



**Identificación, actualización e integración de información de fuentes de contaminación puntual como base para la toma de decisiones en materia de inspección y vigilancia ambiental en el Área de Intervención Prioritaria del Río Santiago**

## **Sección 9**

### **Resultados, conclusiones y recomendaciones**



## CONTENIDO E ÍNDICES

9.1	SÍNTESIS DE RESULTADOS.....	1
9.2	CONCLUSIONES.....	5
9.3	RECOMENDACIONES.....	11

## 9.1 RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados derivados de la evaluación de los resultados del trabajo de campo que consistió, por un lado, en las visitas y la aplicación de cuestionarios a las unidades económicas y, por el otro, los muestreos y análisis de laboratorio realizados a las descargas identificadas.

1. El apoyo de los municipios para la ubicación de unidades económicas y la identificación de descargas facilitó la realización del proyecto. Como es sabido, la descarga de agua residual a bienes nacionales es materia de competencia federal y en algunos casos, esto fue un obstáculo para el levantamiento de información y la toma de muestras.

### Levantamiento de información en unidades económicas

2. En total, se recopiló información de abastecimiento, uso y descarga de agua de 510 unidades económicas ubicadas dentro del *Área de Intervención Prioritaria del Río Santiago* (AIP). El municipio que concentró el mayor número de visitas fue El Salto con 116, seguido de Tlajomulco de Zúñiga con 95 y Tonalá con 48. Los primeros dos municipios presentan una gran densidad de unidades económicas por la presencia del corredor industrial de El Salto, que extiende su influencia hasta Tlajomulco de Zúñiga. Además, Tlajomulco de Zúñiga cuenta con una importante concentración de industria ubicada al noroeste del municipio, colindante con San Pedro Tlaquepaque y Zapopan.
3. El sector con más visitas fue el dedicado a la *Cría y explotación de animales* con 104 unidades económicas, dentro de este sector se encuentran las granjas porcícolas (72), bovinas (14) y avícolas, ovinas, entre otros. En segundo lugar, está la industria alimentaria con 56 unidades económicas, seguido de la industria tequilera con 38 unidades económicas y la industria química con 34 unidades económicas. Entre estos cuatro sectores se acumulan 232 de las unidades económicas de estudio.
4. El abastecimiento de agua en las unidades económicas visitadas es principalmente por medio de pozo, en 203 de los casos, contando con título de concesión vigente o en trámite ante CONAGUA. En segundo lugar, el abastecimiento lo proporcionan los ayuntamientos, como se observó en 130 de las unidades económicas visitadas; en tercer lugar, el abastecimiento de agua se realiza por medio de pipas, en 90 casos detectados. Para este último caso, las unidades económicas no presentaron evidencia legal de la procedencia del agua, ya que en la mayoría de los casos el proveedor de pipas no otorga a la unidad económica la documentación que lo acredite.

5. El destino final más frecuente de las descargas de las unidades económicas visitadas fue la red municipal con 142, seguido del riego a áreas verdes o agrícola con 118 y la fosa séptica con 88. Únicamente se identificaron descargas directas a cuerpos receptores superficiales en 44 unidades económicas, de las cuales, 39 cuentan con algún tipo de tratamiento previo a su descarga y 5 cuentan con descargas sin tratamiento.
6. Respecto al tipo de descarga de las unidades económicas encuestadas, se registraron 231 con efluentes de tipo sanitario (municipal) y 227 con efluentes industriales, agropecuarios o mixtos. Adicionalmente, de 52 unidades económicas de giros predominantemente industriales no se obtuvo información. Del total de descargas, los efluentes industriales tuvieron tratamiento de agua en más casos que los efluentes sanitarios. De las 261 descargas sin tratamiento con cuestionario levantado, 198 son conducidas al alcantarillado municipal o a fosas sépticas, por lo que se espera que las aguas residuales de estas 198 unidades económicas sean tratadas en las plantas municipales correspondientes o recolectadas por servicios especializados.
7. Para evaluar el riesgo de contaminación de las descargas, se desarrolló una fórmula que permitió incluir cuatro diferentes aspectos: la actividad económica, el tamaño de la instalación o unidad económica, el destino final de descarga y si ésta cuenta o no con tratamiento. Esta evaluación mostró que la mayoría de las unidades económicas visitadas no tiene un alto potencial de contaminación hacia el río. Gran parte de las industrias se encuentran en un nivel de prioridad media baja (176 casos), además, 98 unidades económicas fueron descartadas debido a que no se obtuvo suficiente información en el levantamiento en campo. 38 de estas unidades económicas descartadas pertenecen a la actividad de *Cría y explotación de animales*.
8. A pesar de ser el sector con más visitas (104), la *Cría y explotación de animales* fue la actividad con más obstáculos para la obtención de información. Entre los aspectos que más limitaron esta tarea se incluyen: la falta de personal calificado en el sitio de la granja, dificultades para contactar a dicho personal e impedimentos relacionados con las políticas de bioseguridad del lugar. Este hecho se repitió para los muestreos, dificultando significativamente la verificación y muestreo de las descargas de las granjas. Esto llevó a una baja representatividad de este giro en el estudio, no obstante lo anterior, es necesario apuntar que ésta es una actividad que debe ser vigilada por las altas concentraciones y cargas de contaminantes que aporta.

