



El
gigante
de México

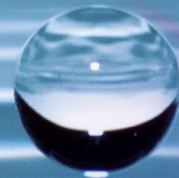
Secretaría de
Planeación, Participación
y Desarrollo



CONSEJO
GUASCALIENTES

PROGRAMA SECTORIAL AGUA 2050

Visión de Largo Plazo
para la seguridad hídrica
y la sostenibilidad del acuífero







RESUMEN EJECUTIVO

El agua constituye uno de los activos estratégicos más relevantes para el desarrollo económico, la cohesión social y la sostenibilidad ambiental del estado de Aguascalientes. Su disponibilidad, calidad y gestión condicionan de manera directa la viabilidad de los sectores productivos, la calidad de vida de la población y la resiliencia del territorio frente a los efectos del cambio climático. En un contexto de crecimiento urbano, transformación productiva y presiones ambientales acumuladas, la política hídrica estatal enfrenta el reto de garantizar el derecho humano al agua y al saneamiento sin comprometer la viabilidad futura del recurso.

Aguascalientes se localiza en una región de clima semiárido, con precipitaciones limitadas y alta variabilidad interanual. La disponibilidad natural de agua superficial es reducida, lo que ha llevado históricamente a una fuerte dependencia del agua subterránea como principal fuente de abastecimiento para los usos urbano, agrícola, industrial y de servicios. El acuífero del Valle de Aguascalientes constituye el eje estructural del sistema hídrico estatal; sin embargo, registra desde hace décadas un déficit sostenido entre extracción y recarga, abatimientos progresivos del nivel freático y un deterioro gradual de la calidad del agua.

Este escenario ha colocado al estado entre las entidades con mayor nivel de estrés hídrico del país, de acuerdo con evaluaciones nacionales e internacionales. No obstante, de manera simultánea, Aguascalientes presenta indicadores destacados en materia de cobertura de agua potable y alcantarillado, así como niveles de continuidad del servicio superiores al promedio nacional. Esta combinación configura una paradoja hídrica: un sistema urbano que ofrece altos niveles de servicio apoyado en un recurso estructuralmente sobreexplotado y vulnerable.

El diagnóstico sectorial confirma que el uso agropecuario continúa siendo el principal demandante de agua en el estado. La evolución histórica del padrón de cultivos muestra una transición hacia esquemas productivos intensivos en agua, particularmente forrajes asociados al crecimiento de la actividad ganadera.



Aunque la superficie de riego ha mostrado fluctuaciones a lo largo del tiempo y existen avances puntuales en tecnificación, el sector enfrenta retos persistentes en eficiencia de conducción y aplicación, medición de volúmenes extraídos, control de retornos y alineación entre productividad económica y consumo hídrico. Estas condiciones han contribuido de manera significativa a la presión sobre los acuíferos y a la elevación de los costos energéticos asociados al bombeo profundo.

En el ámbito del uso público urbano, el abastecimiento de agua potable depende casi en su totalidad de fuentes subterráneas. Los organismos operadores municipales presentan desempeños heterogéneos en términos de eficiencia física, comercial y financiera, así como brechas importantes en macro y micromedición. La limitada estandarización de indicadores y la dispersión de la información operativa dificultan la planeación de inversiones, la identificación precisa de pérdidas reales y la evaluación comparativa del desempeño.

A pesar de los avances recientes asociados a la creación del nuevo organismo operador en la capital del estado, subsisten retos estructurales relacionados con la rehabilitación de redes, la reducción de fugas, la sostenibilidad financiera y la consolidación de una gestión basada en datos.

En materia de calidad del agua, el estado enfrenta problemáticas diferenciadas en aguas superficiales y subterráneas. Los cuerpos de agua superficial, en particular el río San Pedro y sus afluentes, presentan afectaciones significativas derivadas de descargas municipales insuficientemente tratadas, escurrimientos agrícolas con fertilizantes y agroquímicos, y aportaciones industriales con control irregular. Los monitoreos disponibles evidencian excedencias sistemáticas de parámetros como DBO, DQO, coliformes fecales y nutrientes, lo que limita los usos agrícolas, ecológicos y recreativos de estos cuerpos y genera presiones adicionales sobre los sistemas de tratamiento.

Por su parte, la calidad del agua subterránea está condicionada tanto por procesos geogénicos como por actividades antropogénicas. La presencia de fluoruro, arsénico, nitratos y sólidos disueltos totales en concentraciones superiores a los criterios normativos en diversas zonas del estado representa un riesgo sanitario diferenciado y obliga a implementar tratamientos adicionales, mezclas de fuentes o restricciones de uso.



La sobreexplotación del acuífero intensifica estos fenómenos al movilizar compuestos presentes en las formaciones geológicas y concentrar contaminantes, incrementando los costos de potabilización y operación.

El saneamiento y tratamiento de aguas residuales constituye otro componente crítico del sistema hídrico estatal. Si bien la infraestructura instalada ha crecido de manera sostenida en las últimas décadas, persiste una brecha entre el volumen generado, la capacidad instalada y el caudal efectivamente tratado con calidad adecuada.

Las plantas de tratamiento presentan desempeños desiguales, con problemas recurrentes de sobrecarga, obsolescencia tecnológica, fallas en colectores, control insuficiente de descargas industriales y limitaciones operativas en sistemas rurales. Estas condiciones restringen el aprovechamiento del agua tratada para reúso y mantienen presiones contaminantes sobre ríos, arroyos y acuíferos.

Desde el punto de vista institucional, el análisis revela desafíos en la gobernanza del agua, asociados a la multiplicidad de actores con competencias concurrentes, la coordinación intergubernamental imperfecta, la limitada obligatoriedad de sistemas de información interoperables y una participación social aún débil en decisiones estratégicas.

Si bien existen marcos normativos y órganos colegiados, la planeación hídrica ha operado históricamente de manera fragmentada, con énfasis en respuestas reactivas más que en esquemas preventivos y adaptativos.

Ante este contexto, el Programa Sectorial de Agua se plantea como un instrumento estratégico orientado a reducir las vulnerabilidades estructurales del sistema hídrico estatal y construir condiciones de seguridad hídrica de largo plazo. Su objetivo general es garantizar el acceso equitativo, continuo y de calidad al agua y al saneamiento, al tiempo que se protege la base hídrica del estado mediante una gestión integral, eficiente y sustentable del recurso.

Para alcanzar este propósito, el programa define objetivos estratégicos enfocados en:

I) La gestión sustentable del agua subterránea y la reducción del déficit hídrico; II) El incremento de la eficiencia física y productiva del agua en los sectores agrícola, urbano e industrial; III) El fortalecimiento del saneamiento, el reúso y la protección de cuerpos de agua;



IV) La mejora de la calidad del agua para uso humano y ambiental; y V) La consolidación de un modelo de gobernanza basado en información confiable, coordinación institucional y participación social.

Las líneas de acción priorizan la modernización de infraestructura, la tecnificación de sistemas de riego, la reducción de pérdidas en redes urbanas, la rehabilitación y ampliación de plantas de tratamiento, el control de descargas contaminantes y el aprovechamiento estratégico del agua tratada. De manera transversal, se impulsa el desarrollo de sistemas de monitoreo con telemetría, plataformas de datos abiertos, indicadores estandarizados y herramientas de análisis que fortalezcan la toma de decisiones basada en evidencia.

Asimismo, el programa incorpora una visión de planeación adaptativa, sustentada en escenarios prospectivos y umbrales de activación que permitan ajustar políticas y prioridades conforme evolucionen las condiciones hidrológicas, climáticas y socioeconómicas. Esta aproximación reconoce que el futuro hídrico del estado no está predeterminado y que las decisiones adoptadas en el presente serán determinantes para evitar escenarios de crisis estructural.

En síntesis, el Programa Sectorial de Agua establece una hoja de ruta integral para transitar hacia un modelo de gestión hídrica más resiliente, eficiente y equitativo. Su implementación exige decisiones firmes, coordinación efectiva entre niveles de gobierno, fortalecimiento institucional y un compromiso sostenido con la transparencia y la rendición de cuentas. Bajo estas condiciones, Aguascalientes cuenta con la oportunidad de reconducir su trayectoria hídrica y asegurar que el agua continúe siendo un habilitador del desarrollo y el bienestar de su población en el largo plazo.



PRESENTACIÓN

El agua se ha convertido en un factor estratégico para la estabilidad y el desarrollo de Aguascalientes. Las condiciones actuales del estado –caracterizado por su clima semiárido, limitada disponibilidad de fuentes superficiales y fuerte dependencia del acuífero del Valle de Aguascalientes– exigen una intervención estructural y coordinada.

El deterioro acumulado en la disponibilidad y calidad del agua, documentado en los diagnósticos recientes del INAGUA y la CONAGUA, evidencia un riesgo creciente para los sectores doméstico, agrícola e industrial.

La presión demográfica, la expansión de la zona metropolitana, el crecimiento de la industria y la variabilidad climática generan una demanda creciente y más exigente en términos de volumen, continuidad y calidad. El programa adquiere relevancia al definir una ruta técnica y estratégica que permite atender estos desafíos, mejorar la infraestructura, fortalecer el saneamiento y fomentar el uso eficiente del recurso.

En este sentido, el Programa Sectorial constituye una pieza clave para avanzar hacia un equilibrio hídrico sostenible que garantice agua de buena calidad a lo largo de todo el ciclo hidrológico, objetivo rector de la Visión Aguascalientes 2050.

La elaboración del programa se llevó a cabo mediante un proceso participativo liderado por la Mesa Agua del Consejo Aguascalientes, órgano sectorial que integra expertos técnicos, instituciones académicas, organismos operadores, representantes empresariales, especialistas en recursos hídricos y autoridades estatales y municipales. Este proceso consolidó una visión multisectorial basada en evidencia, donde se discutieron problemáticas, alternativas y soluciones para la gestión integral del agua.



Participaron:

- INAGUA
- MIAA
- Sectores industrial y agropecuario
- Instituciones académicas
- Sociedad civil
- Secretaría de Planeación, Participación y Desarrollo

La participación activa de estos actores permitió integrar diagnósticos sectoriales, identificar retos operativos, construir consensos sobre prioridades estratégicas y validar metas de largo plazo, asegurando que el programa refleje las necesidades reales del territorio.

El Programa Sectorial de Agua se articula con los principales instrumentos de política pública del estado y de la federación. Se encuentra plenamente alineado con:

- **Plan Hídrico Estatal 2021–2050**, del cual retoma directrices sobre recarga artificial, reúso, eficiencia urbana, sustentabilidad agrícola y gestión del riesgo.
- **Plan Estatal de Desarrollo 2022–2027**, que considera al agua como un eje transversal para la competitividad y la movilidad social.
- **Agenda 2030**, especialmente los ODS 6 (agua y saneamiento), 11 (ciudades sostenibles), 12 (producción responsable), 13 (acción climática) y 15 (ecosistemas terrestres).
- **Lineamientos y normatividad vigente de CONAGUA**, particularmente en materia de disponibilidad media anual, monitoreo de calidad, infraestructura, eficiencia y tratamiento.



Esta vinculación garantiza coherencia institucional, evita duplicidades y fortalece la armonización entre políticas, programas y presupuestos. El Gobierno del Estado de Aguascalientes y el Consejo Aguascalientes reafirman su compromiso de adoptar un enfoque de sostenibilidad hídrica que permita asegurar el acceso equitativo, la eficiencia operativa y la resiliencia frente al cambio climático. Este compromiso se traduce en acciones concretas: fortalecimiento del INAGUA como órgano rector técnico, profesionalización de los organismos operadores, modernización de infraestructura, promoción del reúso y actualización permanente del Plan Hídrico Estatal.

Asimismo, se promueve un modelo de corresponsabilidad donde la ciudadanía, las empresas, los productores agrícolas, las instituciones educativas y los gobiernos locales participan activamente en el cuidado del recurso. Este programa establece los mecanismos para impulsar esta colaboración, garantizando transparencia, acceso a la información y participación social efectiva.

El Programa Sectorial se fundamenta en siete principios rectores que orientan su diseño, ejecución y evaluación:

1. SUSTENTABILIDAD

Promover un uso responsable del recurso hídrico, preservando la integridad de los ecosistemas y asegurando la disponibilidad para futuras generaciones.

2. EFICIENCIA

Optimizar infraestructura, operación y administración del agua en los sistemas urbanos, agrícolas e industriales, reduciendo pérdidas y aumentando la productividad hídrica.

3. EQUIDAD

Garantizar acceso justo y seguro al agua para todas las personas y sectores productivos, reduciendo brechas territoriales y socioeconómicas.



4. INNOVACIÓN

Impulsar tecnologías inteligentes, digitalización, telemetría y prácticas de reúso para mejorar la gestión del recurso.

5. CORRESPONSABILIDAD

Fomentar la colaboración activa entre gobierno, usuarios, empresas y ciudadanía como pilar de la gestión integrada.

6. TRANSPARENCIA

Facilitar acceso público a la información hídrica mediante monitoreo en tiempo real, indicadores y rendición de cuentas permanente.

7. RESILIENCIA.

Desarrollar capacidades de adaptación ante sequías, eventos extremos y los efectos del cambio climático, incorporando soluciones basadas en la naturaleza y gestión del riesgo.



1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

AGUA 2050





El agua constituye un recurso estructural para el desarrollo social, económico y territorial del estado de Aguascalientes. Su disponibilidad, calidad y gestión determinan la viabilidad de la actividad agrícola, el dinamismo industrial, la expansión urbana y la estabilidad ambiental. Este Programa Sectorial adopta un enfoque de políticas públicas basado en diagnóstico, definición de objetivos estratégicos, formulación de estrategias, implementación y evaluación, con el fin de asegurar la gestión integral del recurso hídrico hacia el horizonte 2050.

La metodología combina análisis documental, evidencia técnica disponible, revisión de tendencias de uso, análisis institucional, prospectiva y evaluación comparativa con estados de características similares en materia hídrica. El documento integra insumos provenientes de fuentes oficiales, registros administrativos y estudios sectoriales recientes, preservando congruencia entre diagnóstico, objetivos y estrategias. El diseño se articula mediante la trazabilidad entre problemáticas identificadas y respuestas propuestas, evitando omisiones y reducciones simplificadoras.

El enfoque transversal de este programa reconoce la interdependencia entre seguridad hídrica, resiliencia climática, competitividad económica y bienestar social. Su propósito es establecer lineamientos de política pública que respondan a los retos críticos de sobreexplotación de acuíferos, desigualdad territorial, baja eficiencia en los sistemas hidráulicos urbanos y limitada transparencia institucional.



1.1 Objetivo General y Alcance del Programa

El objetivo general del Programa Sectorial es orientar la política pública del agua hacia un modelo de gestión integral que garantice la seguridad hídrica, equilibre el ciclo de extracción–recarga del acuífero, mejore la eficiencia en el uso del recurso y fortalezca la infraestructura, la gobernanza y la capacidad técnica de las instituciones vinculadas al sector.

El alcance del programa comprende:

- Todo el territorio del estado de Aguascalientes, con énfasis en la zona metropolitana Aguascalientes–Jesús María–San Francisco de los Romo.
- Todos los usos del agua: público urbano, doméstico, agrícola, industrial, energético y ambiental.
- Todos los componentes del ciclo hidrológico: extracción, conducción, distribución, tratamiento, reúso, recarga e infraestructura.
- La coordinación entre los niveles federal, estatal y municipal, así como con los sectores productivos, académicos y sociales.

La formulación del programa se alinea con el llamado internacional a fortalecer la cooperación hídrica para preservar la estabilidad social. El Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2024 (UNESCO/ONU-Agua) documenta que el estrés hídrico, la sobreexplotación de acuíferos y los eventos extremos incrementan la probabilidad de conflictos locales y regionales, especialmente en territorios densamente poblados y con disponibilidad limitada.

En este contexto, Aguascalientes comparte dinámicas semejantes a las zonas más tensionadas del planeta: sequías recurrentes, abatimiento acelerado del acuífero y riesgos crecientes para la salud, la producción agrícola y el crecimiento industrial.



La presión sobre los recursos hídricos no es solo un desafío ambiental, sino un riesgo estructural para la seguridad económica del estado. Por ello, este Programa Sectorial constituye una respuesta técnica y estratégica que establece un marco de actuación a 25 años, con metas, instrumentos y mecanismos de evaluación.

1.2 Marco Conceptual y Metodológico

La elaboración del programa se sustenta en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), en principios de sostenibilidad y en una metodología de planeación estratégica con trazabilidad entre diagnóstico, problematización, objetivos, estrategias y líneas de acción. El enfoque metodológico considera los siguientes elementos centrales.

1.2.1 Marco Conceptual

Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH).

El programa adopta un enfoque integral que articula la dimensión ambiental, social, económica y territorial del agua. La GIRH permite sustituir esquemas fragmentados por una gobernanza intersectorial donde los usos agrícola, urbano, industrial y ambiental se conciben como parte de un mismo sistema.

Sustentabilidad y equilibrio hídrico.

La base conceptual del programa es alcanzar un balance sostenible entre extracción y recarga, reduciendo la presión sobre los acuíferos y protegiendo su calidad. El equilibrio hídrico es esencial para garantizar la viabilidad de todos los sectores y para asegurar que el agua de buena calidad esté disponible a lo largo del ciclo hidrológico.



Derecho humano al agua y saneamiento.

En consonancia con la legislación nacional, el acceso al agua es un derecho humano que el estado debe garantizar con criterios de disponibilidad, calidad, continuidad, aceptabilidad y asequibilidad. El programa integra la perspectiva de equidad territorial y social, priorizando poblaciones vulnerables y localidades rurales.

Gobernanza adaptativa.

El modelo institucional reconoce que la gestión del agua requiere coordinación entre dependencias, participación social, regulación efectiva y sistemas de información abiertos. Se promueve una gobernanza que se adapta a las condiciones climáticas, demográficas y tecnológicas en evolución.

1.2.2 Marco Metodológico

La metodología empleada integra análisis técnico, revisión documental, estudios de caso, consultas sectoriales y evaluación de escenarios. El proceso se estructura en tres componentes:

1. Diagnóstico técnico e institucional

Incluye la caracterización del contexto físico, hidrológico, socioeconómico y normativo. Se utilizaron como insumos principales:

- Plan Hídrico Estatal 2021–2050
- Diagnósticos Sectoriales
- Censos y Bases de Datos de INEGI
- Estadísticas del Agua en México
- Bases de Medición Locales e Informes de Organismos Operadores

Este diagnóstico permitió identificar condiciones críticas como la sobreexplotación del acuífero, la pérdida de eficiencia en redes urbanas, el bajo nivel de reúso y la creciente contaminación de cuerpos superficiales.

2. Análisis de problemáticas prioritarias

Se aplicó un enfoque de presiones–estado–impactos–respuestas, que permitió ubicar causas estructurales y sus efectos directos e indirectos.

Entre las problemáticas clave se identificaron:

- Sobreexplotación sostenida del acuífero.
- Ineficiencia operativa y pérdidas físicas 40 %.
- Rezagos en saneamiento y reúso.
- Fragmentación institucional.
- Vulnerabilidad climática y riesgo hidrometeorológico.

3. Definición estratégica y construcción de metas

A partir del diagnóstico se formularon objetivos estratégicos y metas cuantificables al 2030 y 2050. Se aplicó un enfoque de prospectiva para evaluar escenarios de gestión, tomando en cuenta:

- Proyecciones demográficas
- Variabilidad climática
- Demanda industrial y agrícola
- Innovaciones tecnológicas

El resultado es un modelo de intervención integral con ejes estratégicos, líneas de acción, indicadores y mecanismos de evaluación.



1.3 Relevancia del Agua para el Desarrollo Económico y Social

El agua constituye un pilar esencial para el desarrollo económico de Aguascalientes. Su importancia se refleja en la estructura productiva del estado, donde los sectores agrícola, urbano, industrial y energético dependen críticamente de la disponibilidad y calidad del recurso. El análisis sectorial evidencia riesgos crecientes:

- **Agricultura:** concentra la mayor parte del volumen concesionado y enfrenta baja eficiencia de riego, alto consumo energético y vulnerabilidad ante sequías.
- **Uso público - urbano:** requiere mejorar continuidad, cobertura y eficiencia física, especialmente en zonas metropolitanas.
- **Industria autoabastecida:** sectores como el automotriz, alimentario y tecnologías avanzadas requieren agua de calidad para procesos de alto estándar.
- **Termoeléctricas:** requieren seguridad hídrica para operación estable.

La presión creciente sobre el acuífero representa un riesgo sistémico para todos estos sectores; por ello, el programa enfatiza el equilibrio hídrico, el reúso masivo, la eficiencia y la diversificación de fuentes.

1.4 Enfoque de Sostenibilidad, Equidad y Resiliencia

El Programa Sectorial incorpora una visión integral que articula sostenibilidad ambiental, equidad social y resiliencia climática. Este enfoque implica:



- Gestionar el agua con criterios de largo plazo, preservando ecosistemas y evitando deterioro irreversible de acuíferos.
- Garantizar acceso equitativo, reduciendo brechas urbano–rurales y fortaleciendo la infraestructura en localidades vulnerables.
- Integrar medidas de adaptación al cambio climático y sistemas de alerta temprana frente a sequías e inundaciones.
- Promover una cultura hídrica basada en corresponsabilidad, eficiencia y reúso.

1.5 Articulación con al VISIÓN AGUASCALIENTES 2050 y el Plan Hídrico Estatal 2021 – 2050

El programa constituye un instrumento operativo que materializa los principios y objetivos establecidos en la Visión Aguascalientes 2050 y en el Plan Hídrico Estatal 2021–2050. Con ello, el programa contribuye a garantizar agua de buena calidad a lo largo de un ciclo hidrológico que tienda al equilibrio y permita sostener el desarrollo social y económico del estado. Esta articulación se expresa en:

- La búsqueda de equilibrio entre extracción y recarga del acuífero.
- La modernización tecnológica del sistema hídrico.
- La transición hacia un modelo de reúso y circularidad del agua.
- La coordinación entre actores públicos, privados y sociales.
- La consolidación de un sistema de gobernanza basado en evidencia, monitoreo y transparencia.



2. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

AGUA 2050





El estado de Aguascalientes enfrenta uno de los escenarios hídricos más complejos del país, caracterizado por una disponibilidad natural limitada, una presión creciente sobre los acuíferos y una infraestructura que ha alcanzado niveles críticos de desgaste operativo. El diagnóstico hídrico constituye el núcleo técnico del Programa Sectorial, ya que permite identificar las condiciones actuales del recurso, los factores de presión, las brechas institucionales y los riesgos asociados a la continuidad del servicio y al desarrollo socioeconómico del territorio.

La evidencia disponible muestra un sistema hídrico fuertemente dependiente de las aguas subterráneas, con una explotación que excede sistemáticamente la capacidad de recarga natural, generando abatimientos, problemas de calidad y un estrés estructural de largo plazo. Este capítulo integra información hidrológica, institucional, técnica y operativa proveniente de fuentes oficiales como CONAGUA, INEGI, INAGUA, así como del Plan Hídrico Estatal 2021–2050 y los diagnósticos sectoriales actualizados al 2025.

El análisis permite comprender la dinámica de extracción, disponibilidad, calidad e infraestructura, articulando los elementos a partir del enfoque de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH). De igual forma, se identifican los factores que explican el creciente déficit hídrico, las vulnerabilidades asociadas al cambio climático, y los retos para garantizar agua en cantidad y calidad suficientes para el desarrollo urbano, agrícola, industrial y ambiental. El propósito de este capítulo es establecer la línea base para la toma de decisiones estratégicas del Programa Sectorial, asegurando que la planeación posterior – problematización, objetivos y líneas de acción– mantenga una trazabilidad explícita con el diagnóstico.

En consecuencia, se detallan los aspectos de disponibilidad y oferta natural del recurso, la caracterización de aguas subterráneas y superficiales, el balance hídrico global, la extracción y usos del agua, la calidad del recurso, la infraestructura y eficiencia de los sistemas, la gobernanza institucional y el estado del monitoreo y la tecnología aplicable a la gestión hídrica. Este abordaje integral permite identificar no solo los déficits actuales, sino también las oportunidades de gestión sustentable, innovación y fortalecimiento institucional hacia la Visión 2050.



2.1 Contexto Local y Regional del Recurso Hídrico

El recurso hídrico en Aguascalientes se configura en un escenario de alta complejidad ambiental, institucional y socioeconómica, determinado por su carácter semiárido, la sobreexplotación histórica del acuífero del Valle de Aguascalientes, la escasez de corrientes superficiales, la variabilidad climática creciente y los patrones de urbanización e industrialización del territorio.

Estas condiciones han derivado en un estado de estrés hídrico severo, donde la disponibilidad natural es insuficiente para cubrir la demanda actual y futura, lo que obliga a fortalecer los mecanismos de gestión integrada, incrementar la eficiencia del uso del agua, y consolidar un modelo de resiliencia hídrica para 2050.

A nivel regional, el estado forma parte del sistema Lerma–Santiago–Pacífico, una de las regiones hidrológicas más tensionadas del país, lo que repercute en la competencia por recursos, en el marco institucional federal y en la disponibilidad de agua superficial y subterránea. Este capítulo ofrece un análisis detallado del contexto local y regional que condiciona la seguridad hídrica del estado, integrando información geofísica, hidrológica, institucional y comparativa con el ámbito nacional.

2.1.1 Marco Físico e Hidrológico del Estado

El estado de Aguascalientes se localiza en la región centro-norte de México, dentro de la altiplanicie mexicana, con una extensión aproximada de 5,600 km². Su fisiografía se compone principalmente de llanuras y valles intermontanos, destacando el Valle de Aguascalientes como la unidad geográfica dominante y núcleo de actividad económica y demográfica.



El territorio pertenece a la Región Hidrológico-Administrativa Lerma-Santiago-Pacífico, caracterizada por escurrimientos intermitentes, ríos de corta longitud y una fuerte presión sobre los acuíferos. La hidrología superficial del estado se estructura alrededor del río San Pedro, principal cuerpo de agua corriente, cuyos afluentes reciben descargas urbanas, industriales y agrícolas, contribuyendo a su degradación ambiental.

2.1.1.1. Cuencas y subcuencas relevantes (Lerma-Santiago-Pacífico)

Aguascalientes forma parte de la Región Hidrológica 12 Lerma-Chapala-Santiago, Subregión Alto Santiago, específicamente a la subcuenca del río San Pedro, con afluentes como los ríos Chicalote, San Francisco, Santiago y Morcinique. Se identifican seis cuencas hidrológicas principales: Río San Pedro, Presa Calles, Presa El Niágara, Presa Ajojucar, Río Encarnación y Río Juchipila 1 (CONAGUA, 2024).

TABLA1. Cuencas Hidrológicas que comprenden al Estado de Aguascalientes

CUENCA	NOMBRE	SUPERFICIE (KM2)	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 Ajojucar	794.4	Drena desde donde se localiza la presa El Niágara hasta la Presa Ajojucar.
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.



El territorio estatal se integra principalmente en las subcuencas del río San Pedro y río Chicalote, dentro del sistema Lerma–Santiago. Estas subcuencas presentan escurrimientos limitados y alta dependencia del comportamiento pluvial anual. Los cuerpos superficiales más relevantes son las presas Abelardo L. Rodríguez, Malpaso, El Niágara, Media Luna y El Ocote, cuyo volumen útil ha mostrado fluctuaciones marcadas debido a la variabilidad climática y a la creciente sedimentación.

TABLA 2. Acuíferos ubicados en el estado de Aguascalientes (hm³/año)

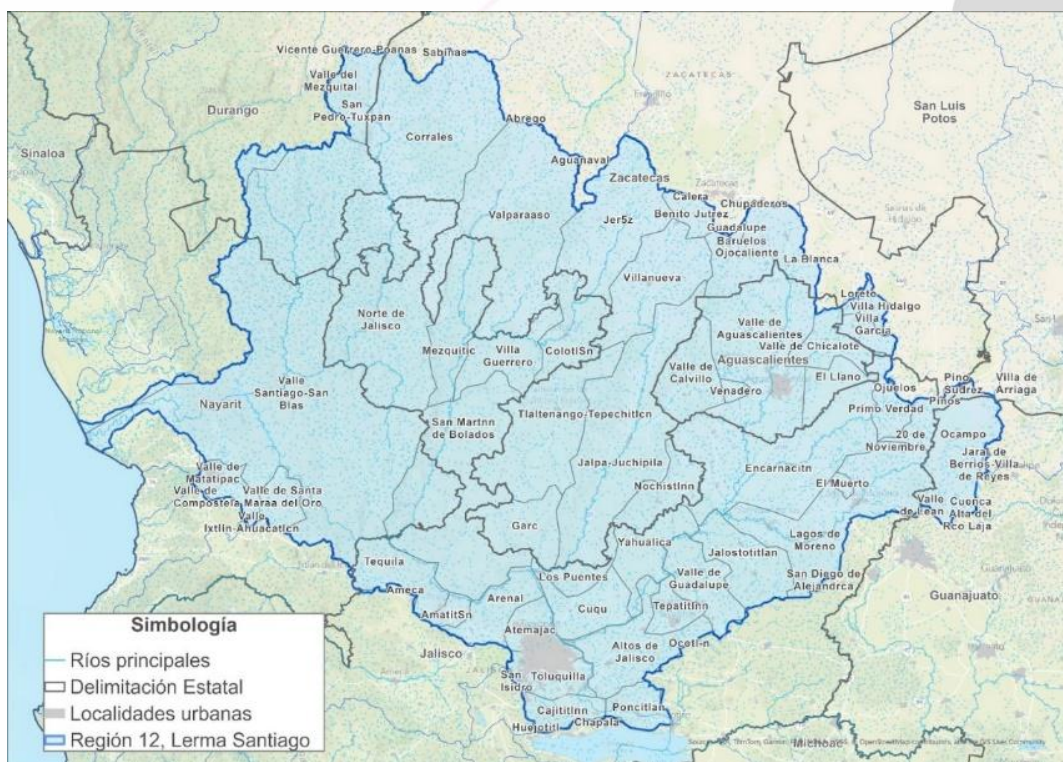
CLAVE	ACUÍFERO	SUPERFICIE (KM ²)	MUNICIPIOS
O101	Valle de Aguascalientes	3,129	Cosío, Rincón de Romos y Pabellón de Arteaga; casi la totalidad de Aguascalientes, Tepezalá, San José de Gracia y Jesús María; así como porciones menores de Calvillo, San Francisco de Los Romo y Asientos
O102	Valle de Chicalote	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
O103	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, Sandoval, Palo Alto, El Tildio, La Tinaja, El Duraznillo y Los Cuervos.
O104	Venadero	111	Su totalidad en el municipio de Jesús María
O105	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.

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.

A nivel regional, Aguascalientes no es un generador neto de agua superficial; por el contrario, depende de la infiltración a los acuíferos y de la eficiencia en su manejo. Su localización dentro de una región hidrológica intensamente explotada implica competencia con entidades vecinas, especialmente Jalisco y Zacatecas, para el acceso a volúmenes concesionados.



MAPA 1. Región Hidrológica No. 12 Lerma Santiago



FUENTE: Elaboración propia a partir de información vectorial del Sistema Nacional de Información del Agua (CONAGUA).

La entidad cuenta con 5 acuíferos: Valle de Aguascalientes, Valle de Chicalote, El Llano, Venadero, Valle de Calvillo, de los cuales se abastece de agua para los distintos usos consuntivos. Sin embargo, todos presentan algún grado de sobreexplotación a consecuencia de la extracción superior a la capacidad de recarga y a las secuelas derivadas de los efectos del cambio climático.

MAPA 2. Principales cuerpos de agua del estado de Aguascalientes.

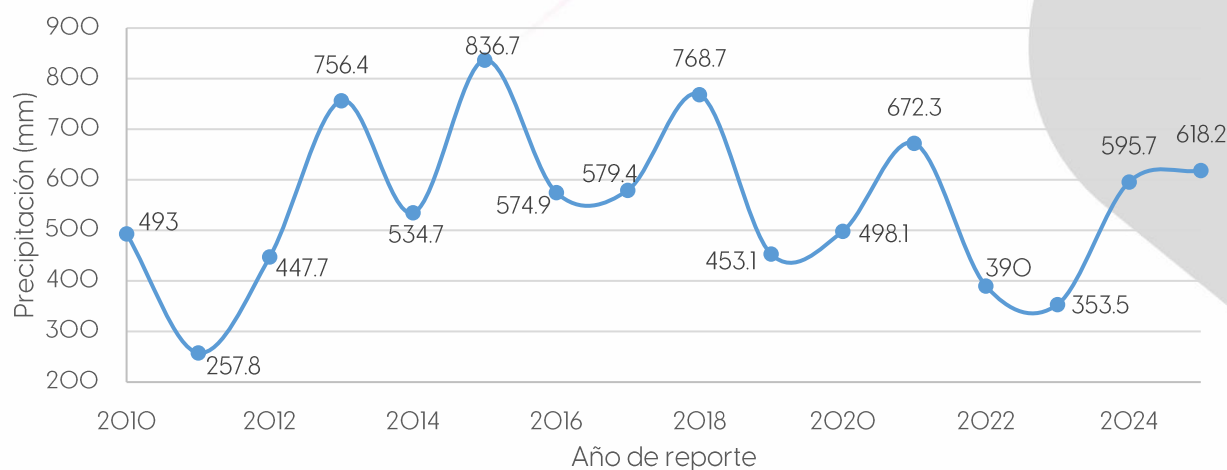
FUENTE: Elaboración propia a partir de información vectorial del Sistema Nacional de Información del Agua (CONAGUA).

2.1.1.2. Condiciones climáticas (precipitación, evapotranspiración, balance hídrico)

El clima predominante es semiárido templado, con una precipitación media anual estimada entre 500 a 600 mm anuales (Servicio Meteorológico Nacional, 2024), concentrada en más del 80% entre junio y septiembre. Las tasas de evapotranspiración potencial superan los 1,800 mm anuales, lo que deriva en un balance hídrico superficial negativo y explica la ausencia de corrientes permanentes.



GRÁFICA 1. Precipitación promedio anual en el estado de Aguascalientes (2010-2025)



FUENTE: Resúmenes Mensuales de Temperaturas y Lluvia. Sistema Meteorológico Nacional.

Los eventos de sequía han mostrado una mayor intensidad y frecuencia en las últimas dos décadas, afectando la recarga natural y la resiliencia agropecuaria. Estos patrones colocan al estado dentro del grupo de entidades más vulnerables ante el cambio climático.

2.1.1.3. Disponibilidad natural promedio de agua

Aguascalientes presenta una de las disponibilidades naturales de agua más bajas del país. La disponibilidad natural renovable estimada es insuficiente para cubrir la demanda actual, y la diferencia entre extracción y recarga conduce a un déficit estructural superior a los 134 hm³/año, según datos de CONAGUA (2024).

La recarga media anual del acuífero del Valle de Aguascalientes se estima en 147.8 hm³, mientras que la extracción supera los 450 hm³. Este desbalance sostiene abatimientos piezométricos de más de 2.0 m/año, con máximos de 4 m/año en zonas urbanas (Gobierno del Estado de Aguascalientes, 2022). El indicador de disponibilidad per cápita se ubica muy por debajo del promedio nacional, lo que posiciona al estado en un nivel de estrés hídrico extremo.



TABLA 3. Disponibilidad por Acuífero

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNC	VEAS	DMA
O101	Valle de Aguascalientes	249,60	2,40	342,958309	-95,758309
O102	Valle de Chicalote	35,00	0,00	48,796081	-13,796081
O103	El Llano	15,00	3,00	18,257537	-6,257537
O104	Venadero	1,90	0,90	1,733406	-0,733406
O105	Valle de Calvillo	25,00	2,00	40,710928	-17,710928
Total		326,50	8,30	452,456261	-134,256261
R	Recarga total media anual				
DNC	Descarga natural comprometida				
VEAS	Volumen de extracción de aguas subterráneas				
DMA	Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero				

FUENTE: Actualización de la disponibilidad media anual de agua por acuífero, Estado de Aguascalientes, año 2024.
Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas. CONAGUA.

2.1.2 Contexto Institucional y Socioeconómico

El contexto socioeconómico del estado influye directamente en la presión sobre los recursos hídricos. Aguascalientes concentra cerca del 90 % de su población en la zona metropolitana (Aguascalientes–Jesús María–San Francisco de los Romo), lo que incrementa la demanda urbana, la generación de aguas residuales y la presión sobre redes de distribución.

Al mismo tiempo, la estructura económica basada en la industria manufacturera (particularmente automotriz), el sector servicios, y una agricultura intensiva en zonas periurbanas, genera una demanda creciente de agua de calidad.

Institucionalmente, la gestión del agua está distribuida entre diferentes órdenes y organismos: la CONAGUA como autoridad federal; INAGUA como instancia estatal rectora; los organismos operadores municipales; y entidades regulatorias como PROESPA. Esta complejidad ha derivado en fragmentación de competencias, insuficiencia de mecanismos de coordinación y limitaciones para la ejecución integral de políticas hídricas.



2.1.2.1. Actividades económicas y demanda sectorial

Las actividades económicas y demanda sectorial dentro del estado muestran la siguiente distribución sectorial del agua concesionada: agrícola (56.8%), público-urbano (23.1%), industrial y servicios (6.2%), "diferentes usos" (13.9%) (Gobierno del Estado de Aguascalientes, 2022). Esto ha generado una estrecha relación entre desarrollo económico y presión sobre el recurso hídrico, el desarrollo industrial y agrícola ha incrementado la presión sobre los acuíferos, agravando su sobreexplotación. Forma parte de la región Centro-Bajío-Occidente, motor económico que genera 16.7% del PIB nacional.

TABLA 1. Distribución Sectorial del Agua Concesionada en Aguascalientes

SECTOR	VOLUMEN CONCESIONADO (HM ³ /AÑO)		
	TOTAL	SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA
Agrícola	335.68	114.09	221.59
Público-urbano	129.19	0.26	128.92
Industrial y servicios	29.3	7.26	22.04
Diferentes usos	86.07	12.82	73.26
Total	580.24	134.43	445.81

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

2.1.2.2. Relación entre desarrollo económico y presión sobre el recurso hídrico

El crecimiento demográfico y económico ha incrementado la presión sobre el agua, particularmente en la zona metropolitana, donde se concentra la industria automotriz, logística y de servicios. La expansión urbana hacia zonas agrícolas ha intensificado la competencia por el recurso y ha reducido áreas de recarga natural.

Asimismo, el fortalecimiento del sector industrial ha implicado mayor demanda de agua tratada y potable, así como un incremento en descargas industriales que requieren regulación y monitoreo continuo. La presión sobre los acuíferos se mantiene como una variable estructural del desarrollo regional, lo que evidencia la necesidad de transitar hacia modelos productivos más eficientes y hacia el uso intensivo de agua residual tratada como fuente alternativa.

TABLA 2. Contexto Económico e Hídrico

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Relación agua–economía	Alta dependencia del agua para el desarrollo económico estatal
Sectores de mayor presión sobre acuíferos	Agricultura e industria
Consecuencia sobre acuíferos	Sobreexplotación creciente
Región económica	Centro-Bajío-Occidente
Aportación de la región al PIB nacional	16.7 %

FUENTE: Registro Público de Derechos de Agua (REPDa) de CONAGUA citado en el informe (Gobierno del Estado, 2022, Plan Hídrico Estatal 2021-2050)

Existe una clara y directa relación de causa-efecto entre el acelerado desarrollo económico de Aguascalientes (principalmente industrial y urbano) y el aumento de la presión sobre sus limitados recursos hídricos.

- **Motor de crecimiento y presión:** El crecimiento económico (destacado por la inversión extranjera directa y la expansión urbana) que impulsa la necesidad de más agua para el sector industrial (manufactura) y para una población creciente y concentrada (INEGI, 2023, IMCO, 2023). Este crecimiento ha sobreexplotado los acuíferos como consecuencia de una expansión que no ha respetado la disponibilidad hídrica (IMCO, 2023).
- **Deterioro Ambiental:** El crecimiento urbano descontrolado ha tenido un impacto negativo en la disponibilidad de agua y en la generación de desechos, impactando la calidad de los cuerpos de agua superficiales como el Río San Pedro (CONAGUA 2022; IMCO, 2023)
- **Conflicto de Usos:** La intensa actividad agrícola, aunque fundamental, compite directamente con el uso público urbano e industrial por el agua subterránea, siendo el principal factor detrás del abatimiento de los mantos freáticos, especialmente en la zona norte del acuífero del Valle de Aguascalientes (Vargas & Zegarra, 2021).

- Oportunidades y Riesgos: La sequía, que se consolida como el "nuevo escenario base" del estado, amenaza la agricultura y la economía, pero a la vez impulsa la innovación. Las empresas que invierten en tecnologías hídricas (riego inteligente, monitoreo) y energías limpias están ganando una ventaja competitiva (CONAGUA, 2021).
- Sostenibilidad vs. Desarrollo: La crisis hídrica en Aguascalientes se enmarca en un debate de sostenibilidad, donde el crecimiento económico ilimitado choca con el límite material de los recursos naturales. La solución se plantea no solo como un problema de suministro, sino como una crisis de gobernanza que requiere integrar la ercepción ciudadana y priorizar la gestión sustentable en la agenda pública (Martínez, & Rizo, 2020; Secretaría de Economía, 2023).

2.1.3 Posicionamiento Nacional

En el contexto nacional, Aguascalientes se ubica entre los estados con menor disponibilidad hídrica per cápita, comparable con Baja California, Ciudad de México y Estado de México. Presenta una dependencia casi absoluta de fuentes subterráneas y carece de cuerpos superficiales significativos.

