que cruzan el río
- d) la regulación y vigilancia de las descargas.
- e) rescate de especies endémicas
- f) promoción de la participación social coadyuvando a las acciones de vigilancia.

Por otra parte, se han establecido acciones y proyectos, acorde con las competencias de distintas instancias de gobierno que se indican a continuación:

- Rehabilitación de los colectores del subsistema Chicalote, de los colectores marginal izquierdo y marginal derecho del río San Pedro y del colector Tepetates-Maravillas actualmente en proceso. Responsabilidad CONAGUA-INAGUA.
- Rehabilitación y mejoramiento de las plantas de Jesús María, Pocitos, Los Sauces, Arellanos y La Ciudad. La rehabilitación y el mejoramiento de estas plantas requiere el cumplimiento de los criterios de calidad y confiabilidad establecidos en el proyecto "Agua Segura". Responsabilidad CONAGUA-INAGUA.
- Control de las descargas a las redes de drenaje en los municipios de San Francisco de Los Romo, Jesús María y Aguascalientes. Cabe hacer notar que la CONAGUA delegó las funciones de vigilancia de ríos y arroyos en el tramo que atraviesa la zona urbana, fue mediante convenios con los municipios. Organismos Operadores de los municipios involucrados y SEGUOT.
- La restauración del funcionamiento hidráulico del cauce del río San Pedro, considera además la rehabilitación del bordo "Los Alcántares" sobre el río Chicalote. CONAGUA-INAGUA-PROTECCIÓN CIVIL.
- Intervención de fallas, que cruzan el río San Pedro o se localizan a menos de 500 metros del cauce del río para prevenir la contaminación al acuífero y delimitación de zonas de protección en torno a las fallas. INAGUA-SEGUOT-CONAGUA.
- Restauración de ecosistemas acuáticos y trabajos con asociaciones de vecinos para promover la participación social en la vigilancia del río San Pedro. SSMAA-PROFEPA-UNIVERSIDADES.

Síntesis de costos del proyecto: Regeneración del río San Pedro

Acción	Descripción Resumen de acciones	Costo (\$) 2021-2025	Costo (\$) 2026-2050	Costo total (\$)
4.4.1	Construcción del Sistema Chicalote	2,430,000	1,125,000	3,555,000
4.4.2	Subcolector Gómez Portugal	2,430,000	1,125,000	3,555,000
4.4.3	Colector MI Río Chicalote + Subcolector El Zapato	5,830,000	2,750,000	8,580,000
4.4.4	PTAR Lomita de Paso Blanco (Tanque igualador + Equipo electromecánico)	23,400,000	67,500,000	90,900,000
4.4.5	Colector MD del Río Chicalote	53,040,000	26,000,000	79,040,000
4.4.6	Colector MI Río Chicalote	50,000,000	25,000,000	75,000,000
4.4.7	Colector marginal derecho del río San Pedro	12,960,000	6,000,000	18,960,000
4.4.8	PTAR Chicalote	26,500,000	12,500,000	39,000,000
4.4.9	Colector MI río San Pedro	18,200,000	8,750,000	26,950,000
4.4.10	Subcolector Paseos de Aguascalientes	35,700,000	17,500,000	53,200,000
4.4.11	Subcolector Maravillas	15,000,000	7,500,000	22,500,000
4.4.12	Colector MI río San Pedro	1,530,360,000	708,500,000	2,238,860,000
4.4.13	Canal Interceptor	318,000,000	150,000,000	468,000,000
4.4.14	Colector Izquierdo de Río Morcinique	21,424,000	10,300,000	31,724,000
4.4.15	PTAR Morcinique	28,750,000	93,750,000	122,500,000
4.4.16	Colector MD río San Francisco	388,000,000	194,000,000	582,000,000
4.4.17	PTAR San Francisco	64,800,000	30,000,000	94,800,000
4.4.18	Tratamiento de Fallas	81,962,338	38,661,480	120,623,817
	Suma	2,678,786,337	1,400,961,481	4,079,747,817

ÍNDICE:

GOBIERNO DEL ESTADO
PODER EJECUTIVO

Pág.

OFICINA DEL DESPACHO DEL GOBERNADOR:

Plan Hídrico Estatal 2021-2050. 2

CONDICIONES:

“Para su observancia, las leyes y decretos deberán publicarse en el Periódico Oficial del Estado y entrarán en vigor al día siguiente de su publicación.- Cuando en la Ley o decreto se fije la fecha en que debe empezar a regir, su publicación se hará por lo menos tres días antes de aquélla”. (Artículo 35 Constitución Local).

Este Periódico se publica todos los Lunes.- Precio por suscripción anual \$ 897.00; número suelto \$ 42.00; atrasado \$ 51.00.- Publicaciones de avisos o edictos de requerimientos, notificaciones de embargo de las Oficinas Rentísticas del Estado y Municipios, edictos de remate y publicaciones judiciales de esta índole, por cada palabra \$ 2.00.- En los avisos, cada cifra se tomará como una palabra.- Suplementos Extraordinarios, por plana \$ 741.00.- Publicaciones de balances y estados financieros \$ 1,040.00 plana.- Las suscripciones y pagos se harán por adelantado en la Secretaría de Finanzas.

Impreso en los Talleres Gráficos del Estado de Aguascalientes.