9. Las unidades económicas con prioridades más altas (prioridad alta y media alta) se encontraron en las subcuencas R. Corona-R. Verde y R. Zula, aunque las actividades desarrolladas en ambas son de diferentes giros:
- Entre las 63 unidades económicas de prioridad alta y media-alta en la subcuenca R. Corona-R. Verde destacan las relacionadas con la industria manufacturera, especialmente la industria química, la alimentaria, la industria de fabricación de productos metálicos, piezas de automóvil y de maquinaria.
  - Entre las 21 unidades económicas de prioridad alta y media alta en la subcuenca R. Zula destacan la cría y explotación de animales, la industria tequilera y algunas industrias manufactureras, sobre todo de la industria alimentaria.
10. La falta de unidades económicas con destino final de la descarga a un cuerpo receptor y de unidades económicas de prioridad alta, hizo que se ajustara la metodología inicial para selección de puntos para muestro. Así, los puntos muestreados se conformaron de descargas de unidades económicas, pero también de descargas de parques industriales, descargas de fraccionamientos, plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y colectores municipales con destino directo al río, por mencionar algunos.

### **Muestreo y análisis en 150 sitios**

11. Se realizaron 150 muestreos de contaminantes básicos, de los cuales se seleccionaron 26 para análisis de metales y cianuro. Los municipios con más muestreos fueron El Salto con 34 puntos de muestreo y Tlajomulco de Zúñiga y Tonalá con 18 puntos cada uno. Estos resultados son similares al levantamiento de información en campo en cuanto a que estos tres municipios fueron los más visitados.
12. Con la inclusión de las nuevas fuentes de descarga de aguas residuales descritas en el punto 10, se obtuvieron los siguientes resultados en la recolección de muestras:
- 25 puntos de muestreo relacionados directamente a una unidad económica.
  - 48 puntos de muestreo en escurrimientos de aguas residuales o registros de alcantarillado cercanos a unidades económicas o fraccionamientos, o con sospecha de procedencia de éstos.
  - 32 plantas de tratamiento de aguas residuales.
  - 45 puntos de muestreo en descargas de agua residuales municipales, colectores o cuerpos de agua con presencia de aguas residuales sin identificarse una fuente específica de generación.