El estado es también uno de los que registra mayores niveles de eficiencia industrial y crecimiento económico, lo que incrementa la necesidad de garantizar seguridad hídrica para sostener su competitividad. Esta combinación lo posiciona como un caso crítico a nivel nacional, donde la gestión del agua es un determinante estratégico del desarrollo.

Los indicadores nacionales colocan a Aguascalientes entre las entidades con mayor estrés hídrico estructural. Estudios de CONAGUA (2023) muestran que la disponibilidad media nacional ronda los 3,600 m³/hab/año, mientras que en Aguascalientes esta cifra es inferior a 500 m³/hab/año.



TABLA 3. Grado de presión sobre los recursos hídricos por entidad federativa (porcentaje)

	ENTIDAD	2017	2018	2019		ENTIDAD	2017	2018	2019
1.	Baja California	99.9	113.6	117.2	17.	Zacatecas	41.7	42.0	42.5
2.	Aguascalientes	116.2	116.3	116.3	18.	Baja California Sur	34.4	34.5	34.5
3.	Guanajuato	105.7	105.7	106.0	19.	Hidalgo	31.9	32.1	32.3
4.	Sonora	101.9	102.2	99.4	20.	Tlaxcala	31.3	31.7	32.0
5.	Sinaloa	96.5	96.6	95.6	21.	Jalisco	31.4	31.4	31.5
6.	Ciudad de México	174.3	93.1	93.8	22.	Campeche	26.4	27.4	27.7
7.	Colima	83.2	83.0	82.5	23.	Puebla	22.1	22.2	22.1
8.	Morelos	70.9	71.2	70.7	24.	Guerrero	21.2	21.2	21.5
9.	México	57.8	69.4	69.6	25.	Nayarit	20.5	20.5	20.5
10.	Quintana Roo	66.2	67.8	69.6	26.	San Luis Potosí	18.6	18.9	20.2
11.	Coahuila	59.0	58.9	58.5	27.	Durango	12.7	12.7	12.5
12.	Querétaro	52.2	52.2	52.3	28.	Veracruz	10.9	11.3	11.7
13.	Tamaulipas	47.6	47.8	47.9	29.	Yucatán	9.7	10.0	10.1
14.	Chihuahua	45.1	45.9	45.7	30.	Oaxaca	2.4	2.4	2.6
15.	Nuevo León	47.0	47.0	45.6	31.	Tabasco	1.6	1.7	1.9
16.	Michoacán	43.6	43.4	44.4	32.	Chiapas	1.8	1.7	1.8
					33.	Nacional	19.5	19.7	19.8

Fuente: Elaborado con información de la Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Planeación, agosto 2022

En eficiencia física, el estado presenta pérdidas superiores al 40 %, alineándose con la media nacional, aunque con variaciones significativas entre municipios. El nivel de abatimiento piezométrico es también de los más altos del país, superando la media de otras entidades semiáridas.

2.1.4 Inserción en la Política Nacional del Agua (CONAGUA, Agenda 2030)

En el marco de la política hídrica nacional, el estado se encuentra alineado con los lineamientos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y el Programa Nacional Hídrico 2020-2024, en consonancia con el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030. No obstante, persisten desafíos significativos que requieren atención.

La CONAGUA ejerce sus facultades en materia de regulación y establecimiento de vedas, enfocando su estrategia en la gestión del recurso hídrico subterráneo mediante la delimitación de zonas de veda y el control de nuevos aprovechamientos, particularmente en



la perforación de pozos. Sin embargo, la implementación efectiva de estas medidas se enfrenta a dos obstáculos principales: la inercia de los modelos productivos existentes y la resistencia de los usuarios a reducir sus volúmenes de extracción.

A lo anterior se suma la problemática de los cambios de derechos de agua. La transferencia de concesiones entre titulares (por ejemplo, del sector agrícola a usos urbanos o industriales), cuando se realiza de manera irregular o fuera de la fiscalización, genera vacíos en el control y la gestión integral del recurso, una dificultad que la propia autoridad ha reconocido. Esta situación contribuye al desorden en la gestión de los volúmenes extraídos y, en muchos casos, a la insuficiente adopción de tecnologías de eficiencia hídrica, pese a los avances registrados.

Finalmente, es imperativo abordar la incertidumbre en la recarga de acuíferos. Tanto a nivel nacional como en el contexto de Aguascalientes, existe una necesidad apremiante de actualizar y refinar los métodos científicos, como los modelos de recarga, para estimar con mayor precisión la disponibilidad real del agua subterránea en escenarios de cambio climático. Este avance es crucial para cimentar una gestión hídrica más ética, transparente y sostenible en la asignación de concesiones.

En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, particularmente el ODS 6 (Agua Limpia y Saneamiento), el estado de Aguascalientes tiene como objetivo garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para toda la población. Este compromiso se articula en torno a indicadores clave como la eficiencia en el uso del agua (6.4), el tratamiento de aguas residuales (6.3) y la implementación de la gestión integrada de los recursos hídricos (6.5).

No obstante, el cumplimiento de estas metas enfrenta obstáculos esenciales, especialmente en materia de eficiencia hídrica y reducción del estrés sobre el recurso. El principal desafío reside en la incapacidad para revertir el balance hídrico negativo del acuífero Valle de Aguascalientes, el cual continúa oficialmente clasificado como sobreexplotado y con disponibilidad nula (CONAGUA, 2020). Esta condición de sobreexplotación, donde la extracción supera consistentemente a la recarga, persiste a pesar de los programas de tecnificación de riego.



Esta crisis se ve agravada por la competencia intersectorial. La preferencia del uso agrícola (el mayor consumidor) se ve confrontada por la creciente demanda de los sectores público-urbano e industrial, generando un desafío por el recurso (Flores Nieves, 2023). La presión para expandir la cobertura de servicios urbanos y desarrollos industriales choca directamente con la necesidad de preservar los volúmenes del acuífero.

Dicha situación genera una problemática en cadena que compromete el acceso universal y equitativo al agua potable. El abatimiento continuo del nivel freático no solo amenaza la continuidad del suministro, sino también la calidad del agua. La perforación de pozos a mayores profundidades, consecuencia directa del descenso del acuífero, ha derivado en la extracción de agua con concentraciones de arsénico y otros metales pesados que exceden los límites establecidos en la normatividad mexicana (BI Noticias, 2022).

Lo anterior plantea un desafío normativo inminente. La aplicación de la NOM-127-SSA1-2021, que establece los límites permisibles de arsénico y otros contaminantes, obligaría a la deshabilitación o a la costosa potabilización de los pozos que no la cumplen, requiriendo inversiones en infraestructura que el estado ha tenido dificultades para financiar integralmente.

En consecuencia, la combinación de discontinuidad en el servicio (tandeos), escasez y deterioro de la calidad representa un retroceso en el acceso universal al agua, generando un conflicto socioambiental que ha escalado hasta manifestarse en protestas ciudadanas.

2.2 Balance Hídrico y Disponibilidad

La disponibilidad hídrica de Aguascalientes está determinada por un contexto semiárido que combina baja precipitación promedio anual, fuerte variabilidad climática intra e interanual y una dependencia casi absoluta del agua subterránea. Estas condiciones configuran un sistema hídrico operando bajo estrés estructural, en el que la extracción supera sistemáticamente la recarga natural.

La insuficiencia de fuentes superficiales y el rezago en el reúso consolidan un desequilibrio que se manifiesta en abatimientos piezométricos sostenidos, deterioro gradual de la calidad química del agua subterránea y presiones crecientes asociadas a la expansión urbana, la demanda industrial y la intensificación agrícola.

En este contexto, el Valle de Aguascalientes constituye el núcleo del sistema hídrico estatal y la principal fuente de abastecimiento para los sectores urbano, agrícola e industrial. La evidencia disponible muestra que el modelo actual de explotación no es sostenible.

El volumen total de recarga natural de los acuíferos se estima en 326 hm³/año, mientras que la extracción total supera los 455 hm³/año, lo que genera un déficit promedio de 95.5 hm³/año (INAGUA, 2024). Esta brecha acumulativa provoca descensos sostenidos en el nivel freático, aumentando la profundidad del bombeo, los costos energéticos y el riesgo de subsidencia en áreas urbanizadas. El abatimiento piezométrico medio anual en el Valle de Aguascalientes es de aproximadamente 2 m/año, con zonas críticas que alcanzan hasta 4 m/año (INAGUA, 2022; Gobierno del Estado de Aguascalientes, 2022).

Las proyecciones hidrológicas advierten que, si no se modifica el patrón actual de extracción, el abatimiento acumulado podría llegar a niveles críticos hacia 2050, comprometiendo la viabilidad de la infraestructura de bombeo y la calidad del recurso disponible. La distribución del suministro confirma la dependencia del acuífero como fuente principal:

- Agua subterránea: 90 % del abastecimiento estatal (CONAGUA, 2024).
- Reúso de aguas tratadas: 23%
- La demanda total asciende a 580 hm³/año, distribuida aproximadamente de la siguiente forma:

TABLA 4. Demanda de Agua por Sector

SECTOR PRODUCTIVO	VOLUMEN ESTIMADO (HM ³ /AÑO)	PORCENTAJE
Agrícola	423	73
Urbano	122	21
Industrial	35	6

FUENTE: INAGUA, INEGI/SEDEC



Este balance evidencia que las extracciones superan sistemáticamente la recarga, impulsando un deterioro progresivo del sistema acuífero. La situación exige avanzar hacia un modelo de gestión integral que reconozca simultáneamente la dinámica subterránea, la limitada disponibilidad superficial y el potencial de captación pluvial como componentes complementarios para alcanzar el equilibrio hídrico de largo plazo. El uso sostenible, el control volumétrico efectivo, la tecnificación agrícola y los programas de recarga artificial deben constituirse como pilares operativos para revertir el déficit estructural actual.

2.2.1 Recursos Subterráneos

El agua subterránea constituye el pilar del abastecimiento hídrico en Aguascalientes, aportando entre 80 y 90 % del volumen total utilizado en el estado. Los cinco acuíferos principales (Valle de Aguascalientes, Chicalote, Venadero, El Llano y Calvillo) muestran disponibilidad media anual negativa y un grado de presión superior a 140 % (CONAGUA, 2024).

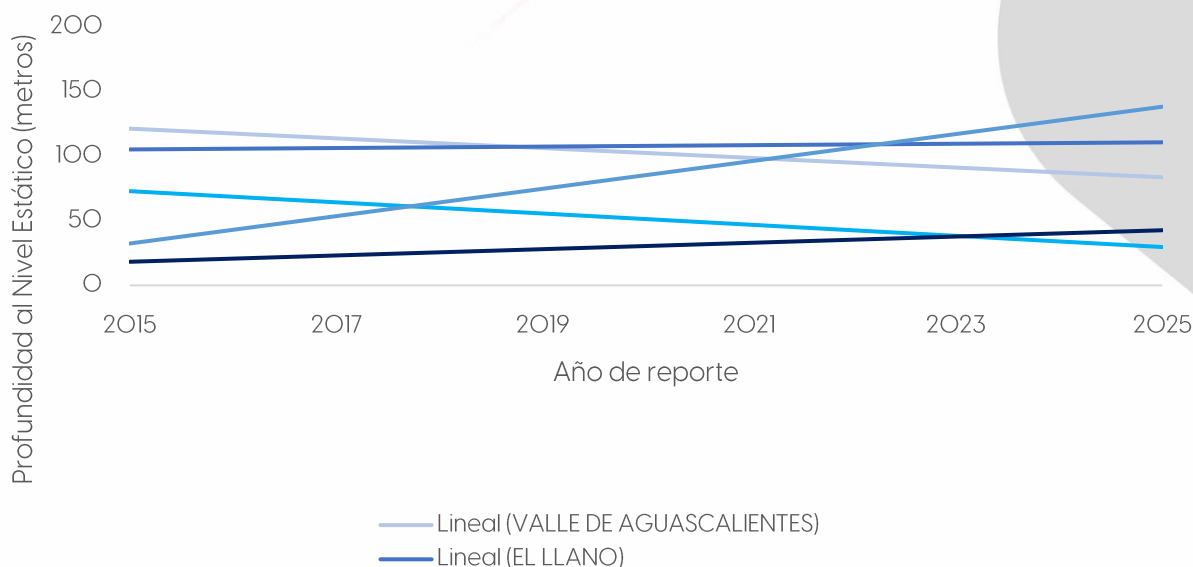
El Valle de Aguascalientes es el núcleo del sistema hidrogeológico y concentra la mayor extracción, la mayor población abastecida y las mayores afectaciones por sobreexplotación y deterioro de calidad.

a) Descripción del acuífero del Valle de Aguascalientes

El acuífero del Valle de Aguascalientes es un sistema hidrogeológico interestatal que integra los acuíferos denominados administrativamente Aguascalientes, Encarnación y Ojocaliente. Su configuración geológica se compone de depósitos aluviales y materiales volcánicos fracturados, lo que le confiere alta capacidad de almacenamiento, pero también alta vulnerabilidad ante la sobreexplotación.



GRÁFICA 2. Evolución de la Profundidad al Nivel Estático en Aguascalientes, 2015-2025



FUENTE: Elaboración propia con base en datos de la Red Piezométrica de CONAGUA, 2025

La recarga natural histórica se ha estimado entre 200 y 220 $\text{hm}^3/\text{año}$, mientras que la extracción total supera los 450 $\text{hm}^3/\text{año}$, generando un déficit estructural mayor a 95 $\text{hm}^3/\text{año}$. El abatimiento piezométrico promedio supera 1.5–2 m/año, con zonas críticas que registran más de 2.5–4 m/año. La subsidencia y la reactivación de fallas geológicas asociadas al descenso del nivel freático representan riesgos adicionales para la infraestructura y la calidad del recurso.

El flujo subterráneo preferencial es de norte a sur y el acuífero se comporta como libre en su parte superior y semiconfinado en la inferior. La variación histórica del nivel piezométrico ha inducido cambios en el estado de esfuerzos en el subsuelo, generando reactivación de discontinuidades y abriendo zonas con mayor potencial de infiltración, aunque también con mayor vulnerabilidad a la contaminación.



b) Recarga Natural y Artificial (volumen, fuentes, localización)

La recarga natural proviene principalmente de la infiltración pluvial y del escurrimiento desde la Sierra Fría, Sierra de San Blas y Sierra del Laurel, así como de la infiltración en cauces temporales y depósitos fluviales. Las estimaciones recientes indican que la recarga efectiva oscila entre 70 y 90 millones de m³ anuales (CONAGUA, IMPLAN 2024), lo que resulta claramente insuficiente frente al volumen extraído. Estudios estatales identifican zonas con alto potencial hidrogeológico para incrementar la infiltración, particularmente en la cuenca del Río San Pedro y en corredores de fallas al poniente de la zona metropolitana.

c) Extracción total y por tipo de uso

En el estado se identifican 2,846 pozos con una extracción total estimada en 547.2 hm³/año. El uso agrícola representa el mayor porcentaje del volumen extraído, seguido del uso urbano-doméstico y el industrial, en proporciones congruentes con el patrón nacional: Aproximadamente 78.6 % de la extracción proviene del Valle de Aguascalientes, 8.77 % del Valle de Chicalote, 7.31 % de Calvillo, 4.39 % de El Llano y menos de 1 % del Valle de Venadero.

TABLA 5. Extracción de aguas subterráneas

USO	VOLUMEN (HM ³ /AÑO)	% ESTATAL	NO. DE POZOS
Agrícola	390	~70	2,083
Agua potable	124	~25	427
Industrial	9	~2	91
Abrevadero y otros	24.2	~3	245
Total	547.2	100	2,846

FUENTE: Elaboración propia con base en datos de la Red Piezométrica de CONAGUA, 2025



d) Déficit hídrico y tendencias históricas de abatimiento

La sobreexplotación ha sido reconocida formalmente desde la década de 1990. El déficit entre recarga y extracción se ha mantenido durante cuatro décadas, lo que ha provocado un abatimiento persistente del nivel freático. Las tasas de descenso histórico han pasado de 1–2 m/año en los años noventa a 2.5–4 m/año en sectores críticos del valle (Gobierno del Estado, 2021). Este abatimiento, combinado con la compactación de materiales finos, ha dado lugar a subsidencia diferencial y reactivación de fallas geológicas. Estas fracturas pueden favorecer la infiltración en algunas zonas, pero también facilitan la migración rápida de contaminantes hacia niveles profundos del acuífero.

e) Calidad físico-química y contaminación del acuífero

La calidad del agua subterránea refleja tanto procesos naturales asociados a la geología del valle como presiones antropogénicas. En su estado natural, el agua se clasifica como dura o muy dura, con altas concentraciones de calcio y magnesio. En zonas profundas se han registrado temperaturas superiores a 70 °C debido al gradiente geotérmico. Los principales problemas de calidad incluyen:

1. Contaminación geogénica agravada por la sobreexplotación, destacando:

- Flúor en concentraciones que superan el límite de 1.5 mg/L (NOM-127-SSA1-2021).
- Arsénico en algunos pozos, por encima del límite de 0.01 mg/L.
- Incremento en sólidos disueltos totales por extracción en niveles profundos.

2. Contaminación antropogénica:

- Nitratos por uso intensivo de fertilizantes y por infiltración de aguas residuales.
- Pesticidas y plaguicidas persistentes en zonas agrícolas.
- Riesgo microbiológico en pozos someros con saneamiento deficiente.

Las zonas más afectadas se ubican en el sur y oriente del valle, donde confluyen condiciones hidrogeológicas vulnerables y presiones urbanas y agrícolas más intensas.



2.2.2 Recursos Superficiales

Aguascalientes cuenta con recursos superficiales limitados, compuestos por ríos de régimen predominantemente intermitente, corrientes de bajo caudal y un conjunto de presas cuyo almacenamiento depende fuertemente de la precipitación anual.

Estos cuerpos de agua cumplen funciones claves de regulación, soporte ecológico y uso agrícola, pero su aportación al abastecimiento urbano es marginal y su calidad se encuentra en condición crítica en varios puntos de monitoreo.

a) Principales Cuerpos de Agua: ríos, presas y arroyos

El Río San Pedro constituye el cauce principal del estado. Nace en Zacatecas, a unos 20 km al sur de la Sierra de Milpillas, y atraviesa Aguascalientes de norte a sur hasta unirse con el Río Verde, afluente del Río Santiago.

Su régimen es estacional, con caudales reducidos y dependientes de la precipitación de verano. Sus afluentes locales incluyen los ríos Pabellón, Blanco, Santiago, Morcinique y Chicalote, así como los arroyos Saucillo, Milpillas, El Pastor, La Virgen, Chiquihuite, Ojo Zarco, Calvillito y Las Venas.

El segundo sistema superficial en importancia es el Río Calvillo, alimentado por los ríos La Labor y Malpaso, con escurrimientos intensos durante la temporada de lluvias por su pendiente media pronunciada.

El estado cuenta con aproximadamente 83 presas, siendo las más relevantes por volumen y función hidrológica: Presa Plutarco Elías Calles (Presidente Calles), El Niágara, Abelardo L. Rodríguez, Media Luna, La Codorniz, Potrerillos, Jocoque y Peña Blanca.

En conjunto, estas obras conforman la infraestructura principal de regulación y almacenamiento superficial del estado. La red superficial también incluye pequeños bordos pecuarios y agrícolas, especialmente en la región de la Cuenca San Pablo, dentro de la Región Hidrológica 37, donde no existen obras de almacenamiento mayores debido a la naturaleza endorreica del sistema.



b) Calidad, disponibilidad y usos

La calidad del agua superficial en Aguascalientes se encuentra comprometida. El monitoreo reciente en puntos estratégicos del Río San Pedro, Río Chicalote y presas principales clasifica la condición general como “semáforo rojo”, con incumplimientos recurrentes en DBO5, DQO, sólidos suspendidos, coliformes fecales y toxicidad aguda.

Los principales usos del agua superficial son:

- Agrícola (uso predominante).
- Ambiental y soporte de ecosistemas.
- Abastecimiento pecuario.
- Recreativo en cuerpos aislados.
- Contribución marginal al abastecimiento urbano.

Los almacenamientos recientes reflejan el comportamiento altamente variable del recurso. Se registran niveles como: Presa Calles ~58% de capacidad, Presa El Niágara ~72% y Presa Media Luna ~45% (CONAGUA, 2024). La disponibilidad sigue siendo insuficiente para cubrir demandas urbanas o industriales de manera sostenida. La combinación de baja producción natural de escurrimientos, alta evaporación y degradación de la calidad limita el potencial del recurso superficial dentro del balance hídrico estatal.

c) Presencia de descargas residuales o agrícolas

La contaminación antropogénica es el principal factor de degradación de los ríos y presas del estado. De acuerdo con CONAGUA (2024), el 48.6% de los sitios de monitoreo superficial a nivel nacional se encuentran en condición crítica, cifra consistente con las observaciones locales en los ríos San Pedro y Chicalote, catalogados en condición “Crítica” o “Muy Crítica” en varios tramos.



Las descargas urbanas e industriales con tratamiento insuficiente aportan materia orgánica, nutrientes, compuestos químicos y coliformes fecales, afectando la calidad del agua y generando riesgos a la salud pública. Aunque el estado cuenta con infraestructura de saneamiento, persisten fallas en cobertura, eficiencia de operación y cumplimiento constante de la NOM-001-SEMARNAT-2021.

Los escurrimientos agrícolas constituyen una fuente importante de contaminación difusa. La presencia de nitratos, fosfatos, pesticidas y herbicidas, derivados del uso intensivo de insumos agroquímicos, promueve fenómenos de eutrofización en cuerpos superficiales y contribuye a la degradación de zonas de recarga del acuífero. Estas sustancias pueden infiltrarse hacia niveles subterráneos, afectando tanto el agua superficial como la subterránea.

Los riesgos identificados incluyen:

- Toxicidad aguda en tramos del Río San Pedro (NMX-AA-O87-SCFI-2010)
- Presencia de metales y compuestos orgánicos e inorgánicos
- Aportes residuales de más de 130 localidades a la red superficial
- Alteración del flujo base debido al abatimiento del acuífero, que reduce la capacidad de dilución y autodepuración

2.2.3 Recursos Pluviales

La precipitación constituye un componente esencial pero limitado del sistema hídrico del estado. Su marcada estacionalidad, la elevada evapotranspiración y la ausencia de infraestructura sistemática de captación reducen significativamente su aporte efectivo al balance hídrico.

Aun así, el potencial de aprovechamiento pluvial urbano, industrial y para recarga artificial representa una oportunidad estratégica para disminuir presiones sobre los acuíferos sobreexplotados.



a) Precipitación media anual y distribución temporal

El estado de Aguascalientes presenta un régimen pluviométrico altamente estacional, con una precipitación media anual que oscila entre 500 y 600 mm en la zona de valle y entre 600 y 800 mm en las zonas montañosas (Sierra Fría, Sierra del Laurel y Sierra del Muerto). Aproximadamente el 70–75 % de la lluvia anual se concentra entre junio y septiembre.

La variabilidad interanual es elevada, lo que genera años con déficits significativos respecto al promedio histórico. La evapotranspiración potencial, estimada entre 1,800 y 2,200 mm/año, supera ampliamente la precipitación, limitando la infiltración profunda y la recarga efectiva de los acuíferos.

Para 2024, el Servicio Meteorológico Nacional reportó una precipitación anual de 498 mm, consistente con la tendencia reciente de años relativamente secos en la región. Este comportamiento, aunado al incremento de eventos extremos, coincide con las proyecciones de la Organización Meteorológica Mundial que advierten una intensificación de los contrastes entre periodos de sequía y episodios de lluvia intensa.

b) Captación de lluvia (infraestructura actual)

La infraestructura de captación pluvial en Aguascalientes es limitada y no constituye aún un componente significativo del sistema de abasto o de recarga. No existe una red formalizada ni programas a gran escala para captación urbana o industrial, aunque sí se dispone de obras aisladas de retención y control de avenidas, muchas de ellas con potencial para infiltración inducida.

En zonas periurbanas y rurales, pequeñas represas, bordos y estructuras de control de escurrimientos se utilizan principalmente para fines pecuarios y agrícolas, así como para laminación de avenidas. Su aporte a la recarga es local y puntual. Actualmente están en fase de desarrollo o estudio proyectos de captación pluvial urbana, sistemas de inducción de lluvia y obras de retención para uso ambiental y recarga.



La falta de aprovechamiento sistemático del recurso pluvial constituye una brecha estratégica, especialmente ante la tendencia a la irregularidad climática y al incremento en la intensidad de tormentas estivales.

c) Potencial de aprovechamiento pluvial urbano e industrial

El potencial de captación pluvial es alto en zonas urbanas densamente edificadas, donde la infraestructura de techos y superficies impermeables podría utilizarse para captación directa y almacenamiento temporal. En la industria, la captación pluvial representa una alternativa viable para sustituir consumos no potables (procesos térmicos, limpieza, riego de áreas verdes, enfriamiento), reduciendo presiones sobre el acuífero del Valle de Aguascalientes.

El aprovechamiento pluvial puede incorporarse como parte de una estrategia integral que incluya:

- Sistemas de techos captadores en edificios públicos, centros comerciales y plantas industriales.
- Redes de drenaje pluvial con derivación a tanques de retención e infiltración.
- Integración de infraestructura verde en zonas urbanas y periurbanas.
- Vinculación con proyectos de recarga artificial en zonas de piedemonte.

Un objetivo operativo razonable a corto plazo es la captación de al menos 5 hm³/año hacia 2030, mediante una combinación de captación urbana descentralizada, obras de retención e infiltración y proyectos piloto de escala industrial.



2.3 Balance Hídrico Global del Estado

El sistema hídrico de Aguascalientes opera bajo un desequilibrio estructural persistente entre la recarga y la extracción. La dependencia del agua subterránea, la reducción histórica de las zonas de infiltración y la creciente demanda agrícola, urbana e industrial han consolidado un déficit que se expresa en abatimientos sostenidos y en deterioro progresivo de la calidad del agua. Este apartado presenta la cuantificación integrada del balance hídrico, su distribución espacial y la relación entre disponibilidad y demanda sectorial.

a) Recarga vs. extracción (cuantificación)

Las estimaciones oficiales disponibles indican que la recarga total del estado –natural e inducida– se ubica entre 300 y 326 $\text{hm}^3/\text{año}$, dependiendo de la metodología y del año de referencia. La recarga natural es el componente predominante, alimentada principalmente por la infiltración de precipitación y aportes laterales de zonas montañosas, mientras que la recarga inducida proviene de retornos agrícolas y fugas de redes.

- Recarga histórica estimada: 214–220 $\text{hm}^3/\text{año}$ (balance hidrológico tradicional).
- Recarga total con componente inducido: 300 $\text{hm}^3/\text{año}$ (PHE 2021–2050).
- Recarga total según actualización técnica 2024: 326.5 $\text{hm}^3/\text{año}$ (INAGUA–CONAGUA, 2024).

En contraste, la extracción total supera sistemáticamente la recarga:

- Extracción total registrada: 455.8 $\text{hm}^3/\text{año}$ (CONAGUA, 2024).
- Extracción estimada en series históricas: 500–556 $\text{hm}^3/\text{año}$ (según año y fuente estatal).



El déficit anual varía según la fuente:

- Déficit: 134.26 hm³/año (INAGUA–CONAGUA, 2024).
- Déficit estructural histórico: 180–256 hm³/año (PHE y series estatales).

Este desequilibrio ha provocado abatimientos piezométricos promedios de 2.0–2.5 m/año, con zonas urbanas que alcanzan tasas de 4.0 m/año. La sobreexplotación se ha mantenido durante más de cuatro décadas, y desde 1963 se mantiene la veda para nuevos aprovechamientos. El crecimiento urbano también ha reducido la infiltración: el área metropolitana incrementó su superficie urbanizada en más de 500% desde 1970, afectando aproximadamente el 60% de las zonas naturales de recarga.

b) Distribución espacial del déficit hídrico

El déficit no es homogéneo; se concentra en regiones con mayor presión agrícola, industrial y urbana. Con base en estudios de disponibilidad media anual y análisis regionales:

ZONA CENTRO (déficit crítico)

Municipios: Aguascalientes, Jesús María, Pabellón.

- Déficit: ≈ -65 hm³/año.
- Abatimientos: 2.5–3.0 m/año; conos de hasta 60 m.
- Factores: alta densidad poblacional, industria, urbanización acelerada, pérdida de recarga.

ZONA NORTE (alto déficit)

Municipios: Tepezalá, Asientos, Rincón de Romos (norte).

- Déficit: ≈ -45 hm³/año.
- Abatimientos: 1.8–2.2 m/año; conos de 25–40 m.
- Factores: agricultura intensiva, suelos con baja infiltración, baja recarga natural.



ZONA SUR (déficit moderado)

Municipios: Calvillo, Cosío.

- Déficit: $\approx -15 \text{ hm}^3/\text{año}$.
- Abatimientos: 1.0–1.5 m/año; conos de 15–25 m.
- Factores: agricultura de exportación, evaporación alta pese a mayor precipitación.

El deterioro de la calidad del agua acompaña al abatimiento:

- Zona centro: flúor y arsénico elevados.
- Zona norte: problemas de salinización.
- Zona sur: incremento de nitratos.

c) Relación entre agua disponible y demanda por sector

La demanda sectorial continúa superando la disponibilidad sostenible. La estructura general es la siguiente:

- Agrícola: principal consumidor, con más del 60% del volumen concesionado estatal.
- Urbano-doméstico: crecimiento acelerado por incremento poblacional y consumo per cápita.
- Industrial y servicios: consumo menor en volumen total, pero con requerimientos estrictos de calidad.

La brecha entre disponibilidad y demanda persiste en todos los sectores. La dependencia del 90% en agua subterránea y la limitada aportación de fuentes superficiales o pluviales refuerzan el estrés hídrico estructural.



2.4 Extracción y Usos del Agua (Urbano, Agrícola, Industrial, Energético)

La dinámica de extracción y uso del agua en Aguascalientes se caracteriza por una presión creciente sobre los acuíferos, ineficiencias significativas en los sistemas de distribución y una estructura de demanda en la que el uso agrícola continúa teniendo un peso dominante, aunque el urbano mantiene una tendencia ascendente.

El estado depende casi por completo del agua subterránea, lo que ha derivado en un modelo extractivo intensivo que supera de forma sistemática la recarga natural y genera abatimientos piezométricos sostenidos en el Valle de Aguascalientes.

Aunque se registran esfuerzos recientes de modernización en riego, fortalecimiento institucional y mejora operativa en organismos operadores, persisten desafíos estructurales como pérdidas superiores al 50% en redes urbanas, tecnificación agrícola insuficiente, aumento de demanda industrial y costos energéticos crecientes asociados a la extracción profunda.

Los patrones actuales, sumados a la escasez de fuentes superficiales y a la ausencia de asignaciones formales para uso ambiental, configuran un escenario de presión acumulativa que exige un enfoque integral basado en eficiencia, control volumétrico, reúso y reconversión tecnológica.

2.4.1 Uso Urbano y Doméstico

El uso urbano y doméstico es uno de los componentes con mayor dinamismo, impulsado por el crecimiento metropolitano y la diversificación industrial. Aunque la cobertura de agua potable alcanza niveles superiores al 95% a nivel estatal y hasta 98–99% en la zona



metropolitana, existen desigualdades significativas en continuidad y calidad del servicio, particularmente en colonias periféricas y comunidades rurales que dependen de redes limitadas o pipas.

La operación del sistema está afectada por abatimientos que obligan a profundizar pozos y aumentar el bombeo, con incrementos en costos energéticos y vulnerabilidad operacional. La eficiencia física del servicio constituye el reto más crítico. En la zona metropolitana, las pérdidas superan el 50%, lo que implica que solo una fracción menor del volumen extraído llega efectivamente al usuario.

Este nivel de ineficiencia incrementa la presión sobre los acuíferos al obligar a mantener volúmenes de extracción muy superiores a la demanda real. La infraestructura presenta envejecimiento significativo, con tuberías instaladas hace más de cuatro décadas y tanques de almacenamiento que operan al límite de su capacidad.

La calidad del agua distribuida es generalmente adecuada, pero puede presentar variabilidad en comunidades rurales o sistemas pequeños donde la cloración y la integridad sanitaria requieren fortalecimiento.

El crecimiento del sector industrial y de servicios dentro de la ciudad ha elevado la demanda de agua de calidad para procesos y enfriamiento. El reúso urbano sigue siendo limitado, a pesar del potencial para sustituir volúmenes de agua potable mediante agua tratada para riego de áreas verdes, usos recreativos y ciertos procesos industriales. La meta sectorial es incrementar la eficiencia física por encima del 80% hacia 2050 y reducir la extracción neta mediante esquemas de reúso municipal.

2.4.2 Uso Agrícola

El sector agrícola continúa siendo el mayor consumidor de agua, representando el porcentaje más alto del volumen concesionado y ejercido. La mayor parte del riego depende de pozos profundos localizados en el valle central, lo que agrava la sobreexplotación de los acuíferos.



Los cultivos predominantes –forrajes, hortalizas, frutales y maíz– demandan volúmenes elevados, y aunque existe adopción creciente de riego presurizado, una proporción considerable de la superficie continúa operando con riego por gravedad con eficiencias inferiores al 40%. La eficiencia promedio del riego muestra una amplia dispersión:

- Riego por gravedad: 40–60%.
- Aspersión: 65–85%.
- Goteo y microaspersión: 90–95%.

El abatimiento del nivel freático aumenta de forma sostenida los costos energéticos, elevando el costo por metro cúbico extraído y reduciendo la viabilidad económica de sistemas tradicionales. Los pozos agrícolas enfrentan disminución de caudales, mayor profundidad de bombeo y deterioro de la calidad del agua, incluyendo presencia de nitratos o sólidos totales en algunas zonas.

La reconversión productiva hacia cultivos de menor consumo y mayor rentabilidad representa una de las principales oportunidades para reducir presión sobre el acuífero, siempre que exista financiamiento accesible y una política gradual alineada con la recuperación del sistema hídrico.

2.4.3 Uso Industrial y Energético

El uso industrial y energético, aunque representa una proporción menor en volumen, registra una tendencia ascendente asociada a los sectores automotriz, manufactura avanzada, alimentos y textiles. La demanda se concentra principalmente en agua de alta calidad para procesos y sistemas de enfriamiento. La mayor parte del consumo industrial proviene de pozos propios o concesiones específicas, lo que incrementa la presión sobre el acuífero del valle.



Las descargas industriales están reguladas por normativas federales, incluidas la NOM-001-SEMARNAT-2021 y la NOM-003 para reúso. Aunque el volumen relativo de descargas industriales es menor comparado con las domésticas, su potencial impacto exige vigilancia constante. Existen plantas de tratamiento internas en industrias y parques industriales, aunque la cobertura aún es limitada.

El reúso interno se ha expandido principalmente en empresas transnacionales que buscan certificaciones ambientales y utilizan agua tratada para calderas, torres de enfriamiento y procesos no potables. El desarrollo de infraestructura de líneas moradas representa una oportunidad estratégica para fortalecer el reúso externo y disminuir la demanda de agua fresca.

En el sector energético, las centrales termoeléctricas tienen un consumo reducido respecto a usos agrícola y urbano, pero la transición hacia sistemas de enfriamiento seco o recirculado puede reducir aún más la extracción asociada.

2.4.4 Uso Ambiental y Recreativo

El uso ambiental representa una dimensión fundamental pero históricamente subestimada en la planificación hídrica del estado. Ecosistemas de alto valor, como Sierra Fría, Los Cobos o los corredores del Río San Pedro, dependen del mantenimiento de la recarga natural y de flujos mínimos para sostener biodiversidad, suelos y funciones ecológicas. Actualmente no existen caudales ecológicos formalmente asignados, lo que limita la capacidad de planificación y respuesta frente a sequías.

El uso recreativo y de áreas verdes urbanas –parques, espacios públicos y zonas deportivas– consume principalmente agua potable, aunque existe un potencial significativo para sustituirla por agua tratada mediante infraestructura de líneas moradas. El estado impulsa la protección de áreas de recarga natural, la infraestructura verde y proyectos de recarga inducida para contrarrestar el déficit del Valle de Aguascalientes.



La meta es incrementar la proporción de áreas verdes irrigadas con agua tratada por encima del 60% al 2050 y establecer reservas de agua ambiental una vez que se cuenten con estudios hidrológicos específicos.

2.5 Pérdidas por Fugas y Eficiencia Física

Las pérdidas de agua en los sistemas de distribución representan uno de los factores estructurales que más inciden en la presión sobre la disponibilidad hídrica del estado. En Aguascalientes, la eficiencia física permanece históricamente en niveles bajos, con valores que se estiman entre 40 % y 50 %, lo que implica que más de la mitad del agua extraída y potabilizada no llega al usuario final. Este fenómeno contribuye directamente al incremento de los volúmenes requeridos de extracción subterránea y genera un círculo de deterioro que compromete la sostenibilidad del suministro.

El rezago en eficiencia física obedece a múltiples causas. La antigüedad de los sistemas de conducción, la presencia de tuberías con más de tres décadas de operación, la heterogeneidad en materiales y diámetros, y la falta sistemática de mantenimiento preventivo favorecen el desgaste y la aparición de fugas estructurales.

A ello se suma la alta presión en algunos sectores urbanos, la expansión urbana acelerada y la incorporación de desarrollos habitacionales con infraestructura insuficientemente consolidada. Este conjunto de factores ha generado una red vulnerable, en la cual las fugas no visibles –aquellas que no afloran a superficie, pero se filtran al subsuelo– representan una porción considerable del volumen perdido.

La fragmentación operativa entre organismos administradores, las variaciones en la calidad del servicio y la ausencia histórica de sistemas de sectorización y monitoreo en tiempo real dificultan la localización precisa de fugas y retrasan los tiempos de reparación. La carencia



de micromedición confiable también limita la capacidad para evaluar el comportamiento hidráulico por sector y genera incertidumbre sobre el volumen real distribuido y perdido.

Desde la perspectiva económica, las pérdidas físicas generan un doble impacto: por un lado, incrementan los costos de extracción y potabilización, y por otro, reducen los ingresos de los organismos operadores, mermando su capacidad operativa. A nivel ambiental, agravan el estrés sobre acuíferos ya sobreexplotados, como el del Valle de Aguascalientes, y alimentan una dinámica de abatimiento piezométrico que compromete la sostenibilidad del sistema.

La modernización de redes es una prioridad estratégica, pero requiere intervenciones técnicas basadas en diagnóstico detallado y criterios de priorización territorial. La rehabilitación de zonas críticas, la sustitución de tuberías antiguas, la incorporación de válvulas de control y la transición hacia una gestión sectorizada permiten reducir significativamente el volumen de pérdidas y mejorar la confiabilidad del servicio.

Un indicador operativo clave para este proceso es el incremento progresivo en la eficiencia física, medible mediante registros sistemáticos del agua entregada a red y la facturada al usuario final. Avanzar hacia una reducción sostenida de fugas permitirá disminuir la extracción subterránea y acercar el sistema estatal a un equilibrio hídrico más estable.

2.6 Infraestructura de Conducción y Almacenamiento

2.6.1 Infraestructura hidráulica

La infraestructura de conducción y almacenamiento constituye el soporte físico esencial del sistema hídrico estatal y es resultado de décadas de crecimiento urbano, ampliaciones graduales y modernizaciones parciales. Su configuración actual integra redes de conducción y distribución, plantas potabilizadoras, estaciones de bombeo, tanques de regulación, infraestructura pluvial y plantas de tratamiento; todo ello articulado con distintos niveles de antigüedad, eficiencia y desempeño operativo.



En conjunto, este sistema presenta avances relevantes, pero también retos estructurales derivados del envejecimiento de tuberías, la insuficiencia en la capacidad de almacenamiento, la limitada automatización y las pérdidas físicas significativas.

a) Red de conducción y distribución

La cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado en el estado muestra niveles cercanos a la universalidad, con diferencias importantes entre zonas urbanas consolidadas y áreas periurbanas o rurales. De acuerdo con datos del Censo de 2020, la cobertura de agua potable en viviendas particulares alcanza 99.33 %, mientras que la cobertura de alcantarillado es de 99.26 %, ambas cifras muy superiores al promedio nacional (96.11 % y 95.20 % respectivamente). Estos niveles sitúan a Aguascalientes entre las entidades con mayor cobertura del país.

En el municipio de Aguascalientes, la infraestructura presenta los valores más altos del estado: la cobertura de agua potable se ubica entre 99 y 99.1%, mientras que el alcantarillado sanitario y pluvial oscila entre 98 y 98.35%. Este desempeño coloca al municipio como primer lugar nacional en cobertura de agua potable, frente a un promedio nacional cercano al 73%.

Los avances recientes han estado acompañados de inversiones significativas: entre 2022 y 2023 se destinaron aproximadamente 628 millones de pesos a la construcción, rehabilitación y ampliación de infraestructura hidráulica mediante la coordinación entre municipio y estado, beneficiando a cerca de 949 mil habitantes en la preparación para el retorno del servicio a un operador público.

A pesar de estos avances, existen retos en zonas periurbanas y localidades rurales dispersas, donde las redes presentan rezagos, mayores distancias entre tomas y fuentes, y costos elevados de operación y mantenimiento. Asimismo, persisten brechas en continuidad y regularidad del suministro en áreas específicas, lo que evidencia la necesidad de continuar con inversiones en sectorización, rehabilitación de redes antiguas y fortalecimiento de los organismos operadores municipales.