13. El río Santiago está clasificado por la Ley Federal de Derechos como cuerpo receptor tipo “C” de protección de vida acuática. Para la evaluación de las concentraciones de contaminantes presentes en aguas residuales se utilizó la NOM-001-SEMARNAT-1996 en el apartado de promedio diario para cuerpo receptor tipo “C” para descargas a cuerpos receptores superficiales. Asimismo, se utilizó la NOM-002-SEMARNAT-1996 para descargas de aguas residuales a sistemas públicos de alcantarillado, en el apartado de valor instantáneo. Adicionalmente, 7 muestras se evaluaron con base en Condiciones Particulares de Descarga cuyos valores fueron compartidos por las UE, 5 de ellas a cuerpos receptores fijadas por la *Comisión Nacional del Agua* (CONAGUA) y las 2 restantes fijadas por la *Comisión Estatal del Agua* (CEA) a su sistema de conducción de aguas residuales a la PTAR El Ahogado. Dado que los muestreos realizados en este trabajo son simples y de carácter instantáneo, los resultados deben tomarse solamente como valores de referencia para orientar la toma de decisiones.
14. Las descargas municipales y de fraccionamientos en su mayoría siguieron el comportamiento típico de descargas de aguas residuales de origen doméstico de concentración media a concentración alta (220-400 mg/L DBO, 40-85 mg/L N, 8-15 mg/L P 220-350 mg/L SST). Dentro de estas dos categorías destacan 8 muestreos cuya concentración de contaminantes son muy superiores a los valores de aguas residuales de origen doméstico, 5 de estos muestreos se encuentran en el municipio de El Salto y específicamente en las inmediaciones del canal de El Ahogado. Los otros tres muestreos se presentan como casos aislados en los municipios de Zapotlanejo, Ixtlahuacán de los Membrillos y Tonalá.
15. Las plantas de tratamiento tienen calidades de agua mejores que el resto de los grupos del estudio, la mayor deficiencia de tratamiento se encontró en el parámetro de nitrógeno total (N). Un 50% de las plantas de tratamiento resultó con concentraciones de este contaminante mayores a las permitidas en la normatividad aplicable.
16. Las actividades económicas con más muestreos fueron la industria alimentaria con 11, la industria química con 8, la industria de bebidas y tabaco con 8 y la crianza y explotación de animales con 6 muestreos, de esta última todos son pertenecientes a granjas porcícolas. El resto de los muestreos fueron realizados a actividades varias, dentro de los que destacan tanto la actividad de comercio de refacciones, combustibles y lubricantes, como la actividad de fabricación de equipo de transporte.
17. Se realizaron 131 aforos dentro del grupo de los 150 muestreos realizados. Los flujos aforados fueron instantáneos, por lo que no es posible determinar la tendencia del flujo a diferentes horas del día, tanto para actividades productivas como para descargas domésticas. De acuerdo con los resultados de los aforos, las subcuencas con los caudales

acumulados más grandes fueron la subcuenca R. Verde- P. Santa Rosa, 12 aforos de descargas municipales, y R. Corona- R. Verde, 82 aforos de giros varios.

18. Del total de aforos, 68 resultaron en el rango de 0 a 12 L/s que fue el de mayor recurrencia y 22 en el rango de los 12 a los 25 L/s. Los caudales más grandes del estudio provienen de descargas municipales, fraccionamientos y plantas de tratamiento de aguas residuales. Para dimensionar las diferencias entre caudales baste decir que, por un lado, el máximo caudal relacionado a una actividad económica fue de 36.8 L/s y, por el otro, el máximo del estudio, de una descarga municipal, fue de 3,111 L/s y equivale al flujo total de los 119 aforos con menos caudal.

## 9.2 CONCLUSIONES

1. El objetivo general del proyecto consistió en la identificación de las principales unidades económicas generadoras de contaminación puntual, que inciden de manera negativa en la calidad de agua de los ríos Santiago y Zula dentro del AIP. Para cumplir con este objetivo, se realizó una base de datos con información recabada de 510 unidades económicas con la que se elaboró un plan para la actualización de sus datos respecto a su abastecimiento, actividad, ubicación, descarga y tratamiento de aguas, entre otros. El análisis de potencial contaminante efectuado con todos los datos recabados, comparó la actividad económica, el tamaño, el destino final y el tratamiento de aguas residuales para finalmente otorgar una puntuación como base de comparación entre las 510 unidades económicas visitadas.
2. El análisis de potencial contaminante permitió observar que son relativamente pocas (15 de prioridad alta y 80 de prioridad media-alta), las unidades económicas cuya descarga pudiera impactar negativamente sobre la calidad de los cuerpos receptores dentro del AIP. Aunque la evaluación realizada cumplió con el propósito de otorgar una base comparativa entre las unidades económicas y dar un paso para la selección de puntos de muestreo, ésta se vio limitada principalmente por tres aspectos:
  - La falta de datos para completar el cuestionario, este caso fue recurrente en la actividad de cría y explotación de animales.
  - La inspección de la correcta operación del tratamiento de agua, que quedó por fuera de los alcances de este proyecto.
  - La falta de facultad para requerir documentos que acreditaran el estado de la descarga.

3. Por lo anterior, el enfoque inicial del proyecto hacia las unidades económicas, se modificó para incluir descargas no provenientes de unidades económicas, como descargas de colectores municipales, de fraccionamientos, y registros de alcantarillado.
4. La caracterización de los 150 muestreos básicos mostró que únicamente 30 muestras cumplieron con todos los límites máximos permisibles de los parámetros aplicables de acuerdo con el destino de la descarga. El parámetro rebasado con mayor frecuencia fue el de nitrógeno total (N), cuyo valor fue superior en 100 de las 150 muestras analizadas, seguido por la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y sólidos suspendidos totales (SST) con 92 y 93 muestras por encima del límite máximo permisible (LMP), respectivamente. El valor de fósforo (P) superó en 42 ocasiones el LMP y fue el parámetro con menor número de excedencias.
5. De los 26 muestreos realizados a metales y cianuro, se encontró que 3 muestras rebasaron el límite máximo permisible de níquel (Ni), de los cuales una corresponde a la descarga de una industria de fabricación de equipo automotriz, la segunda proviene de una industria de fabricación de productos metálicos, y la tercera corresponde al influente de una planta de tratamiento municipal con aportación de aguas industriales. Este último punto excedió también la concentración de plomo (Pb), y cromo (Cr). Las concentraciones de metales sólo rebasaron los LMP en 3 ocasiones de los 26 muestreos.
6. Las mayores concentraciones de contaminantes muestreadas en las UE se encontraron en los muestreos de las granjas porcícolas. Las concentraciones varían entre sí y todas exceden por mucho los límites máximos permisibles. Cuatro de estas granjas se ubican en el municipio de Zapotlanejo, una en Tototlán y una más en Atotonilco el Alto.
7. En la industria alimentaria destacaron 5 muestras por sus altas concentraciones de contaminantes. Éstas se encuentran en los municipios de Tototlán, Atotonilco el Alto y Arandas, y están relacionadas al manejo de productos derivados de animales como leche y carne. En las muestras relacionadas a la industria química el parámetro que excedió en más ocasiones los LMP fue el nitrógeno (N), el resto de los valores permanece dentro de norma o ligeramente arriba. Sólo una muestra de la industria química rebasó considerablemente los límites máximos permisibles (N, P, DBO, SST, GyA) y se encuentra en Tonalá.
8. De los 8 muestreos realizados a la industria de las bebidas y del tabaco, se realizaron 6 análisis a corrientes de agua con sospecha de procedencia de industrias tequileras. Sólo una de estas descargas cumple con todos los parámetros de la norma, el resto de las descargas rebasan el parámetro de DBO y todas, salvo una, rebasan en SST. Dos de estas descargas son vertidas a redes municipales y los valores de los parámetros analizados



son cercanos a los valores de aguas residuales domésticas. De acuerdo a lo declarado en los cuestionarios aplicados a este sector, en general las tequileras manejan sus vinazas mediante aplicación al suelo como riego agrícola o composteo. Tomando en consideración esta situación, la mayoría de este tipo de unidades económicas no fueron seleccionadas para realizar el análisis de la calidad de sus aguas residuales descargadas.

9. Tres limitaciones importantes se deben tomar en cuenta para la interpretación de los resultados de este trabajo:
  - a. La información requerida en el levantamiento en campo y los muestreos realizados a unidades económicas dependieron en todo momento de la disposición del personal de la misma. Esto tuvo un efecto en la evaluación del potencial contaminante de las unidades económicas y sobre todo en la obtención de información de la actividad de cría y explotación de animales, que resultó subrepresentada, pues de 104 unidades económicas visitadas, solo se obtuvo el acceso para muestrear a 6.
  - b. La mayoría de las descargas industriales termina en riego y muy pocas terminan vertidas a cuerpos superficiales. Esto llevó a la poca representación del impacto de las descargas de unidades económicas sobre el río, refiriéndose también a que no se sabe con precisión cuál es el impacto de las descargas a riego, que tienen límites máximos permisibles más fáciles de alcanzar y en temporada de lluvias no se pueden incorporar al suelo y escurren a los cuerpos de agua.
  - c. Las concentraciones y caudales de las descargas analizadas en este estudio son de carácter instantáneo, esta información funciona solo para orientar la toma de decisiones, pero un estudio más profundo debe hacerse para la planeación del saneamiento del AIP.

### **Zonas de atención prioritaria (ZAP)**

10. La aportación de carga obtenida con las concentraciones de contaminantes y aforos realizados permitió identificar zonas de atención prioritaria dentro de cada subcuenca donde se presentan descargas de flujos considerables que alteran el equilibrio local o afectan considerablemente la calidad del río en la zona de estudio. En seguida se presentan las zonas identificadas ordenadas por prioridad descendente, siendo la primera de ellas la de mayor prioridad. El orden de las ZAP se elaboró tomando en cuenta como principal parámetro el impacto de las descargas de cada zona hacia el río. Junto a esto, se consideró también la urgencia de la implementación de un plan de saneamiento y los beneficios a la calidad de agua en el AIP que traería.