La continuidad del servicio de agua potable en el estado es, en términos generales, elevada, aunque presenta variaciones relevantes entre municipios, zonas urbanas consolidadas y áreas periurbanas. De acuerdo con información reciente, aproximadamente 93.7% de los hogares del municipio de Aguascalientes que cuentan con conexión a la red reportan suministro diario, una cifra muy superior al promedio nacional de 73%. Este indicador coloca al municipio entre los de mejor desempeño en el país en materia de continuidad.

Sin embargo, la continuidad no es homogénea dentro del territorio. En algunas zonas periféricas o de crecimiento acelerado se presentan episodios de intermitencia vinculados a la presión insuficiente, antigüedad de las redes, sobredemanda en horarios pico o disponibilidad limitada en tanques de regulación. Esto se acentúa en localidades rurales donde la infraestructura es más dispersa y donde la operación depende de equipos de bombeo con ciclos variables o fuentes con menor capacidad instalada.

La transición hacia el organismo operador público (MIAA) ha permitido iniciar acciones para incrementar la continuidad del servicio mediante inversión en rehabilitación de pozos, sectorización hidráulica, automatización de equipos, mejora de la eficiencia en la producción y distribución, y trabajos intensivos de reparación de fugas. Entre estas acciones destaca la reparación de alrededor de 28 000 fugas en un año, lo que evitó el derrame de más de 11 millones de litros, contribuyendo directamente a mejorar la regularidad del suministro.

No obstante, estos avances, subsisten desafíos importantes: la ausencia de micromedición universal dificulta identificar de forma precisa pérdidas y consumos reales; gran parte de la infraestructura opera sin telemetría, lo que impide monitoreo en tiempo real de presiones y caudales; y persisten diferencias en eficiencia física entre municipios, algunas atribuibles a rezagos en información y otras a infraestructura antigua.

El fortalecimiento de redes secundarias, la modernización de equipos de bombeo, la expansión de la telemetría y la automatización seguirán siendo elementos clave para asegurar continuidad estable en toda la entidad.



Bajo este contexto, aunque Aguascalientes muestra niveles de continuidad superiores al contexto nacional, el sistema sigue siendo vulnerable por la presión sobre el acuífero, la intermitencia localizada y la falta de sistemas avanzados de monitoreo, lo que hace necesario un enfoque integral de eficiencia, infraestructura y gestión para consolidar un servicio continuo y sostenible.

b) Sistemas de bombeo y componentes electromecánicos

El estado depende de manera casi exclusiva del agua subterránea, lo cual coloca a los sistemas de bombeo como un elemento crítico para la operación diaria. El desgaste de los equipos, fluctuaciones en la demanda energética, variabilidad en los niveles dinámicos y la limitada automatización provocan variaciones en los caudales suministrados y reducen la eficiencia global del sistema.

La modernización de los equipos electromecánicos representa una oportunidad estratégica para disminuir costos operativos, mejorar la continuidad del servicio y reducir riesgos de fallas súbitas.

c) Plantas potabilizadoras y calidad del agua

El estado opera 1 planta potabilizadora con una capacidad instalada de 20 l/s localizada en el municipio de San José de Gracia. Aunque la cobertura de agua potable supera el 99% en áreas urbanas (CONEVAL, 2021), la continuidad y calidad del servicio presentan variabilidad, especialmente en zonas rurales donde la cobertura efectiva se reduce a 89.7% (CONAGUA, 2023).

La infraestructura de potabilización enfrenta desafíos para ajustarse a las variaciones en calidad del agua derivadas del abatimiento de pozos, el aumento de sólidos disueltos totales y, en algunas zonas, la presencia de fluoruros o arsénico.

TABLA 6. Plantas potabilizadoras municipales en operación en el estado de Aguascalientes

MUNICIPIO	LOCALIDAD	NOMBRE DE LA PLANTA	PROCESO	CAPACIDAD INSTALADA (LITROS POR SEGUNDO)	CAUDAL POTABILIZADO (LITROS POR SEGUNDO)	RESPONSABLE DE LA OPERACIÓN DE LA PLANTA
San José de Gracia	San José de Gracia	San José de Gracia	Clarificación convencional con sedimentación	20,00	19,00	Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de San José de Gracia (OOAPAS).

FUENTE: Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y Tratamiento de Aguas Residuales en Operación, Diciembre 2024, CONAGUA

d) Tanques de almacenamiento y regulación

Los tanques elevados y de regulación desempeñan un papel fundamental para estabilizar presiones y atender variaciones horarias en la demanda. Sin embargo, la capacidad instalada es insuficiente frente al crecimiento urbano y la expansión metropolitana. En múltiples sectores, los tanques operan con niveles mínimos o ciclos incompletos de llenado, lo que limita la estabilidad hidráulica y genera zonas con presión deficiente durante horas pico.

La falta de integración entre sistemas municipales y la ausencia de modelos operativos basados en patrones de consumo dificultan la optimización del uso de la capacidad existente.

e) Saneamiento y tratamiento de aguas residuales

El estado cuenta con 135 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), con un caudal tratado conjunto de 3,170.72 l/s. De estas, el 32% emplea tecnología de lodos activados, mientras que el resto opera mediante lagunas o sistemas naturales.

El porcentaje de aguas residuales tratadas con potencial de reúso alcanza 63.24%, aunque el aprovechamiento real sigue siendo limitado debido a restricciones en infraestructura de conducción (líneas moradas), costos operativos y falta de integración con los sectores agrícola e industrial.

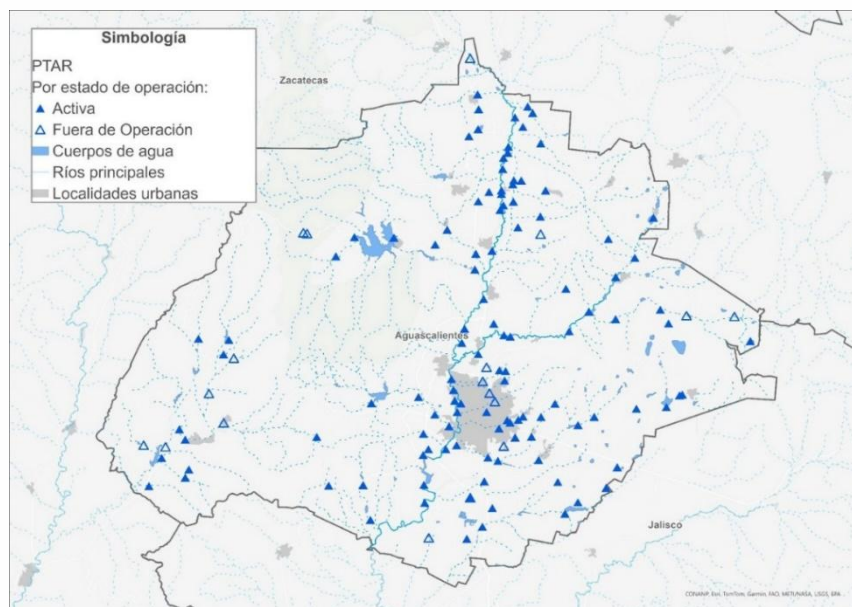


TABLA 7. Plantas de tratamiento de aguas residuales 2023

RHA	ENTIDAD	PROCESOS	NÚMERO DE PTAR	CAPACIDAD (LITROS/SEGUNDO)	CAUDAL TRATADO (LITROS/SEGUNDO)
Lerma-Santiago-Pacífico	Aguascalientes	Biodiscos	2	30	11.6
		Humedal	3	7.2	3.4
		Lagunas de estabilización	37	74.3	58.6
		Lagunas facultativas	21	93.6	72.95
		Lodos activados	43	1,141.3	435.9
		Lodos activados (variantes) con remoción de N	6	1,135	342.4
		Lodos activados (zanjas de oxidación) con remoción de N	2	300	177.7
		Lodos activados (zanjas de oxidación) con remoción de N + tratamiento terciario	1	50	7.5
		Lodos activados + filtro precolador	1	2,000	2,000
		RAFA + humedales	2	5.5	4.3
		RAFA + lodos activados	1	150	34.50
		Tanque séptico	16	26.36	21.87
Total		135	5,013.26	3,170.7	

FUENTE: Plantas de tratamiento de aguas residuales 2023, Sistema Nacional de Información del Agua, CONAGUA

MAPA 2. Plantas de tratamiento de aguas residuales según estado de operación en el estado de Aguascalientes. CONAGUA 2023



FUENTE: Elaboración propia a partir de información de las plantas de tratamiento de aguas residuales 2023, Sistema Nacional de Información del Agua (CONAGUA).



f) Infraestructura de captación y drenaje pluvial

La infraestructura pluvial del estado presenta limitaciones significativas, con redes incompletas y puntos críticos de acumulación en zonas urbanas. La urbanización acelerada sobre áreas de infiltración ha incrementado la escorrentía y la frecuencia de inundaciones locales. La incorporación de infraestructura verde y la conservación de zonas de recarga siguen siendo oportunidades clave para mejorar la resiliencia urbana.

g) Requerimientos de modernización y planeación integral

La presión creciente sobre la infraestructura –derivada del crecimiento poblacional, la expansión industrial, la heterogeneidad en estándares urbanos y periurbanos y el incremento del estrés hídrico– evidencia la necesidad de transitar hacia una lógica de planeación hidráulica integral. Esta planeación debe incluir:

- Rehabilitación sistemática de tuberías envejecidas.
- Sectorización efectiva y micromedición avanzada.
- Automatización de válvulas, telemetría y monitoreo inteligente.
- Ampliación estratégica de tanques de regulación.
- Sustitución de equipos de bombeo por sistemas de alta eficiencia.
- Expansión de infraestructura para reúso.

2.7 Usos y Demanda del Agua

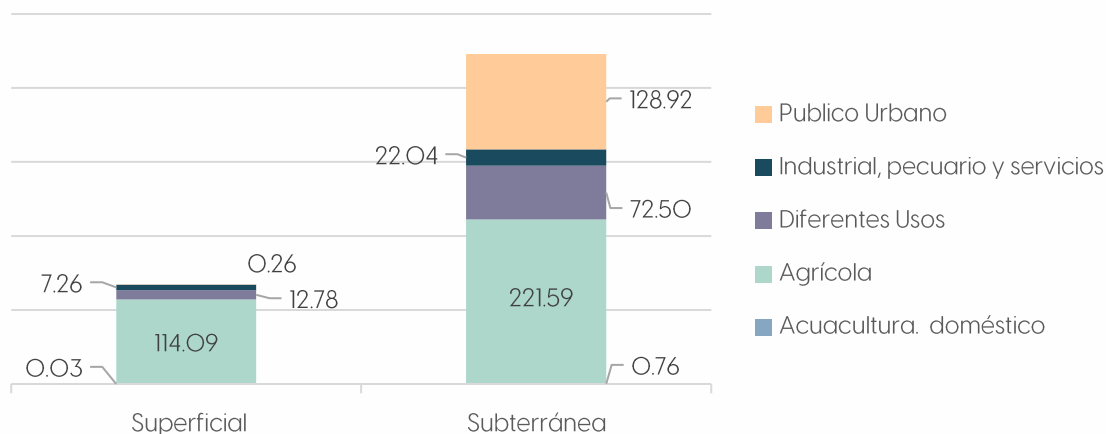
El estado de Aguascalientes mantiene una estructura de uso del agua fuertemente concentrada en la agricultura, que absorbe entre 58 y 75 % del volumen total utilizado según diversas fuentes, con cifras oficiales que sitúan el volumen concesionado agrícola en 380.92 hm³ para 2019, de los cuales 58.75% proviene de acuíferos.

El abastecimiento global del estado depende en 77 % de agua subterránea y 23% de fuentes superficiales, lo que explica el abatimiento progresivo de los cinco acuíferos, en especial el Valle de Aguascalientes, que presenta los descensos más acelerados del nivel piezométrico.

El sector público urbano representa alrededor de 22% del volumen concesionado, mientras la industria consume aproximadamente 11.8 hm³ anuales, equivalentes a cerca del 3% del total. Aunque su consumo relativo es bajo, el valor económico generado por unidad de agua es significativamente mayor; la productividad industrial supera los 25 mil pesos por metro cúbico.

Durante el periodo reciente, la regulación y las restricciones de disponibilidad han provocado una disminución de 16.9 millones de metros cúbicos en el volumen subterráneo concesionado para uso agrícola. Sin embargo, la extracción real continúa siendo incierta debido a la ausencia estructural de medición volumétrica en los pozos.

GRÁFICA 3. Volumen concesionado por tipo de uso (hmVMo)



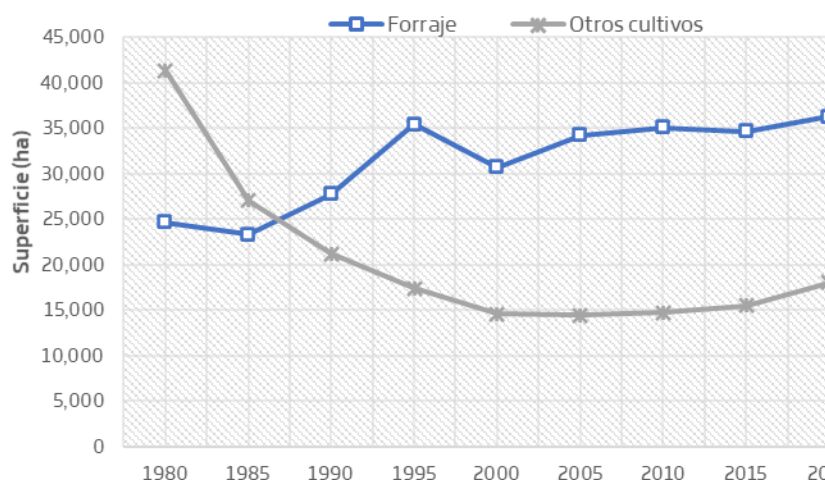
FUENTE: Títulos y permisos de aguas nacionales del Registro Público de Derechos de Agua (REPD), CONAGUA 2021.

Debido a la sobreexplotación de los acuíferos, estudios hidrogeológicos recomiendan reducir la extracción agrícola en aproximadamente 40%, equivalente a 103 hm³ anuales, objetivo que solo puede cumplirse mediante disminución de superficie regada y modernización tecnológica de riego y distribución.

2.7.1 Uso Agropecuario

La superficie agrícola del estado ascendió en 2019 a 128,200 hectáreas, de las cuales 42.29% (54,210 ha) se cultivaron bajo riego y 73,990 ha correspondieron a temporal. La mayor proporción de la superficie de riego se abastece de agua subterránea, lo que ofrece mayor certidumbre productiva en un contexto de precipitaciones escasas y concentradas en cuatro meses al año.

GRÁFICA 4. Tipos de cultivos en riego 1980 – 2019



AÑO	SUPERFICIE DE RIEGO (HA)	
	FORRAJE	OTROS CULTIVOS
1980	24,653	41,337
1985	23,311	27,049
1990	27,759	21,150
1995	35,365	17,348
2000	30,649	14,560
2005	34,183	14,454
2010	35,040	14,741
2015	34,652	15,452
2019	36,220	17,990

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

Históricamente, la vocación agrícola de Aguascalientes ha experimentado un cambio estructural. En los años ochenta predominaba la producción de uva de mesa y para la industria; sin embargo, a partir de los noventa se consolidó un patrón basado en cultivos forrajeros –principalmente alfalfa– destinados al crecimiento del sector ganadero. Esta transición incrementó sustancialmente las láminas de riego requeridas por hectárea, dado que los forrajes tienen una demanda hídrica significativamente mayor que otros cultivos.



La superficie de riego mostró un descenso desde más de 65,000 hectáreas en los años ochenta hasta estabilizarse alrededor de 50,000 hectáreas en los últimos ciclos agrícolas, aunque con un repunte reciente tanto en cultivos forrajeros como en otros productos. Este comportamiento refleja el dinamismo del sistema agropecuario y su dependencia de volúmenes crecientes de agua.

El incremento en forrajes tiene una relación directamente proporcional con el crecimiento de la producción ganadera. No obstante, este patrón ha elevado la presión sobre los acuíferos, al requerir mayores volúmenes por hectárea y reducir la superficie dedicada a cultivos de menor consumo hídrico o de mayor valor económico por unidad de agua.

El Distrito de Riego OO1 "Pabellón" constituye el principal usuario de aguas superficiales en el estado. Su modernización reciente lo sitúa como un caso emblemático de tecnificación avanzada, con mejoras significativas en conducción, riego presurizado y monitoreo. Sin embargo, aún se carece de políticas integrales de operación hidráulica que articulen eficientemente su interacción con el resto del sistema agropecuario estatal.

En contraste, el riego basado en agua subterránea continúa siendo el eje dominante de la producción agrícola. La explotación intensiva del acuífero ha sido la respuesta histórica ante las limitadas precipitaciones y el carácter estacional del agua superficial.

Con base en el consumo eléctrico registrado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), se estima que los aproximadamente 1,800 pozos agrícolas extraen alrededor de 236 hm³ anuales, pese a que la concesión registrada para 2019 fue de 223.79 hm³. Esta discrepancia confirma la necesidad urgente de:

- Medición volumétrica confiable.
- Control operativo de pozos.
- Alineamiento entre volúmenes concesionados y extraídos.
- Estrategias activas de gestión de la demanda.

Los registros de CONAGUA muestran además que, al año 2019, el volumen total concesionado al sector agrícola ascendió a 380.92 hm³, de los cuales el 58.75 % (223.79 hm³) provino de fuentes subterráneas y el restante de aguas superficiales.



TABLA 8. Volúmenes 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	1,700	223,793,466	1,760
Total	397,912,119	2,319	380,924,690	2,453

FUENTE: CONAGUA, títulos y volúmenes de aguas nacionales.

La persistente sobreexplotación del acuífero, derivada del modelo agropecuario actual, ha provocado abatimientos piezométricos crecientes que obligan a extraer agua a profundidades mayores y a un costo energético más elevado, lo cual reduce la rentabilidad de los sistemas productivos y compromete la sostenibilidad del sector en el mediano plazo.

2.7.2 Uso Público Urbano

El abastecimiento de agua potable es responsabilidad de once organismos operadores municipales, todos ellos dependientes al cien por ciento de fuentes subterráneas. Los organismos presentan variabilidad notable en eficiencia física, comercial y dotación, con niveles de macro y micromedición insuficientes que obligan a operar bajo esquemas de cuota fija y dificultan una administración basada en evidencia.

La información disponible, derivada de las Fichas de Información Básica de Prestadores de Servicios de Agua Potable y Saneamiento (CONAGUA, 2018), confirma esta variabilidad, aunque las diferencias entre municipios responden más a inconsistencias en la generación y actualización de datos que a disparidades operativas reales. En la mayoría de los organismos operadores, los esquemas de macro y micromedición son bajos, lo que limita el control sobre el agua producida y distribuida y reduce la fiabilidad de indicadores como eficiencia física, agua no contabilizada o dotación por habitante.



TABLA 9. Indicadores de gestión por Organismo Operador (2018)

INDICADOR MUNICIPIO	AGUA QUE CUMPLE CON LA NOM 127	AGUA RESIDUAL TRATADA	AGUA NO CONTABILIZADA	EFICIENCIA FÍSICA	EFICIENCIA COMERCIAL	COSTOS	RECAUDACIÓN	DOTACIÓN
	%	%	%	%	%	(\$/M3)	(\$/M3)	(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 estatal	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.

Los registros para 2018 muestran que la eficiencia física reportada va desde valores inferiores al 10 % hasta más del 90 %, una dispersión incompatible con las condiciones hidráulicas similares que caracterizan a los sistemas municipales del estado. De igual forma, la dotación presenta rangos amplios entre 188 y 377 litros por habitante por día, con un promedio estatal cercano a 311 litros, superior a los estándares nacionales y con potencial significativo de reducción mediante gestión de pérdidas y medición efectiva. La tabla siguiente resume los principales indicadores de gestión por municipio:

Los organismos operadores reportan que el 100% del agua proviene de fuentes subterráneas, lo cual coincide con la información estatal consolidada. Sin embargo, los datos de eficiencia física, eficiencia comercial y agua no contabilizada presentan inconsistencias atribuibles a metodologías diferenciadas, ausencia de instrumentos de medición y actualización irregular de la información enviada a CONAGUA.



En conjunto, esta situación limita la planeación de inversiones y la estimación precisa de pérdidas reales, subrayando la urgencia de establecer un sistema estatal unificado y actualizado de indicadores de gestión que permita una toma de decisiones basada en evidencia y facilite la modernización de los organismos operadores.

2.7.3 Uso Industrial

El sector industrial se abastece exclusivamente de agua subterránea, concentrándose en el corredor industrial del Valle de Aguascalientes. En 2020 se registraron 112 pozos industriales con un volumen concesionado de 11.81 hm³ y una productividad hídrica superior a 25 mil pesos por metro cúbico. En los últimos cinco años el volumen concesionado aumentó 29.9%, mientras que el crecimiento en productividad fue de 21.7%.

La disponibilidad limitada del recurso restringe la atracción de nuevas industrias intensivas en agua. Adicionalmente, el reúso de agua tratada en procesos industriales es prácticamente inexistente, a diferencia de las líneas moradas implementadas en Monterrey, San Luis Potosí y otros polos industriales del país. Dicho rezago representa una oportunidad estratégica, especialmente porque el estado opera plantas de tratamiento cuya capacidad excedente podría ser aprovechada para usos no potables.

La estructura de usos del agua en Aguascalientes refleja una dependencia crítica del recurso subterráneo en todos los sectores. La agricultura domina en volumen, la industria en productividad, y el sector urbano en presión social y política. El común denominador es la sobreexplotación de los acuíferos, la carencia de medición volumétrica confiable y los límites físicos para seguir expandiendo la disponibilidad natural del recurso. La modernización del riego, el fortalecimiento de los organismos operadores y el impulso al reúso industrial constituyen acciones prioritarias para la sostenibilidad hídrica del estado.



2.8 Calidad del Agua y Saneamiento

En 2019 se generaron aproximadamente 3,960 L/s de aguas residuales en el estado, de los cuales se trató alrededor del 78% mediante 135 plantas de tratamiento. Aunque la infraestructura instalada ha crecido de manera sostenida (de 81 plantas en 1998 a 135 actualmente), la brecha entre volumen generado, capacidad instalada y caudal efectivamente tratado persiste y se amplía, particularmente en los sistemas urbanos de mayor escala. En 2020, las PTAR de la zona metropolitana operaron apenas al 55.4 % de su capacidad instalada vs. operación real, principalmente debido a fallas en colectores, sobrecarga orgánica y equipos con vida útil rebasada.

El desempeño del sistema estatal revela retos estructurales: fugas en redes de drenaje, colectores deteriorados, insuficiente control de descargas industriales, equipos obsoletos, heterogeneidad tecnológica y limitada capacidad operativa en sistemas rurales. La predominancia de lagunas de estabilización (49% de las plantas) y el uso minoritario de sistemas de lodos activados (33%) reflejan la disparidad entre municipios.

La planta principal de la ciudad de Aguascalientes, con sistema dual (biofiltros y lodos activados), concentra 74.9 % del volumen estatal tratado y constituye el principal nodo operativo del saneamiento.

El desempeño desigual también se observa en la eficiencia municipal. Aguascalientes trata 98.5% del caudal generado, mientras que municipios como Asientos y Calvillo apenas superan el 20%. La infraestructura disponible no siempre se traduce en volúmenes útiles para reúso, debido a deficiencias en remoción de coliformes, falta de pretratamiento industrial y limitada calidad del efluente en lagunas rurales, lo que restringe el uso del agua tratada a riego agrícola bajo condiciones restringidas.



Las 21 plantas con descarga directa o indirecta al Río San Pedro representan 68% del gasto tratado y constituyen un eje estratégico para cualquier política de rehabilitación o reúso; sin embargo, la mayoría requiere mantenimiento mayor, ampliación o reingeniería para administrar cargas orgánicas crecientes y garantizar un efluente compatible con usos agrícolas o ambientales.

La experiencia internacional demuestra que eficiencias de reúso superiores al 80 % (Singapur, Israel y Países Bajos) son técnicamente alcanzables bajo esquemas de inversión, gobernanza y control operativo.

Adicionalmente, la calidad del agua potable que distribuyen los organismos operadores presenta una situación mixta: aunque los reportes oficiales indican que el municipio de Aguascalientes cumplía casi al 100% con la NOM-127-SSA1 antes del inicio de MIAA, investigaciones de la Universidad Autónoma de Aguascalientes han documentado cierres puntuales de pozos en la zona sur por presencia de mercurio, lo cual confirma riesgos localizados que requieren vigilancia continua y mayor control de pozos profundos. La transición a MIAA ha dado pie a un reforzamiento del mantenimiento de pozos, sistemas de desinfección y monitoreo operativo.

A nivel estatal y federal, la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua (RENAMECA) de CONAGUA complementa la vigilancia local mediante un sistema de indicadores tipo semáforo (verde–amarillo–rojo) para aguas superficiales y subterráneas.

Sin embargo, la información permanece dispersa entre distintos portales (ICA, SINA, datos abiertos, reportes municipales y estudios académicos), lo que dificulta la construcción de un diagnóstico integrado con trazabilidad de parámetros críticos como metales, coliformes, nutrientes y compuestos industriales.



2.8.1 Calidad de Agua Superficial

La calidad de los cuerpos superficiales presenta alta variabilidad, influenciada por descargas municipales insuficientemente tratadas, escurrimientos agrícolas, infiltraciones industriales y fallas en colectores. El Río San Pedro es el cuerpo más presionado del estado, con valores persistentemente elevados de DBO, DQO, sólidos suspendidos, nutrientes y episodios de toxicidad aguda. Monitoreos recientes muestran que sus parámetros superan de manera sistemática los criterios para uso agrícola y ecológico.

En la cuenca del Río Juchipila, los cuerpos superficiales como los ríos Calvillo, Malpaso y La Labor muestran condiciones relativamente mejores, aunque registran aportaciones agrícolas, sedimentación y variaciones en sólidos suspendidos durante lluvias.

2.8.1.1. Resultados de monitoreos recientes (Río San Pedro, arroyos, presas)

El Río San Pedro es el cuerpo superficial más presionado del estado. Estudios científicos y monitoreos oficiales identifican:

- DBO y DQO elevadas, con excedencias de 285 % a 685 % respecto a criterios de uso agrícola.
- Coliformes fecales extremadamente altos, entre 10^5 y 10^8 NMP/100 mL.
- Nutrientes (N, P) y sólidos suspendidos provenientes de descargas urbanas y arrastre superficial.
- Toxicidad aguda en aproximadamente 60 % de las muestras, asociada a metales y compuestos orgánicos.
- Hasta 40 % de las descargas industriales sin tratamiento previo, con episodios intermitentes de Hg, Cr, Fe y Al en concentraciones anómalas.

En 2023, el monitoreo de CONAGUA clasificó al Río San Pedro en estado crítico (semáforo rojo) por incumplimientos reiterados en DBO5, DQO, coliformes y toxicidad. Las presas cercanas a la zona urbana muestran variaciones en oxígeno disuelto, presencia de nutrientes y episodios de eutrofización incipiente.



2.8.1.2. Resultados de monitoreos recientes (Río Calvillo, arroyos, presas)

Los cuerpos superficiales de Calvillo presentan condiciones relativamente mejores, pero muestran degradación por:

- Descargas urbanas con tratamiento limitado.
- Escurrimientos agrícolas con fertilizantes y agroquímicos.
- Sedimentación en presas y variabilidad alta en sólidos suspendidos durante lluvias.
- Descargas puntuales de agroindustrias.

2.8.1.3. Fuentes principales de contaminación (doméstica, industrial, agrícola)

Las fuentes principales de contaminación de los cuerpos de agua superficial en el estado pueden agruparse en tres categorías:

1. Domésticas

- Descargas municipales con tratamiento insuficiente.
- Fugas en colectores y conexiones clandestinas.
- Efluentes que superan parámetros normativos en plantas urbanas clave, incluida la principal PTAR del estado.

2. Industriales

- Metales pesados, solventes y compuestos orgánicos volátiles, especialmente en corredores manufacturero y textil.
- Episodios de descargas no autorizadas o accidentales.

3. Agrícolas

- Escurrimientos con fertilizantes, pesticidas y sedimentos.
- Lavado de suelos en parcelas con mínima cobertura vegetal durante el estiaje.
- Aportes desde unidades pecuarias y establos hacia arroyos y pequeñas presas.

Estas presiones combinadas afectan la salud ambiental, incrementan costos de tratamiento y reducen el potencial de reúso.



2.8.2 Calidad de agua subterránea

La calidad del agua subterránea está afectada por procesos geogénicos y antropogénicos. Los parámetros críticos incluyen fluoruro, arsénico, nitratos y sólidos disueltos totales. La sobreexplotación intensifica la mineralización y movilidad de metaloides, generando zonas de riesgo sanitario diferenciado en el valle central, el corredor agrícola del oriente, zonas industriales del norte y periferias urbano-rurales.

2.8.2.1. Parámetros críticos

Estos parámetros condicionan el uso potable y obligan a implementar tecnologías de tratamiento como ósmosis inversa, mezclas controladas, remoción de arsénico y sistemas de cuidado en zonas de riesgo.

- **Fluoruro:** valores mayores a 2.0 mg/L en pozos profundos del valle central.
- **Arsénico:** concentraciones superiores a la NOM-127-SSA1-2021 en zonas del norte del valle, Jesús María y el corredor industrial.
- **Nitratos:** derivados principalmente de agricultura intensiva y descargas domésticas infiltradas.
- **Sólidos Disueltos Totales:** tendencia creciente (400–700 mg/L) en el sur del valle debido a sobreexplotación y retorno de riego.

2.8.2.2. Zonas de riesgo sanitario

- Muy alto riesgo: norte del Valle de Aguascalientes (As y F- elevados).
- Alto riesgo: corredor agrícola del oriente (nitratos y contaminación microbiológica).
- Riesgo industrial: zona norte y norponiente (metales pesados asociados a manufactura).
- Riesgo moderado: sur del valle (incremento de STD).
- Riesgo mixto: periferias urbano-rurales con contaminación combinada (nitratos + coliformes + escurrimientos).

2.8.3 Cobertura y operación de plantas de tratamiento (PTAR)

La cobertura estatal de tratamiento alcanza 89%, pero solo 63% de las plantas opera con eficiencia superior al 70%. El estado cuenta con 216 sistemas (incluyendo plantas, lagunas, tanques sépticos y sistemas simplificados) que tratan 2,854.7 L/s, de los cuales 74.9% corresponde a la planta de la ciudad de Aguascalientes. El predominio de lagunas y tanques sépticos en municipios rurales limita los usos del efluente.

TABLA 10. Desglose de tipos de tratamiento en el Estado

TIPO DE TRATAMIENTO	MUNICIPAL	INDUSTRIAL	SERVICIOS
Lodos Activados	11	16	5
Biofiltros-Lodos Activados	1		
Lagunas de Estabilización	76	3	1
Tanque Séptico o fosa séptica	13	5	68
Wetland	2		
Biodiscos		1	1
Físico-químicos		7	1
Anaerobio		5	
Total	103	37	76

FUENTE: CONAGUA (2023). Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación, 2023

El desglose por tipo de tratamiento confirma una estructura tecnológicamente heterogénea, donde las lagunas predominan, pero sus efluentes suelen incumplir parámetros de coliformes fecales. Principales desafíos ambientales:

- Contaminación difusa por agroquímicos.
- Limitada infraestructura de reúso.
- Control insuficiente de descargas industriales.
- Falta de caudales ecológicos.
- Escasa integración de soluciones basadas en la naturaleza.



La integración tecnológica para mejorar la calidad del efluente y avanzar hacia el reúso efectivo requiere mantenimiento integral de colectores, rehabilitación de PTAR sobrecargadas, capacitación técnica y fortalecimiento de la trazabilidad operativa.

2.8.4 Caudal tratado vs. Caudal generado

La infraestructura instalada no capta aún la totalidad del caudal producido, especialmente en municipios con drenaje deteriorado o plantas pequeñas. En contraste, la ciudad de Aguascalientes trata 98.5%, mientras que varios municipios rurales no superan el 25%.

TABLA 11. Contexto Económico e Hídrico

SECTOR	VOLUMEN GENERADO (L/S)	VOLUMEN TRATADO (L/S)	% DE TRATAMIENTO
Municipal	3,089.1	2,745.4	88.9
Industrial	123.82	70.4	56.8
Servicios	61.26	39.1	63.8
Agropecuario	3.71	0	0
TOTAL ESTATAL	3,278	2,854.7	87.1

FUENTE: CONAGUA (2023). Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación, 2023

Patrones principales identificados:

- Municipios como Asientos y Calvillo, además de varios sistemas rurales, mantienen brechas severas (tratamiento menor al 25%).
- Los sistemas rurales dependen de lagunas que no cumplen la norma en coliformes fecales.
- Los municipios industriales (Jesús María, San Francisco de los Romo) requieren ampliaciones y mayor control de pretratamiento industrial.



TABLA 12. Relación de las aguas residuales municipales generadas vs. tratadas por municipio

MUNICIPIO	AGUA RESIDUAL GENERADA (L/S)	CAUDAL DE OPERACIÓN (L/S)	% DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS
Aguascalientes	2,337.3	2,303.5	98.5
Asientos	71.9	15.6	21.7
Calvillo	109.7	22.9	20.9
Cosío	29.7	17	57.3
El Llano	30.5	19.4	63.6
Jesús María	179.2	119	66.4
Pabellón de Arteaga	137.8	94.57	68.6
Rincón de Romos	105.3	87.4	83.0
San Francisco de los Romo	48.4	29.67	61.3
San José de Gracia	13.1	11.7	89.4
Tepezalá	26.2	24.5	93.4
TOTAL	3,089.1	2,745.4	88.9

FUENTE: CONAGUA (2023). Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación

La estructura actual impide que el efluente tratado sea utilizado plenamente en agricultura o industria. La modernización tecnológica, la ampliación de sistemas mecanizados y la rehabilitación de colectores son condiciones esenciales para elevar la eficiencia real del saneamiento y reducir la carga contaminante sobre ríos y acuíferos.



2.9 Reúso actual del Agua Tratada

El reúso de agua tratada representa una de las principales oportunidades para reducir la extracción de agua subterránea y avanzar hacia un modelo hídrico sostenible. Aguascalientes dispone de infraestructura de saneamiento relevante, integrada por plantas mecanizadas y una amplia red de lagunas de estabilización; sin embargo, la eficiencia real del reúso es limitada y heterogénea.

Si bien existen prácticas consolidadas de riego agrícola y riego urbano de áreas verdes, persiste un uso significativo de aguas residuales sin tratar, lo que incrementa la contaminación difusa y los riesgos sanitarios. El reúso industrial sigue siendo marginal, pese a su alto potencial.

En 2023 se trataron aproximadamente 45.1 hm³/año de aguas residuales municipales, de los cuales solo 3.88 hm³ fueron reutilizados de manera directa para riego agrícola, riego de áreas verdes, recarga y usos industriales ligeros.

No obstante, al considerar el reúso indirecto a través de los cauces que reciben descargas municipales y alimentan zonas de riego, el volumen aplicado asciende a 40 hm³/año. Este patrón revela una oportunidad significativa de ordenamiento, formalización y ampliación del reúso. Persisten barreras estructurales que limitan su expansión:

- Falta de infraestructura dedicada (líneas moradas, estaciones de bombeo, almacenamiento intermedio).
- Operación deficiente en PTAR pequeñas y lagunas con pérdidas por infiltración y evaporación.
- Incertidumbre sobre la calidad del efluente y limitado monitoreo en línea.
- Ausencia de esquemas tarifarios, de intercambio o de contratos que hagan atractivo el reúso agrícola e industrial.



- Baja adopción por parte de usuarios urbanos e industriales debido al bajo costo relativo del agua subterránea concesionada.

2.9.1 Potencial para reúso agrícola, urbano e industrial

El análisis de oferta y demanda de agua residual tratada demuestra que existe un potencial significativo de reúso en tres segmentos principales:

a) Reúso Agrícola

El sector agrícola presenta el mayor potencial inmediato debido al volumen demandado y a la proximidad entre zonas de riego y descargas municipales. El reúso indirecto a través del Río San Pedro representa el principal aporte, alimentando la Presa El Niágara y posteriormente superficies agrícolas. Los cultivos de pastizales, forrajes y praderas presentan alta viabilidad para sustitución de agua subterránea con agua tratada.

Cálculos basados en la PTAR de la ciudad de Aguascalientes estiman un potencial de cobertura de 5,634 ha, dependiendo del patrón de cultivos. Entre los cultivos más adecuados destacan maíz forrajero, alfalfa, praderas y avena, con volúmenes brutos de entre 6,700 y 21,000 m³/ha por año.

Con base en el volumen tratado por la PTAR de Aguascalientes (67.46 hm³/año), se estima un potencial de cobertura agrícola de 5,634 ha. El reemplazo de agua subterránea por agua tratada en este segmento representa una medida directa para mitigar la sobreexplotación del acuífero y reducir el abatimiento piezométrico.



b) Reúso Urbano

El uso del agua tratada para riego de parques, camellones, áreas verdes y espacios deportivos constituye una de las aplicaciones más consolidadas en el estado. En la ciudad de Aguascalientes se reutilizan anualmente alrededor de 3.8 hm³ para este fin, provenientes de instalaciones como El Cedazo, Paseos de Aguascalientes, Miradores, Colonia Ferronales y otras zonas con infraestructura de distribución local.

A pesar de estos avances, la cobertura es fragmentada y depende de la proximidad física entre PTAR y áreas verdes. La falta de redes interconectadas impide su expansión a escala urbana.

c) Reúso Industrial

El reúso industrial es limitado, aunque técnica y económicamente viable si se implementan procesos terciarios y sistemas de conducción dedicados. Las plantas mecanizadas del corredor metropolitano (Aguascalientes, El Cedazo, Los Gringos, Jesús María y San Francisco de los Romo) tienen capacidad para producir agua con calidad apta para enfriamiento, procesos no potables y lavado industrial si se incorporaran tratamientos terciarios y líneas dedicadas.

2.9.2 Las barreras principales incluyen:

- Costos de inversión en conducción y almacenamiento.
- Ausencia de tarifas preferenciales o contratos de suministro.
- Variabilidad en calidad del efluente.
- Baja demanda por parte de la industria debido al bajo costo relativo del agua subterránea concesionada.



2.9.3 Volúmenes actuales de reúso por tipo de cuerpo receptor

A partir de la información consolidada para 2023:

- Reúso agrícola total: 40 hm³/año (39.9 tratada + 0.06 sin tratar).
- Reúso urbano (áreas verdes): 3.8 hm³/año.
- Reúso industrial: 1.8 hm³/año (agrícola 0.3; urbano 1.5).
- Volumen sin reúso con posibilidad de aprovechamiento: 53.6 hm³/año.
- Total de aguas municipales generadas consideradas: 97.4 hm³/año.

La cuenca del Río San Pedro y su conexión con la Presa El Niágara representan más del 90 % del reúso agrícola total. Otras zonas relevantes incluyen los sistemas de Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos, Jesús María y la infraestructura vinculada a parques urbanos. En aguas industriales, el reúso es aún más reducido:

- Reúso industrial agrícola: 0.3 hm³/año.
- Reúso industrial urbano: 1.5 hm³/año.
- Volumen industrial sin reúso: 2.1 hm³/año.

2.9.4 Limitaciones tecnológicas y financieras

El crecimiento del reúso enfrenta limitaciones que requieren abordaje integral:

- PTAR pequeñas con operación irregular y lagunas que pierden caudal por infiltración.
- Insuficiencia de tratamientos terciarios para calidad industrial.
- Fallas en colectores y drenaje que reducen el caudal captado por las plantas.
- Limitada instrumentación para verificar calidad en tiempo real.
- Inversión elevada en líneas moradas y sistemas de bombeo.
- Ausencia de incentivos formales para el intercambio de aguas tratadas por aguas de primer uso.



2.9.5 Requerimientos para un reúso adecuado

La ampliación del reúso en el estado requiere:

1. Expansión de capacidad y confiabilidad de la PTAR principal de la ciudad de Aguascalientes (segunda etapa).
2. Infraestructura de bombeo y distribución para abastecer zonas agrícolas consolidadas como Presa El Niágara y Presa Abelardo L. Rodríguez.
3. Desarrollo de un esquema de intercambio 3:1 (tres litros de agua tratada por uno de primer uso) para incentivar transición agrícola.
4. Evaluación de un parque agropecuario aguas abajo de la planta principal, con subdivisión productiva y suministro dedicado de agua tratada.
5. Integración de líneas moradas en zonas urbanas estratégicas y corredores industriales.
6. Instrumentación de medición continua para certificar calidad y generar confianza entre usuarios.

El potencial total de superficie agrícola beneficiada asciende a 5,634 ha con base en el caudal tratado de la PTAR de Aguascalientes ($67.46 \text{ hm}^3/\text{año}$). Este proyecto forma parte del planteamiento estatal de transición hacia un régimen de explotación sustentable del acuífero.



2.10 Impactos del abatimiento de acuíferos

El abatimiento sostenido de los niveles piezométricos en los acuíferos del estado, particularmente en el Valle de Aguascalientes, constituye uno de los principales factores de riesgo para la sostenibilidad hídrica. La extracción supera de manera constante la capacidad de recarga natural, lo que ha generado efectos acumulativos sobre la calidad del agua, los costos de operación, la disponibilidad futura y la estabilidad del sistema de abastecimiento urbano y agrícola. Este proceso ha sido progresivo durante décadas y representa una amenaza estructural que condiciona no solo la seguridad hídrica actual, sino también la posibilidad de sostener el crecimiento económico y la calidad de vida en el mediano y largo plazo.

2.10.1 Efectos en calidad del agua

El descenso de los niveles en los acuíferos induce transformaciones fisicoquímicas en el almacenamiento subterráneo. Estas alteraciones hidrogeoquímicas implican que volúmenes crecientes de agua requieren tratamientos más complejos y costosos para cumplir con la normatividad sanitaria.

Conforme los pozos extraen agua de estratos cada vez más profundos, aumenta la probabilidad de que el recurso presente: mayores concentraciones de fluoruro, arsénico y otros elementos naturales, incremento de sólidos totales disueltos, mayor dureza y cambios en el equilibrio iónico que afectan su potabilidad.

El fenómeno es particularmente relevante en zonas donde el abatimiento supera varios metros por año, afectando a pozos agrícolas, industriales y urbanos por igual. Con ello, el abatimiento no solo compromete la cantidad disponible, sino que deteriora gradualmente la calidad del recurso extraído.



2.10.2 Efectos en cantidad disponible y costos de extracción

La extracción en condiciones de sobreexplotación genera efectos directos en la disponibilidad operativa del agua. A medida que desciende el nivel estático y dinámico:

- Disminuye el rendimiento específico de los pozos.
- Se incrementa la energía necesaria para el bombeo.
- Aumenta el desgaste de equipos, motores y ademes.
- Se vuelve necesario reemplazar o profundizar pozos para mantener la misma dotación.
- Crecen los costos de operación para organismos operadores, agricultores e industrias. Estos costos adicionales se magnifican en el uso agrícola, donde el volumen requerido es mayor y las láminas de riego dependen de pozos de gran profundidad. La presión financiera se extiende también al ámbito urbano, donde los organismos operadores enfrentan mayores requerimientos de energía y mantenimiento para sostener el servicio.

2.10.3 Riesgos para los sistemas de abastecimiento urbano

El abatimiento progresivo compromete la estabilidad técnica y financiera de los sistemas de agua potable en el estado. Entre los riesgos más relevantes se encuentran:

- Fallas o intermitencias en pozos por descensos abruptos del nivel dinámico.
- Imposibilidad de habilitar nuevos pozos en zonas con sobreexplotación severa.
- Pérdida de capacidad instalada por deterioro acelerado de equipos.
- Reducciones imprevistas en la oferta disponible durante picos de demanda.
- Presión creciente sobre tarifas y costos operativos.
- Dificultades para mantener la calidad del agua dentro de los estándares normativos.

Estas condiciones subrayan la necesidad de aplicar medidas de gestión del recurso subterráneo, fortalecer el reúso, mejorar la eficiencia física y energética, y diversificar la matriz de abastecimiento con fuentes alternas.



2.11 Manejo de Lodos y Residuos

El abatimiento sostenido de los acuíferos del estado –particularmente del Valle de Aguascalientes– constituye uno de los factores de mayor riesgo hídrico. La extracción supera de manera sistemática la recarga natural, lo que se refleja en una serie de impactos acumulativos que afectan al suministro, la infraestructura y los costos de operación.

2.11.1 Efectos en calidad del agua

El abatimiento incrementa la concentración de minerales y compuestos naturales, incluyendo:

- Fluoruro.
- Arsénico.
- Sólidos totales disueltos.
- Dureza y cambios en el equilibrio iónico.

La extracción desde profundidades mayores produce un perfil químico diferente al de niveles someros, comprometiendo la potabilidad y elevando la necesidad de tratamiento. Asimismo, la sobreexplotación favorece procesos de oxidación reductiva y modificaciones hidrogeoquímicas que aceleran la movilización de elementos indeseables.



2.11.2 Efectos en cantidad disponible y costos de extracción

Los impactos principales incluyen:

- Descenso continuo de niveles piezométricos, obligando a profundizar pozos e incrementar la potencia de bombeo.
- Incremento sostenido del costo energético, especialmente para usos agrícola y público urbano
- Mayor vulnerabilidad a fallas en equipos, por aumento de columnas de bombeo y desgaste en motores y ademe.
- Reducción del rendimiento específico de pozos, lo que acorta la vida útil de los aprovechamientos.

2.11.3 Riesgos para los sistemas de abastecimiento urbano

Los organismos operadores enfrentan riesgos crecientes:

- Intermitencias en pozos debido a abatimientos súbitos.
- Necesidad de perforación de nuevos pozos sin disponibilidad garantizada.
- Deterioro de la calidad del agua por concentración de contaminantes geogénicos.
- Incremento en la presión financiera para operar y mantener la infraestructura.

Estos riesgos derivan directamente en retos de continuidad del servicio, presión urbana y costos operativos mayores.



2.12 Infraestructura Hidráulica y Eficiencia en Redes de Agua Potable

La infraestructura hidráulica que sostiene el abastecimiento de agua potable en el estado constituye uno de los elementos críticos para la seguridad hídrica, la continuidad del servicio y la eficiencia operativa. Su estado actual refleja un sistema complejo, integrado por más de 5,000 km de redes urbanas, 36 plantas de tratamiento y una amplia red de pozos y estaciones de bombeo. Sin embargo, presenta retos estructurales: más del 40% de las redes tiene una antigüedad superior a 30 años, la sectorización hidráulica es incompleta, la micromedición es insuficiente y los organismos operadores tienden a privilegiar el mantenimiento correctivo sobre el preventivo.

La dependencia casi total de fuentes subterráneas implica un régimen intensivo de bombeo, con alta demanda energética y vulnerabilidad ante fallas eléctricas o mecánicas. La fragmentación administrativa entre los once organismos operadores municipales genera diferencias significativas en eficiencia, capacidad financiera, calidad operativa y priorización de inversiones. La tarifa vigente en la mayoría de los municipios es insuficiente para cubrir costos reales de operación y mantenimiento, limitando la sostenibilidad del sistema.

2.12.1 Infraestructura Urbana y Rural

Infraestructura urbana

La zona metropolitana concentra más del 80 % de la población y dispone de redes extensas de distribución, tanques de regulación y estaciones de bombeo que permiten manejar presiones mediante un sistema combinado de gravedad y bombeo. Aunque la capacidad instalada es adecuada para la demanda actual, la conservación es heterogénea: existen tramos con más de 35 años de operación, materiales obsoletos y ramales secundarios con fallas recurrentes.



Infraestructura rural

Los sistemas rurales operan con redes pequeñas, menor tecnificación y capacidades limitadas de operación y mantenimiento. La medición suele ser parcial o inexistente, las tuberías presentan diámetros insuficientes y el almacenamiento es limitado, lo que incrementa la intermitencia y dificulta garantizar la calidad conforme a la normatividad sanitaria vigente.

2.12.1.1. Redes de distribución, colectores, tanques y bombeo

El sistema de distribución en la zona metropolitana presenta una longitud considerable de tuberías primarias y secundarias con antigüedades que en algunos sectores superan los 35 años, lo cual incrementa la frecuencia de fugas y fallas estructurales. La red opera de manera combinada mediante gravedad y bombeo, dependiendo de la topografía local y de la ubicación de los tanques de regulación encargados de estabilizar los ciclos de presión. En las cabeceras municipales, la infraestructura suele presentar menor continuidad hidráulica y un número reducido de tanques, lo que dificulta la gestión de presiones y favorece condiciones intermitentes de suministro.

Las estaciones de bombeo, esenciales para extraer agua del acuífero del Valle de Aguascalientes, operan con una demanda eléctrica significativa y con eficiencias variables según el estado de los equipos. La falta de rehabilitación preventiva origina incrementos en el consumo energético y en la probabilidad de fallas mecánicas. La ausencia de telemetría en varias estaciones limita la capacidad de detección temprana de anomalías hidráulicas o de calidad del agua.

En términos generales, la infraestructura urbana mantiene una capacidad instalada adecuada para las demandas actuales, pero su estado de conservación es heterogéneo y requiere un programa sostenido de modernización para evitar pérdidas adicionales y gastos operativos crecientes. En el medio rural, la infraestructura presenta condiciones más precarias, con tuberías subdimensionadas, falta de sectorización y sistemas de almacenamiento insuficientes para estabilizar el servicio.



2.12.1.2. Índices de eficiencia física y comercial

La eficiencia física del sistema de agua potable –entendida como la proporción de agua producida que llega efectivamente a los usuarios sin pérdidas– presenta niveles inferiores a 50 % en varias zonas urbanas del estado. Esta cifra se encuentra por debajo de estándares nacionales deseables y refleja una problemática estructural asociada a fugas visibles y no visibles, conexiones clandestinas, infraestructura envejecida y falta de detección sistemática de pérdidas. Las metas estatales requieren elevar la eficiencia física al 60 % hacia 2030 y al 75 % hacia 2050, mediante sustitución de tuberías críticas, sectorización inteligente y sistemas de monitoreo.

La eficiencia comercial también presenta rezagos derivados de baja micromedición, padrones desactualizados, inconsistencias en facturación y cobro, y medición inexistente en comunidades rurales. Esto limita la capacidad financiera de los organismos operadores y obstaculiza inversiones prioritarias.

2.12.2 Infraestructura Agrícola

La infraestructura agrícola del estado combina elementos superficiales y subterráneos, con predominio de pozos profundos, sistemas de bombeo con altos costos energéticos, canales abiertos y unidades de riego con gestión comunitaria. El patrón de infraestructura es fragmentado, con un distrito de riego tecnificado de referencia y un conjunto de unidades rurales que operan bajo esquemas heterogéneos.

Dos componentes destacan: el Distrito de Riego OO1 “Pabellón”, único con tecnificación integral avanzada, y las Unidades de Riego, que concentran gran parte de la superficie irrigada del estado con niveles tecnológicos variables.



2.12.2.1. Distritos y unidades de riego

Distrito de Riego OO1 "Pabellón"

El DROO1 constituye el núcleo más relevante de infraestructura agrícola en Aguascalientes. Históricamente dominaba alrededor de 11,800 hectáreas distribuidas en más de 2,000 parcelas de 1,853 usuarios. En su fase de transición hacia un esquema sustentable, la superficie agrícola operativa se ha establecido en 6,100 hectáreas, con un volumen sustentable de 32.5 hm³ anuales provenientes de la Presa Presidente Calles. Esta disponibilidad estratégica permite disminuir la presión sobre el acuífero del Valle de Aguascalientes al sustituir extracciones subterráneas por agua superficial.

El distrito presenta un proceso de modernización integral sin precedentes en el país. El sistema opera con aprovechamiento de la carga hidráulica natural, reduciendo el requerimiento energético de bombeo y elevando la confiabilidad operativa. Se cuenta con monitoreo en tiempo real de flujos y presiones, lo que facilita el control operativo, la administración de volúmenes y la detección temprana de ineficiencias.

En términos de infraestructura física, los avances son sustantivos:

- Línea principal: 54 km ejecutados de 55.7 km proyectados.
- Red secundaria: 326 km ejecutados de 416 km.
- Equipamiento parcelario: 4,116 ha modernizadas de 6,100 ha.
- Hidrantes: 1,363 instalados de los 2,439 programados.
- Toma y capacidad operativa: flujo nominal de 3,840 L/s, máximo 7,000 L/s.
- Filtrado: 320 tinajas en plataforma de grava-arena para agua presurizada.

En 2022 se ejecutaron inversiones estatales por 45 millones de pesos para tubería en márgenes izquierda y derecha, así como casetas operativas, acelerando la transición hacia una red totalmente entubada. Este esfuerzo configura al DROO1 como el primer distrito del país con tecnificación total bajo el Programa Nacional de Tecnificación de Riego. La transición hacia sistemas presurizados, infraestructura inteligente y riego por goteo facilita no solo la reducción de pérdidas de conducción y aplicación, sino también la reconversión productiva hacia cultivos de mayor valor, como hortalizas y productos de mercado premium.



Otras zonas de Infraestructura Distrital

Aunque en Aguascalientes el modelo dominante ha sido el de unidades de riego, el diagnóstico sectorial identifica otras áreas distritales con infraestructura rezagada. El Distrito de Riego 142 “El Niagara” presenta infraestructura en estado regular, con compuertas deterioradas y necesidad de revestimiento para disminuir pérdidas. Su rehabilitación se considera prioritaria para evitar fugas y mejorar la eficiencia operativa. La modernización en este distrito, de menor extensión que el DROO1, sería crítica para incrementar su productividad y reducir extracciones subterráneas asociadas a fallas de infraestructura.

Unidades de Riego

Las 31 unidades de riego del estado cubren más de 10,500 hectáreas y operan con fuertes diferencias técnicas entre municipios como Calvillo, Jesús María, Rincón de Romos y San José de Gracia. Su funcionamiento depende mayoritariamente de pozos profundos con bombeo, lo que genera altos costos energéticos, vulnerabilidad financiera y dependencia directa del acuífero.

En la gran mayoría de estas unidades:

- No existe medición volumétrica real de pozos agrícolas.
- La determinación de volúmenes extraídos se infiere de consumos eléctricos, usualmente mayores a los volúmenes concesionados.
- Estudios geohidrológicos recomiendan reducir aproximadamente 40 % la extracción subterránea para estabilizar el acuífero del Valle de Aguascalientes.

Pese a avances parciales en tecnificación (riego por goteo o aspersión), solo cerca de 25 % de la superficie irrigada presenta sistemas presurizados de alta eficiencia, generalmente asociados a cultivos de alto valor como vid, guayaba, chile o moras. La mayor parte del sistema rural conserva riego por gravedad con eficiencias menores al 40%, lo que multiplica pérdidas y sobrecarga la demanda subterránea.



Como estrategia estructural, el diagnóstico plantea la creación y expansión de unidades de riego basadas en agua tratada proveniente de PTAR, mitigando presiones sobre el acuífero y generando circuitos circulares en la economía hídrica.

2.12.3 Equipamiento (pozos, bombas, canales, presas)

El equipamiento hidráulico presenta una diversidad de condiciones a nivel estatal. En 2018, el INEGI registró 425,175 tomas de agua, de las cuales:

- 72.7% de las tomas domésticas contaban con medidor.
- 23% no tenían micromedición.
- Las tomas industriales y de servicios públicos presentaban casi 100% de medición.

El estado depende completamente del agua subterránea para abastecimiento urbano. Los pozos presentan equipos electromecánicos con desgaste, eficiencia variable y requerimientos energéticos crecientes debido al abatimiento del acuífero. La ausencia de telemetría unificada limita la supervisión de caudales, presiones y calidad del agua.

En infraestructura superficial, diversas presas presentan niveles importantes de azolve—hasta 60% en algunos casos—, reduciendo la capacidad de almacenamiento y la disponibilidad para usos agrícolas y ambientales. Esta condición incrementa la presión sobre la extracción subterránea.

La infraestructura de riego continúa mostrando rezagos de tecnificación, particularmente en canales y compuertas, lo que limita la eficiencia en la conducción y distribución del agua superficial.



2.12.4 Mantenimiento y Modernización

Predomina un esquema de mantenimiento correctivo más que preventivo. La falta de inventarios actualizados de infraestructura dificulta priorizar intervenciones y asignar recursos donde generarían mayor impacto. Las estaciones de bombeo requieren rehabilitación integral y modernización eléctrica e hidráulica. La renovación sistemática de redes es indispensable para reducir pérdidas.

2.12.4.1 Estado de conservación y antigüedad de instalaciones

Gran parte de la red urbana de Aguascalientes se desarrolló entre mediados del siglo XX y las décadas posteriores, lo que ha generado segmentos con más de 40 años de operación, especialmente en zonas como Av. Ojocaliente. Estos tramos ya están en proceso de rehabilitación debido a su deterioro avanzado. El Boletín Informativo AGS (2024) documenta la sustitución sistemática de tuberías antiguas de asbesto-cemento.

En el ámbito rural y en pequeñas localidades, la infraestructura presenta tuberías subdimensionadas, falta de sectorización y almacenamiento limitado. Estas condiciones generan intermitencia continua y comprometen la calidad del agua por intrusión y presiones inestables. El 100% del agua para uso público urbano proviene de acuíferos sobreexplotados, lo que obliga a los organismos operadores a profundizar pozos y operar equipos en condiciones cada vez más demandantes.

El deterioro acumulado, la ausencia de programas robustos de mantenimiento predictivo y la persistencia de pérdidas físicas elevadas hacen evidente la necesidad de un plan estatal para la prolongación de vida útil y renovación estratégica de infraestructuras críticas.



2.12.4.2. Necesidades de inversión y rehabilitación prioritaria

El diagnóstico operativo apunta a la necesidad de transitar de un esquema reactivo – resolución de fugas y fallas críticas– a un modelo de mantenimiento programado y modernización continua. Entre las acciones prioritarias que actualmente impulsa MIAA (2024–2025) destacan:

- Sectorización de la red para mejorar el control de presiones y detección de fugas.
- Instalación de micromedidores de lectura remota.
- Rehabilitación y sustitución de tuberías antiguas.
- Perforación de nuevos pozos y mejora de equipos electromecánicos.
- Rehabilitación de tanques reguladores, incluyendo infraestructura estratégica como El Cóbano.

Para 2025, MIAA proyecta una inversión superior a 340 millones de pesos, con obras orientadas al fortalecimiento del suministro urbano: construcción de tanques superficiales, perforación de siete nuevos pozos y sustitución de redes obsoletas.

En el sector agrícola, las prioridades se centran en la tecnificación de la infraestructura de riego, la rehabilitación de canales y la modernización de estructuras hidráulicas para reducir pérdidas por conducción y mejorar la eficiencia global del uso del agua.



2.13 Infraestructura Hidráulica y Eficiencia en Redes Sanitarias

La infraestructura sanitaria del estado constituye un componente esencial para proteger la salud pública, mantener la calidad del agua y preservar la integridad ambiental de los cuerpos receptores. Aguascalientes cuenta con una red de alcantarillado que cubre la mayor parte de las zonas urbanas, aunque persisten rezagos en áreas rurales y periurbanas donde el servicio es parcial o inexistente.

El crecimiento acelerado de la mancha urbana, la expansión industrial y el incremento sostenido en la generación de aguas residuales han rebasado en algunos casos la capacidad instalada de conducción y tratamiento. Esta situación genera presiones en materia de mantenimiento, renovación de infraestructura antigua y fortalecimiento de la supervisión técnica de descargas municipales e industriales.

De acuerdo con los registros más recientes, el volumen total de aguas residuales generadas en el estado asciende a 103.3 millones de $m^3/año$. De este total, el 96.7% se vierte en la cuenca del Río Verde Grande, que recibe las descargas de diez municipios, incluida la ciudad de Aguascalientes. Esta última aporta 71.24 millones de $m^3/año$, equivalente al 73.1% de la descarga municipal y al 68.9% del total estatal.

La cuenca del Río Juchipila, por su parte, concentra únicamente 3.3% de las descargas, debido a la menor densidad urbana e industrial de municipios como Calvillo y el sur de Jesús María. La composición sectorial de las descargas se distribuye de la siguiente manera: municipal 97.4 $Mm^3/año$, industrial 3.9 $Mm^3/año$, servicios 1.93 $Mm^3/año$ y agropecuario 0.116 $Mm^3/año$, lo que evidencia el predominio absoluto del componente urbano-doméstico en la carga hidráulica y contaminante.



SECTOR	NO. DE DESCARGAS	VOLUMEN MILLONES DE M3/AÑO
Municipal	253	97.4
Industrial	88	3.9
Servicios	175	1.93
Agropecuario	16	0.116
Doméstico	3	0.001
Total	259	103.3

FUENTE: CONAGUA (2023). Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación, 2023

Las descargas estatales se vierten mayoritariamente en cuerpos receptores de cauce seco, donde los flujos desaparecen por evaporación o infiltración salvo en zonas donde varias comunidades descargan en el mismo cauce, generando corrientes continuas aprovechadas para uso agrícola. En la capital, donde anualmente deben drenarse alrededor de 5 millones de m³ adicionales derivados de escurrimientos urbanos, se requiere una red de alcantarillado robusta, capaz de desalojar dichos volúmenes y sustituir tramos abiertos de arroyos que aún funcionan como drenajes.

2.13.1 Infraestructura urbana y rural

La infraestructura hídrica del estado presenta diferencias marcadas entre el entorno urbano y rural, tanto en cobertura como en estado físico y capacidad de operación; de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, la cobertura estatal de viviendas con agua entubada alcanzó el 99.31%, aunque persisten brechas municipales relevantes.

Mientras Aguascalientes y San Francisco de los Romo superan el 96%, San José de Gracia presenta únicamente 65.85%, evidenciando inequidades territoriales en el acceso al servicio. En drenaje, la cobertura estatal llegó al 99.26%, con Aguascalientes y San Francisco de los Romo alrededor del 98%, mientras que El Llano registra el valor más bajo con 86.9%.

En el entorno urbano, la zona metropolitana concentra más del 80% de la población y opera una red extensa de distribución, tanques de regulación y estaciones de bombeo. El modelo de operación mixto –por gravedad y bombeo– permite gestionar presiones, aunque persiste



heterogeneidad en la conservación: numerosos tramos presentan antigüedades superiores a 35 años, materiales obsoletos y fallas recurrentes, situación que incrementa las pérdidas físicas y los costos operativos.

El Modelo Integral de Aguas de Aguascalientes (MIAA) gestiona 220 tanques y más de 2,800 kilómetros de red de agua potable, además de infraestructura equivalente en alcantarillado, lo que evidencia la magnitud del sistema y, al mismo tiempo, la necesidad urgente de renovación programada.

En las cabeceras municipales pequeñas la infraestructura es más limitada: menor continuidad hidráulica, almacenamiento reducido, baja sectorización y escasa instrumentación para el control de presiones, factores que explican la intermitencia en el suministro. En el entorno rural, predominan redes pequeñas con tuberías subdimensionadas, escasa tecnificación y deficiente micromedición; esto genera intermitencias prolongadas y dificultades para garantizar el cumplimiento de la normatividad sanitaria vigente.

Las estaciones de bombeo, responsables de extraer agua casi en su totalidad del acuífero del Valle de Aguascalientes, operan con altos requerimientos energéticos y con eficiencias variables por falta de mantenimiento preventivo. Persisten limitaciones en telemetría y automatización, lo que restringe la detección temprana de anomalías hidráulicas o de calidad del agua. La antigüedad de equipos electromecánicos y la ausencia de programas de rehabilitación sistemática incrementan los riesgos de fallas y la dependencia del bombeo continuo desde niveles piezométricos cada vez más profundos.

Aun cuando la capacidad instalada es, en términos generales, suficiente para la demanda actual, el estado de conservación es heterogéneo y se requieren intervenciones sostenidas de modernización para evitar pérdidas, reducir consumos energéticos y mejorar la resiliencia del sistema. La combinación de infraestructura envejecida, insuficiente tecnificación y brechas territoriales en cobertura pone de relieve la necesidad de un plan estatal de rehabilitación prioritaria que articule inversiones urbanas y rurales bajo criterios de eficiencia hidráulica, equidad territorial y sostenibilidad operativa.



2.13.1.1. Redes de distribución, colectores, tanques y bombeo

La red de distribución de agua potable en la zona metropolitana presenta tramos con más de 35 años de antigüedad, contruidos con materiales obsoletos como asbesto-cemento, lo cual incrementa la frecuencia de fugas, roturas y fallas estructurales. El sistema opera a través de conducción por gravedad y bombeo, dependiendo de la topografía y los tanques de regulación. En este contexto, el MIAA administra 220 tanques reguladores y más de 2,800 km de red de agua potable, además de una red de alcantarillado de magnitud similar.

Las cabeceras municipales fuera del área metropolitana cuentan con menor continuidad hidráulica, menos tanques de regulación y escasa sectorización, lo que dificulta la gestión de presiones e incrementa la intermitencia. La ausencia de telemetría en diversos sectores limita la identificación temprana de fugas y episodios de contaminación.

Las estaciones de bombeo, que dependen completamente de extracción subterránea, presentan variabilidad en su eficiencia energética debido al desgaste de los equipos y la falta de mantenimiento preventivo. El abatimiento piezométrico obliga a operar equipos a mayores profundidades, aumentando el consumo eléctrico y el riesgo de fallas.

La combinación de infraestructura envejecida, modernización insuficiente y diagnósticos operativos incompletos subraya la necesidad de inversiones focalizadas en sustitución de tuberías, sectorización inteligente y automatización.

2.13.1.2. Índices de eficiencia física y comercial

La eficiencia física en la entidad presenta fuertes variaciones entre municipios, resultado de diferencias en infraestructura, pero también de inconsistencias en los sistemas de registro de información. De acuerdo con datos reportados a CONAGUA (2018), la eficiencia física oscila entre 5.14 % en Cosío y 97.19% en San Francisco de los Romo, aunque estos valores deben interpretarse con cautela debido a la baja macro y micromedición en la mayoría de los organismos operadores.



El municipio de Aguascalientes reportó en 2020 una eficiencia física de 51.05%, con más del 48.95% de agua no contabilizada. Esta situación obliga a una extracción adicional del acuífero para satisfacer la demanda, aumentando la presión sobre un recurso ya sobreexplotado.

En el ámbito de eficiencia comercial, persisten padrones desactualizados, medición insuficiente y facturación deficiente. En 2018, el control por micromedición registró que 23% de las tomas domésticas no contaban con medidor, mientras que el sector industrial y de servicios mantenía casi el 100% de medición.

La baja medición en uso doméstico complica la estimación real de consumos y pérdidas, impide tarifas volumétricas efectivas y limita la capacidad financiera de los organismos operadores. Ante este panorama, el fortalecimiento de la macro y micromedición se vuelve prioritario para mejorar la confiabilidad de los indicadores operativos y avanzar en eficiencia integral.

2.14 Gobernanza, Marco Institucional y Normativo

La gobernanza del agua en Aguascalientes se configura a partir de una interacción compleja entre instituciones federales, estatales y municipales con competencias concurrentes en regulación, administración, distribución, saneamiento, preservación ambiental y supervisión del recurso hídrico.

Aunque el andamiaje formal está definido por leyes federales y estatales, persisten retos estructurales asociados con fragmentación institucional, limitada coordinación intergubernamental y capacidades técnicas y financieras heterogéneas entre los municipios y organismos operadores.

La efectividad de la gobernanza hídrica influye directamente en la seguridad hídrica del estado, la modernización de la infraestructura, la eficiencia de los servicios y la transición hacia un uso sostenible y estratégico del agua, incluyendo reúso, recarga e integración de soluciones basadas en la naturaleza.



En este contexto, la cultura del agua opera como un componente transversal de la gobernanza, con incidencia directa en la corresponsabilidad social, el comportamiento de usuarios domésticos, productivos y educativos, y la aceptación pública de estrategias como el reúso, la tecnificación agrícola o la eficiencia urbana.

La gestión de la cultura hídrica está encabezada por INAGUA, MIAA, CONAGUA y SEMARNAT, mediante programas educativos, campañas de sensibilización, visitas guiadas, promotores comunitarios y actividades escolares. Su relevancia radica en que, ante la fuerte presión sobre el acuífero del Valle de Aguascalientes, el cambio cultural constituye un instrumento estratégico para la sostenibilidad.

El marco jurídico federal (artículos 27 y 115 constitucionales, Ley de Aguas Nacionales y normas oficiales aplicables) establece la propiedad nacional del recurso y otorga a CONAGUA las facultades para administrar concesiones, supervisar acuíferos y regular descargas mediante autorizaciones y condiciones particulares de descarga.

A nivel estatal, la Ley de Aguas para el Estado de Aguascalientes y los instrumentos derivados del Plan de Desarrollo del Estado y del Plan Hídrico Estatal 2021–2050 confieren a INAGUA la rectoría técnica, la planeación, el control y la coordinación de los organismos operadores municipales.

Los municipios mantienen la responsabilidad directa sobre los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, aunque con capacidades diversas. Esta distribución genera traslapes e inconsistencias en la operación cotidiana, particularmente en medición, vigilancia de descargas, modernización de redes y control volumétrico. La consolidación de un modelo de gestión integrada requiere fortalecer capacidades regulatorias, homologar criterios de operación y establecer mecanismos de coordinación más efectivos y permanentes.



2.14.1 Instituciones y competencias actuales

El sistema institucional hídrico del estado está conformado por entidades con funciones diferenciadas pero interdependientes. CONAGUA regula concesiones, extracción, descargas y cuerpos receptores nacionales. INAGUA funge como autoridad técnica estatal responsable de la planeación, rectoría, supervisión operativa, coordinación con municipios y seguimiento a la política hídrica.

PROESPA y PROFEPA supervisan el cumplimiento ambiental en materia de descargas, impacto ecológico y normativa aplicable. En el ámbito municipal, los organismos operadores y el Modelo Integral de Aguas de Aguascalientes (MIAA) gestionan la operación directa del servicio, la micromedición, la facturación, el mantenimiento de redes y el saneamiento.

A estos actores se suma el componente institucional de cultura del agua, donde INAGUA coordina campañas escolares, formación de promotores, ferias interactivas y eventos conmemorativos, MIAA desarrolla programas de transparencia, visitas guiadas y campañas mediáticas, y CONAGUA proporciona lineamientos técnicos federales. SEMARNAT integra la educación ambiental hídrica como parte de la formación ciudadana y del desarrollo de competencias ecológicas.

A nivel operativo existen 11 organismos operadores con capacidades técnicas y financieras desiguales, lo que resulta en niveles variables de eficiencia física y comercial y en dificultades para mantener infraestructura envejecida o incorporar esquemas de mantenimiento preventivo. La coordinación entre instituciones suele ser reactiva, orientada a contingencias, y no responde aún a una estructura planificada de largo plazo.

La participación de COTAS, Consejos de Cuenca, dependencias ambientales y centros de investigación contribuye, aunque de manera no sistemática, a procesos de evaluación, monitoreo y toma de decisiones.



2.14.2 Políticas y planeación

La planeación hídrica está articulada alrededor de los instrumentos estatales vigentes, entre ellos el Plan de Desarrollo del Estado 2022–2027 y el Plan Hídrico Estatal 2021–2050, que definen objetivos de eficiencia, resiliencia, equidad y sustentabilidad. Ambos documentos se alinean con marcos internacionales como la Agenda 2030 y el ODS 6.

En materia de cultura del agua, estos instrumentos consideran la educación hídrica como eje estratégico complementario, aunque su incorporación no ha sido plenamente estructural. En la práctica, los programas presentan avances en sensibilización, pero con limitaciones en alcance territorial, continuidad y mecanismos de evaluación del cambio de comportamiento, lo que reduce su impacto en la gestión integral del recurso. Se identifica la necesidad de institucionalizar la educación hídrica formal en el sistema educativo estatal y vincularla a metas medibles de ahorro, reúso y percepción social.

La distancia entre planeación y ejecución persiste debido a brechas en capacidades municipales, financiamiento limitado, insuficiente información técnica homologada y una coordinación aún incipiente entre municipios metropolitanos. Las líneas estratégicas de política pública enfrentan obstáculos en temas como mantenimiento de infraestructura, control de descargas, gestión de aguas residuales no domésticas, actualización de padrones de usuarios, medición volumétrica y adopción de enfoques preventivos ante sequías y eventos hidrometeorológicos.

2.14.3 Normativa vigente

La normativa aplicable se compone de leyes federales, estatales y regulaciones técnicas que rigen concesiones, descargas, calidad del agua, operación de los servicios y participación institucional. El artículo 27 constitucional establece que las aguas nacionales son propiedad de la Nación y su aprovechamiento se realiza mediante concesiones.



El artículo 115 asigna a los municipios la responsabilidad del agua potable, alcantarillado, drenaje, tratamiento y disposición de aguas residuales. Las descargas deben cumplir las condiciones particulares impuestas por CONAGUA o los parámetros establecidos por la Ley Federal de Derechos y las normas oficiales aplicables.

En materia de cultura del agua, la normativa federal y estatal proporciona lineamientos para la educación ambiental y la participación social, aunque aún no existe reglamentación específica que institucionalice indicadores, contenidos curriculares o estándares educativos en materia hídrica. Esta ausencia normativa contribuye a la falta de continuidad de los programas y dificulta su medición.

En el ámbito estatal, la Ley de Aguas para el Estado de Aguascalientes y su reglamentación establecen obligaciones a los organismos operadores y a INAGUA como instancia rectora en planeación, control, vigilancia y coordinación. La existencia de instrumentos como el MIAA representa un avance hacia la operación metropolitana, aunque su articulación con los municipios aún requiere fortalecimiento institucional

2.14.3.1. Marco legal estatal y federal

Aunque el marco legal vigente establece principios claros para la gestión del agua, se identifican áreas donde requiere actualización para incorporar nuevas realidades del sector, incluyendo:

- Regulación precisa del reúso de agua tratada.
- Esquemas de monitoreo continuo de descargas industriales.
- Especificaciones técnicas para mantenimiento preventivo e inspección de redes.
- Fortalecimiento de mecanismos de control volumétrico.
- Homologación de criterios entre permisos municipales, estatales y federales.

En materia de cultura del agua, se identifica un vacío regulatorio en la formalización de contenidos de educación hídrica, participación social y mecanismos institucionales para medir percepción, hábitos de consumo y adopción de tecnologías eficientes.



2.14.3.2. Instituciones responsables

Las funciones clave en la implementación del marco normativo corresponden a CONAGUA (concesiones y descargas), INAGUA (rectoría técnica, planeación, control y coordinación), MIAA y organismos operadores (prestación del servicio), así como a las dependencias ambientales PROESPA y PROFEPA en materia de vigilancia. Organismos de apoyo como SEDRAE, COTAS, la academia y organizaciones de usuarios aportan capacidades técnicas, instrumentación y análisis.

En cultura del agua, INAGUA y MIAA son responsables de programas educativos y campañas; CONAGUA fija lineamientos nacionales; SEMARNAT articula educación ambiental; y las instituciones educativas participan en su implementación. Aunque los roles están definidos, no existe un sistema estatal integrado que articule a todos los actores bajo metas comunes, lo que dificulta la evaluación del impacto y la continuidad de acciones.

2.14.3.3. Vacíos normativos detectados

Se identifican vacíos en materia de control volumétrico, regulación del reúso, actualización de parámetros de calidad según uso final, responsabilidades explícitas de monitoreo continuo, regulación del mantenimiento preventivo, criterios unificados para gestión de activos y supervisión técnica de infraestructura crítica.

En cultura del agua, destacan vacíos adicionales:

- Ausencia de lineamientos estatales vinculantes para educación hídrica formal.
- Carencia de metodologías de medición de percepción y hábitos.
- Insuficiente integración del sector productivo en programas de capacitación.
- Falta de continuidad programática y criterios de transversalización en políticas públicas.

Estas carencias reducen la capacidad del estado para vincular educación, eficiencia y corresponsabilidad con objetivos técnicos y de gestión.



2.14.4 Gobernanza participativa

La participación social en la gestión del agua es aún incipiente. Aunque existen mecanismos de consulta pública, comités locales y espacios de diálogo con usuarios, estos no operan de manera sistemática ni como plataformas permanentes de deliberación técnica.

El componente de cultura del agua refuerza la gobernanza participativa mediante campañas escolares, ferias interactivas, promotores comunitarios, talleres, visitas a plantas y actividades públicas. Estas iniciativas constituyen los principales espacios de vinculación entre ciudadanía e instituciones; sin embargo, su impacto se ve limitado por falta de continuidad y evaluación. La cultura hídrica debe consolidarse como un pilar para la corresponsabilidad, el ahorro doméstico, el reúso urbano y la aceptación social de proyectos estratégicos como el reúso potable indirecto o la tecnificación agrícola.

2.14.5 Mecanismos de coordinación, participación y control social

El estado cuenta con instancias de coordinación metropolitana y consejos de usuarios, pero su impacto operativo es limitado debido a falta de formalización, poca disponibilidad de información pública y capacidades técnicas insuficientes. La coordinación entre municipios conurbados es crítica por la interdependencia de sus redes, cuerpos receptores y sistemas de abastecimiento.

Los programas de cultura del agua representan mecanismos complementarios de coordinación social, educativa e institucional, particularmente a través de:

- Promotores ambientales formados por INAGUA.
- Alianzas educativas con escuelas, universidades y empresas.
- Campañas ciudadanas de detección de fugas y uso eficiente.
- Visitas guiadas y ferias del agua.
- Redes de monitoreo ciudadano y participación comunitaria.



No obstante, su institucionalización es incipiente y dependen en gran medida de esfuerzos anuales o coyunturales. Se requiere fortalecerlos mediante indicadores medibles, participación multiactor y continuidad presupuestal.

2.14.6 Propuesta de Consejo Técnico Estatal del Agua

Se propone consolidar un Consejo Técnico Estatal del Agua como órgano consultivo independiente, con representación gubernamental, técnica, académica, agrícola, industrial y social, orientado a la evaluación y seguimiento de políticas hídricas, la revisión de evidencia técnica y la emisión de recomendaciones de largo plazo. Su función sería articular actores, fortalecer la transparencia y dar continuidad a metas estratégicas más allá de los ciclos administrativos.

La dimensión de cultura del agua adquiere un papel central en este esquema, al servir como puente entre instituciones y ciudadanía, y como plataforma para construir aceptación social hacia proyectos estratégicos como reúso avanzado, hidroponía, diseño urbano sensible al agua, monitoreo piezométrico ciudadano y reconversión agrícola. La inclusión formal de un comité especializado en cultura hídrica dentro del Consejo permitiría articular la educación, la innovación y la gobernanza social de manera integral.

2.15 Información, monitoreo y tecnología

La disponibilidad de información confiable, actualizada y técnicamente validada es un componente crítico para la toma de decisiones en la gestión del agua. En Aguascalientes, los sistemas de monitoreo hidrológico, piezométrico y de calidad del agua constituyen una base de datos valiosa, aunque fragmentada, con limitaciones en cobertura territorial, periodicidad de muestreo, interoperabilidad y acceso público.



Esta situación dificulta la planeación preventiva, la evaluación del estado real de los acuíferos, la gestión de riesgos y la formulación de políticas basadas en evidencia. La ausencia de un sistema integrado estatal provoca duplicidad de mediciones, rezagos en la actualización de información y falta de trazabilidad entre las diferentes fuentes. Fortalecer la infraestructura de monitoreo es indispensable para garantizar la seguridad hídrica, mejorar la eficiencia de los servicios y facilitar la transparencia.

2.15.1 Sistemas de monitoreo existentes

El estado cuenta con diversas redes de monitoreo administradas por instituciones federales, estatales y municipales, cada una con alcances particulares. La red piezométrica ofrece información sobre los niveles de los acuíferos, permitiendo evaluar tendencias de abatimiento, zonas críticas y efectos de la extracción intensiva. Sin embargo, la distribución espacial de los puntos de medición es desigual y presenta discontinuidades en áreas periurbanas y agrícolas, lo que limita la precisión en la caracterización.

La red hidrométrica, aunque funcional, no cubre plenamente arroyos y cauces con fluctuaciones estacionales importantes, lo que reduce la capacidad para registrar aportaciones de escorrentía y eventos torrenciales. En materia de calidad del agua, existen campañas de muestreo periódicas, pero su frecuencia es variable y depende de la disponibilidad presupuestal. La ausencia de un calendario sistemático de monitoreo dificulta comparar resultados a lo largo del tiempo.

Estas redes ofrecen datos valiosos, pero operan bajo estándares metodológicos heterogéneos y con distintos sistemas de almacenamiento, lo que limita la capacidad de análisis integral. Aunque existen esfuerzos para modernizar los puntos de monitoreo y adoptar sistemas automatizados, su implementación ha sido desigual. Las zonas con mayor presión hídrica son, paradójicamente, las que presentan mayores rezagos en la densidad de mediciones.



2.15.2 Uso de tecnologías emergentes

La incorporación de tecnologías emergentes representa una oportunidad para mejorar la precisión, eficiencia y transparencia de la gestión hídrica. La telemetría permitiría contar con información en tiempo real sobre niveles de extracción, presión en redes, caudales de conducción, niveles de almacenamiento y comportamiento de variables críticas como la presión en acueductos y tanques.

Los sensores distribuidos en pozos, estaciones de aforo y plantas de tratamiento permitirían monitorear automáticamente parámetros fisicoquímicos, lo que reduciría costos operativos y aumentaría la confiabilidad del sistema.

Las plataformas de datos abiertos, integradas con sistemas de georreferenciación y tableros de seguimiento, pueden facilitar el acceso público a la información y fortalecer procesos de auditoría social. No obstante, la adopción de estas tecnologías enfrenta limitaciones relevantes: falta de recursos para inversión inicial, insuficiente capacitación técnica para operar sistemas avanzados, heterogeneidad en los equipos actuales y ausencia de protocolos unificados para el procesamiento de datos. Asimismo, los organismos operadores presentan capacidades desiguales para incorporar nuevas tecnologías, lo que crea asimetrías en la operación y dificulta la estandarización a nivel estatal.

2.15.3 Investigación y vinculación académica

Aguascalientes cuenta con instituciones académicas y centros de investigación con amplia trayectoria en temas de recursos hídricos, saneamiento, modelación hidrológica, hidrogeología y análisis de políticas públicas. Universidades y centros especializados desarrollan estudios sobre recarga de acuíferos, calidad del agua subterránea, eficiencia de riego, tratamiento y reúso, así como evaluaciones socioeconómicas del sector. La vinculación entre las instituciones académicas y el sector público ha sido relevante, pero aún insuficiente para constituir un sistema permanente de generación y transferencia de conocimiento.