- **Arroyo de El Ahogado:** Esta zona comprende el Arroyo de El Ahogado aguas arriba y debajo de la presa del mismo nombre, a lo largo del cual se descargan aguas sin tratamiento provenientes de colectores municipales y fraccionamientos. De acuerdo con el aforo instantáneo, el caudal acumulado de aguas residuales arriba de la presa es de 634.2 L/s. Aguas debajo de la presa se detectó un caudal de 330.6 l/s que no es tratado en la PTAR de El Ahogado, además de 6 descargas de agua residual sin tratamiento con un caudal acumulado de 1,209.4 L/s. Estos caudales mezclados suman 2.17 m<sup>3</sup>/s de agua doméstica cuya aportación de DBO equivale a la que generarían 1 millón de personas. Estas descargas de agua residual confluyen al río Santiago aproximadamente 4.5 km antes del llamado Salto de Juanacatlán y tienen un significativo impacto en las condiciones del río en este punto. A este respecto resulta prioritario implementar mecanismos que permitan conducir las aguas residuales de las descargas municipales mencionadas a una planta de tratamiento, que pudiera ser la PTAR El Ahogado que se encuentra a 5 km del puente de la carretera a Chapala. El arroyo de El Ahogado se considera el área con la mayor urgencia para la implementación de un plan de saneamiento, pues recolecta agua residual de casi toda la subcuenca R. Corona-R. Verde. Esta agua residual confluye poco antes del Salto de Juanacatlán, que es considerado como uno de los puntos clave de contaminación en el Río Santiago.
- **Zona Barranca de Huentitán:** Al noreste del *Área Metropolitana de Guadalajara* (AMG), en la Barranca del río Santiago existen 15 descargas con características de agua residual doméstica que en conjunto suman 8.8 m<sup>3</sup>/s en las condiciones de aforo de este estudio. Este caudal se debe principalmente a los colectores del AMG, así como de diversos fraccionamientos. La aportación de DBO de estas descargas equivale a la de 5 millones de personas y representa más de la mitad de los contaminantes evaluados entre las descargas del estudio. El impacto de estas descargas no se observa dentro del AIP, pues se da al final del recorrido del río Santiago dentro de la zona de estudio. Se considera que 11 de las descargas pueden ser descargadas al túnel interceptor oriente, y representan un caudal aproximado de 1,832 L/s. El resto se encuentran aguas abajo del canal interceptor existente y deben emprenderse las obras de captación y conducción necesarias para que sean tratadas en la PTAR Agua Prieta. La importancia de esta zona radica en que concentra el flujo de descarga más grande del estudio, pero que podría ser conducido a la PTAR Agua Prieta una vez terminado el Túnel Interceptor Oriente.

- **Zona Tonalá:** en Tonalá se ubicaron 5 puntos de colectores municipales y de fraccionamientos con descarga a afluentes al río Santiago, que en conjunto suman 136.6 L/s. La aportación de DBO de estas descargas equivale a la aportación de agua residual de 83,000 personas. La descarga más relevante es la de un colector municipal que vierte sus aguas sin tratar al Arroyo Tonalá, el cual recorre aproximadamente 5 km antes de unirse al río Santiago. Esta zona se considera de prioridad por la falta de infraestructura de conducción de aguas residuales. Se debe realizar un plan para conducir las aguas residuales e incluso incorporarlas al futuro Túnel Interceptor Oriente.
- **Zona Tototlán Zapotlanejo y alrededores:** Esta zona comprende las subcuencas R. La Laja y R. Zula y destaca por la presencia de la actividad agropecuaria. Del total de las unidades económicas visitadas relacionadas con este giro, se sabe que el destino de las aguas residuales en el 55.5% de los casos es el riego agrícola o de áreas verdes, y el 36.6% de las descargas a riego no reciben tratamiento. Además, los pocos muestreos realizados posicionan a la actividad agropecuaria y específicamente la porcícola como los generadores de los efluentes con mayor concentración de contaminantes. A la luz de que 4 meses del año, durante la temporada de lluvias, el suelo difícilmente puede recibir y percolar aguas residuales, éstas son una importante fuente de contaminación. En ese sentido, toma importancia el corredor de granjas porcícolas de los municipios dentro de la subcuenca R. Zula y R. La Laja, principalmente en los municipios de Tototlán, Zapotlanejo, Juanacatlán y Tonalá. Este corredor porcícola se extiende hasta los municipios de Arandas y Atotonilco el Alto. La prioridad de esta zona radica en la urgencia de realizar un estudio específicamente orientado a censar las granjas existentes en la zona y determinar su impacto sobre los afluentes al río Santiago y Zula.
- **Zona fraccionamientos Ixtlahuacán- Tlajomulco:** en los municipios de Ixtlahuacán de los Membrillos, El Salto y Tlajomulco de Zúñiga se encontraron nueve puntos de descarga de fraccionamientos y plantas de tratamiento con descarga directa a algún afluente al río Santiago y que rebasan los LMP. En conjunto suman 202 L/s de agua residual doméstica en una zona relativamente pequeña, la aportación de DBO de estos fraccionamientos es equivalente a la del agua residual doméstica de 140,000 personas. La prioridad en esta zona radica en conducir las aguas residuales de aquellos fraccionamientos aislados a una planta de tratamiento, pero también para implementar los mecanismos para que no se puedan instalar fraccionamientos sin tener asegurada su conexión a la red de drenaje municipal.