La producción científica en el estado ha contribuido a identificar zonas de riesgo, proponer alternativas de recarga, evaluar tecnologías de tratamiento y analizar escenarios prospectivos de disponibilidad hídrica. Sin embargo, los resultados no siempre son incorporados en la operación cotidiana, debido a la falta de estructuras formales de coordinación, ausencia de programas institucionales de innovación y barreras para financiar proyectos aplicados. Un sistema estatal de investigación hídrica permitiría aprovechar de manera sistemática el conocimiento generado y orientar prioridades de inversión.

2.15.4 Brecha digital en gestión hídrica

La digitalización de la información hídrica y la interoperabilidad entre sistemas es un componente crítico para garantizar eficiencia y transparencia. En Aguascalientes persiste una brecha digital significativa entre municipios, instituciones y organismos operadores. Esta brecha se manifiesta en la ausencia de bases de datos integradas, diferencias en la calidad de los registros administrativos, falta de sistemas de almacenamiento seguros, limitada automatización de procesos y escasa disponibilidad pública de información.

Muchos registros continúan realizándose en formatos no estandarizados o con herramientas que dificultan su análisis posterior. La interoperabilidad entre sistemas federales, estatales y municipales continúa siendo limitada, lo que impide consolidar una visión integral del recurso hídrico.

Sin una plataforma unificada, los datos sobre extracción, calidad del agua, niveles de infraestructura, eficiencia y volúmenes de tratamiento no pueden cruzarse para generar diagnósticos más precisos. La creación de un sistema estatal de información hídrica es una necesidad estructural y un prerrequisito para cumplir con las metas de seguridad hídrica, eficiencia y transparencia.



2.16 Comparativo nacional e internacional

La posición hídrica del estado de Aguascalientes, marcada por un estrés hídrico severo y una alta dependencia de acuíferos sobreexplotados, se comprende con mayor claridad al contrastarla con indicadores nacionales e internacionales.

Este comparativo permite dimensionar el rezago relativo del estado en materia de disponibilidad, eficiencia, tratamiento y reúso; así como identificar modelos exitosos de gestión aplicables en contextos semiáridos. La evidencia confirma que Aguascalientes comparte problemáticas estructurales con regiones áridas altamente urbanizadas, pero también que existen referentes globales que pueden orientar políticas de largo plazo hacia un sistema hídrico más resiliente y eficiente.

2.16.1 Posición de Aguascalientes en el contexto nacional

Aguascalientes se ubica consistentemente entre las entidades con mayor presión sobre sus recursos hídricos. La disponibilidad natural per cápita es una de las más bajas del país, resultado de una recarga limitada y del abatimiento progresivo del acuífero del Valle de Aguascalientes. La extracción supera ampliamente la recarga, configurando un déficit estructural que coloca al estado en condición de estrés hídrico extremo.

Los abatimientos piezométricos superiores a dos metros anuales en zonas del valle representan un deterioro acelerado poco común en otras entidades con fuentes superficiales relevantes. A nivel nacional, la tasa de sobreexplotación del acuífero es comparable únicamente con casos como Baja California, Querétaro y zonas del Bajío con urbanización acelerada.



Los indicadores de eficiencia física y comercial muestran un rezago: las pérdidas en redes superan la media nacional y la recuperación de caudales facturados permanece limitada. En saneamiento, aunque la cobertura estatal está por encima del promedio nacional, el volumen efectivamente reutilizado es aún bajo frente a entidades líderes como Sonora, Sinaloa y Coahuila.

En términos de gobernanza, el estado enfrenta desafíos significativos derivados de la fragmentación operativa entre organismos municipales, la limitada estandarización de procesos y la falta de mecanismos metropolitanos obligatorios de coordinación. Estos contrastes institucionales limitan la adopción de estrategias regionales en zonas de crecimiento urbano-industrial acelerado.

2.16.2 Indicadores de estrés hídrico, eficiencia, cobertura y calidad

Los indicadores comparativos posicionan a Aguascalientes dentro del conjunto de estados con:

- Disponibilidad per cápita <500 m³/hab/año, muy por debajo de la media nacional (~3,600 m³/hab/año).
- Eficiencias físicas inferiores al 55 %, con pérdidas superiores al promedio nacional.
- Reúso todavía limitado, pese a contar con infraestructura de tratamiento amplia.
- Abatimientos piezométricos entre los más altos del país.

Estos elementos integran una caracterización estructural que subraya la urgencia de adoptar modelos avanzados de eficiencia, tratamiento, reúso e institucionalidad reforzada.



2.16.3 Referentes internacionales

La revisión de casos internacionales ofrece ejemplos de gestión hídrica en territorios con condiciones similares o retos comparables. Los referentes seleccionados destacan por su enfoque integral, alta innovación, regulación estricta y participación ciudadana.

2.16.4 Israel: reúso masivo y eficiencia agrícola

Israel es uno de los líderes mundiales en reúso, alcanzando tasas superiores al 85% del volumen tratado. Su modelo combina tecnologías de tratamiento avanzado, tecnificación agrícola, tarificación eficiente y una cultura hídrica consolidada. Este caso demuestra la viabilidad de integrar el reúso como columna vertebral de la disponibilidad hídrica, especialmente en regiones con alta presión sobre acuíferos.

2.16.5 Singapur: NEWater y cierre del ciclo urbano del agua

El modelo NEWater integra captación, tratamiento avanzado, desalinización y una gestión de demanda basada en monitoreo intensivo y participación ciudadana. Su éxito se sustenta en una gobernanza unificada, inversión sostenida en innovación y una estrategia de comunicación que construyó confianza pública en el reúso potable indirecto.

2.16.6 España: recarga artificial y gestión de cuencas

Las cuencas del Segura y del Júcar presentan avances significativos en recarga artificial de acuíferos, renovación de infraestructura y gestión integrada basada en organismos de cuenca con alta capacidad técnica. La experiencia española evidencia que las soluciones basadas en la naturaleza pueden complementar la infraestructura gris en regiones sobreexplotadas.



2.16.7 Chile: institucionalidad, economía del agua y asignación eficiente

Aunque su contexto legal difiere del mexicano, Chile aporta aprendizajes valiosos sobre la asignación eficiente mediante mercados regulados de derechos de agua, así como sobre la necesidad de fortalecer la institucionalidad hídrica. El país ha identificado problemas como la falta de integración de información, duplicidad de funciones y ausencia de una autoridad coordinadora de alto nivel, impulsando reformas para robustecer capacidades técnicas, monitoreo, fiscalización y coordinación interinstitucional.

Las lecciones más claras para Aguascalientes incluyen: consolidar información hídrica en sistemas unificados; reforzar la autoridad estatal del agua; y mejorar la coordinación entre dependencias y usuarios, elementos esenciales para una gestión moderna.

2.16.8 Adaptación y aplicabilidad local

La transferencia de buenas prácticas internacionales exige evaluar su compatibilidad con las condiciones hidrológicas, institucionales y socioeconómicas del estado. Para Aguascalientes, cuya gestión depende casi por completo de un acuífero severamente sobreexplotado, la revisión comparada reafirma que solo un enfoque híbrido permitirá avanzar hacia la sostenibilidad: combinar reúso masivo, recarga gestionada, eficiencia, gobernanza fortalecida e instrumentos económicos orientados al ahorro hídrico.

Los referentes internacionales más exitosos integran tres pilares:

1. Uso intensivo del agua residual tratada.
2. Recarga artificial o gestionada de acuíferos.
3. Instituciones técnicas sólidas con sistemas avanzados de monitoreo y control.

Estos aprendizajes son especialmente relevantes en Aguascalientes, donde el reúso sigue siendo limitado pese a disponer de infraestructura de tratamiento amplia, y donde la extracción subterránea supera de forma sistemática la recarga natural.



Reúso masivo agrícola e industrial

Las experiencias de Israel, Singapur o España muestran que el reúso puede convertirse en un componente estructural del suministro. En contextos áridos, el agua tratada ha permitido asegurar dotaciones industriales y urbanas, tecnificar agricultura y disminuir la presión sobre los acuíferos.

En Aguascalientes, existe potencial para fortalecer circuitos de reúso en parques industriales, sistemas municipales de riego y usos ambientales, siempre que se mejoren los estándares de calidad del tratamiento y se habilite infraestructura diferenciada de distribución. Esta línea de acción ofrece un alto rendimiento costo-eficiencia y es esencial para reducir extracción subterránea.

Recarga artificial estratégica

En regiones con abatimientos severos, la recarga gestionada ha demostrado ser una de las intervenciones más efectivas. Para Aguascalientes, donde se observan abatimientos superiores a 2 m anuales en zonas críticas, la recarga artificial mediante agua tratada o captación pluvial representa una oportunidad de alto impacto.

La geología del valle central ofrece zonas con potencial hidrogeológico favorable en cauces secos y conos aluviales. Sin embargo, se requiere completar estudios actualizados que identifiquen puntos óptimos de infiltración, capacidades de transmisión y riesgos potenciales.

Tecnificación de medición, telemetría y control volumétrico

Modelos exitosos comparten la existencia de sistemas de medición universal, telemetría en tiempo real y plataformas integradas de información. La ausencia de estas herramientas en Aguascalientes limita la trazabilidad del volumen extraído, la gestión de presión en redes y la eficiencia operativa.



La modernización tecnológica, mediante sistemas SCADA, telemetría en pozos y sectorización inteligente, permite que la eficiencia funcione como una fuente de abastecimiento adicional. La reducción de pérdidas físicas y comerciales puede equivaler a incorporar una fuente de suministro nueva.

Tarificación eficiente e instrumentos económicos

Si bien el marco mexicano no permite replicar mercados de derechos como los de Chile, sí es viable adaptar instrumentos económicos para promover el uso eficiente del recurso, como:

- Estructuras tarifarias progresivas con criterios de sostenibilidad.
- Incentivos para la tecnificación agrícola.
- Estímulos para el reúso industrial.
- Reasignación voluntaria de volúmenes dentro del acuífero en escenarios de escasez extrema.

Estas herramientas han probado su eficacia para reducir consumos, promover innovación tecnológica y orientar el uso hacia sectores estratégicos.

Gobernanza integrada

Las experiencias internacionales muestran que la gobernanza determina el éxito del reúso, la recarga y la eficiencia. Instituciones con alto liderazgo técnico, mandatos claros y financiamiento estable son elementos comunes en los modelos que han logrado revertir tendencias de sobreexplotación.

La fragmentación actual entre organismos operadores, municipios y dependencias estatales limita la coordinación y debilita la capacidad de implementación. Un organismo estatal fortalecido, acompañado de un consejo multisectorial con facultades vinculantes, permitiría alinear inversiones, consolidar información y garantizar la ejecución de políticas regionales.



Elementos clave observados en casos de referencia incluyen:

- Sistemas integrados de datos hídricos.
- Fiscalización efectiva.
- Marcos regulatorios coherentes.
- Participación clara de usuarios organizados.
- Trazabilidad y auditorías técnicas periódicas.

Programas de cultura hídrica y corresponsabilidad social

En todos los casos revisados, el cambio institucional y tecnológico se acompaña de campañas sostenidas de cultura hídrica orientadas a modificar hábitos, fortalecer la confianza pública en el reúso y legitimar políticas tarifarias. Para Aguascalientes, la integración de programas de educación, incentivos y corresponsabilidad ciudadana es indispensable para alcanzar una transición sostenible.

Barreras para la adaptación

La experiencia internacional evidencia que la transferencia de buenas prácticas enfrenta barreras estructurales que deben ser atendidas desde la planeación:

- Limitada autonomía financiera de los organismos operadores.
- Fragmentación normativa y operativa.
- Ausencia de una plataforma estatal integrada de información hídrica.
- Brecha tecnológica en telemetría y automatización.
- Falta de datos hidrogeológicos actualizados para recarga.
- Baja aceptación social del reúso potable indirecto.
- Limitada cultura de mantenimiento preventivo.
- Estructuras tarifarias que no reflejan costos reales.



Superar estas barreras exige una estrategia gradual que priorice proyectos con alto impacto y construcción de capacidades institucionales.

Lecciones aplicables para Aguascalientes

La comparación internacional ofrece enseñanzas concretas:

1. La sobreexplotación no se revierte sin reducir extracción y sin habilitar fuentes alternativas como reúso y recarga.
2. La eficiencia equivale a una fuente adicional de agua: sectorización, mantenimiento y telemetría pueden recuperar volúmenes significativos.
3. La gobernanza es condición habilitadora: sin instituciones sólidas no es posible sostener planes de largo plazo.
4. Diversificar fuentes y combinar infraestructura gris con soluciones basadas en la naturaleza incrementa resiliencia.
5. La información y el monitoreo son pilares para una gestión técnica, transparente y verificable.

Perspectiva de implementación

Aún con limitaciones actuales, los referentes internacionales permiten delinear un horizonte viable para el estado: infraestructura modernizada, reúso intensivo, recarga estratégica, fortalecimiento institucional y cultura hídrica robusta. Su implementación gradual puede posicionar a Aguascalientes como un referente nacional en gestión hídrica resiliente al 2050.



3. IDENTIFICACIÓN, SITUACIÓN ACTUAL Y ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS

AGUA 2050





3.1. Problemática General del Recurso Hídrico

El diagnóstico integral del recurso hídrico en el estado de Aguascalientes confirma la presencia de problemáticas estructurales que afectan la disponibilidad, calidad, sostenibilidad y gobernanza del agua. Estas problemáticas derivan de presiones acumuladas por décadas, rezagos en infraestructura y gestión, cambios en los usos del suelo, falta de información hidrológica actualizada y efectos crecientes del cambio climático. La suma de estos factores ha configurado un escenario de estrés hídrico severo, con impactos directos en la seguridad hídrica, la competitividad económica, la salud pública y los ecosistemas.

El análisis se desarrolló bajo el enfoque Presiones–Estado–Impactos–Respuestas (PEIR), utilizado a nivel internacional y aplicado por la autoridad estatal para estructurar y priorizar el diagnóstico. Esta metodología permite identificar las causas inmediatas y estructurales del deterioro hídrico, así como los efectos acumulativos sobre los sectores urbano, agrícola, industrial y ambiental.

En términos generales, las problemáticas identificadas reflejan un patrón persistente de desequilibrio entre la oferta y la demanda, asociado principalmente a la sobreexplotación del acuífero del Valle de Aguascalientes, la baja eficiencia en los sistemas urbanos y agrícolas, el tratamiento insuficiente de aguas residuales, la contaminación de cuerpos superficiales, la fragmentación institucional y una cultura social del agua aún limitada. A ello se suman las condiciones semiáridas del territorio y la variabilidad climática, que incrementan la vulnerabilidad hidrológica.



El estado depende casi por completo del agua subterránea, cuya extracción supera sistemáticamente la recarga natural. En zonas críticas se registran abatimientos piezométricos superiores a 4 m/año, acompañados por subsidencias y fallas geológicas que afectan la infraestructura y la estabilidad del terreno. La información histórica muestra que el déficit estructural del acuífero, estimado en más de 100 hm³/año, se mantiene desde hace varias décadas.

En cuanto a la calidad del agua, los cuerpos superficiales presentan afectaciones derivadas de descargas municipales e industriales, mientras que algunos sectores del acuífero muestran presencia de flúor, arsénico y nitratos. Estas condiciones elevan los costos de potabilización y representan riesgos a la salud. Las plantas de tratamiento existentes operan con eficiencia variable y el volumen efectivamente reutilizado es bajo en comparación con su capacidad potencial.

La infraestructura hidráulica urbana enfrenta un rezago significativo: pérdidas físicas superiores al 35–40%, redes antiguas y falta de mantenimiento preventivo. Esto aumenta la presión sobre el acuífero y compromete la sostenibilidad financiera de los organismos operadores. En zonas de riesgo geológico, las fallas y fracturas se agravan debido al abatimiento, lo que exige inspección constante, regulación estricta de la extracción y medidas de prevención de hundimientos.

En el plano institucional, persiste una gobernanza fragmentada con traslape de competencias, debilidad regulatoria y falta de coordinación entre los niveles de gobierno. La ausencia de mecanismos robustos de fiscalización, la limitada capacidad de control sobre perforaciones y volúmenes extraídos, y la carencia de una plataforma integrada de información hídrica inhiben la gestión integral y la planeación basada en evidencia.

La información técnica también presenta rezagos relevantes. La red piezométrica no cuenta con la cobertura ni la periodicidad necesarias, los registros de extracción son incompletos, y los estudios geohidrológicos requieren actualización. Esta brecha de información limita la capacidad de identificar zonas de recarga, evaluar la evolución del acuífero y diseñar obras de mitigación o recarga artificial.



Finalmente, se observan desigualdades territoriales en el acceso al agua potable y al saneamiento, especialmente en comunidades rurales dispersas. Estas brechas afectan la calidad de vida y comprometen el cumplimiento del derecho humano al agua.

En conjunto, la problemática general del recurso hídrico refleja un desafío multidimensional que demanda intervenciones estructurales, coordinación interinstitucional, fortalecimiento del marco normativo y participación social sostenida.

3.1.1 Árbol causal de la problemática hídrica

La problemática hídrica del estado de Aguascalientes puede explicarse mediante un árbol causal que identifica el problema central, sus causas directas, causas estructurales, así como los efectos y consecuencias finales que afectan la seguridad hídrica, la competitividad económica y los ecosistemas. Este enfoque permite comprender la interacción entre presiones, condiciones del sistema y sus impactos acumulados, ofreciendo una visión integral de los factores que sostienen el deterioro del recurso.

Problema central

Sobreexplotación y deterioro del acuífero del Valle de Aguascalientes, con un déficit estimado de alrededor de 95 hm³ anuales y abatimientos superiores a 4 m/año en zonas críticas, lo que compromete la sostenibilidad del abastecimiento.

Causas directas

El problema central está impulsado por una serie de presiones inmediatas:

1. Extracción intensiva para uso agrícola, que concentra más del 70 % del agua subterránea aprovechada en el estado.
2. Baja eficiencia en los sistemas de riego, predominando métodos por gravedad con pérdidas considerables.



3. Altas pérdidas en redes urbanas, superiores al 35–40 % en algunos municipios, lo que incrementa la demanda de extracción.
4. Control insuficiente de perforaciones, concesiones y volúmenes extraídos, debido a debilidades en la supervisión, medición volumétrica y actualización de registros.

Adicionalmente, el sistema de tratamiento insuficiente y descargas no reguladas contribuyen a la degradación de cuerpos superficiales y a la reducción de la calidad subterránea.

Causas estructurales

A nivel más profundo, el deterioro hídrico responde a factores institucionales, técnicos y culturales:

1. Escasa tecnificación del riego y limitada adopción de prácticas de reúso.
2. Cultura del agua insuficiente y uso poco eficiente en sectores urbano y agrícola.
3. Ausencia de instrumentos económicos sólidos para promover ahorro y eficiencia.
4. Fragmentación institucional y falta de coordinación multinivel.
5. Déficit de información hidrológica, piezométrica y de calidad del agua.
6. Crecimiento urbano no alineado con las zonas de recarga, generando impermeabilización y pérdida de infiltración.

Asimismo, la falta de actualización del inventario de obras hidráulicas y de programas de inspección preventiva reduce la capacidad de mitigación de riesgos.

Efectos directos

Como resultado de las causas anteriores, se observan impactos inmediatos:

1. Incremento de costos energéticos por bombeo desde mayores profundidades.
2. Deterioro de la calidad del agua por contaminantes geogénicos y antrópicos.



3. Conflictos entre usuarios por la asignación del recurso.
4. Aparición y expansión de fallas y subsidencias asociadas al abatimiento.
5. Reducción de caudales en cuerpos superficiales y pérdida de funciones ecológicas.

Estos efectos comprometen la operación diaria de los sistemas de abastecimiento y elevan la vulnerabilidad socioeconómica del estado.

Efectos finales

Las consecuencias últimas del deterioro hídrico trascienden la dimensión operativa y afectan al conjunto del desarrollo estatal:

1. Riesgo creciente para la seguridad hídrica de la población y sectores productivos.
2. Pérdida de competitividad económica y reducción de la inversión potencial.
3. Degradación ambiental, afectación de ecosistemas y reducción de zonas de recarga.
4. Vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos y eventos extremos.

Estos efectos finales configuran un escenario donde la sostenibilidad hídrica del estado está en riesgo, requiriendo acciones estratégicas de gran escala, coordinación interinstitucional y participación social sostenida.

3.1.2 Priorización de problemas

La priorización de las problemáticas identificadas en el diagnóstico se realizó con base en tres criterios: magnitud del impacto, urgencia temporal y capacidad institucional de respuesta. Este análisis permite ubicar cuáles presiones del sistema hídrico representan un riesgo inmediato para la seguridad hídrica y cuáles requieren intervenciones estratégicas de mediano y largo plazo.



El proceso de evaluación parte del reconocimiento de que el estado enfrenta un conjunto de problemáticas interrelacionadas, donde la extracción intensiva, las pérdidas en redes, la contaminación y la fragmentación institucional actúan como factores mutuamente reforzados que profundizan el deterioro del recurso.

Problemas de alta criticidad

- Sobreexplotación de acuíferos.
- Pérdidas en redes urbanas.
- Contaminación por descargas municipales, industriales y agrícolas.
- Fragmentación institucional y debilidad en la gobernanza.
- Insuficiente control de perforaciones y extracción.
- Riesgos geológicos asociados a subsidencias y fallas.

Estas presiones generan impactos inmediatos en el suministro, la calidad del agua y la infraestructura.

Problemas de criticidad media

- Bajo reúso de aguas tratadas.
- Cultura limitada del ahorro y uso eficiente.
- Insuficiente disponibilidad de información técnica.
- Falta de mantenimiento preventivo e inventario actualizado de infraestructura.
- Vulnerabilidad ante sequías y variabilidad climática.

Problemas de criticidad baja

- Desigualdad territorial en acceso al agua.
- Riesgos hidrometeorológicos puntuales (inundaciones, heladas, granizadas).
- Limitada capacidad de mitigación mediante soluciones naturales.



3.1.3 Síntesis de hallazgos y retos estratégicos

El análisis integral permite identificar hallazgos clave:

1. Déficit hídrico estructural superior a 137 hm³/año.
2. Deterioro creciente de la calidad del agua con compuestos como flúor, arsénico y nitratos.
3. Infraestructura urbana envejecida y alta ineficiencia física.
4. Eficiencia comercial limitada y tarifas que no reflejan costos reales.
5. Baja participación social y limitada cultura del agua.
6. Vulnerabilidad ante el cambio climático.
7. Fragmentación institucional y falta de mecanismos de coordinación.
8. Necesidad de fortalecer redes hidrométricas, piezométricas y de calidad del agua.

Retos estratégicos

1. Recuperar el equilibrio hídrico mediante control volumétrico, tecnificación y diversificación de fuentes.
2. Incrementar eficiencia física y comercial en redes urbanas.
3. Fortalecer el tratamiento y reúso del agua.
4. Avanzar hacia tarifas sostenibles y recuperación de costos.
5. Consolidar un modelo de gobernanza hídrica robusto.
6. Incorporar criterios de resiliencia climática.
7. Fortalecer la cultura del agua y corresponsabilidad social.

Estos retos constituyen el puente entre el diagnóstico y la estrategia. Su atención permitirá transitar hacia un modelo que garantice agua de buena calidad, en condiciones de equilibrio, continuidad y suficiencia, alineado con la Visión Aguascalientes 2050.



3.1.4 Impactos sobre la seguridad hídrica, económica y ambiental

Los problemas identificados generan impactos acumulativos:

- Riesgo para la seguridad hídrica y continuidad del suministro.
- Incremento de costos energéticos y presiones financieras para organismos operadores.
- Amenazas a la competitividad industrial y agropecuaria.
- Deterioro de cuerpos superficiales y zonas de recarga.
- Subsistencia, fallas y degradación del suelo.
- Pérdida de biodiversidad y funciones ecosistémicas.

3.1.5 Relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 6)

La problemática hídrica identificada en el estado de Aguascalientes guarda una relación directa y estructural con el cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6: Agua limpia y saneamiento, así como con sus metas específicas. El diagnóstico del recurso hídrico evidencia que el estado enfrenta brechas significativas en disponibilidad, calidad, eficiencia, gobernanza y resiliencia, todas ellas dimensiones centrales del ODS 6. La vinculación entre estas brechas y los compromisos internacionales permite orientar las políticas sectoriales hacia acciones que fortalezcan la sostenibilidad y aseguren una gestión integral del agua.

La meta 6.1, que plantea garantizar el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible, se ve afectada por las diferencias territoriales en cobertura –especialmente entre zonas urbanas y rurales– y por la creciente presión sobre el acuífero del Valle de

Aguascalientes. Estas desigualdades ponen en riesgo la continuidad y calidad del servicio, especialmente en comunidades con infraestructura limitada. En cuanto a la meta 6.2, relacionada con el acceso a saneamiento adecuado y la eliminación de la defecación al aire libre, el diagnóstico muestra deficiencias en colectores y redes de alcantarillado, así como en la eficiencia de las plantas de tratamiento. La limitada capacidad instalada y la operación irregular en varios municipios generan descargas que no cumplen con la normatividad aplicable, afectando cuerpos superficiales y zonas urbanas.



Respecto a la meta 6.3, que promueve mejorar la calidad del agua mediante la reducción de la contaminación, el incremento del tratamiento de aguas residuales y el reúso seguro, el estado enfrenta retos considerables. La presencia de contaminantes como nitratos, flúor y arsénico en fuentes subterráneas, junto con descargas urbanas y agrícolas insuficientemente tratadas, evidencian la necesidad de fortalecer la infraestructura de saneamiento, mejorar la eficiencia operativa de las PTAR y promover esquemas de reúso sistemático en sectores productivos.

La meta 6.4, orientada a aumentar la eficiencia en el uso del agua y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento, es una de las áreas más críticas en el contexto estatal. La sobreexplotación de los acuíferos, las pérdidas físicas en redes urbanas y la baja eficiencia en sistemas de riego representan los principales factores que comprometen la disponibilidad futura del recurso. Incrementar la eficiencia física y comercial, tecnificar el riego e impulsar la recarga artificial son acciones indispensables para avanzar hacia esta meta.

Asimismo, la meta 6.5, que busca implementar la gestión integrada de los recursos hídricos en todos los niveles, encuentra en Aguascalientes un desafío institucional relevante. La coexistencia de múltiples actores con competencias traslapadas, la limitada coordinación intersectorial y la ausencia de mecanismos de seguimiento y evaluación robustos dificultan la adopción plena de un enfoque integral y de cuenca. El fortalecimiento de la gobernanza hídrica y la consolidación de estructuras técnicas como un Consejo Técnico Estatal del Agua resultan esenciales para avanzar hacia este objetivo.

Finalmente, la meta 6.6 sobre la protección y restauración de ecosistemas relacionados con el agua adquiere relevancia en un entorno donde los cauces, zonas de recarga y humedales asociados se encuentran sometidos a presiones por urbanización, contaminación y sobreexplotación. La preservación de estos ecosistemas es clave para la sostenibilidad hídrica a largo plazo, ya que contribuyen a la regulación natural del ciclo hidrológico y al mantenimiento de la biodiversidad.



La articulación entre el diagnóstico del estado y los compromisos del ODS 6 permite reconocer que el cumplimiento de las metas globales requiere intervenciones estructurales, inversiones sostenidas y una gobernanza sólida. Este enfoque constituye la base para el diseño de los objetivos estratégicos del capítulo siguiente, orientados a transformar la gestión hídrica de Aguascalientes hacia un modelo resiliente, eficiente y sustentable.

3.1.6 Adaptación y aplicabilidad local

La transferencia de buenas prácticas internacionales requiere evaluar su pertinencia frente a las condiciones hidrológicas, institucionales y socioeconómicas del estado. En el caso de Aguascalientes, las prácticas con mayor potencial de adaptación incluyen:

- Reúso masivo agrícola e industrial.
- Recarga artificial estratégica en zonas de alto potencial hidrogeológico.
- Tecnificación de medición, telemetría y control volumétrico.
- Tarifación eficiente con criterios de sostenibilidad.
- Gobernanza integrada con mecanismos intermunicipales y metropolitanos.
- Programas de cultura hídrica con incentivos y corresponsabilidad social.

Sin embargo, su adopción enfrenta barreras como la limitada autonomía financiera de los organismos operadores, la fragmentación normativa, la ausencia de un sistema integrado de información hídrica y la baja aceptación social de prácticas como el reúso potable indirecto. Aun así, los referentes analizados delinean un horizonte plausible basado en infraestructura modernizada, diversificación de fuentes, fortalecimiento institucional y una cultura hídrica activa, que permitiría orientar al estado hacia un modelo resiliente hacia 2050.

La evidencia internacional confirma que los avances más significativos provienen de modelos que integran tres pilares: uso intensivo de agua residual tratada, recarga gestionada de acuíferos y gobernanza con alta capacidad técnica. En regiones áridas, el reúso en sectores estratégicos ha permitido disminuir la extracción subterránea y garantizar dotaciones estables para hogares, industria y agricultura tecnificada.



Estos aprendizajes son especialmente relevantes para Aguascalientes, donde el reúso sigue subutilizado a pesar de contar con infraestructura de tratamiento que, con mejoras operativas, podría habilitar una fuente alternativa continua. Las experiencias metropolitanas cercanas con redes diferenciadas para usos industriales, ambientales y riego urbano demuestran su viabilidad siempre que se cumplan estándares de calidad y se consoliden circuitos de distribución específicos.

De forma complementaria, los programas de recarga artificial en zonas áridas muestran cómo es posible recuperar niveles freáticos y almacenar excedentes pluviales o volúmenes depurados durante la temporada húmeda. En Aguascalientes, donde el abatimiento piezométrico supera los dos metros anuales en zonas críticas, la infiltración gestionada constituye una prioridad operativa. El valle central presenta condiciones hidrogeológicas favorables para proyectos de recarga en cauces secos y conos aluviales; sin embargo, se requiere actualizar estudios de caracterización hidrogeológica para definir zonas óptimas y asegurar calidad de volúmenes destinados a infiltración.

El fortalecimiento institucional es otro eje clave. Los modelos de mayor éxito internacional operan con instituciones rectoras robustas, capacidades técnicas consolidadas y mandatos claros sobre regulación, control volumétrico y monitoreo. En Aguascalientes, la fragmentación entre organismos operadores, municipios y dependencias estatales limita la adopción de políticas de largo plazo. Se requiere un organismo estatal con liderazgo técnico y un consejo multisectorial con facultades vinculantes, además de mecanismos de auditoría, trazabilidad, información pública y evaluación continua.

En materia económica y de incentivos, si bien los mercados formales de derechos resultan incompatibles con el marco nacional, sí pueden adaptarse instrumentos que promuevan eficiencia, como incentivos para tecnificación agrícola, ajustes graduales a estructuras tarifarias y apoyos para reúso industrial. La reasignación voluntaria de volúmenes dentro de acuíferos puede ser útil para atender demandas estratégicas en escenarios de escasez, bajo criterios de equidad y conservación.



A estos retos institucionales se suma la degradación ambiental, que perpetúa el déficit hídrico. La infiltración de agroquímicos y residuos industriales, así como descargas insuficientemente tratadas, afecta la calidad de los cuerpos subterráneos y superficiales, reduciendo la disponibilidad efectiva de agua apta para consumo y usos productivos.

En paralelo, la urbanización acelerada impermeabiliza el suelo y limita la recarga natural, mientras que la erosión, la degradación de suelos y la deforestación reducen la capacidad de retención e infiltración en zonas de cuenca. Esto genera un ciclo negativo donde la pérdida de servicios ecosistémicos incrementa la presión sobre el acuífero y profundiza el déficit estructural.

El cambio climático agrava estos efectos. La disminución de la precipitación y el aumento de la evaporación reducen la recarga, mientras las temperaturas más altas elevan la demanda agrícola y urbana, intensificando la presión durante el estiaje. Estos factores, combinados con información hidrológica insuficiente, limitan el diseño de proyectos de recarga, eficiencia y operación hidráulica.

En el plano económico, la escasez durante el estiaje afecta directamente la productividad agrícola y reduce actividades turísticas vinculadas a cuerpos de agua. Además, la insuficiente inversión en infraestructura, junto con un sistema tarifario que no recupera costos reales, genera pérdidas físicas, rezagos de mantenimiento y menor capacidad para modernizar redes o adoptar tecnologías de eficiencia.

Las principales barreras para la transferencia de modelos internacionales incluyen: ausencia de una plataforma interoperable de datos hídricos, limitada coordinación intermunicipal, insuficiencia presupuestaria para proyectos especializados, brecha tecnológica en telemetría y automatización, baja cultura de reúso en sectores productivos y falta de mecanismos regulatorios de supervisión de calidad del agua tratada.

A pesar de estas barreras, una estrategia gradual basada en proyectos de alto impacto, articulación multinivel y fortalecimiento científico-técnico permitiría integrar los elementos más robustos de los modelos internacionales a la realidad de Aguascalientes. Esta ruta constituye un camino viable hacia la sostenibilidad hídrica al horizonte 2050.



3.2 Sobreexplotación el Acuífero del Valle de Aguascalientes

La sobreexplotación del acuífero del Valle de Aguascalientes constituye el problema estructural más crítico del sistema hídrico estatal y el principal factor que compromete la seguridad hídrica presente y futura. Este acuífero abastece a la mayor parte de la población, sostiene las actividades industriales y agrícolas del valle central y actúa como base del desarrollo económico regional. Desde hace más de tres décadas opera en un régimen de extracción superior a su capacidad de recarga, generando un déficit acumulado que ha profundizado efectos ambientales, sociales y financieros.

De acuerdo con información técnica de la Comisión Nacional del Agua (2023), el acuífero presenta una recarga media anual de 290 hm³ y una extracción total de 390.43 hm³, lo que implica una disponibilidad media anual negativa de -100.43 hm³. Este comportamiento no es aislado, pues el Valle de Chicalote y El Llano también presentan disponibilidades negativas de -24.50 y -13.50 hm³ anuales, respectivamente. Considerados en conjunto, los tres acuíferos mantienen un déficit estructural, reflejando un sistema con demanda superior a la capacidad de renovación natural.

El abatimiento del nivel piezométrico constituye la manifestación física más visible de la sobreexplotación. En zonas del corredor urbano-industrial Aguascalientes-Jesús María-San Francisco de los Romo se registran descensos superiores a 2.5 metros por año, con valores puntuales que alcanzan hasta 4 metros anuales. Esta tendencia obliga al desplazamiento progresivo hacia capas más profundas del acuífero, aumenta los costos energéticos del bombeo, reduce la disponibilidad de agua de mejor calidad e incrementa la presencia de elementos geogénicos como arsénico y flúor. En áreas específicas, el agravamiento de este fenómeno induce procesos de subsidencia y fallamiento superficial que comprometen infraestructura urbana y capacidad estructural de edificaciones.



3.2.1 Distribución del uso del agua: estructura, patrones y presiones sectoriales

La sobreexplotación de los acuíferos de Aguascalientes evidencia una marcada concentración sectorial y una asignación histórica basada predominantemente en volumen, más que en criterios de productividad hídrica o valor agregado por unidad de agua. Esta configuración constituye uno de los factores estructurales que explican el déficit anual persistente.

El sector agrícola utiliza aproximadamente el 72.4 % del volumen total extraído, lo que lo posiciona como el principal usuario del recurso subterráneo. Este patrón responde a un modelo productivo consolidado durante décadas, sustentado en métodos tradicionales de riego –principalmente por gravedad– con eficiencias en parcela que, en promedio, se estiman por debajo de estándares óptimos internacionales.

Si bien existen esfuerzos de tecnificación en determinadas zonas, la cobertura es todavía limitada frente al total de superficie irrigada. En este contexto, la competitividad agrícola continúa dependiendo en gran medida de la extracción intensiva de agua, en lugar de una mayor productividad por metro cúbico utilizado.

El uso público urbano concentra aproximadamente el 15.6 % del volumen concesionado. La expansión metropolitana del corredor Aguascalientes–Jesús María–San Francisco de los Romo ha incrementado la demanda doméstica, comercial y de servicios.

No obstante, la eficiencia real del sistema se ve afectada por pérdidas físicas y comerciales que en algunos municipios superan el 40 %, lo que implica que una proporción significativa del volumen extraído no se traduce en consumo efectivo. Esta situación incrementa innecesariamente la presión sobre el acuífero y genera costos financieros adicionales para los organismos operadores.



El sector industrial y pecuario representa alrededor del 12 % del volumen total extraído. Destacan la industria automotriz, la agroindustria y el procesamiento de alimentos, actividades estratégicas para la economía estatal. Aunque algunas empresas han incorporado esquemas de reúso interno, eficiencia en procesos y control de descargas, persiste una dependencia relevante de pozos propios y existe margen de mejora en la trazabilidad volumétrica y en la integración de fuentes alternativas como agua tratada.

En términos económicos, la estructura actual de uso refleja una asignación histórica del recurso que no necesariamente corresponde a la mayor generación de valor por unidad de agua extraída. En un escenario de escasez estructural, resulta indispensable transitar hacia esquemas que promuevan mayor productividad hídrica, eficiencia técnica y diversificación de fuentes, especialmente en los sectores con mayor intensidad de consumo.

En conjunto, la distribución sectorial del agua subterránea evidencia un sistema altamente presionado por la agricultura, afectado por ineficiencias urbanas y crecientemente demandado por sectores productivos estratégicos. Esta combinación explica buena parte del déficit estructural del acuífero y subraya la necesidad de implementar políticas simultáneas de tecnificación agrícola, reducción de pérdidas urbanas, control volumétrico efectivo y ampliación del reúso como fuente complementaria.

3.2.2 Causas de la sobreexplotación: sobreconcesión, extracción agrícola intensiva y falta de recarga

La sobreexplotación de los acuíferos de Aguascalientes responde a un conjunto de factores estructurales interdependientes que, acumulados durante décadas, han configurado un régimen de extracción superior a la capacidad de renovación natural. Estas causas no pueden atribuirse a un solo sector o actor, sino que derivan de decisiones históricas de asignación, dinámicas productivas consolidadas y transformaciones territoriales progresivas.



1. Sobreconcesión histórica y limitaciones en el control volumétrico

El volumen total concesionado en el acuífero fue asignado en un contexto donde las estimaciones de recarga, densidad de pozos y presión demográfica eran sustancialmente distintas a las actuales. Con el paso del tiempo, la acumulación de títulos vigentes generó un volumen autorizado superior a la recarga media anual, configurando un desequilibrio estructural.

Si bien actualmente existen restricciones para nuevas concesiones en acuíferos con disponibilidad negativa, persisten retos en la actualización de títulos, la medición volumétrica universal y la supervisión sistemática de extracciones reales. La cobertura de dispositivos de medición y telemetría no es homogénea, lo que limita la capacidad regulatoria para contrastar volúmenes declarados frente a volúmenes efectivamente extraídos. Esta brecha entre facultad normativa y capacidad operativa reduce la efectividad de las medidas de control y dificulta la implementación de esquemas de ajuste progresivo orientados a recuperar el equilibrio hídrico.

2. Extracción agrícola intensiva y estructura productiva dependiente del bombeo

La agricultura constituye el principal usuario del acuífero y su patrón de extracción influye de manera determinante en la evolución piezométrica. Predominan métodos tradicionales de riego con eficiencias inferiores a las alcanzables mediante sistemas presurizados o de precisión. Aunque existen programas de tecnificación, su cobertura aún es insuficiente frente a la magnitud del consumo total.

Adicionalmente, los esquemas históricos de apoyo energético al bombeo han reducido el costo marginal de extracción, lo que en la práctica ha atenuado señales económicas que incentivarían el ahorro volumétrico. En este contexto, la estructura productiva se ha consolidado sobre una disponibilidad subterránea que hoy resulta insostenible bajo condiciones de déficit permanente. La transición hacia cultivos de mayor demanda hídrica en determinadas zonas también ha incrementado la intensidad de extracción, generando presión adicional sobre sectores ya abatidos de los acuíferos.



3. Disminución progresiva de la recarga natural

La recarga natural del acuífero ha experimentado presiones derivadas de transformaciones territoriales y ambientales. La expansión urbana ha incrementado la impermeabilización del suelo, reduciendo la infiltración directa y aumentando la escorrentía superficial. La pérdida de áreas agrícolas tradicionales con mayor capacidad de infiltración, la compactación de suelos y la degradación de cobertura vegetal en zonas de cuenca han contribuido a disminuir la recarga efectiva respecto a condiciones históricas.

Asimismo, la infraestructura pluvial y de conducción superficial ha sido diseñada prioritariamente para evacuación y control de avenidas, no para maximizar infiltración. Aunque existen zonas con potencial hidrogeológico favorable como, cauces intermitentes, conos aluviales y áreas de transición aluvio-lacustre los proyectos de recarga artificial implementados hasta ahora han sido puntuales y de alcance limitado

3.2.3 Efectos de la sobreexplotación: abatimiento del nivel freático, deterioro de calidad e incremento de costos energéticos

La sobreexplotación sostenida del acuífero del Valle de Aguascalientes ha generado efectos acumulativos de carácter físico, químico, económico y estructural que comprometen la viabilidad del sistema hídrico en el mediano y largo plazo.

1. Abatimiento piezométrico y pérdida de almacenamiento

El efecto más evidente es el descenso continuo del nivel freático. En diversas zonas del valle central se registran abatimientos superiores a 2.5 metros por año, con valores puntuales que alcanzan hasta 4 metros anuales. Este comportamiento implica que el sistema opera bajo un régimen de extracción que supera sistemáticamente su recarga natural.