- **Zona Arandas:** Se localizaron 5 descargas con un caudal conjunto de 359 L/s. La aportación de DBO de estas descargas equivale a la aportación de agua residual de 190,000 personas. Esto se debe principalmente a dos descargas: una que presenta características de agua residual de la industria tequilera con caudal de 18 L/s y la otra relacionada con la matanza de ganado. La prioridad de esta zona radica en el control de las descargas con aportaciones industriales, sobre todo provenientes de tequileras y rastros, además de la puesta en operación de la planta de tratamiento municipal.
  - **Zona Atotonilco el Alto:** Este estudio localizó 3 descargas de aguas municipales que son vertidas sin tratamiento al Arroyo Taretán y río Zula en el municipio de Atotonilco el Alto, por un caudal aproximado de 71.4 L/s. La aportación de DBO de estas descargas conjuntas equivale a la aportación de agua residual de 28,000 personas. Los muestreos realizados en la zona sugieren la existencia de industrias que descargan sin tratamiento a la red municipal. Es importante, en ese sentido, que se verifique la infraestructura y se conduzcan a la PTAR municipal respectiva. Las descargas en Atotonilco el Alto, no representan un impacto significativo al río, pero sí desestabilizan el equilibrio local. En ese sentido, el esfuerzo en esta zona consiste en redirigir las descargas municipales que actualmente están siendo vertidas a los arroyos y al Río Zula.
  - **Zona Norte de AMG:** al norte del AMG se encuentran 5 descargas con un caudal conjunto de 701 L/s. Estas descargas se encuentran distantes entre sí y tienen características de agua residual doméstica. Tres de los puntos descargan al río Blanco. Las descargas en esta zona, representan un caudal considerable y la prioridad de esta zona tiene que ver con conectar estas descargas y dirigirlas a una planta de tratamiento de aguas residuales.
11. La información recabada señala que la aportación más importante de contaminantes, proviene de descargas de origen predominantemente sanitario no conducidas a plantas de tratamientos o con tratamiento insuficientes, esto incluye las descargas de fraccionamientos y colectores municipales. Paralelamente, se debe continuar con la vigilancia a descargas de unidades económicas pues siguen representando una fuente de contaminantes importante, sobre todo de las unidades dedicadas a la cría y explotación de animales, pues los obstáculos presentados para la obtención de información, seguramente se presentarán en proyectos futuros.

12. Se recomienda que para cada una de estas 8 zonas de atención prioritaria se elabore y ponga en práctica un plan específico de saneamiento que incluya caracterización y aforo de las descargas principales durante 24 horas, identificación de las obras de saneamiento o vigilancia que sean requeridas, determinación de obras y acciones requeridas y un presupuesto, incluyendo también a los responsables de cada una de ellas ya sea de las instancias públicas o privadas.

### 9.3 RECOMENDACIONES

A continuación, se hace un compendio de recomendaciones derivadas del estudio realizado divididas en las siguientes categorías:

- **Recomendaciones técnicas:** Incluyen aspectos relacionados con las condiciones ambientales del río, su monitoreo, así como el estudio de sus condiciones naturales de dilución y depuración de contaminantes. También se incluyen las necesidades de tecnología para el tratamiento de aguas residuales en granjas porcícolas. Se refieren a acciones de tipo científico y técnico.
- **Recomendaciones institucionales:** Son aquellas que se derivan de acciones cuya facultad corresponde a los tres órdenes de gobierno y se refieren a la coordinación de éstos para la atención específica del Área de Intervención Prioritaria.
- **Recomendaciones normativas:** Se refieren a nuevas legislaciones propuestas y modificaciones a la legislación vigente, con la finalidad de que esta mejora regulatoria tenga beneficios en la calidad de los cuerpos de agua dentro del AIP.
- **Recomendaciones de infraestructura:** Se refieren a obras detectadas durante la realización de este estudio que son necesarias para mejorar la calidad de los cuerpos de agua superficiales.
- **Recomendaciones operativas:** Son recomendaciones que se hacen en base a los recursos y funciones que se llevan a cabo actualmente por las autoridades ambientales, que implican una mejora en la vigilancia de descargas y monitoreo de los cuerpos de agua dentro del AIP.

Las recomendaciones aquí plasmadas surgen del juicio del equipo consultor con base en su experiencia y en la información obtenida durante los trabajos de campo, las encuestas realizadas, los resultados de los análisis obtenidos y las fuentes de información consultadas. Se considera que la aplicación de las siguientes recomendaciones tendría un impacto positivo en las condiciones de calidad del agua dentro del AIP, pues se reducirían las cargas.

Las recomendaciones se presentan en orden de su prioridad, con dos clases: prioridad media y prioridad alta especificadas al final de cada una.

### **Recomendaciones técnicas**

1. Continuar con el monitoreo sistemático de calidad del agua en los ríos Zula y Santiago y sus afluentes principales de manera que puedan identificarse comportamientos irregulares en la calidad del agua que sean indicadores de descargas clandestinas o que no se encuentren reguladas. Prioridad alta.
2. Revisar los valores de la calidad del agua establecidos para descargas en el río Santiago, considerando su capacidad de asimilación y dilución de contaminantes, así como las cargas contaminantes que puede recibir y las metas de calidad de agua adecuadas. Asimismo, considerar los procedimientos que se requieran para emitir una Declaratoria de Clasificación de Cuerpo de Aguas Nacionales específica para el río Santiago, en los términos que establece el Artículo 87 de la Ley de Aguas Nacionales para establecer condiciones más estrictas de los efluentes vertidos a este río. Prioridad alta
3. Apoyar técnicamente a los productores porcícolas para el mejoramiento del tratamiento de aguas residuales de las granjas, mediante paquetes tecnológicos, así como el manejo y aprovechamiento de la cerdaza. Asimismo, brindar orientación para la obtención de apoyos financieros que permitan la implementación de dichas mejoras. Prioridad Alta.

### **Recomendaciones institucionales**

4. Establecer un convenio de cooperación con la CONAGUA para que el estado de Jalisco, ya sea en forma independiente o en conjunto con la Federación, tenga atribuciones para realizar inspección y vigilancia de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, al menos, dentro del *Área de Intervención Prioritaria del Río Santiago*, ya que esto fue una limitación en las actividades realizadas durante el estudio. Prioridad Alta.
5. Instaurar formalmente un órgano descentralizado y multidisciplinario para el control y vigilancia de descargas en la cuenca del Río Santiago, que cuente con participación de representantes de la sociedad civil, instituciones académicas, cámaras industriales y dependencias gubernamentales. Esto relacionado con la recomendación anterior. Esta acción fue propuesta en el estudio elaborado para la CEA “Adecuaciones finales a los objetivos, aspectos jurídicos, organizacionales, administrativos y de participación social en el órgano de control y vigilancia de la cuenca de Arcediano” (AyMA, 2008). Con esta propuesta existe la ventaja de que la vigilancia, si bien se define que la llevará

a cabo el sector público en este organismo, éste estará formado por miembros de los diferentes órdenes de gobierno -federal, estatal, municipal- sector privado, sector académico, asociaciones gremiales, y organismos no gubernamentales. En el documento se puede encontrar información adicional para sus objetivos, funciones, integración y recursos necesarios. Prioridad alta.