El abatimiento prolongado no solo reduce la disponibilidad inmediata de agua, sino que también genera pérdida progresiva de almacenamiento efectivo. La extracción desde mayores profundidades induce compactación del medio granular –principalmente en horizontes arcillosos y limosos– lo que puede provocar una reducción irreversible de la porosidad y de la capacidad de almacenamiento del acuífero.

Este proceso, cuando se consolida, limita la posibilidad de recuperación aun si se redujera la extracción futura. Asimismo, el descenso continuo modifica los gradientes hidráulicos internos, alterando flujos naturales entre subunidades hidrogeológicas y aumentando la vulnerabilidad ante migración vertical de contaminantes.

2. Deterioro de la calidad del agua

A medida que la extracción se desplaza hacia estratos más profundos, se incorporan horizontes geológicos con mayores concentraciones de elementos geogénicos como arsénico, flúor y sólidos disueltos totales. Esta transición incrementa la necesidad de mezcla de fuentes o tratamientos adicionales para cumplir con normativas de calidad para consumo humano.

En paralelo, la presencia de nitratos y compuestos asociados a actividades agrícolas en zonas someras evidencia una doble presión: contaminación superficial descendente y mineralización profunda ascendente. La combinación de ambos procesos reduce la proporción de agua de calidad óptima disponible para abastecimiento.

El abandono no controlado de pozos inactivos constituye además un riesgo adicional, ya que puede facilitar la conexión hidráulica entre estratos y permitir la migración de contaminantes hacia capas más profundas.



3. Incremento de costos energéticos y financieros

El abatimiento piezométrico obliga a profundizar perforaciones o sustituir pozos cuya capacidad productiva disminuye. El incremento en la altura dinámica de bombeo eleva el consumo energético por metro cúbico extraído, afectando tanto a organismos operadores como a productores agrícolas e industriales.

Este aumento de costos energéticos se traduce en mayor presión financiera sobre sistemas municipales de agua potable, cuya estructura tarifaria en muchos casos no refleja completamente los costos reales de operación. En el sector agrícola, el mayor requerimiento energético impacta la rentabilidad productiva y condiciona la viabilidad de explotaciones de menor escala.

4. Subsistencia y daños a infraestructura

La compactación diferencial del subsuelo asociada al abatimiento favorece procesos de subsidencia y fallamiento superficial. Estos fenómenos generan daños acumulativos en vialidades, redes de agua potable y alcantarillado, colectores sanitarios, cimentaciones y estructuras urbanas.

Los costos de rehabilitación y mantenimiento derivados de estos procesos representan un pasivo creciente para municipios y estado, además de incrementar riesgos para la seguridad estructural en zonas urbanizadas.

5. Obsolescencia y abandono de infraestructura de captación

La profundización del nivel freático reduce el rendimiento de pozos diseñados para operar a menores profundidades, generando pérdida de capacidad instalada y necesidad de reposición anticipada. El abandono de pozos sin sellado técnico adecuado incrementa el riesgo de contaminación vertical y pérdida de control sobre el sistema.

En conjunto, los efectos de la sobreexplotación trascienden la disminución de disponibilidad volumétrica. El abatimiento sostenido induce procesos físicos potencialmente irreversibles,



deterioro gradual de la calidad, incremento de costos energéticos y financieros, y afectaciones estructurales al territorio.

Estos impactos consolidan un escenario donde la continuidad del modelo actual no solo compromete la seguridad hídrica futura, sino que incrementa el costo social, económico y ambiental de cualquier proceso de recuperación.

3.2.4 Zonas críticas y evolución temporal de la sobreexplotación

La sobreexplotación del acuífero del Valle de Aguascalientes no se manifiesta de manera homogénea en todo el territorio. Su evolución temporal y espacial evidencia concentraciones diferenciadas de abatimiento, asociadas a densidad de pozos, intensidad productiva y expansión urbana. El análisis piezométrico disponible confirma una tendencia descendente sostenida durante al menos las últimas tres décadas, con aceleraciones en zonas de mayor presión extractiva. Para efectos de priorización estratégica, pueden identificarse tres subzonas críticas:

Zona Crítica I: Corredor urbano-industrial Aguascalientes–Jesús María–San Francisco de los Romo

Esta área concentra la mayor densidad poblacional, actividad industrial y número de pozos de uso público urbano e industrial. Se registran abatimientos promedio superiores a 2.5 m/año, con valores puntuales cercanos a 4 m/año en sectores específicos. La presión combinada de extracción urbana e industrial, junto con la impermeabilización progresiva del suelo por expansión metropolitana, ha reducido la recarga local y acelerado el descenso piezométrico. Esta zona presenta además mayor incidencia de subsidencia y fallamiento superficial, con impactos directos en infraestructura vial y redes de conducción.



Zona Crítica II: Norte y nororiente agrícola intensivo del valle

En esta subregión predominan aprovechamientos agrícolas profundos asociados a cultivos de alta demanda hídrica. La disminución del rendimiento de pozos someros ha inducido perforaciones de mayor profundidad, generando migración progresiva hacia horizontes más mineralizados. Los descensos piezométricos están directamente vinculados a la intensidad de extracción en temporada de riego, con recuperación parcial limitada en temporada húmeda. Se observa además mayor vulnerabilidad a lixiviación de nitratos y agroquímicos en zonas con suelos agrícolas intensivos.

Zona Crítica III: Altiplano oriental y áreas de transición hacia los acuíferos Chicalote y El Llano

Esta zona ha experimentado expansión de la frontera agrícola y crecimiento de aprovechamientos dispersos. Aunque los abatimientos pueden ser ligeramente menores que en el corredor central, la tendencia es consistente y sostenida. La conectividad hidrogeológica entre subcuencas y la presión acumulada en acuíferos vecinos con disponibilidad negativa generan un escenario regional de estrés hídrico interrelacionado. La ausencia de una red piezométrica densificada limita la precisión en la delimitación de áreas de recarga y descarga.

Evolución temporal

Los registros históricos muestran que el descenso del nivel freático ha sido persistente desde la década de 1990, con aceleración progresiva conforme aumentaron la demanda agrícola tecnificada, la expansión urbana y la industrialización del valle.

El índice de explotación se ha mantenido por encima de la unidad durante varios ciclos hidrológicos consecutivos, consolidando un déficit acumulativo que reduce progresivamente la resiliencia del sistema. La recuperación natural en años con precipitación superior al promedio no ha sido suficiente para compensar el volumen extraído.



La tendencia temporal indica que, de mantenerse las condiciones actuales de extracción y recarga, el abatimiento continuará desplazando la zona productiva del acuífero hacia mayores profundidades, con implicaciones directas en calidad, costos energéticos y estabilidad geotécnica.

Necesidad de fortalecimiento del monitoreo

Si bien la información piezométrica disponible confirma la tendencia descendente, persisten vacíos en cobertura espacial, periodicidad de medición y sistematización de datos. Se requiere consolidar una red homogénea, interoperable y con monitoreo continuo que permita:

- Identificar con mayor precisión zonas de recarga efectiva.
- Priorizar áreas para proyectos de recarga gestionada.
- Evaluar impactos de políticas de reducción volumétrica.
- Modelar escenarios prospectivos bajo distintos supuestos de extracción y cambio climático.

La delimitación clara de zonas críticas y el análisis de su evolución temporal constituyen un insumo fundamental para la toma de decisiones estratégicas. La priorización territorial permitirá orientar inversiones, fortalecer control volumétrico y diseñar intervenciones diferenciadas según el nivel de presión hidrogeológica.

3.2.5 Actores involucrados y medidas de control existentes

La gestión del acuífero del Valle de Aguascalientes involucra a múltiples actores públicos, privados y sociales cuyas decisiones inciden directamente en los patrones de extracción, uso, conservación y monitoreo del recurso. La interacción entre estos actores determina la capacidad efectiva para revertir la sobreexplotación y avanzar hacia un modelo de equilibrio hídrico.



Si bien existen facultades claramente definidas en el marco jurídico vigente, persiste una brecha entre atribuciones formales y capacidad operativa real, particularmente en materia de control volumétrico, fiscalización, coordinación interinstitucional y monitoreo técnico continuo.

1. Autoridad federal

La autoridad nacional en materia de aguas subterráneas es responsable de la administración del Registro Público de Derechos de Agua, la asignación y transmisión de concesiones, la delimitación de disponibilidad media anual de acuíferos y la supervisión del cumplimiento de títulos. Entre sus funciones se incluyen la regulación de perforación y reposición de pozos, así como la emisión de declaratorias de sobreexplotación que restringen nuevas concesiones.

Medidas existentes:

- Control y actualización de títulos de concesión
- Normatividad para perforación, reposición y transmisión de derechos
- Declaratoria de sobreexplotación que restringe nuevas concesiones
- Supervisión selectiva mediante visitas de inspección

No obstante, la cobertura de inspección resulta limitada frente al número total de aprovechamientos, y la medición volumétrica no está universalizada, lo que dificulta estimar con precisión la extracción real.

2. Gobierno estatal

El gobierno del estado participa en la planeación hídrica de largo plazo, la coordinación intermunicipal, la promoción de infraestructura estratégica y la integración de información técnica especializada. Su rol es fundamental en la articulación de políticas públicas, la gestión de riesgos asociados a subsidencia y la promoción de cultura hídrica. Medidas existentes:



- Programas de seguimiento piezométrico
- Impulso a proyectos de rehabilitación de infraestructura hidráulica
- Promoción de prácticas de eficiencia y reúso en sectores prioritarios
- Desarrollo de estudios técnicos para identificación de zonas de recarga

No obstante, la cobertura de inspección resulta limitada frente al número total de aprovechamientos, y la medición volumétrica no está universalizada, lo que dificulta estimar con precisión la extracción real.

3. Municipios y organismos operadores

Los municipios administran los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, operando pozos de uso público urbano y redes de distribución. Son responsables de la medición doméstica, comercial y de servicios, así como del mantenimiento de infraestructura y operación de plantas de tratamiento. Medidas existentes:

- Instalación de macromedidores en fuentes municipales
- Programas de reducción de fugas y modernización de redes
- Procesos de sectorización hidráulica para control de pérdidas
- Esquemas de tratamiento y reúso local, dependiendo de la capacidad instalada

Las pérdidas físicas y comerciales continúan representando un reto relevante, lo que incrementa la presión sobre el acuífero al requerir mayores volúmenes de extracción para cubrir demanda efectiva

4. Usuarios agrícolas

El sector agrícola constituye el principal extractor del acuífero y su participación es determinante en cualquier estrategia de recuperación del equilibrio hídrico. Las asociaciones y módulos de riego influyen en prácticas de extracción, tecnificación y adopción de esquemas de eficiencia. Medidas existentes:



- Implementación parcial de sistemas presurizados en zonas productivas
- Programas de apoyo para tecnificación y reconversión productiva
- Regulación de perforación agrícola a través de títulos vigentes
- Acciones puntuales de medición volumétrica en pozos representativos

A pesar de estos esfuerzos, la cobertura de tecnificación no alcanza la totalidad de superficie irrigada y persisten incentivos estructurales que favorecen la extracción intensiva

5. Sector industrial

Incluye industrias con pozos propios, usuarios del sistema público y grandes consumidores estratégicos. Algunas empresas han adoptado procesos de eficiencia hídrica y reúso interno, especialmente en sectores exportadores con estándares internacionales. Medidas existentes:

- Automonitoreo de calidad en descargas
- Prácticas de reúso interno en empresas de mediana y gran escala
- Cumplimiento de normativas para tratamiento previo en sectores específicos

6. Usuarios con aprovechamientos menores y pozos privados dispersos

Comprenden pequeñas industrias, comercios, fraccionamientos, pozos para servicios y usos múltiples. La dispersión geográfica y menor volumen individual dificultan el monitoreo sistemático, aunque en conjunto pueden representar una presión acumulativa significativa.

Medidas existentes:

- Registro de concesiones y transmisiones
- Procesos de verificación aleatoria
- Restricciones para perforación en zonas con alta densidad de pozos

Existe margen para ampliar esquemas de reúso externo y redes diferenciadas para usos no potables



7. Sociedad civil y academia

Universidades y centros de investigación generan estudios sobre hidrogeología, subsidencia, calidad del agua y modelación prospectiva, Asimismo, impulsan programas de educación y cultura hídrica.

Medidas existentes:

- Estudios especializados sobre recarga, subsidencia y calidad
- Programas de educación y cultura del agua en escuelas y comunidades
- Monitoreo participativo y proyectos de divulgación científica

Evaluación integral del esquema actual

El conjunto de medidas existentes permite un nivel básico de regulación, pero resulta insuficiente para revertir la tendencia de sobreexplotación. Actualmente:

- No existe un sistema integrado de monitoreo volumétrico en tiempo real.
- La información piezométrica no se encuentra completamente sistematizada en una plataforma interoperable.
- Las competencias están distribuidas entre niveles de gobierno sin un esquema único de gestión integral del acuífero.
- La coordinación intersectorial opera de forma parcial y no vinculante.

En consecuencia, ningún actor cuenta hoy con facultades integrales y operativas para gestionar el acuífero bajo un modelo unificado de control, seguimiento y ajuste adaptativo.



Implicación estratégica

La recuperación del equilibrio hídrico exige fortalecer la medición volumétrica universal, armonizar marcos normativos entre niveles de gobierno, consolidar una plataforma integrada de información hidrogeológica y formalizar esquemas de corresponsabilidad sectorial. La transición hacia una gobernanza integrada del acuífero constituye una condición indispensable para cualquier estrategia de reducción del déficit estructural.

3.3 Ineficiencia y Pérdidas en Redes Urbanas

La ineficiencia en los sistemas de agua constituye una de las presiones más relevantes sobre el acuífero del Valle de Aguascalientes. En un contexto donde la totalidad del abastecimiento urbano proviene de fuentes subterráneas, cada metro cúbico extraído para compensar pérdidas físicas o comerciales representa una extracción adicional que acelera el abatimiento piezométrico.

Los indicadores reportados por los once organismos operadores municipales (CONAGUA, 2018), muestran que el promedio estatal de agua no contabilizada alcanza 48.97 %, mientras la eficiencia física promedio es de apenas 51.03 %. Existen casos extremos, como Cosío con 5.14 % de eficiencia física y San Francisco de los Romo con 97.19 % de agua no contabilizada, lo que evidencia una profunda heterogeneidad en capacidades técnicas, infraestructura y gestión operativa.

Estos niveles de ineficiencia implican que prácticamente la mitad del agua extraída del subsuelo no se traduce en consumo efectivo ni en ingresos financieros para sostener el sistema.



3.3.1 Pérdidas físicas y fugas

Las pérdidas en los sistemas urbanos pueden clasificarse en:

- **Pérdidas físicas** (fugas en conducción y distribución).
- **Pérdidas comerciales** (submedición, tomas clandestinas, errores de facturación).
- **Agua no contabilizada por falta de medición confiable.**

El envejecimiento de la infraestructura, la ausencia de sectorización hidráulica y la limitada cobertura de macro y micromedición dificultan determinar con precisión el volumen producido, distribuido y facturado. En muchos municipios persisten esquemas de cuota fija, lo que reduce incentivos para el uso eficiente y limita la trazabilidad volumétrica.

La falta de macromedidores confiables en fuentes y tanques de almacenamiento impide establecer balances hidráulicos precisos, mientras que la submedición doméstica genera diferencias significativas entre consumo real y facturado.

Adicionalmente, las tomas clandestinas y conexiones irregulares contribuyen a un volumen relevante de agua no contabilizada, particularmente en municipios con menor capacidad de supervisión.

Desde el enfoque PEIR, estas pérdidas constituyen una **presión directa** sobre el recurso, ya que incrementan la extracción sin generar beneficio proporcional para la población ni sostenibilidad financiera.

3.3.2 Infraestructura obsoleta y rezagos de mantenimiento

Una proporción importante de las redes de distribución supera los 30 a 40 años de antigüedad. Los materiales deteriorados, juntas vencidas y tramos colapsados generan fugas recurrentes que no siempre son detectadas oportunamente.



La ausencia de sectorización hidráulica impide aislar zonas con fugas significativas y limita la capacidad de aplicar gestión activa de presiones. En muchos sistemas no existen válvulas reguladoras suficientes ni control dinámico de presiones, lo que provoca sobrepresiones nocturnas que aceleran la fractura de tuberías.

Los equipos de bombeo obsoletos operan con eficiencias energéticas reducidas, incrementando el costo por metro cúbico producido, perpetuando la ineficiencia y limitando la capacidad de modernización. Este escenario genera un ciclo estructural adverso.

1. Altas pérdidas
2. Mayor extracción
3. Mayor costo energético
4. Menor margen financiero
5. Menor inversión en rehabilitación
6. Mayor deterioro físico.

3.3.3 Consecuencias operativas, económicas y ambientales

La baja eficiencia física y comercial tiene efectos directos sobre la sostenibilidad hídrica y económica del estado. Por un lado, obliga a seguir incrementando la extracción desde pozos cada vez más profundos, lo que eleva los costos de bombeo y acelera el abatimiento piezométrico. Por otro lado, genera una pérdida financiera significativa, ya que cerca del 50 % del volumen producido no se convierte en ingresos que permitan financiar mantenimiento, modernización o expansión del sistema.

Esto debilita la capacidad de los organismos operadores para mejorar sus servicios, limita las inversiones en medición, telemetría o sectorización y perpetúa un círculo vicioso de operación deficitaria y deterioro físico. Desde la óptica PEIR, se trata de un impacto sistémico, donde la falta de eficiencia no solo afecta la disponibilidad de agua sino también la capacidad institucional para responder a la crisis hídrica en curso.



Asimismo, la insuficiencia de medición volumétrica genera incertidumbre operativa y dificulta evaluar prioridades de inversión. La ausencia de datos confiables sobre pérdidas y consumos reales impide definir estrategias focalizadas, prolongando las malas prácticas de gestión.

3.3.4 Experiencias previas de modernización y aprendizajes

A lo largo de las últimas dos décadas, algunos municipios han implementado programas de modernización, sustitución de redes, instalación de macro y micromedición y sectorización, pero estos esfuerzos han sido parciales y no siempre sostenidos. Destacan iniciativas de rehabilitación en Aguascalientes capital, Jesús María y Rincón de Romos; sin embargo, los avances no han sido suficientes para revertir los niveles de ineficiencia.

Varios organismos operadores han reportado avances puntuales en modernización, pero enfrentan limitaciones presupuestales, falta de continuidad administrativa y ausencia de un programa estatal de mejora integral de eficiencia. También se identifican diferencias importantes en capacidades técnicas, lo que sugiere la necesidad de un sistema de asistencia y estandarización operativa.

El principal reto consiste en consolidar un modelo integral de eficiencia que combine rehabilitación física, tecnología de monitoreo, esquemas de medición confiable y fortalecimiento financiero. Esto requerirá coordinar inversiones estatales y municipales, así como revisar los modelos tarifarios para garantizar la recuperación de costos sin comprometer la asequibilidad del servicio.



3.4 Contaminación del Río San Pedro y deficiencias de Saneamiento

La contaminación del Río San Pedro y sus afluentes representa uno de los problemas ambientales más críticos del estado y un obstáculo estructural para avanzar hacia la seguridad hídrica. En un contexto de sobreexplotación severa del acuífero, el agua residual tratada debería constituir una fuente estratégica complementaria; sin embargo, las deficiencias en conducción, tratamiento y control de descargas han limitado su aprovechamiento y perpetuado la contaminación del principal cauce superficial del estado.

Aunque Aguascalientes cuenta con una infraestructura de saneamiento considerable, con 135 plantas de tratamiento registradas en operación en 2019, persiste una brecha creciente entre el volumen de aguas residuales generadas, el caudal que ingresa efectivamente a las PTAR y el volumen tratado bajo parámetros normativos. Esta brecha se traduce en descargas deficientes, sobrecarga orgánica en colectores y deterioro sostenido de la calidad del Río San Pedro.

Desde el enfoque PEIR, las presiones provienen de descargas municipales, industriales, agrícolas y de infiltraciones no controladas en sistemas de drenaje; el estado se caracteriza por un deterioro crítico de la calidad del agua en tramos urbanos; los impactos incluyen daños ambientales, riesgos sanitarios y pérdida de oportunidades de reúso; y las respuestas institucionales han sido fragmentadas e insuficientes.



3.4.1 Descargas directas e irregulares

El corredor urbano-industrial del Valle de Aguascalientes concentra la mayor parte de las descargas hacia el Río San Pedro. Las PTAR que descargan en este sistema representan aproximadamente el 68 % del gasto instalado estatal, lo que confirma el carácter estratégico del río en el esquema de saneamiento. Sin embargo, fallas en colectores, conexiones irregulares y deficiencias en supervisión permiten que una proporción del caudal llegue al cauce sin tratamiento adecuado.

Adicionalmente, la mezcla de descargas municipales con efluentes industriales insuficientemente pretratados genera cargas orgánicas y químicas superiores a las previstas en el diseño original de varias PTAR, particularmente aquellas basadas en sistemas extensivos como lagunas de estabilización. Esto reduce la eficiencia de remoción y compromete el cumplimiento de normas de calidad.

3.4.2 Problemas en colectores paralelos y sistemas de drenaje

La infraestructura de drenaje sanitario presenta rezagos estructurales: colapsos parciales, infiltraciones, taponamientos, aportaciones pluviales indebidas, arrastre de sólidos y conexiones irregulares. Estas condiciones generan:

- Disminución del caudal que ingresa a tratamiento
- Infiltración de contaminantes al subsuelo
- Descargas irregulares y puntuales al cauce
- Sobrecarga en PTAR por aportaciones ajenas a su diseño
- Mayores costos de operación asociados al manejo de sólidos y grasas

El colector paralelo del Río San Pedro constituye una infraestructura crítica que requiere rehabilitación integral para garantizar hermeticidad, continuidad hidráulica y capacidad acorde con el crecimiento urbano.



3.4.3 Brecha entre capacidad instalada y volumen tratado

En 2019 se generaron aproximadamente 3,960 L/s de aguas residuales, de las cuales solo 78 % recibió tratamiento. En la zona metropolitana, la capacidad instalada de 3,629 L/s contrasta con un volumen tratado de solo 2,010 L/s en 2020 equivalente a apenas 55.4 % de la capacidad disponible). Este desfase se explica por múltiples factores:

1. Equipos electromecánicos obsoletos o fuera de operación
2. Cuellos de botella hidráulicos y reducciones en la eficiencia de remoción
3. Carga orgánica superior a la prevista para algunas plantas, especialmente en tramos donde se mezclan descargas municipales con residuos industriales no pretratados
4. Predominio de lagunas de estabilización (49 % del total de PTAR), con limitaciones para cumplir normas en zonas urbanas
5. Operación intermitente y mantenimiento insuficiente, que afectan la calidad del efluente

La brecha entre capacidad instalada y caudal operado limita el reúso, incrementa la presión sobre el acuífero y compromete la calidad ecológica del río.

3.4.4 Impactos ambientales y sanitarios

El deterioro del Río San Pedro se manifiesta en altas concentraciones de carga orgánica, sólidos suspendidos y nutrientes. Los impactos principales incluyen:

- Pérdida de biodiversidad y reducción de la capacidad de autodepuración del río
- Riesgo de contaminación del acuífero por infiltraciones desde colectores defectuosos
- Afectaciones sanitarias a comunidades cercanas por malos olores, vectores y exposición a agua contaminada
- Limitaciones al reúso agrícola e industrial debido a incumplimientos en calidad del efluente

El impacto más crítico es la pérdida del agua residual tratada como recurso estratégico para el reúso y para reducir la presión sobre el acuífero del Valle de Aguascalientes.



3.4.5 Estrategias propuestas

El diagnóstico confirma la necesidad de un Macroproyecto Integral del Río San Pedro, con enfoque simultáneo en conducción, tratamiento, control de descargas y reúso.

Las líneas prioritarias incluyen:

- Rehabilitación integral del colector paralelo, asegurando hermeticidad y capacidad hidráulica.
- Modernización escalonada de PTAR estratégicas (>100 L/s).
- Fortalecimiento del pretratamiento industrial y vigilancia de descargas conforme a NOM-002-SEMARNAT-1996.
- Incorporación progresiva de tratamiento terciario para reúso industrial y ambiental.
- Implementación de redes diferenciadas para usos no potables.
- Profesionalización y capacitación técnica continua de operadores.
- Plataforma de monitoreo en tiempo real de calidad del efluente.

La consolidación de estas acciones permitiría:

- Elevar el volumen efectivamente tratado.
- Transformar el agua residual en fuente estratégica.
- Reducir presión sobre el acuífero.
- Recuperar gradualmente la calidad ecológica del Río San Pedro.



3.5 Débil Gobernanza y Fragmentación Institucional

La sostenibilidad hídrica del estado depende de una estructura de gobernanza capaz de coordinar a los distintos niveles de gobierno, organismos operadores, sectores productivos, instituciones académicas y sociedad civil. Sin embargo, el sistema actual presenta fragmentación institucional, disparidad en capacidades técnicas y ausencia de mecanismos efectivos de planificación intergubernamental, lo que limita la eficacia de las políticas públicas y genera respuestas aisladas y reactivas.

Las competencias se encuentran distribuidas entre organismos operadores municipales con capacidades heterogéneas, autoridades estatales con limitaciones presupuestales y sectores agrícola e industrial con esquemas de supervisión incompletos. La falta de medición in situ en el sector agrícola y la mínima interoperabilidad entre bases de datos obstaculizan el monitoreo de extracciones y dificultan la toma de decisiones basadas en información robusta.

La ausencia de un sistema estatal de información hídrica interoperable afecta la planificación, la rendición de cuentas y la capacidad de articular estrategias de largo plazo. En este contexto, la gobernanza hídrica requiere estructuras estables, continuidad administrativa y mecanismos vinculantes que permitan transitar de la gestión reactiva a un modelo anticipatorio.

En el área metropolitana del Valle de Aguascalientes existe una fuerte interdependencia estructural en el abastecimiento subterráneo, las redes de distribución, el drenaje, el saneamiento, la infraestructura de tratamiento, el reúso potencial y la demanda. Por ello la coordinación interinstitucional es indispensable para afrontar los retos de disponibilidad, calidad, eficiencia y financiamiento. La presión sobre los acuíferos compartidos exige reglas claras, armonización normativa y proyectos comunes.



La consolidación de un modelo de gobernanza metropolitana del agua permitiría:

- Alinear decisiones municipales con criterios técnicos comunes
- Evitar duplicidad de inversiones y generar economías de escala
- Fortalecer las capacidades de los organismos operadores mediante estandarización de procesos
- Establecer mecanismos de corresponsabilidad con los sectores agrícola e industrial
- Garantizar continuidad institucional en proyectos estratégicos

Un modelo de gobernanza eficaz requiere articular tres niveles:

- a) Coordinación horizontal entre municipios: operación hidráulica, gestión de fugas, medición, control de descargas y proyectos regionales.
- b) Coordinación vertical con el Estado: armonización normativa, seguimiento de abatimiento de acuíferos, tecnificación de riego y evaluación de desempeño.
- c) Vinculación estratégica con la federación: derechos de agua, infraestructura mayor, monitoreo de acuíferos y financiamiento.

Fortalecer la gobernanza hídrica constituye una condición habilitante para transitar hacia un modelo anticipatorio, basado en datos, corresponsabilidad sectorial y planeación de largo plazo.



3.6 Cambio Climático Estructural como Amplificador Estructural del Riesgo Hídrico

El cambio climático actúa como un multiplicador de riesgos sobre un sistema hídrico que ya presenta estrés estructural. Sus efectos no operan de manera aislada, sino que intensifican las presiones preexistentes como la sobreexplotación del acuífero, la degradación de la calidad del agua, la ineficiencia urbana y la vulnerabilidad territorial.

En un estado con condiciones semiáridas, pequeñas variaciones en precipitación y temperatura pueden generar impactos desproporcionados sobre la disponibilidad efectiva del recurso.

3.6.1 Tendencias climáticas observadas en el Estado

Los registros hidroclimáticos muestran tendencias claras en los últimos 30 años:

- Incremento sostenido de la temperatura media anual
- Incremento en la frecuencia e intensidad de sequías meteorológicas y agrícolas
- Reducción de la precipitación total anual y mayor variabilidad interanual
- Episodios de lluvia más intensos pero concentrados

La combinación de mayor evaporación y menor infiltración efectiva reduce la recarga natural del acuífero. Las lluvias torrenciales, al concentrarse en eventos breves, incrementan escorrentía superficial sin traducirse necesariamente en mayor infiltración. En un acuífero con índice de explotación superior a la unidad, cualquier reducción adicional de recarga amplifica el déficit estructural.



3.6.2 Incremento de demanda hídrica

El aumento de las temperaturas incrementa la presión sobre el sistema hídrico y genera los siguientes efectos:

- Mayor dependencia del agua subterránea ante la disminución de escurrimientos superficiales
- Incremento en los costos energéticos derivados del bombeo a mayores profundidades
- Aumento en la demanda agrícola asociada a mayor evapotranspiración

En escenarios de sequía prolongada, estos efectos se intensifican y profundizan el déficit estructural del sistema hídrico.

3.6.3 Impactos sobre infraestructura y servicios urbanos

El cambio climático afecta directamente la operación de los sistemas de abastecimiento y saneamiento:

- Deterioro acelerado de redes por variaciones térmicas
- Fallas frecuentes en drenaje pluvial ante lluvias extraordinarias
- Sobrecarga o subutilización estacional de las PTAR
- Interrupciones del servicio por fallas eléctricas asociadas a calor extremo

Estos impactos reducen la continuidad del servicio, elevan los costos operativos y aumentan la vulnerabilidad de las zonas urbanas densamente pobladas.

3.6.4 Vulnerabilidad sectorial diferenciada

El cambio climático afecta de manera distinta a cada sector:

- Agrícola: mayor demanda de riego y degradación de suelos
- Urbano: estrés en fuentes de abastecimiento y fallas en pozos
- Industrial: incertidumbre sobre disponibilidad futura de volúmenes concesionados
- Ambiental: pérdida de zonas de recarga y reducción del caudal base.

3.6.5 Necesidad de una respuesta integral de adaptación

Dada su naturaleza amplificadora, el cambio climático requiere respuestas coordinadas, entre ellas:

- Planeación hídrica basada en escenarios y análisis de riesgo
- Gestión adaptativa del agua subterránea
- Infraestructura verde para control de avenidas e infiltración
- Rehabilitación de redes con criterios de resiliencia climática
- Diversificación de fuentes: captación pluvial, reúso seguro y recarga gestionada
- Monitoreo hidroclimático de alta resolución.



3.7 Brechas en información, monitoreo y datos técnicos

La insuficiente disponibilidad, actualización e interoperabilidad de la información hídrica constituye una de las debilidades estructurales más relevantes del sistema estatal. La falta de datos consolidados sobre extracción real, niveles piezométricos, calidad del agua, infraestructura y tratamiento limita la capacidad de anticipar riesgos, diseñar políticas basadas en evidencia y evaluar resultados.

En un contexto de sobreexplotación y cambio climático, la ausencia de información robusta no solo representa una carencia técnica, sino un riesgo estratégico que debilita la gobernanza y la rendición de cuentas.

3.7.1 Red piezométrica insuficiente

El monitoreo piezométrico presenta limitaciones relevantes:

- Número reducido de pozos de monitoreo activos en zonas críticas
- Distribución espacial irregular en el Valle de Aguascalientes, El Llano y Chicalote
- Series históricas con lagunas temporales significativas
- Escasa integración entre monitoreo federal, estatal y municipal



Estas deficiencias dificultan:

- Detectar oportunamente abatimientos acelerados.
- Identificar zonas de recarga efectiva.
- Evaluar impactos de sequías prolongadas.
- Modelar escenarios prospectivos confiables.

Sin una red homogénea, automatizada y georreferenciada, la planeación hidrogeológica se realiza con incertidumbre elevada.

3.7.2 Escasa actualización de estudios geohidrológicos

Los estudios existentes no reflejan cambios recientes en extracción, uso de suelo y clima:

- Cambios recientes en extracción.
- Modificaciones en uso de suelo.
- Variaciones climáticas acumuladas.
- Migración hacia horizontes más profundos

Esto genera:

- Incertidumbre sobre la recarga real.
- Delimitación imprecisa de zonas de recarga y descarga.
- Parámetros hidrogeológicos desactualizados (transmisividad, coeficiente de almacenamiento).
- Limitaciones para estimar volúmenes sustentables de extracción.

La ausencia de modelos numéricos actualizados compromete la planeación de largo plazo y dificulta establecer metas realistas de recuperación del equilibrio hídrico.



3.7.3 Limitada transparencia en datos de extracción y calidad del agua

La medición volumétrica y la calidad del reporte institucional continúan siendo insuficientes:

- Bajo nivel de medición en pozos agrícolas
- Cobertura parcial de medición en pozos industriales
- Información dispersa entre dependencias con criterios heterogéneos
- Información pública limitada sobre arsénico, fluoruro y contaminantes emergentes
- Escasa trazabilidad del cumplimiento normativo en descargas

La ausencia de plataformas integradas y robustas afecta tanto la evaluación social del riesgo como la eficacia regulatoria.

3.7.4 Necesidad de una plataforma integrada estatal de información hídrica

La implementación de una plataforma interoperable estatal permitiría:

- Centralizar datos piezométricos, de extracción, calidad e infraestructura
- Integrar información de organismos operadores, unidades de riego e industria
- Automatizar la validación y conciliación de volúmenes
- Generar indicadores estratégicos en tiempo real
- Fortalecer la planeación, la transparencia y la rendición de cuentas

Su implementación constituye un requisito transversal para fortalecer la gobernanza, mejorar la planeación y reducir la incertidumbre técnica.



3.8 Vulnerabilidad ante riesgos hídricos

El estado enfrenta una vulnerabilidad creciente frente a riesgos hidrometeorológicos, amplificados por la sobreexplotación del acuífero, la expansión urbana y variabilidad climática. La combinación de sequías prolongadas, lluvias intensas y limitaciones de infraestructura incrementa la exposición del territorio a daños humanos, económicos y ambientales.

3.8.1 Inundaciones urbanas por deficiencias en drenaje pluvial

En la Zona Metropolitana de Aguascalientes se identifican como principales causas:

- Capacidad insuficiente de la infraestructura pluvial
- Expansión de superficies impermeables sin soluciones de retención
- Obstrucción de colectores y bocas de tormenta por falta de mantenimiento
- Ausencia de obras de regulación como vasos de detención

Estos factores generan anegamientos frecuentes que afectan vialidades, viviendas e infraestructura crítica.



3.8.2 Sequías prolongadas

La sequía constituye el riesgo hídrico de mayor impacto para el estado, debido a su dependencia casi total del recurso subterráneo. Los principales elementos que agravan esta condición son:

- Recarga insuficiente frente a extracción intensiva
- Dependencia estructural del agua subterránea
- Incremento continuo de la demanda urbana, agrícola e industrial
- Escenarios climáticos que pronostican sequías severas

Las sequías prolongadas aceleran el abatimiento piezométrico, incrementan el costo energético del bombeo y elevan el riesgo de fallas en el suministro urbano.

3.8.3 Falta de infraestructura de mitigación y planes de contingencia

El estado presenta un conjunto de debilidades estructurales que limitan la capacidad preventiva y de respuesta ante eventos extremos. Estas limitaciones elevan la exposición de comunidades, ecosistemas y actividades productivas, y reducen la resiliencia del estado frente a los riesgos hidrometeorológicos.

- Ausencia de un sistema estatal integral de riesgo hídrico, que incluya mapas actualizados de zonas inundables, corredores de escurrimiento y áreas críticas por sequía
- Insuficiencia de infraestructura de mitigación, como bordos de contención, represas de regulación pluvial, zonas de infiltración artificial y obras de retención urbana
- Limitada coordinación interinstitucional, lo que dificulta la activación de protocolos de emergencia entre dependencias estatales, municipales y federales
- Planes de contingencia desactualizados o no operativos, especialmente para zonas rurales y periurbanas
- Débil cultura de prevención, con una población que carece de información suficiente sobre medidas de autoprotección



3.9 Barreras financieras y tarifarias

El modelo financiero actual limita la capacidad del sistema hídrico para operar, mantener, modernizar y expandir infraestructura esencial. La falta de recuperación plena de costos y los bajos niveles de eficiencia física y comercial generan un déficit estructural. Sin un modelo tarifario sostenible, acompañado de esquemas de protección a usuarios vulnerables, el sistema continuará operando con márgenes insuficientes para enfrentar los retos estructurales identificados.

3.9.1 Tarifas no reflejan el costo real del servicio

El modelo tarifario vigente presenta desequilibrios estructurales que limitan la sostenibilidad financiera del sistema hídrico estatal. En diversos municipios, las tarifas de agua potable y saneamiento se mantienen por debajo de los costos reales de producción, extracción, conducción, tratamiento y distribución, particularmente en localidades con menor escala operativa.

Se identifican los siguientes factores críticos:

- Las tarifas de agua potable y saneamiento son inferiores a los costos de producción y operación, especialmente en los municipios con menores escalas de servicio
- Subsidios generalizados que no están focalizados y que reducen los incentivos para el ahorro, la eficiencia o la incorporación de tecnologías de medición
- Rezago tarifario que ha generado desfases frente a la inflación, el aumento de costos energéticos y el deterioro de infraestructura
- Estructuras heterogéneas entre municipios, sin criterios unificados que consideren costos reales, nivel de servicio o calidad del agua



Esta configuración limita la capacidad de los organismos operadores para financiar mantenimiento preventivo, rehabilitación de redes, modernización tecnológica y expansión de infraestructura crítica.

3.9.2 Escaso margen financiero para inversión en infraestructura

Los organismos operadores presentan márgenes financieros restringidos por:

- Alta proporción de ingresos destinados a gasto corriente, especialmente energía eléctrica para bombeo y operación de plantas
- Endeudamiento o pasivos acumulados, que reducen la posibilidad de destinar recursos a inversión
- Ingresos limitados por baja eficiencia física (menos del 60 % en varios municipios) y la baja eficiencia comercial, lo que amplifica la brecha entre agua producida, distribuida y facturada
- Falta de mecanismos de financiamiento de largo plazo, que permitan el acceso a obras estratégicas como reemplazo de redes, la rehabilitación de pozos, la telemetría o las plantas de tratamiento

Las restricciones presupuestales dificultan la transición hacia sistemas más eficientes, la reducción de pérdidas y la incorporación de tecnologías modernas de gestión hídrica.

3.9.3 Desincentivo a la eficiencia hídrica

El marco financiero actual desalienta el uso eficiente del agua por varias razones:

- Tarifas planas o por cuota fija, que no reflejan el volumen consumido y no incentivan un consumo responsable
- Ausencia de esquemas de medición volumétrica generalizada, especialmente en usuarios domésticos, agrícolas y de servicios

- Baja recuperación de costos, que limita la capacidad de los organismos operadores para recompensar buenas prácticas o generar tarifas diferenciadas por eficiencia
- Escaso reúso de agua tratada, derivado de costos operativos elevados, falta de infraestructura y ausencia de tarifas competitivas para su aprovechamiento industrial o agrícola

Estas condiciones profundizan la presión sobre el acuífero y reducen la sustentabilidad financiera del sistema.

3.9.4 Oportunidad: análisis tarifario integral quinquenal

Para consolidar la sostenibilidad financiera del sistema hídrico estatal y mejorar el desempeño, se identifica como una oportunidad estratégica:

- Implementar un análisis tarifario integral cada cinco años, que considere:
 - Costos reales de producción, conducción, potabilización, distribución y saneamiento
 - Proyecciones de demanda y disponibilidad hídrica
 - Esquemas de medición progresiva
 - Tarifas escalonadas por volumen y por tipo de usuario
 - Integración de incentivos a la eficiencia física y comercial
 - La creación de fondos específicos destinados a la inversión en infraestructura crítica
- Armonizar criterios tarifarios en toda la entidad, estableciendo mecanismos de transición gradual que protejan a los hogares vulnerables
- Vincular el análisis tarifario con indicadores de desempeño, de manera que los ajustes se asocien a mejoras verificables en continuidad del servicio, calidad del agua y eficiencia operativa.



Un proceso sistemático de revisión quinquenal permitiría construir un modelo tarifario más transparente, eficiente y financieramente sostenible, fortaleciendo la gobernanza del agua en el estado

3.10 Síntesis causal y priorización de problemas

La complejidad de la problemática hídrica en el Estado de Aguascalientes se manifiesta en un entramado de causas directas, estructurales e institucionales que interactúan de manera sistémica, reforzando dinámicas de sobreexplotación de los acuíferos, deterioro de la calidad del agua, ineficiencia operativa e inequidad en el acceso al recurso. El análisis integral desarrollado en este capítulo permite identificar las relaciones causales críticas entre dichos factores, así como establecer una priorización objetiva de los problemas, considerando su magnitud, urgencia temporal y la capacidad real de respuesta institucional.

3.10.1 Diagrama de causas y efectos

El problema central: se define como la sobreexplotación y el deterioro progresivo de los acuíferos, fenómeno que constituye el eje estructurante de la crisis hídrica estatal.

Este problema es alimentado por los siguientes factores causales

1. Ineficiencia en los sectores urbano y agrícola, reflejada en pérdidas físicas significativas, baja eficiencia de riego y limitada tecnificación
2. Alta dependencia del agua subterránea, con escasa diversificación de fuentes de abastecimiento.
3. Limitadas alternativas de suministro, tanto en reutilización de aguas tratadas como en captación pluvial o fuentes superficiales complementarias.



4. Fragmentación institucional y débil coordinación intersectorial, que dificulta la planeación integral y la toma de decisiones basada en evidencia.
5. Insuficiente cultura hídrica y baja adopción tecnológica, que restringen la eficiencia en el uso y gestión del recurso.

Estos factores generan efectos directos en disponibilidad, calidad, costos operativos y conflictos socioambientales.

3.10.2 Clasificación por criticidad (alta, media, baja)

La clasificación de problemas considera su relevancia sistémica, el riesgo temporal y la gobernabilidad institucional. La priorización obtenida es la siguiente:

Criticidad alta:

- Sobreexplotación de acuíferos subterráneos
- Ineficiencia en redes urbanas (pérdidas físicas y comerciales)
- Contaminación del Río San Pedro y descargas urbanas/agrícolas
- Gobernanza fragmentada y ausencia de coordinación efectiva
- Vulnerabilidad climática (sequías recurrentes)

Criticidad media:

- Escaso reúso de aguas tratadas
- Limitada información hidrométrica y piezométrica
- Insuficiente cultura de ahorro y control en el consumo



Criticidad baja o localizada:

- Inequidades territoriales específicas en zonas rurales
- Falta de infraestructura auxiliar en drenaje pluvial en áreas puntuales

La criticidad alta se asocia con problemas que implican riesgos inmediatos para la seguridad hídrica estatal y requieren intervenciones de corto plazo mediante acciones contundentes de regulación, inversión y coordinación institucional

3.10.3 Interdependencias entre problemas

Los problemas identificados no actúan de forma aislada; constituyen un sistema interdependiente que intensifica sus efectos:

- Ineficiencia urbana y agrícola incrementan sobreexplotación
- Fragmentación institucional dificulta regulación y control
- Falta de información genera inacción
- Tarifas rezagadas perpetúan deterioro de infraestructura
- Sequías intensifican extracción y deterioro de calidad

Estas interdependencias evidencian que las soluciones aisladas o sectoriales resultan insuficientes para revertir la tendencia actual. Se requiere una estrategia integral y de largo plazo que articule mejoras en eficiencia operativa, fortalecimiento de la gobernanza hídrica, diversificación de fuentes de abastecimiento, ampliación del tratamiento y reúso, así como la incorporación de instrumentos financieros y tecnológicos que garanticen viabilidad y sostenibilidad



4. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DE LARGO PLAZO

AGUA 2050





La definición de objetivos estratégicos constituye el puente entre el diagnóstico integral del sistema hídrico y el diseño de políticas públicas orientadas a su transformación estructural. Estos objetivos derivan de los problemas priorizados en el análisis causal y responden a la necesidad de asegurar la sostenibilidad, la seguridad hídrica y la resiliencia climática del estado de Aguascalientes en el horizonte 2025–2050.

El enfoque adoptado integra la oferta, la demanda, la infraestructura, la calidad del agua y la gobernanza como componentes de un sistema único e interdependiente, caracterizado por sujeto a presiones crecientes debido a la sobreexplotación del acuífero, la degradación ambiental, la expansión urbana y la vulnerabilidad ante sequías e inundaciones.

Los objetivos se construyen bajo criterios de suficiencia técnica, viabilidad institucional y coherencia con marcos nacionales e internacionales de política hídrica, incluido el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6. Su diseño privilegia resultados medibles, escalabilidad territorial y mecanismos de articulación interinstitucional, partiendo del principio de que la gestión del agua debe transitar de un enfoque predominantemente correctivo hacia uno preventivo y anticipatorio



3.2. Principios Rectores y Alineación con la Visión Aguascalientes 2050

Los objetivos estratégicos de largo plazo del sector hídrico derivan directamente del diagnóstico integrado del Capítulo 2 y se alinean con los principios planteados en la visión del sector. La orientación estratégica se fundamenta en seis ejes rectores:

1. Sustentabilidad del recurso hídrico mediante la recuperación del equilibrio entre recarga y extracción.
2. Eficiencia hídrica multisectorial en los sectores agrícola, urbano e industrial.
3. Reducción de brechas territoriales y acceso equitativo al agua potable y saneamiento.
4. Gestión integral del riesgo asociado a sequías, inundaciones y degradación de infraestructura.
5. Fortalecimiento institucional y de gobernanza, con énfasis en coordinación intergubernamental, participación social y transparencia.
6. Innovación, monitoreo y sistemas de información robustos para una gestión basada en evidencia.

Los objetivos se proyectan con horizontes de 10, 20 y 30 años, con hitos intermedios que facilitan el seguimiento y permiten ajustar la estrategia según la evolución del acuífero, la demanda y las condiciones climáticas.



Objetivo Estratégico 1: Recuperar el equilibrio hídrico y fortalecer la gestión sustentable del agua subterránea

Problema al que responde: Sobreexplotación estructural de los acuíferos (déficit de $-134.26 \text{ hm}^3/\text{año}$), abatimiento piezométrico continuo, extracción creciente y presión concentrada en el Valle de Aguascalientes.

Horizonte: 2025–2050.

Descripción: Implementar un modelo integral del agua subterránea que permita reducir gradualmente la extracción total, incrementar la recarga natural y artificial, y fortalecer el control de concesiones y perforaciones. La meta es revertir la tendencia de abatimiento piezométrico y avanzar hacia un balance sustentable.

Resultados esperados:

- Reducción progresiva del déficit de extracción
- Control efectivo de nuevas perforaciones y regularización de pozos
- Incremento de recarga artificial y aprovechamiento de escurrimientos
- Estabilización y eventual recuperación de niveles piezométricos

Indicadores clave:

- Déficit anual extracción–recarga
- Nivel piezométrico promedio por zona del acuífero



Objetivo Estratégico 2: Incrementar la eficiencia en el uso agrícola y promover una reconversión productiva sustentable

Problema al que responde: El uso agrícola concentra aproximadamente 72.4 % de la extracción en el Valle de Aguascalientes, con bajos niveles de eficiencia en conducción y aplicación, limitada de tecnificación del riego, predominio de cultivos forrajeros de alta demanda hídrica; pérdidas significativas en infraestructura parcelaria y de distribución.

Horizonte: 2025–2050.

Descripción: Impulsar la tecnificación del riego, mejorar la eficiencia en conducción y parcela, reducir pérdidas, y orientar la producción hacia cultivos de menor demanda hídrica o mayor valor económico por volumen de agua. Este objetivo se vincula directamente con la disminución de la extracción total del acuífero y la reducción de presiones sobre zonas críticas.

Resultados esperados:

- Reducción progresiva del volumen extraído para uso agrícola
- Incremento sostenido de la superficie bajo riego tecnificado
- Disminución de la brecha entre volúmenes concesionados y volúmenes efectivamente extraídos
- Diversificación de cultivos y reducción de la proporción de superficie dedicada a forrajes

Indicadores clave:

- Eficiencia global de riego (%)
- Volumen anual extraído para uso agrícola (hm³/año)
- Superficie tecnificada total (ha)



Objetivo Estratégico 3: Mejorar la eficiencia urbana, fortalecer el saneamiento y expandir el reúso de aguas tratadas

Problema al que responde Elevados niveles de pérdidas físicas y comerciales (superiores al 40 %), infraestructura hidráulica obsoleta, brechas entre la capacidad instalada y el caudal efectivamente tratado en plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), y un bajo nivel de reúso planificado y seguro.

Descripción Consolidar un modelo de gestión urbana orientado a reducir el agua no contabilizada, modernizar redes de distribución y sistemas de medición, optimizar la operación de las PTAR y ampliar progresivamente el reúso seguro del efluente tratado en sectores industriales, agrícolas complementarios y áreas verdes urbanas.

Este objetivo busca cerrar el ciclo urbano del agua, disminuir la presión sobre el acuífero y mejorar la sostenibilidad financiera de los organismos operadores mediante una mayor eficiencia operativa y recuperación de costos.

Resultados esperados:

- Reducción sostenida del agua no contabilizada (perdidas físicas y comerciales)
- Incremento del caudal tratado respecto a la capacidad instalada
- Expansión gradual del reúso seguro en usos no potables
- Disminución de descargas no tratadas y mejora en la calidad de cuerpos receptores.

Indicadores clave:

- Eficiencia física (%)
- Eficiencia comercial (%)
- Porcentaje del efluente tratado que se reutiliza.



Objetivo Estratégico 4: Fortalecer la gobernanza, la coordinación institucional y la información para la toma de decisiones

Problema al que responde: Fragmentación institucional, duplicidad de funciones, limitada coordinación intersectorial, información piezométrica e hidrométrica insuficiente o dispersa, y estudios geohidrológicos desactualizados que dificultan la planeación basada en evidencia.

Descripción: Consolidar un modelo de gobernanza hídrica integral que articule a los tres órdenes de gobierno, organismos operadores, usuarios agrícolas, sector privado y academia, mediante mecanismos formales de coordinación, reglas claras de competencia institucional, esquemas de transparencia y el desarrollo de plataformas modernas de información y monitoreo.

Este objetivo busca garantizar que la toma de decisiones se base en datos actualizados, comparables y accesibles, fortaleciendo la rendición de cuentas y la capacidad de respuesta ante escenarios de riesgo hídrico y climático.

Resultados esperados:

- Consejo Estatal del Agua operando como órgano técnico colegiado con funciones definidas y sesiones periódicas
- Plataforma estatal integrada de información hídrica, interoperable e interoperativa entre dependencias
- Actualización periódica de estudios geohidrológicos y ampliación de la red de monitoreo piezométrico

Indicadores clave:

- Número de estudios actualizados y publicados
- Operatividad de la plataforma estatal (sí/no)



Objetivo Estratégico 5: Reducir brechas territoriales y garantizar el acceso equitativo y seguro al agua potable y saneamiento

Problema al que responde: Coberturas urbanas cercanas a 98 %, pero rurales alrededor de 65.9 %, con rezagos significativos en comunidades dispersas y periurbanas.

Descripción: Ampliar la infraestructura de abastecimiento y saneamiento rural, ajustar esquemas tarifarios para asegurar sostenibilidad, y consolidar modelos de servicio diferenciados para localidades con baja densidad.

- Incremento de la cobertura en zonas rurales y periurbanas
- Reducción de brechas urbano–rural
- Mejora en la continuidad y calidad del servicio

Indicadores clave:

- Cobertura rural de agua potable y saneamiento (%)
- Número de localidades atendidas con modelos diferenciados



Objetivo Estratégico 6: Incrementar la resiliencia ante sequías, inundaciones y riesgos derivados del cambio climático

Problema al que responde: Mayor frecuencia e intensidad de sequías severas; deficiencias estructurales en el drenaje pluvial, infraestructura insuficiente de mitigación hidráulica y creciente vulnerabilidad territorial asociada a la expansión urbana acelerada y a la ocupación de zonas de riesgo.

Descripción: Fortalecer la gestión del riesgo hídrico mediante la combinación de infraestructura gris y verde, el desarrollo de sistemas de monitoreo y alerta temprana, programas de mantenimiento preventivo y la implementación de estrategias de adaptación climática basadas en soluciones naturales.

El objetivo es reducir la exposición y vulnerabilidad de la población y de los sectores productivos ante eventos hidrometeorológicos extremos, incorporando criterios de resiliencia en la planeación urbana, territorial e hidráulica.

Resultados esperados:

- Sistemas integrados de gestión de sequía e inundaciones operando en la entidad
- Reducción de daños en zonas urbanas y rurales por eventos extremos
- Incorporación de infraestructura verde como parte de la adaptación urbana

Indicadores clave:

- Número de municipios con planes de sequía vigentes
- Índice estatal de vulnerabilidad hídrica



5. ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN A LARGO PLAZO

AGUA 2050





El cumplimiento de los objetivos estratégicos definidos para el sector hídrico requiere la formulación de estrategias integrales y líneas de acción específicas que permitan abordar las problemáticas priorizadas en el diagnóstico situacional.

Estas estrategias deben caracterizarse por su viabilidad técnica, consistencia financiera y factibilidad institucional, así como por su orientación a resultados medibles. Su diseño se vincula con la Visión Aguascalientes 2050, y con los principios de sostenibilidad, innovación, equidad territorial y gobernanza efectiva.

Las estrategias se organizan según cada uno de los objetivos estratégicos planteados en el Capítulo 4 y se estructuran como rutas claras de intervención, con acciones que puedan ser ejecutadas de forma progresiva a corto, mediano y largo plazo. Asimismo, se incorpora un enfoque transversal que considera la participación social, la protección ambiental, la resiliencia climática y la mejora continua de la gestión pública.

4.1 Estrategia y Líneas de Acción por Objetivo Estratégico

OBJETIVO ESTRATÉGICO	ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN RESUMIDA	LÍNEAS DE ACCIÓN (ACCIONES CONCRETAS)	HORIZONTE
1. Recuperar el equilibrio hídrico y fortalecer la gestión sustentable del agua subterránea	1.1 Gestión integral de acuíferos	Manejo coordinado de extracción, recarga y control de presiones	• Establecer metas anuales de reducción de extracción por acuífero • Regularizar y homologar el padrón de pozos agrícolas, públicos urbanos e industriales • Implementar medición volumétrica universal en pozos municipales, industriales y unidades de riego • Cierre o reasignación gradual de concesiones inactivas o subutilizadas, conforme a disponibilidad hídrica • Desarrollar un Programa Estatal de Recarga Artificial con priorización de zonas de alta vulnerabilidad piezométrica	2025–2050



OBJETIVO ESTRATÉGICO	ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN RESUMIDA	LÍNEAS DE ACCIÓN (ACCIONES CONCRETAS)	HORIZONTE
2. Incrementar la eficiencia agrícola y promover una reconversión productiva sustentable	1.2 Aprovechamiento estratégico de aguas superficiales	Reducir de forma complementaria la presión sobre los acuíferos mediante la captación y uso regulado de aguas superficiales y escurrimientos locales, sin generar expectativas de sustitución significativa del suministro subterráneo	• Mejorar infraestructura de presas pequeñas y bordos existentes • Captación de escurrimientos en subcuencas prioritarias • Integración de aguas superficiales en sistemas de riego presurizado donde sea técnica y económicamente viable	2025–2040
	2.1 Tecnificación del riego	Reducir pérdidas y consumo agrícola	• Expansión de riego presurizado con prioridad en distritos y unidades de riego de mayor extracción • Sustitución progresiva de canales abiertos por conducciones cerradas y geomembranas • Implementación de sistemas de medición en la entrega a parcela • Capacitación técnica en manejo del riego a la demanda y evaluación de lámina útil	2025–2035
	2.2 Reconversión productiva	Orientar cultivos hacia mayor productividad por m ²	• Programas de transición gradual de forrajes a cultivos de menor demanda hídrica o mayor productividad por m² • Incentivos económicos condicionados a reducción demostrada de lámina de riego • Aseguramiento agrícola climáticamente inteligente para reducir riesgo financiero durante la transición	2025–2045
	3.1 Modernización de redes urbanas	Reducir pérdidas físicas y comerciales	• Macro y micro medición universal en zonas urbanas • Sustitución de tuberías obsoletas priorizando sectores con pérdidas superiores a 35 % • Programas de detección de fugas y sectorización hidráulica con monitoreo continuo	2025–2040
3. Mejorar eficiencia urbana, saneamiento y reúso				



OBJETIVO ESTRATÉGICO	ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN RESUMIDA	LÍNEAS DE ACCIÓN (ACCIONES CONCRETAS)	HORIZONTE
4. Fortalecer gobernanza, coordinación e información	3.2 Fortalecimiento del saneamiento	Aumentar caudal tratado y calidad	- Rehabilitación y optimización de PTAR con baja eficiencia hidráulica u orgánica - Corrección de colectores y rehabilitación de drenaje para reducir infiltraciones y cargas hidráulicas - Protocolos para disminuir cargas orgánicas e industriales en las entradas a planta, con supervisión sistemática - Incorporación de mejoras energéticas y automatización conforme a disponibilidad presupuestal	2025–2035
	3.3 Reúso estratégico	Impulsar reúso urbano, industrial y agrícola	- Desarrollo de líneas moradas y redes secundarias para reúso en parques, industrias y riego urbano - Definición de estándares de calidad específicos por tipo de reúso - Convenios con industria para sustituir agua potable por efluentes estabilizados - Mecanismos tarifarios que hagan competitivo el reúso frente al costo del agua potable	2025–2050
	4.1 Modelo integral de gobernanza	Mecanismos formales de coordinación	- Instalación del Consejo Estatal del Agua como órgano técnico colegiado con representación multisectorial - Mesas técnicas permanentes con usuarios agrícolas, industriales y organismos operadores - Protocolos de coordinación municipal-estatal para información, emergencias y regulación de pozos	2025–2030
	4.2 Sistema estatal de información hídrica	Datos confiables y accesibles	- Integración de una red estatal interoperable de piezometría, hidrometría, calidad del agua y meteorología - Actualización de estudios geohidrológicos cada 5 años, incorporando modelación numérica de acuíferos - Plataforma digital pública con datos abiertos, con metadatos y trazabilidad - Vinculación permanente con universidades y centros de investigación para validación técnica	2025–2035



OBJETIVO ESTRATÉGICO	ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN RESUMIDA	LÍNEAS DE ACCIÓN (ACCIONES CONCRETAS)	HORIZONTE
5. Reducir brechas territoriales en acceso al agua y saneamiento	5.1 Infraestructura prioritaria	Atender rezagos en comunidades rurales y periurbanas	- Nuevos sistemas de agua potable rurales con criterios de sostenibilidad financiera y técnica - Modelos adaptados para localidades dispersas (sistemas multicomunitarios, cloración in situ, captación pluvial) - Diagnósticos municipales de vulnerabilidad para priorizar inversiones	2025–2040
	5.2 Equidad tarifaria	Acceso justo y sostenible	- Tarifas diferenciadas por nivel socioeconómico y tipo de usuario - Subsidios focalizados a hogares vulnerables, no generalizados - Programas de apoyo para conexión domiciliar y regularización de tomas	2026–2035
6. Incrementar resiliencia ante riesgos climáticos	6.1 Gestión de sequías	Reducir impactos derivados de sequías prolongadas	- Declaratoria temprana de sequía con criterios técnicos estandarizados - Plan estatal de sequías por cuenca hidrográfica - Protocolos agrícolas ante déficit hídrico y restricciones escalonadas de extracción	2025–2035
	6.2 Gestión de inundaciones	Reducir vulnerabilidad urbana	- Infraestructura pluvial prioritaria en zonas de mayor riesgo y en áreas urbanizadas sin drenaje adecuado - Limpieza y mantenimiento de cauces, colectores y bocas de tormenta - Sistemas de alerta temprana integrados al monitoreo meteorológico estatal	2025–2040
	6.3 Soluciones basadas en la naturaleza	Integrar infraestructura verde	- Corredores verdes de infiltración en zonas urbanas impermeabilizadas - Parques inundables y zonas de retención temporal de escurrimientos - Reforestación estratégica en zonas de recarga y laderas con erosión activa	2026–2050



6. INDICADORES DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO

AGUA 2050



Los indicadores constituyen el instrumento central para evaluar el avance en el cumplimiento de los objetivos estratégicos definidos en el Capítulo 6, así como para dar seguimiento a los componentes críticos identificados en el diagnóstico: sobreexplotación de acuíferos, eficiencia física y comercial, saneamiento, cobertura rural, tecnificación agrícola, vulnerabilidad climática y disponibilidad de información confiable.

El sistema de indicadores se estructura bajo criterios de relevancia estratégica, consistencia metodológica, disponibilidad de datos y comparabilidad temporal, con el propósito de garantizar una evaluación objetiva y transparente del desempeño sectorial.

La organización de los indicadores se articula en torno a seis ejes de gestión:

1. Equilibrio hídrico, orientado a medir la relación extracción–recarga y la evolución de los niveles piezométricos.
2. Eficiencia en los usos, que integra indicadores agrícolas y urbanos vinculados a productividad y reducción de pérdidas.
3. Cobertura y calidad del servicio, enfocado en acceso, continuidad, tratamiento y reúso.
4. Gobernanza e información, que evalúa la coordinación institucional y la disponibilidad de datos actualizados.
5. Equidad territorial, que mide la reducción de brechas urbano–rurales y el acceso diferenciado.
6. Resiliencia climática, que monitorea la vulnerabilidad ante sequías, inundaciones y eventos extremos.

El sistema contempla mediciones periódicas con líneas base definidas, metas intermedias (2030 y 2040) y metas finales al horizonte 2050, incorporando mecanismos de revisión quinquenal que permitan ajustes adaptativos conforme evolucione el contexto hidrológico y climático.

5.1 Estructura general de indicadores

INDICADOR	UNIDAD	LÍNEA BASE	META 2030	META 2050	TENDENCIA ESPERADA	FUENTE	FRECUENCIA	MÉTODO DE CÁLCULO	DESAGREGACIÓN
1. Déficit hídrico anual (extracción – recarga)	hm³/año	–134.26 (2024)	–60	Equilibrio	Descendente	CONAGUA / INAGUA	Anual	Sumatoria de extracción total registrada por usuario – recarga natural estimada por acuífero	Acuífero
2. Nivel piezométrico promedio	m	–2.0 m/año	Estabilización	Recuperación	Estabilización a mediano plazo, recuperación gradual posterior	Monitoreo piezométrico	Semestral	Promedio ponderado por volumen extraído o pozos representativos con series >10 años	Zona piezométrica
3. Eficiencia física urbana	%	51.03 % (2018)	68–70 %	80 %	Ascendente	OOAPAS municipales	Anual	(Volumen facturado/Volumen producido)*100	Municipal
4. Agua residual tratada	%	78 % (2019)	90 %	≥95 %	Ascendente	PTAR / INAGUA	Anual	Volumen tratado / volumen generado	Municipal
5. Reúso de agua tratada	%	<10 %	20–30 %	50–60 %	Ascendente	PTAR / Industria	Anual	Volumen efectivamente distribuido para reúso	Sectorial
6. Superficie agrícola con riego tecnificado	ha	4,116 ha (DROO1)	10,000	20,000	Ascendente	SADER / DR	Anual	Has. con riego presurizado	Municipal

INDICADOR	UNIDAD	LÍNEA BASE	META 2030	META 2050	TENDENCIA ESPERADA	FUENTE	FRECUENCIA	MÉTODO DE CÁLCULO	DESAGREGACIÓN
7. Cobertura de agua potable rural	%	65.9 % (2018)	80 %	95 %	Ascendente	CONAGUA / INEGI	Anual	Población con servicio formal y continuidad ≥12 h/día / población rural	Municipal, rural
8. Cobertura de saneamiento rural	%	2,108 viviendas rurales sin cobertura	75 %	90 %	Ascendente	INEGI / Municipios	Anual	Población con servicio formal y continuidad ≥12 h/día / población total	Municipal
9. Índice de vulnerabilidad hídrica	Índice	90%	Reducir 20 %	Reducir 40 %	Descendente	INAGUA / Protección Civil	Anual / Bienal	Índice multivariable (extracción/recarga, sequía, infraestructura, cobertura, calidad)	Regional
10. Cumplimiento en medición volumétrica agrícola	% de pozos con medición	<10 % (estimado)	40 %	80 %	Ascendente	CONAGUA + padrones de unidades de riego + sensores/telemetría	Anual	Pozos con medición / pozos agrícolas	Acuífero
11. Eficiencia comercial urbana	%	77.1 % (2018)	85 %	95 %	Ascendente	OOAPAS	Anual	Ingresos facturados / ingresos producidos	Municipal
12. Actualización de estudios geohidrológicos	Sí/No	No	Actualizados	3 ciclos completados (Ciclo = actualización quinquenal + integración a plataforma estatal)	N/A	INAGUA	Cada 5 años	Revisión documental	Estatat

INDICADOR	UNIDAD	LÍNEA BASE	META 2030	META 2050	TENDENCIA ESPERADA	FUENTE	FRECUENCIA	MÉTODO DE CÁLCULO	DESAGREGACIÓN
13. Pérdidas agrícolas por conducción	%	>30%	20 %	10 %	Descendente	CONAGUA / Distritos de Riego (DROO1)	Anual	Volumen derramado o evaporado / volumen suministrado a parcela	Distrito / módulo
14. Extracción eléctrica por m³ bombeado	kWh/m³	0.93 kWh/m³	10 % de reducción	25 % de reducción	Descendente	CFE / Organismos operadores / usuarios agrícolas	Semestral	Consumo eléctrico total (kWh) / volumen extraído (m³)	Uso: urbano, agrícola, industrial
15. Calidad de agua subterránea (arsénico/fluoruros)	mg/L	Arsénico: 4/12 pozos analizados superan 0.025mg/l Fluoruros: 3/12 pozos superan 1.5 mg/l	Cumplimiento NOM-127- SSA1-2021 en ≥ 80 % de pozos	Cumplimiento NOM-127- SSA1-2021 en ≥ 95 % de pozos	Descendente (contaminantes)	INAGUA / CONAGUA / Organismos operadores	Bianual	Promedio de concentración medida por pozo	Acuífero / municipio



7. PROYECCIONES A LARGO PLAZO Y ESCENARIOS

AGUA 2050





El desarrollo hídrico del Estado de Aguascalientes exige incorporar herramientas prospectivas que permitan anticipar riesgos, evaluar la resiliencia de las políticas públicas y definir estrategias adaptativas en horizontes de largo plazo. La gestión del agua no puede depender únicamente de la inercia de decisiones tácticas; requiere modelar futuros posibles y establecer márgenes de acción para condiciones variables de clima, crecimiento poblacional, uso económico y funcionamiento institucional.

Desde la perspectiva del ciclo de políticas públicas, la construcción de escenarios se ubica en la fase de diseño estratégico posterior al diagnóstico y a la definición de objetivos. El propósito no es "predecir" el futuro, sino explorar trayectorias plausibles que orienten decisiones en torno a la demanda hídrica, capacidad de infraestructura, renovación tecnológica, patrones de consumo y gobernanza.

En el contexto de Aguascalientes, donde el sistema descansa de manera crítica sobre el acuífero del Valle de Aguascalientes y enfrenta déficits estructurales, la prospectiva se convierte en un instrumento técnico indispensable. El modelaje de escenarios parte del hecho de que más de 75 % de la demanda estatal se cubre con agua subterránea y que el acuífero del Valle de Aguascalientes concentra el mayor abatimiento registrado y la mayor proporción de concesiones productivas.

Los escenarios se construyen tomando como marco de referencia tres ejes que condicionan la seguridad hídrica:

- 1) condiciones climáticas y disponibilidad física del recurso,
- 2) estructura de la demanda sectorial y eficiencia, y
- 3) gobernanza, tecnología y capacidad institucional.

Cada uno de ellos incide de manera directa en la sostenibilidad del modelo territorial-productivo estatal. El horizonte de análisis se establece a 2050, en concordancia con la visión de largo plazo del sector.



7.1 Enfoque metodológico para la construcción de escenarios

El enfoque adoptado se basa en una combinación de proyección tendencial y análisis de incertidumbre. La primera permite estimar trayectorias futuras a partir de tendencias históricas verificables: abatimiento de los acuíferos, volúmenes concesionados, dotaciones urbanas, eficiencia física y comportamiento productivo agrícola. La segunda evalúa shocks externos y cambios estructurales que pueden modificar de forma relevante el comportamiento del sistema: sequías prolongadas, disrupciones tecnológicas, reconfiguración económica o reformas institucionales.

Los escenarios se desarrollan bajo el principio de plausibilidad, lo cual implica que cada uno debe estar sustentado en condiciones físicamente alcanzables y compatibles con la evidencia disponible. Se evita el planteamiento voluntarista o especulativo. Adicionalmente, el diseño incorpora variables controlables por política pública y variables no controlables. Entre las primeras se encuentran la tecnificación del riego, la modernización urbana de redes, los incentivos tarifarios o la instalación de plantas de tratamiento y líneas moradas. Entre las segundas destacan la variabilidad climática, los precios internacionales de insumos agrícolas o la evolución macroeconómica. Las trayectorias de cada escenario utilizan como variables operativas los indicadores definidos en el capítulo anterior: déficit hídrico, eficiencia física, nivel piezométrico, cobertura rural y porcentaje de reúso.

La ruta de implementación de los escenarios se concibe en fases correlacionadas con el desempeño institucional: respuesta inmediata (2025–2030), consolidación (2030–2040) y maduración (2040–2050). La evaluación intermedia (cada 5 años) debe revisar desempeños reales frente a proyecciones.



7.1.1 Factores críticos que condicionan el futuro hídrico del estado

El futuro hídrico del estado está condicionado por una serie de factores críticos cuya evolución puede alterar significativamente la disponibilidad, calidad y gestión del recurso hacia las próximas décadas. Estos elementos operan como drivers de incertidumbre en los distintos escenarios prospectivos y se agrupan en cinco dimensiones principales:

a) Medio ambiente y clima

- Mayor variabilidad climática, con sequías prolongadas e irregularidad creciente en la precipitación
- Reducciones potenciales en la recarga natural de los acuíferos y aumento de la evapotranspiración asociado al incremento de temperaturas
- Vulnerabilidad de zonas agrícolas altamente dependientes del agua subterránea
- Condicionantes de calidad del agua subterránea: presencia de arsénico y fluoruro, variabilidad espacial y costos crecientes de remoción

b) Tendencias demográficas y urbanas

- Incremento sostenido de la demanda urbana y periurbana
- Expansión de la mancha urbana que presiona infraestructura hidráulica y servicios municipales
- Aumento diferenciado en el consumo entre municipios, profundizando brechas territoriales

c) Dinámica económica y estructura productiva

- Persistencia de cultivos de alta demanda hídrica
- Dependencia de la industria del agua subterránea como insumo productivo
- Elevación de costos energéticos por mayor profundidad de bombeo, derivada del abatimiento piezométrico



d) Factores institucionales y gobernanza

- Capacidad limitada de medición de extracciones, especialmente en agricultura
 - Necesidad de articulación intergubernamental y políticas coherentes en el ámbito operativo
 - Brechas de información que dificultan decisiones estratégicas oportunas
 - Riesgos derivados de rotación administrativa, fragmentación competencial y falta de continuidad en políticas públicas
 - Capacidad efectiva de saneamiento y desempeño real de PTAR como límite funcional al reúso

e) Innovación tecnológica y financiamiento

- Ritmo incierto de adopción de tecnologías de reúso, medición y automatización
- Variabilidad presupuestal para ampliar infraestructura de saneamiento, drenaje, redes y sistemas de monitoreo
- Potencial incorporación de telemetría, sensores y plataformas de datos abiertos como habilitadores de eficiencia

Estos factores son los que, en conjunto, explican las diferencias entre escenarios: desde uno transformador basado en innovación y gobernanza sólida, hasta un escenario pesimista marcado por crisis estructural. Su evolución determinará el margen de maniobra de las políticas sectoriales y la capacidad del estado para anticipar o mitigar riesgos.



7.2 Construcción de escenarios

7.2.1 Escenario conservador (tendencial): “Gestión incremental y presión sostenida”

Este escenario asume la continuidad de las condiciones actuales con mejoras incrementales pero no transformadoras. Se mantiene el patrón dominante de uso agrícola de agua subterránea, la modernización avanza a ritmos moderados y la estructura tarifaria permanece desalineada respecto al costo real del servicio.

En términos de disponibilidad, el déficit del sistema subterráneo continúa reduciéndose a ritmos marginales, condicionado por intervenciones aisladas de recarga artificial y captación pluvial sin escala suficiente. La evolución piezométrica se estabiliza parcialmente en zonas intervenidas (p. ej. distritos tecnificados), pero persisten abatimientos en la periferia del valle central y áreas agrícolas con bombeo intensivo. El equilibrio hídrico no se alcanza antes de 2050, aunque la tasa de deterioro se desacelera con respecto a la década 2010–2020.

En el sistema urbano, la mejora de eficiencias físicas se deberá a sustitución de infraestructura crítica y ampliación de esquemas sectorizados. La cobertura de saneamiento urbano aumenta, pero los rezagos rurales persisten, principalmente en comunidades dispersas. El reúso de agua tratada avanza en corredores industriales y ciertos polígonos urbanos, aunque sin convertirse en fuente dominante.



Características generales

- Avances parciales en tecnificación agrícola, pero persistencia de cultivos de alta demanda
- La eficiencia física urbana alcanza un máximo del 60–62 %, insuficiente para abatir pérdidas
- Reúso limitado a zonas específicas, sin escalar a nivel estatal
- Progresos en monitoreo piezométrico sin cobertura total
- Financiamiento insuficiente para cerrar brechas críticas

Implicaciones

- El abatimiento promedio se mantiene entre –1.5 y –2.5 m/año en zonas críticas
- Mayor competencia por el recurso entre usos agrícolas y urbanos
- Desigualdades persistentes entre zonas rurales y urbanas
- Mayor exposición ante años de sequía severa, sin llegar a colapso del sistema
- Riesgo creciente de restricciones al crecimiento industrial en sectores intensivos en agua

El mayor riesgo de este escenario radica en su fragilidad frente a eventos climáticos extremos. Sequías prolongadas, incluso con retorno decenal, provocarían tensiones significativas en la provisión urbana y el sector agropecuario, requiriendo medidas de emergencia como restricciones temporales de riego, redistribución de volúmenes entre usuarios y uso intensivo de agua tratada para mitigar impactos.

La ventaja principal del escenario conservador es su gobernabilidad política: las transformaciones son graduales y menos disruptivas. Sin embargo, el costo de oportunidad es elevado: la estructura productiva permanece altamente dependiente de recursos que seguirán disminuyendo.



7.2.2 Escenario optimista (transformador): “Aguascalientes resiliente y circular”

Este escenario representa una trayectoria intermedia entre la inercia tendencial y la transformación plena, en la que la adopción firme de instrumentos de política pública y la coordinación de actores permiten reconfigurar de manera progresiva la matriz hídrica y productiva del estado. La política de agua deja de ser reactiva ante problemáticas coyunturales y se convierte en el eje central de planificación territorial, económica y ambiental. Las decisiones estratégicas priorizan la transición hacia un uso hídrico congruente con la aptitud ecológica del territorio.

En el ámbito agrícola, los cultivos de alta demanda hídrica se reducen de forma estructural y se integran modelos de producción intensiva basados en aprovechamiento de agua tratada y sistemas cerrados. La tecnificación se convierte en estándar: sólo se autoriza riego si se cumple con eficiencia mínima predefinida y medición volumétrica completa. La industria adopta modelos de economía circular hídrica, convirtiendo el reúso en insumo dominante y disminuyendo la extracción directa del acuífero.

En términos territoriales, el desarrollo urbano se ajusta a criterios de captación e infiltración, tanto mediante pavimentos permeables como infraestructura verde de escala metropolitana. Los sistemas de saneamiento se operan como plantas de producción de agua regenerada, con trazabilidad en calidad y destino. Bajo este escenario, la recuperación sería viable únicamente si la reducción estructural de demanda y la ampliación del reúso superan 50 % de sustitución efectiva con respecto a extracciones actuales.

Características generales

- Implementación efectiva de la tecnificación agrícola y reconversión productiva
- Reducción sostenida de la extracción subterránea y recuperación gradual de niveles piezométricos
- Ampliación del reúso de aguas residuales tratadas en agricultura e industria
- Adopción de tecnologías de medición inteligente en todos los organismos operadores
- Inversiones multianuales que fortalecen la infraestructura y el saneamiento
- Coordinación institucional estable y con gobernanza participativa



Implicaciones

- Mejora de la seguridad hídrica
- Incremento en la confiabilidad del servicio urbano
- Reducción del riesgo de sequías extremas y menor vulnerabilidad ante variabilidad climática
- Atracción de industrias con alta eficiencia hídrica y tecnológica
- Estabilidad tarifaria con mejoras en eficiencia física y comercial

La principal barrera del escenario transformador es política y social. Implica cambios disruptivos en modelos productivos y esquemas tarifarios, así como la sustitución gradual de grandes superficies agrícolas de alto consumo hídrico. Requiere acuerdos intersectoriales y mecanismos compensatorios que protejan a productores y comunidades durante la transición.

7.2.3 Escenario de transición acelerada

Este escenario es una etapa intermedia entre el escenario optimista y el escenario tendencial que asume la adopción firme de instrumentos de política pública y una coordinación de actores que permita transformar la matriz hídrica. Los estímulos a la tecnificación agrícola se orientan a la reducción de láminas de riego y a la reconversión productiva gradual, especialmente en áreas forrajeras.

La modernización de redes urbanas se articula con sistemas de medición universales, lo que reduce pérdidas físicas y comerciales. Paralelamente, se amplía el uso de aguas residuales tratadas mediante líneas moradas y esquemas industriales de sustitución progresiva.

En materia institucional, la consolidación de un consejo técnico estatal con facultades de recomendación vinculante y supervisión operativa, no regulatoria (Consejo Técnico Estatal del Agua) crea condiciones para coordinar políticas intermunicipales e intersectoriales. Esta gobernanza reduce flujos discrecionales, estandariza criterios de monitoreo y fortalece la consciencia social del costo real del recurso.



Para 2040, el escenario prevé estabilización del déficit, con reducción significativa de las extracciones en acuíferos y adopción de agua superficial o tratada como sustituto operativo en el sector industrial y parte del sector municipal. En materia climática, el sistema se vuelve más resiliente: las sequías generan impactos mitigables gracias a infraestructura de retención, recarga inducida y reservas estratégicas en presas o polígonos de infiltración.

La principal tensión del escenario de transición es financiera. Requiere inversiones significativas en infraestructura hidráulica, saneamiento avanzado y tecnología de monitoreo. Para asegurar la sostenibilidad económica, deben reformarse tarifas y esquemas de subsidio, acompañados de mecanismos de protección a grupos vulnerables.

Características centrales

- Implementación más rápida y coordinada de políticas de eficiencia hídrica, tecnificación y gestión integral del recurso
- Avances significativos en modernización de infraestructura, reducción de pérdidas y ampliación del tratamiento y reúso
- Mejoras en gobernanza, transparencia y monitoreo, con integración de plataformas de información en tiempo casi real
- Participación activa de sectores productivos y gobiernos municipales en acciones preventivas y correctivas
- Mayor adopción de tecnologías para consumo eficiente, reúso urbano–industrial y recarga gestionada

Implicaciones

- Reducción progresiva del déficit hídrico y contención del abatimiento del acuífero
- Mayor seguridad hídrica para la industria y el sector agrícola, facilitando estabilidad económica y atracción de inversión
- Mejoras en la continuidad y calidad de los servicios de agua potable, especialmente en áreas periurbanas



- Menor vulnerabilidad ante sequías gracias a infraestructura de mitigación, planes anticipatorios y diversificación de fuentes
- Incrementos en equidad territorial al mejorar la cobertura y confiabilidad del suministro en zonas rurales y marginadas
- La expansión tecnológica requiere instrumentos tarifarios o financiamiento externo

7.2.4 Escenario pesimista: "Crisis hídrica estructural"

En este escenario, las tendencias actuales se profundizan y los esfuerzos institucionales resultan insuficientes para revertir la sobreexplotación del acuífero. La recarga natural continúa disminuyendo por efecto del sellado urbano y la degradación ambiental, mientras que la demanda hídrica crece debido al incremento poblacional, la expansión urbana y la persistencia de prácticas agrícolas de alto consumo. La infraestructura de conducción y saneamiento enfrenta rezagos significativos, lo que incrementa las pérdidas físicas, la contaminación de cuerpos superficiales y el deterioro acelerado de la calidad del agua subterránea.

La disponibilidad per cápita cae a niveles críticos y los abatimientos del acuífero alcanzan valores que comprometen la operación de pozos municipales y agrícolas, elevando los costos de bombeo y reduciendo la confiabilidad del suministro. Aumentan los episodios de interrupción del servicio en zonas urbanas, frecuentes en zonas periurbanas vulnerables.

La calidad del agua se deteriora; la presencia de flúor, arsénico y nitratos obliga a mayores inversiones en tratamientos correctivos y reduce la aptitud del recurso para consumo humano. El saneamiento deficiente y la insuficiente capacidad de las plantas de tratamiento acentúan la contaminación de ríos y presas, limitando su uso recreativo, ambiental y productivo.

En el ámbito económico, la actividad agrícola se vuelve menos viable en amplias zonas debido al encarecimiento del riego y a la disminución de la disponibilidad, provocando pérdidas productivas y migración laboral. La industria enfrenta restricciones crecientes para nuevas concesiones y posibles paros técnicos por escasez temporal. La presión social y los



conflictos por el acceso al agua se incrementan, obligando al gobierno a implementar medidas de emergencia, como tandeos prolongados, limitaciones al riego y mayores controles a usuarios industriales.

Características centrales

- Incremento constante en el abatimiento de los acuíferos
- Falta de tecnificación agrícola y persistencia de prácticas poco eficientes
- Saturación, deterioro o insuficiencia de PTAR por falta de mantenimiento
- Incremento abrupto en costos energéticos por bombeos profundos
- Fragmentación institucional, ausencia de medición confiable y baja transparencia
- Sequías prolongadas que reducen aún más la recarga natural

Implicaciones

- Fallas sistemáticas en el abastecimiento urbano
- Reducción de la superficie agrícola viable
- Migración económica y social en zonas rurales
- Imposibilidad de atraer industrias con requerimientos hídricos significativos
- Potencial incremento en riesgos sanitarios por baja calidad del agua
- Amplificación de inequidades territoriales y conflictos por el acceso
- Los costos de remoción de contaminantes superan las capacidades municipales

Este escenario describe un futuro donde el agotamiento acelerado del acuífero, la degradación ambiental y la insuficiencia institucional generan una situación de inseguridad hídrica crónica, con impactos severos en la salud, la economía y la gobernanza del agua.