6. Proporcionar el apoyo a los ayuntamientos para que ejerzan satisfactoriamente las atribuciones que les otorga la reglamentación vigente en materia de control y vigilancia de aguas residuales vertidas a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Esto incluye capacitación en las atribuciones municipales de la NOM-002-SEMARNAT-1996, equipamiento para muestreo y aforo, y apoyo analítico de parte de un laboratorio estatal. Prioridad media.
7. Invitar a las unidades económicas que se encuentren en incumplimiento a adherirse al Programa de Cumplimiento Ambiental Voluntario de la SEMADET para garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente y mejorar su desempeño ambiental. Prioridad media.

### **Recomendaciones normativas**

8. Coordinarse con los ayuntamientos para establecer medidas a nuevos desarrollos habitacionales para que sean autorizados únicamente aquellos en los cuales sea factible su conexión a sistemas públicos de alcantarillado que finalmente son conducidos a plantas de tratamiento municipales. Prioridad alta.
9. Establecer condiciones particulares de descarga a las unidades económicas conectadas a alcantarillados municipales o estatales, de acuerdo a la capacidad de operación de la planta de tratamiento a la que se conducen las descargas, así como las características del proceso generador y el efluente descargado. En ese mismo sentido, revisar las condiciones particulares ya establecidas en ciertos establecimientos pues se observó que estas son, en general, muy laxas. Prioridad media.
10. Dar seguimiento al proyecto de modificación de la NOM-001-SEMARNAT-1996, con la finalidad de incluir la vigilancia a parámetros contaminantes no regulados actualmente que contribuyen a la degradación de la calidad del agua, en específico, la toxicidad causada por productos como plaguicidas, fertilizantes, y otros compuestos tóxicos descargados en aguas residuales. Prioridad media.

**Recomendaciones de infraestructura**

11. Es fundamental la construcción del túnel interceptor de la Zona Oriente del AMG para la captación de las aguas residuales municipales generadas en esa zona, de manera que todas sean conducidas a una planta de tratamiento apta para la remoción de contaminantes y cuyo efluente tenga una calidad aceptable. Prioridad alta.
12. Empezar la construcción de los sistemas de conducción de aguas residuales que actualmente se vierten crudas en la zona del Arroyo de El Ahogado hacia un sistema adecuado de tratamiento de aguas residuales, que bien pudiera resultar la PTAR El Ahogado existente, cuya ampliación es impostergable a la capacidad que las evaluaciones indiquen. Prioridad alta.
13. Conducir las descargas municipales que actualmente llegan sin tratamiento a cuerpos receptores para que éstas sean tratadas en la PTAR municipal correspondiente, principalmente en las zonas de atención prioritaria como son: Norte del AMG, Fraccionamientos Ixtlahuacán-Tlajomulco, Tonalá, Atotonilco El Alto, Arandas y Tototlán-Zapotlanejo. Prioridad alta.
14. Rehabilitar y acondicionar las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales ya existentes y establecer los mecanismos para contar con todos los recursos necesarios para la adecuada operación y cumplimiento de los LMP en su efluente. Prioridad alta.

**Recomendaciones operativas**

15. Establecer un mecanismo sustentable desde los puntos de vista técnico, económico y ambiental que permita la operación satisfactoria y continua de los sistemas de tratamiento municipal. Prioridad alta.
16. Monitorear sistemáticamente las condiciones de tratamiento de agua de las empresas que se dedican a la recolección de aguas residuales, ya que el uso de estos servicios es común en la industria y se debe garantizar su correcta operación y destino. Prioridad media.
17. Establecer de manera municipal/estatal una base de datos con los resultados de laboratorio de las unidades económicas que cuenten con registro de descarga a alcantarillados municipales y que sea obligación de la empresa y el laboratorio acreditado la alimentación periódica (trimestral) de dicha base de datos, de manera similar a lo realizado por la CONAGUA para las descargas a cuerpos receptores. Prioridad media.



18. Programar el monitoreo periódico de las descargas de industrias pecuarias y analizar el efecto de las descargas que terminan en el suelo en temporadas de lluvias, cuando éste se encuentra saturado. Esto mediante trabajo de campo, incluyendo muestreo, aforo y análisis en temporada de estiaje (de existir descarga) y en temporada de lluvias. Para esto el apoyo de la *Secretaría de Desarrollo Rural* (SADER) es muy importante. Prioridad media.
19. Vigilar las descargas provenientes de fraccionamientos para asegurar que cumplan con los límites máximos permisibles. Prioridad media.