7.3 Tabla Comparativa de escenarios futuros del recurso hídrico en Aguascalientes

DIMENSIÓN	ESCENARIO TENDENCIAL O CONSERVADOR "ESTABILIDAD FRÁGIL Y AVANCES GRADUALES"	ESCENARIO DE TRANSICIÓN ACCELERADA "TRANSFORMACIÓN ORDENADA Y EFICIENTE"	ESCENARIO PESIMISTA "CRISIS HÍDRICA ESTRUCTURAL"
Condiciones del acuífero	La sobreexplotación se mantiene en niveles similares a los actuales. La recarga apenas compensa una parte de la extracción.	Disminuye gradualmente el déficit por mejoras en eficiencia, tratamiento y gestión.	La sobreexplotación se agudiza; abatimientos crecen y se compromete la operatividad de pozos.
Calidad del agua	Problemas persistentes de flúor, arsénico y nitratos; se controlan parcialmente con medidas correctivas.	Mejoras progresivas por mayor tratamiento, saneamiento y control de descargas.	Deterioro significativo; costos de tratamiento aumentan y algunas fuentes se vuelven no aptas.
Cobertura de agua potable	La cobertura se mantiene con dificultades en zonas periurbanas; persisten intermitencias.	Cobertura estable y con mayor continuidad por inversiones focalizadas.	Aumentan los cortes y tandeos; fallos frecuentes en áreas vulnerables.
Infraestructura	Mantenimiento parcial; la modernización avanza lentamente.	Aceleración en tecnificación agrícola, reducción de fugas y mejora en plantas de tratamiento.	Rezagos críticos en conducción, saneamiento y potabilización; mayor frecuencia de fallas.
Demanda y uso del agua	La demanda sigue creciendo; eficiencia agrícola y urbana mejora marginalmente.	Reducción efectiva del consumo por sector; expansión de reúso y recarga artificial.	Aumento descontrolado de demanda; baja eficiencia y conflictos entre sectores.
Impacto económico	Continuidad con riesgos moderados para agricultura y expansión industrial.	Mayor competitividad por seguridad hídrica relativa; atracción de inversión.	Caída productiva agrícola; limitaciones a la industria; aumento de costos energéticos y operativos.
Bienestar social	Persisten desigualdades urbano-rurales; servicio irregular en algunas zonas.	Mayor equidad territorial en acceso; estabilidad en zonas vulnerables.	Crecen las brechas; conflictos comunitarios e inconformidad social por escasez.
Gobernanza del agua	Avances lentos y ajustes incrementales; coordinación parcial entre niveles.	Fortalecimiento institucional, mayor transparencia y monitoreo en tiempo real.	Gobernanza reactiva; medidas de emergencia frecuentes; baja confianza social.
Riesgos climáticos	Inundaciones y sequías moderadas; capacidad limitada de respuesta.	Mejor manejo del riesgo por infraestructura y planeación preventiva.	Sequías prolongadas y daños recurrentes; alta exposición y baja capacidad de adaptación.



DIMENSIÓN	ESCENARIO TENDENCIAL O CONSERVADOR "ESTABILIDAD FRÁGIL Y AVANCES GRADUALES"	ESCENARIO DE TRANSICIÓN ACCELERADA "TRANSFORMACIÓN ORDENADA Y EFICIENTE"	ESCENARIO PESIMISTA "CRISIS HÍDRICA ESTRUCTURAL"
Perspectiva general	Un estado que mantiene estabilidad, pero sin resolver las causas estructurales.	Un estado que avanza hacia resiliencia hídrica en forma ordenada y sostenida.	Un estado con inseguridad hídrica crónica, con impactos severos en salud, economía y calidad de vida.
Déficit hídrico proyectado (hm ³ /año)	Entre 160–200 hm ³ /año (déficit se reduce poco respecto al rango estimado actual (180–270 hm ³ /año).	Entre 80–120 hm ³ /año hacia 2050 (consistente con meta de <100 hm ³).	>220–250 hm ³ /año (déficit creciente por sobreextracción).
Eficiencia física urbana (%)	55–60 %. Mejora moderada pero insuficiente.	75–80 %. Cumple meta 2050 del PHE.	<50 %. Pérdidas crecientes por falta de mantenimiento.
Reúso (% del agua tratada)	25–35 %. Mejora ligera frente al ~23 % actual.	60–75 %. Alineado con meta del programa sectorial (≥75 %).	<20 %. Estancamiento o retroceso por fallas en PTAR.
Tecnificación agrícola (ha o porcentaje)	6,000–8,000 ha (crecimiento marginal sobre ~4,116 ha actuales).	15,000–20,000 ha (consistente con meta de 20,000 ha).	<5,000 ha; estancamiento e incluso pérdida de infraestructura.



7.4 Tabla Comparativa de escenarios futuros del recurso hídrico en Aguascalientes

La construcción de escenarios prospectivos permite orientar la planificación hídrica hacia decisiones robustas que funcionen bajo distintos futuros posibles. Las implicaciones derivadas de este análisis son transversales y deben incorporarse como elementos estructurantes del Programa Sectorial:

1. Planificación diferenciada según escenario

- Escenario conservador o tendencial: priorizar medidas de mitigación incremental, continuidad operativa básica, rehabilitación mínima de infraestructura crítica y gestión reactiva ante crisis derivadas de sequías o fallas en los servicios
- Escenario de transición acelerada: centrar esfuerzos en coordinación intergubernamental, tecnificación agrícola progresiva, modernización urbana orientada a reducción de pérdidas, ampliación gradual del saneamiento y expansión sostenida del reúso.
- Escenario transformador (optimista): impulsar la reconfiguración del modelo productivo y urbano en función de la sostenibilidad hídrica, con políticas de ahorro estructural, reconversión agrícola, infraestructura verde y reúso avanzado como insumos principales

2. Incorporación de mecanismos adaptativos

El Programa Sectorial requiere umbrales de activación que permitan modificar políticas y prioridades cuando indicadores críticos –como déficit hídrico, abatimiento piezométrico, eficiencia física urbana o la calidad del agua subterránea– superen rangos preestablecidos. Esto convierte a la planeación en un sistema dinámico y basado en riesgo, coherente con la incertidumbre climática y con la vulnerabilidad del acuífero del Valle de Aguascalientes.



3. Prioridades estratégicas transversales

Independientemente del escenario futuro, existen líneas de acción con impacto robusto en la resiliencia del sistema hídrico:

- a)** Tecnificación agrícola integral y gestión de la demanda en Distritos y Unidades de Riego
- b)** Reúso masivo de aguas residuales tratadas con trazabilidad y certificación de calidad
- c)** Plataforma estatal interoperable de información hídrica, con actualización continua y acceso público
- d)** Rehabilitación y modernización de redes urbanas, especialmente medición, sectorización y reducción de pérdidas
- e)** Diversificación económica bajo criterios hídrico-ambientales que consideren disponibilidad y eficiencia
- f)** Planes de contingencia frente a sequías e inundaciones basados en análisis de riesgo y monitoreo en tiempo real
- g)** Tarifas sostenibles y progresivas orientadas a eficiencia y recuperación de costos

4. La activación de umbrales deberá basarse en los indicadores críticos

Los indicadores que deben detonar ajustes de política son:

- h)** Déficit hídrico anual (extracción – recarga)
- i)** Nivel piezométrico promedio por zona
- j)** Eficiencia física urbana
- k)** Porcentaje de reúso respecto al volumen tratado

La selección coincide con los indicadores estratégicos del capítulo correspondiente y los elementos de mayor sensibilidad identificados en el análisis de escenarios



7.5 Conclusiones generales

Los escenarios prospectivos evidencian que el futuro hídrico de Aguascalientes no está predeterminado. Su evolución dependerá de la capacidad institucional, social y productiva para implementar políticas sostenidas, coherentes y basadas en evidencia.

Los principales mensajes del análisis son:

- La sobreexplotación y el déficit estructural pueden agravarse si no se incorporan medidas integrales y de largo plazo
- La eficiencia urbana, el reúso, la tecnificación agrícola y la innovación serán pilares para reducir presiones sobre los acuíferos
- La resiliencia climática requiere anticipación, infraestructura adecuada y un sistema de monitoreo sólido
- La coordinación entre los niveles de gobierno, sectores productivos y sociedad civil será determinante para evitar un escenario de crisis.

En síntesis, el estado cuenta con opciones estratégicas para redirigir su trayectoria hídrica hacia 2050. Lograrlo exige decisiones firmes, oportunas y sostenidas, respaldadas por una gobernanza robusta, mecanismos de financiamiento adecuados y una planificación adaptativa orientada al interés público.



Bibliografía

- Ayuntamiento de Aguascalientes. (2023). *Modelo Integral del Agua de Aguascalientes (MIAA)*: Documento de creación y lineamientos operativos. Ayuntamiento de Aguascalientes.
- Ayuntamiento de Aguascalientes. (2023). Plan Maestro del Agua del Municipio de Aguascalientes. Ayuntamiento de Aguascalientes.
- CONAGUA. (2018). Fichas de información básica de prestadores de servicios de agua potable y saneamiento. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CONAGUA. (2020). Coberturas de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Censo de Población y Vivienda 2020. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CONAGUA (2021). Portal de datos abiertos. Comisión Nacional del Agua. https://datos.conagua.gob.mx/views/index_datos_abiertos.html
- CONAGUA (2023). Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación, 2023. Ciudad de México: Comisión Nacional del Agua. <https://www.gob.mx/conagua/documentos/inventario-nacional-de-plantas-municipales-de-potabilizacion-y-de-tratamiento-de-aguas-residuales>
- CONAGUA. (2023). Estadísticas del agua en México, edición 2023. SEMARNAT.
- CONAGUA. (2023). Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua (RENAMECA): Resultados de monitoreo. SEMARNAT.
- El Herald de Aguascalientes. (2024). MIAA reporta reparación de fugas y mejora en eficiencia comercial. Nota periodística.
- Gobierno del Estado de Aguascalientes. (2022). Plan Hídrico Estatal 2021-2050 del Estado de Aguascalientes. Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. [eservicios2.aguascalientes.gob.mx/NormatecaAdministrador/archivos/EDO-23-18O.pdf](https://servicios2.aguascalientes.gob.mx/NormatecaAdministrador/archivos/EDO-23-18O.pdf)
- INEGI. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- INEGI. (2022). Anuario estadístico y geográfico de Aguascalientes. INEGI.



- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). (2021). Diagnóstico de la inclusión digital y datos abiertos en el sector hídrico en México. IMTA.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). (2022). Uso de información satelital para el monitoreo de aguas subterráneas en México. IMTA.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). (2023). Metodología para la eficiencia de aplicación de riego en parcela. Gobierno de México. Recuperado de <https://www.gob.mx/inifap/articulos/metodologia-para-la-eficiencia-de-aplicacion-de-riego-en-parcela>
- Líder Empresarial. (2023). Inversión histórica en infraestructura hidráulica en Aguascalientes. Revista Líder Empresarial.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2015). Principios de gobernanza del agua de la OCDE. OCDE Publishing.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2017). Eficiencia de conducción en Distritos de Riego (Indicador Clave 2.1-IO). Conjunto de Indicadores Básicos. Ciudad de México: SEMARNAT
https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores17/conjuntob/indicador/archivos/pdf/O2_agua/disponibilidad/indicadores/2.1-IO.pdf
- SENER (Secretaría de Energía). (2016). Evaluación Rápida del Uso de la Energía: Aguascalientes, Aguascalientes, México. (En colaboración con el Banco Mundial y ESMAP). Ciudad de México: Autor.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/171177/2__Aguascalientes.pdf
- Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). (2019). Aguascalientes: gestión del agua y desarrollo sustentable desde el enfoque de gobernanza adaptativa. UAA.
- Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). (2021). Diagnóstico de calidad del agua subterránea en pozos urbanos y rurales del estado de Aguascalientes. UAA.
- VEOLIA Agua Aguascalientes. (2022). Informe de operación y continuidad del servicio de agua potable. VEOLIA.
- World Resources Institute (WRI). (2019). Aqueduct Water Risk Atlas. WRI.

ANEXO

AGUA 2050

ANEXO 1. MATRIZ DE TRAZABILIDAD

1. SOBREEXPLORACIÓN DEL ACUÍFERO / DÉFICIT ENTRE EXTRACCIÓN Y RECARGA

ELEMENTO	CONTENIDO
Problema público	Sobreexplotación del acuífero; extracción excede la recarga.
Causas identificadas	Sobreconcesión; extracción agrícola intensiva; ausencia de medición volumétrica; insuficiente recarga natural; infraestructura agrícola y urbana ineficiente.
Efectos identificados	Abatimiento piezométrico; subsidencia; deterioro de calidad (As/FI); incremento de costos energéticos; riesgo de colapso hídrico.
Objetivo Estratégico vinculado	1. Lograr sostenibilidad hídrica equilibrando extracción–recarga hacia 2050.
Estrategias	Gestión integrada del acuífero; recarga artificial; optimización de extracción agrícola.
Líneas de acción	Medición volumétrica universal; regularización de concesiones; obras de recarga; reconversión agrícola.
Indicadores	Déficit hídrico; nivel piezométrico; volumen medido/volumen concesionado; volumen recargado artificialmente; superficie reconvertida.
Métrica	hm³/año; metros; porcentaje; hm³; hectáreas.
Periodicidad	Trimestral (medición volumétrica y niveles); anual (balance hídrico); semestral (reconversión).
Responsables	INAGUA; CONAGUA; SEDRAE; Distritos de riego; OOAPAS.



2. INEFICIENCIA FÍSICA Y COMERCIAL DEL SERVICIO URBANO

ELEMENTO	CONTENIDO
Problema público	Ineficiencia física y comercial en sistemas urbanos.
Causas	Infraestructura antigua; falta de sectorización; medición deficiente; pérdidas físicas estructurales.
Efectos	Pérdida de volumen; presión sobre abastecimiento; incremento de costos; falta de continuidad del servicio.
Objetivo Estratégico	2. Incrementar eficiencia y resiliencia de infraestructura de agua y saneamiento.
Estrategias	Modernización de redes; sectorización; mejora en medición; reducción de fugas.
Líneas de acción	Diagnóstico por sector; sustitución de tuberías críticas; telemetría SCADA; renovación de micromedidores.
Indicadores	Eficiencia física; eficiencia comercial; continuidad del servicio; IANC (agua no contabilizada).
Métrica	Porcentaje; porcentaje; horas/día; porcentaje.
Periodicidad	Mensual (continuidad); trimestral (eficiencias); anual (diagnósticos).
Responsables	Organismos operadores; INAGUA; municipios.

3. CONTAMINACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA (As, FI, NITRATOS) Y DESCARGAS

ELEMENTO	CONTENIDO
Problema público	Contaminación natural y antropogénica del agua; PTAR insuficientes.
Causas	Condiciones geológicas; pozos profundizados; descargas deficientes; infraestructura de tratamiento obsoleta.
Efectos	Riesgos a la salud; incumplimiento de NOM-127 y NOM-001; menor disponibilidad de agua potable segura; limitación al reúso.
Objetivo Estratégico	3. Asegurar calidad del agua para consumo y descargas.
Estrategias	Modernización de PTAR; abatimiento de contaminantes en pozos; reúso seguro.
Líneas de acción	Construcción/rehabilitación PTAR; unidades de abatimiento As/FI; certificación de efluentes.
Indicadores	Concentración As/FI; porcentaje de agua tratada con calidad para reúso; número de PTAR certificadas.
Métrica	mg/L; porcentaje; número.
Periodicidad	Trimestral (calidad y PTAR); anual (certificación).
Responsables	INAGUA; CONAGUA; municipios; Secretaría de Salud.

4. PRESIÓN URBANA Y EXPANSIÓN EN ÁREAS NO VIABLES HIDRÁULICAMENTE

LEMENTO	CONTENIDO
Problema público	Urbanización que supera capacidad hídrica; ocupación de zonas sin viabilidad.
Causas	Expansión descontrolada; ausencia de perímetros operativos; falta de instrumentos de ordenamiento.
Efectos	Infraestructura más costosa; menor continuidad; incremento de pérdidas; sobrecarga en servicios.
Objetivo Estratégico	4. Integrar agua en el ordenamiento territorial y desarrollo urbano.
Estrategias	Densificación; perímetros de contención; instrumentos de planeación hídrica.
Líneas de acción	Actualizar programas municipales; definir zonas de protección hidrogeológica.
Indicadores	Viviendas nuevas fuera de perímetro hidráulico viable; costo marginal de conexión.
Métrica	Número de viviendas; pesos por conexión.
Periodicidad	Anual.
Responsables	IMPLAN; SEDUM estatal; OOAPAS.

5. FRAGMENTACIÓN INSTITUCIONAL Y GOBERNANZA DÉBIL

ELEMENTO	CONTENIDO
Problema público	Falta de coordinación interinstitucional; capacidades dispares.
Causas	Roles no homologados; ausencia de plataforma de datos; marcos de competencia incompletos.
Efectos	Toma de decisiones poco informada; duplicidades; baja transparencia.
Objetivo Estratégico	5. Fortalecer gobernanza, capacidades técnicas y coordinación.
Estrategias	Consejo Técnico Estatal; plataforma de información; profesionalización.
Líneas de acción	Crear plataforma estatal; publicar reportes; capacitación permanente.
Indicadores	Número de decisiones basadas en plataforma; reportes trimestrales publicados; cumplimiento normas técnicas.
Métrica	Número; número; porcentaje.
Periodicidad	Trimestral; anual.
Responsables	INAGUA; organismos operadores; Secretaría de Gobierno.



6. VULNERABILIDAD CLIMÁTICA Y SEQUÍAS PROLONGADAS

ELEMENTO	CONTENIDO
Problema público	Riesgos por variabilidad climática; sequías récord; eventos extremos.
Causas	Cambio climático; escaso almacenamiento; falta de protocolos de respuesta.
Efectos	Tandeos; pérdida de productividad agrícola; mayor presión en red urbana.
Objetivo Estratégico	6. Incrementar resiliencia hídrica ante riesgos climáticos.
Estrategias	Gestión de riesgos; activación de umbrales; infraestructura climáticamente resiliente.
Líneas de acción	Protocolos de sequía; inversión contingente; monitoreo climático avanzado.
Indicadores	Días de tandeo; activación de umbrales; pérdidas económicas evitadas.
Métrica	Días/año; sí/no; pesos/año.
Periodicidad	Mensual (tandeos); trimestral (umbrales); anual (pérdidas).
Responsables	Protección Civil; INAGUA; municipios.



ANEXO 2. PLAN DE MONITOREO Y EVALUACIÓN (M&E)

Este plan está diseñado para:

- Garantizar trazabilidad completa entre diagnóstico–objetivos–estrategias–indicadores
- Estandarizar la captura y validación de datos
- Asegurar evaluaciones periódicas confiables, y
- Habilitar la plataforma estatal del agua como repositorio oficial

A. ARQUITECTURA GENERAL DEL M&E

A.1 Principios rectores

- **Rigor técnico:** metodología replicable, clara y verificable.
- Transparencia y acceso público: publicación trimestral.
- **Coordinación institucional:** roles claramente definidos.
- **Auditoría independiente:** cada 5 años (2030, 2035, 2040, 2045, 2050).
- **Mejora continua:** ajustes basados en evidencia.

B. PERIODICIDAD DEL M&E

PERIODICIDAD	INDICADORES
Mensual	Continuidad del servicio; tandeos; volumen medido SCADA
Trimestral	Calidad de agua; PTAR; gobernanza; umbrales
Semestral	Cierre de estrategias; avances agrícolas; recarga artificial
Anual	Balance hídrico; expansión urbana; financiamiento
Quinquenal	Evaluación intermedia oficial
Final 2050	Evaluación de cierre del Programa Sectorial



C. GOBERNANZA DEL M&E

C.1 Roles:

ACTOR	FUNCIÓN
INAGUA	Coordinación técnica general; plataforma; consolidación de datos
Organismos operadores	Datos de red; eficiencia; continuidad
CONAGUA	Concesiones; padrones; recarga; calidad subterránea
SEDRAE	Datos agrícolas; reconversión
Protección Civil	Umbrales y riesgos
Comité Técnico Estatal del Agua	Validación y dictamen
Auditor independiente	Auditoría cada 5 años

D. FORMATOS DE REPORTE

D.1 Formato trimestral (estructura)

- Indicadores operativos (calidad, continuidad, PTAR)
- Avances de estrategias
- Incidencias y riesgos
- Datos publicados en plataforma
- Notas metodológicas

D.2 Formato anual (estructura)

- Estado del acuífero
- Estado de infraestructura
- Avance de metas
- Evaluación presupuestal
- Cumplimiento normativo
- Recomendaciones para el año siguiente



E. PROTOCOLO DE EVALUACIÓN QUINQUENAL

E.1 Objetivo de la evaluación

Determinar si las estrategias implementadas están modificando las tendencias del diagnóstico original.

E.2 Alcance

Evaluación en 2030, 2035, 2040, 2045 y 2050.

E.3 Componentes

- Evaluación de diseño (coherencia y suficiencia de estrategias).
- Evaluación de procesos (ejecución y cumplimiento institucional).
- Evaluación de resultados (indicadores).
- Evaluación de impacto (modificaciones estructurales del acuífero).
- Evaluación financiera (costo-efectividad).

E.4 Herramientas

- Modelación piezométrica
- Mapas de calidad
- Auditorías técnicas
- Análisis costo-beneficio
- Verificación en campo
- Consulta con sectores usuarios

F. MECANISMO DE AJUSTE Y MEJORA

Cada evaluación quinquenal debe generar **recomendaciones obligatorias**, que se integran automáticamente en:

- Actualización del Programa Sectorial,
- Ajustes presupuestales,
- Priorización de proyectos.



ANEXO 3. DIAGNÓSTICO DE BRECHAS PARA EJECUCIÓN

A. BRECHAS INSTITUCIONALES

1. Vacíos de competencia

- INAGUA carece de atribuciones regulatorias plenas.
- Municipios con capacidades dispares en operación.
- CONAGUA con rezago en actualizaciones de concesiones.

2. Capacidad técnica insuficiente

- Falta personal especializado en modelación hidrogeológica.
- Carencia de equipos de inspección y medición volumétrica.
- Falta de profesionalización en organismos operadores.

B. BRECHAS DE INFORMACIÓN

- Medición volumétrica incompleta.
- Pozos sin caracterización reciente de As/Fl.
- PTAR sin monitoreo sistemático.
- Información agrícola no interoperable con plataformas urbanas.
- Escenarios climáticos sin actualización periódica.

C. BRECHAS LEGALES Y REGULATORIAS

- Falta reglamento estatal de recarga artificial.
- No existe marco claro para tandeo por emergencia.
- Ausencia de normativa local para expansión urbana hídrica.
- Falta de sanciones efectivas por no medición.



D. BRECHAS FINANCIERAS

- No existe un programa multianual de inversión.
- No se han definido fuentes específicas para:
- Recarga artificial
 - PTAR estratégicas
 - Modernización de redes
 - Reconversión agrícola
- Tarifas urbanas no cubren costo total del servicio.

E. BRECHAS TÉCNICAS

- Redes urbanas obsoletas; materiales antiguos.
- PTAR con tecnologías rebasadas.
- Sin infraestructura de infiltración para recarga.
- Falta telemetría y sectorización.

F. BRECHAS OPERATIVAS

- Sin protocolos de activación de umbrales.
- Falta de brigadas de control de fugas.
- Ausencia de sistemas de respuesta a contaminación repentina.

G. BRECHAS SOCIALES

- Baja participación ciudadana.
- Escasa aceptación de reconversión agrícola.
- Nulo esquema de compensación social para sectores afectados.



ANEXO 4. CARTERA DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS DEL PROGRAMA SECTORIAL DE LARGO PLAZO DE AGUA

El sector Agua enfrenta problemas estructurales de disponibilidad, sobreexplotación de acuíferos, pérdidas en redes, baja cobertura de saneamiento y vulnerabilidad climática. Los proyectos estratégicos deben integrar infraestructura, gestión de cuencas, eficiencia operativa, regulación y cultura del agua en una arquitectura institucional coherente.

La visión hacia 2050 se orienta a garantizar seguridad hídrica, sostenibilidad ambiental y acceso universal, articulando inversión física y fortalecimiento institucional.

La estructuración de los Proyectos Estratégicos Sectoriales responde a una lógica de integración programática que articula de manera coherente los problemas estructurales identificados en el diagnóstico, las estrategias definidas para atenderlos y los indicadores establecidos para medir su desempeño. Estos componentes, aunque analíticamente diferenciados, no necesariamente deben traducirse en proyectos independientes.

En un horizonte de largo plazo, cada proyecto estratégico debe concebirse como una unidad programática transformadora, con suficiente masa crítica institucional y presupuestal, y con capacidad de incidir simultáneamente en diversos resultados e indicadores. Bajo esta lógica, la cartera se organiza con criterios de coherencia sistémica y consistencia causal, integrando intervenciones que comparten problema estructural, población objetivo, arquitectura institucional y propósito estratégico superior. Este enfoque reduce la fragmentación operativa, fortalece la gobernanza de la cartera y potencia el impacto estructural.

Asimismo, la integración programática favorece la eficiencia y sostenibilidad presupuestal, facilita la evaluación en el mediano y largo plazo y permite establecer una secuenciación clara hacia 2030, 2040 y 2050. Los proyectos deben entenderse como un hilo conductor estratégico que orienta la acción pública de largo plazo; la planeación operativa y la ejecución corresponderán a las instancias competentes, asegurando coordinación, seguimiento y evaluación con enfoque transexenal.



1. Sistema Integral de Sostenibilidad y Recuperación del Acuífero

Descripción

Proyecto estructural orientado a revertir la sobreexplotación del acuífero mediante equilibrio entre extracción y recarga, regulación efectiva de concesiones y restauración hidrológica estratégica

Alcance

- Gestión integrada del acuífero
- Regulación y control de extracciones
- Recarga artificial y restauración hidrológica
- Monitoreo piezométrico avanzado
- Planeación de balances hídricos prospectivos

Población objetivo

- Usuarios urbanos y agrícolas del acuífero
- Organismos operadores
- Productores agrícolas
- Generaciones futuras

Programación 2026–2050

PERIODO	ENFOQUE ESTRATÉGICO	COMPONENTES CLAVE
2026–2030	Contención del déficit hídrico	Control de extracciones, monitoreo intensivo, proyectos piloto de recarga
2030–2040	Recuperación progresiva del balance	Expansión de recarga artificial, regularización integral de concesiones
2040–2050	Equilibrio estructural del acuífero	Balance extracción–recarga estabilizado y sistema permanente de gestión



2. Sistema Estratégico de Eficiencia Hídrica en el Sector Agroproductivo

Descripción

Transforma el uso agrícola del agua mediante reconversión productiva, tecnificación del riego y optimización de concesiones para reducir presión sobre el acuífero.

Alcance

- Reconversión agrícola hacia cultivos de menor huella hídrica
- Modernización integral del riego
- Regularización y optimización de concesiones
- Medición volumétrica agrícola

Población objetivo

- Productores agrícolas
- Distritos y unidades de riego
- Asociaciones agrícolas

Programación 2026–2050

PERIODO	ENFOQUE ESTRATÉGICO	COMPONENTES CLAVE
2026–2030	Tecnificación acelerada	Superficie prioritaria con riego modernizado
2030–2040	Reconversión productiva consolidada	Reducción significativa de volumen agrícola extraído
2040–2050	Agricultura resiliente y eficiente	Uso agrícola alineado a disponibilidad hídrica



3. Sistema Integral de Infraestructura Hídrica Inteligente y Eficiencia Urbana

Descripción

Moderniza redes, mejora eficiencia física y comercial y garantiza continuidad del servicio mediante sectorización, micromedición universal y digitalización operativa.

Alcance

- Modernización de redes
- Sectorización hidráulica
- Micromedición universal
- Gestión digital y telemetría
- Optimización comercial

Población objetivo

- Usuarios urbanos
- Organismos operadores municipales

Programación 2026–2050

PERIODO	ENFOQUE ESTRATÉGICO	COMPONENTES CLAVE
2026–2030	Reducción de pérdidas críticas	Sectorización inicial y micromedición masiva
2030–2040	Eficiencia operativa consolidada	Digitalización total y mejora comercial
2040–2050	Servicio continuo y resiliente	Estándares internacionales de eficiencia



4. Sistema Estatal Agua Segura y Calidad para la Salud

Descripción

Garantiza cumplimiento normativo en arsénico y flúor mediante tratamiento especializado y sustitución estratégica de fuentes.

Alcance

- Plantas de tratamiento específicas
- Sustitución o rehabilitación de fuentes contaminadas
- Monitoreo permanente de calidad
- Control sanitario preventivo

Población objetivo

- Población abastecida por pozos con presencia de As y F
- Comunidades vulnerables

Programación 2026–2050

PERIODO	ENFOQUE ESTRATÉGICO	COMPONENTES CLAVE
2026–2030	Cobertura prioritaria en zonas críticas	Tratamiento inmediato y sustitución de fuentes
2030–2040	Cobertura total en sistemas urbanos	Estándar sanitario homogéneo
2040–2050	Sistema preventivo consolidado	Monitoreo automatizado permanente



5. Sistema Integral de Saneamiento y Reúso Productivo del Agua

Descripción

Incrementa capacidad de tratamiento, moderniza PTAR y promueve reúso urbano, agrícola e industrial para reducir extracción primaria.

Alcance

- Modernización y expansión de PTAR
- Certificación de calidad para reúso
- Redes para reúso productivo
- Incentivos para uso industrial y agrícola

Población objetivo

- Municipios
- Sector industrial
- Sector agrícola

Programación 2026–2050

PERIODO	ENFOQUE ESTRATÉGICO	COMPONENTES CLAVE
2026–2030	Modernización de PTAR prioritarias	Incremento inmediato de capacidad
2030–2040	Reúso productivo ampliado	Integración sector industrial y agrícola
2040–2050	Economía circular hídrica consolidada	Alto porcentaje de reúso estructural



6. Sistema de Planeación Territorial con Enfoque de Seguridad Hídrica

Descripción

Integra disponibilidad hídrica en decisiones de crecimiento urbano mediante perímetros de viabilidad hidráulica y alineación normativa.

Alcance

- Ordenamiento territorial con criterio hídrico
- Perímetros de contención
- Evaluación de impacto hídrico en nuevos desarrollos

Población objetivo

- Municipios
- Desarrolladores
- Nuevos asentamientos

Programación 2026–2050

PERIODO	ENFOQUE ESTRATÉGICO	COMPONENTES CLAVE
2026–2030	Integración normativa	Definición de perímetros viables
2030–2040	Alineación plena del crecimiento urbano	Nuevos desarrollos con factibilidad hídrica
2040–2050	Modelo territorial hídrico consolidado	Cero expansión fuera de viabilidad



7. Sistema Estatal de Gobernanza, Información y Profesionalización Hídrica

Descripción

Fortalece coordinación interinstitucional, capacidades técnicas y sistemas de información para decisiones basadas en evidencia.

Alcance

- Plataforma Integral de Información Hídrica
- Profesionalización técnica
- Coordinación intergubernamental
- Normatividad técnica unificada

Población objetivo

- Instituciones del sector
- Organismos operadores
- Tomadores de decisión

Programación 2026–2050

PERIODO	ENFOQUE ESTRATÉGICO	COMPONENTES CLAVE
2026–2030	Plataforma y coordinación inicial	Sistema de información consolidado
2030–2040	Profesionalización plena	Certificación técnica y normas homologadas
2040–2050	Gobernanza madura y basada en datos	Toma de decisiones automatizada y prospectiva



8. Sistema Estatal de Resiliencia Hídrica y Gestión de Sequías

Descripción

Implementa gestión prospectiva del riesgo hídrico con protocolos, umbrales climáticos y sistemas de alerta temprana.

Alcance

- Protocolos de sequía
- Sistema de alerta temprana
- Planeación prospectiva climática
- Gestión de demanda en contingencia

Población objetivo

- Población urbana y rural
- Sector agrícola
- Protección civil

Programación 2026–2050

PERIODO	ENFOQUE ESTRATÉGICO	COMPONENTES CLAVE
2026–2030	Protocolos y alertas operativas	Umbrales climáticos definidos
2030–2040	Gestión preventiva consolidada	Reducción de días de tandeo
2040–2050	Alta resiliencia hídrica	Sistema adaptativo permanente



9. Sistema Estatal de Cultura del Agua y Participación Social Vinculante

Descripción

Fortalece corresponsabilidad social, transparencia y participación informada en la gestión del recurso.

Alcance

- Educación hídrica
- Red de participación social
- Transparencia y rendición de cuentas
- Observatorios ciudadanos

Población objetivo

- Ciudadanía
- Escuelas
- Organizaciones sociales

Programación 2026–2050

PERIODO	ENFOQUE ESTRATÉGICO	COMPONENTES CLAVE
2026–2030	Campañas y redes iniciales	Plataforma de transparencia
2030–2040	Participación estructurada	Observatorios activos
2040–2050	Cultura hídrica institucionalizada	Alta corresponsabilidad social



Matriz Ejecutiva Consolidada de la Cartera de Proyectos Estratégicos 2026–2050

PROYECTO ESTRATÉGICO	META 2030	META 2040	META 2050
Sistema Integral de Sostenibilidad y Recuperación del Acuífero	Déficit reducido 30 %	Déficit reducido 70 %	Balance hídrico equilibrado
Sistema Estratégico de Eficiencia Hídrica en el Sector Agroproductivo	40 % superficie tecnificada	70 %	90 %
Sistema Integral de Infraestructura Hídrica Inteligente y Eficiencia Urbana	Eficiencia física ≥65 %	≥75 %	≥85 %
Sistema Estatal Agua Segura y Calidad para la Salud	90 % fuentes dentro de norma	100 %	Sistema preventivo permanente
Sistema Integral de Saneamiento y Reúso Productivo del Agua	50 % agua tratada apta para reúso	70 %	≥85 %
Sistema de Planeación Territorial con Enfoque de Seguridad Hídrica	100 % nuevos desarrollos con factibilidad	Crecimiento alineado	Modelo consolidado
Sistema Estatal de Gobernanza, Información y Profesionalización Hídrica	Plataforma operativa	Profesionalización total	Gobernanza basada en datos
Sistema Estatal de Resiliencia Hídrica y Gestión de Sequías	Protocolos activos	Reducción 50 % días de tandeo	Alta resiliencia estructural
Sistema Estatal de Cultura del Agua y Participación Social Vinculante	Red estatal activa	Participación institucionalizada	Corresponsabilidad consolidada

Consideraciones técnicas:

1. Las metas deberán validarse con series históricas de disponibilidad hídrica, cobertura de agua potable y saneamiento, eficiencia física y comercial, así como escenarios prospectivos de estrés hídrico y cambio climático.
2. Se recomienda establecer metas quinquenales de cobertura universal, reducción de pérdidas y tratamiento de aguas residuales.
3. Cada proyecto deberá contar con tablero técnico de seguimiento con responsables definidos (organismos operadores, Comisión Estatal del Agua, municipios).
4. La medición deberá armonizar registros administrativos, estadísticas hidráulicas nacionales y sistemas de monitoreo de calidad del agua.

Se sugiere evaluación externa en 2030 y 2040 para recalibrar metas de seguridad hídrica al 2050.

ANEXO 5. Tabla de trazabilidad del Programa Sectorial de Largo Plazo de Agua

PROBLEMA ESTRUCTURAL IDENTIFICADO EN EL DIAGNÓSTICO	EVIDENCIA EN EL DIAGNÓSTICO	OBJETIVO ESTRATÉGICO ASOCIADO	ESTRATEGIAS VINCULADAS	INDICADOR	PROYETOS ESTRATÉGICOS	TIPO	FASE
Fragmentación institucional y debilidad en la gobernanza del agua	Falta de coordinación interinstitucional Capacidades técnicas desiguales Información dispersa	Fortalecer la gobernanza y las capacidades institucionales del sector hídrico	Coordinación intergubernamental Fortalecimiento institucional Sistemas de información	Cumplimiento de normas técnicas Decisiones basadas en información	Sistema Estatal de Gobernanza, Información y Profesionalización Hídrica	B	1
Sobreexplotación estructural del acuífero	Balance hídrico negativo sostenido Extracción superior a la recarga natural Abatimiento piezométrico continuo	Lograr la sostenibilidad hídrica mediante el equilibrio entre extracción y recarga del acuífero	Gestión integrada del acuífero Control de extracciones Recarga artificial	Déficit hídrico del acuífero Nivel piezométrico promedio	Sistema Integral de Sostenibilidad y Recuperación del Acuífero	A	1
Vulnerabilidad ante sequías y variabilidad climática	Incremento en la frecuencia e intensidad de sequías Ausencia de protocolos de respuesta	Incrementar la resiliencia hídrica ante el cambio climático	Gestión integral de riesgos; activación de umbrales; planeación prospectiva	Días de tandeo Activación de umbrales climáticos	Sistema Estatal de Resiliencia Hídrica y Gestión de Sequías	A	1
Expansión urbana desalineada de la disponibilidad hídrica	Crecimiento urbano en zonas sin viabilidad hidráulica Altos costos marginales de servicio	Integrar la gestión del agua en el ordenamiento territorial y el desarrollo urbano	Planeación urbana con enfoque hídrico Perímetros de contención	Viviendas nuevas fuera de perímetro hidráulico viable	Sistema de Planeación Territorial con Enfoque de Seguridad Hídrica	A	1
Ineficiencia física y comercial de los sistemas urbanos de agua potable	Altos niveles de pérdidas físicas Baja eficiencia comercial Discontinuidad del servicio	Mejorar la eficiencia y resiliencia de la infraestructura urbana de agua y saneamiento	Modernización de redes Sectorización hidráulica Mejora de la micromedición	Eficiencia física Eficiencia comercial Continuidad del servicio	Sistema Integral de Infraestructura Hídrica Inteligente y Eficiencia Urbana	C	2
	PTAR con capacidad limitada u obsoleta		Modernización de PTAR		Sistema Integral de Saneamiento y	C	2

PROBLEMA ESTRUCTURAL IDENTIFICADO EN EL DIAGNÓSTICO	EVIDENCIA EN EL DIAGNÓSTICO	OBJETIVO ESTRATÉGICO ASOCIADO	ESTRATEGIAS VINCULADAS	INDICADOR	PROYETOS ESTRATÉGICOS	TIPO	FASE
Insuficiente capacidad de saneamiento y bajo reúso de aguas residuales	Bajo % de reúso del agua tratada	Incrementar el saneamiento y promover el reúso seguro del agua	Fomento al reúso urbano, agrícola e industrial	% de agua residual tratada apta para reúso	Reúso Productivo del Agua		
Deterioro de la calidad del agua subterránea (arsénico y flúor)	Concentraciones de As y F por arriba de norma en pozos de abastecimiento	Garantizar la calidad del agua para consumo humano	Tratamiento y abatimiento de contaminantes Sustitución o rehabilitación de fuentes	Concentración de arsénico Concentración de flúor	Sistema Estatal Agua Segura y Calidad para la Salud	C	2
Uso ineficiente del agua en el sector agrícola	Alta proporción del volumen extraído destinado a agricultura con baja eficiencia de riego	Incrementar la eficiencia en el uso del agua en actividades productivas	Reconversión productiva Tecnificación del riego Ordenamiento de concesiones	Superficie agrícola tecnificada Volumen agrícola extraído	Sistema Estratégico de Eficiencia Hídrica en el Sector Agroproductivo	A	2
Insuficiente cultura del agua y participación social	Bajo involucramiento social en el cuidado del recurso y en la toma de decisiones	Fortalecer la corresponsabilidad social en la gestión del agua	Educación hídrica Participación ciudadana Transparencia	Número de acciones de participación y capacitación	Sistema Estatal de Cultura del Agua y Participación Social Vinculante	D	3

TIPO

- A** Transformacionales
- B** Habilitadores Institucionales
- C** Infraestructura Estratégica
- D** Población

FASE

- 1** 2026–2032
- 2** 2030–2040
- 3** 2035–2050



El **Programa Sectorial de Agua 2050** forma parte del marco estratégico del Plan Aguascalientes 2050 y orienta la gestión integral del recurso hídrico como condición estructural para la viabilidad ambiental, económica y territorial del estado.

Este documento es un instrumento derivado del Plan Aguascalientes 2050 y constituye uno de los doce Programas Sectoriales de Largo Plazo que integran su núcleo operativo. Fue elaborado bajo la coordinación del Consejo Aguascalientes, con el acompañamiento técnico de la Secretaría de Planeación, Participación y Desarrollo (SEPLADE) y la participación de actores especializados del sector hídrico.

Su contenido define objetivos estratégicos, estrategias e indicadores orientados a garantizar la seguridad hídrica, recuperar y gestionar de manera sostenible el acuífero, fortalecer la eficiencia en el uso del agua y reducir vulnerabilidades asociadas al estrés hídrico y al cambio climático, en congruencia con los principios y criterios de coherencia del Plan Aguascalientes 2050.

La presente versión tiene carácter estratégico y orientador. No constituye un programa operativo ni una cartera cerrada de proyectos, sino una base técnica e institucional para la alineación, implementación progresiva, seguimiento y evaluación de las políticas públicas en materia hídrica al horizonte 2050.

En este sentido, el Programa Sectorial de Agua 2050 contribuye de manera transversal a la consolidación de la Visión Aguascalientes 2050 como política de Estado, al salvaguardar un recurso crítico para el bienestar de la población, la competitividad económica y la sostenibilidad territorial de las generaciones presentes y futuras.