



MARCO CONCEPTUAL

RECUPERACIÓN DE RÍOS URBANOS

ETAPA 1. RÍO ACELHUATE





MARN

Ministerio de Medio Ambiente
y Recursos Naturales

MARCO CONCEPTUAL DE LA PROPUESTA DE RECUPERACIÓN DE RÍOS URBANOS

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)
El Salvador, Centro América

Elaboración
Unidad Ejecutora de Programas Hídricos
Gabinete Técnico

Edición, diseño y diagramación
Unidad de Comunicaciones, MARN

San Salvador, diciembre de 2015

Fotografía de portada: Rio Acelhuate en el municipio de Apopa, Sitio arqueológico de fósiles.
Cortesía de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas.

Derechos reservados. Prohibida su comercialización
Este documento puede ser reproducido todo o en parte, reconociendo los derechos del
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).
Kilómetro 5½ carretera a Santa Tecla
calle y colonia Las Mercedes, instalaciones ISTA
San Salvador, El Salvador, Centro América

Tel.: (503) 2132 6276

Sitio web: www.marn.gob.sv

correo electrónico: medioambiente@marn.gob.sv

Facebook: www.facebook.com/marn.gob.sv

Twitter: @MARN_Oficial_SV

Tabla de Contenido

1.	RESUMEN EJECUTIVO	4
2.	INTRODUCCIÓN	6
3.	ANTECEDENTES	8
4.	CARACTERIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	10
5.	PRIORIZACIÓN DE TRAMOS A INTERVENIR	15
6.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRAMOS A INTERVENIR	17
7.	COMPONENTES	20
7.1	Componentes de Educación/Cultura y Comunicación	21
	Concientización y diálogo	21
	Observatorio de ríos urbanos.....	22
7.2	Componentes Social y Económico.....	23
	Accesibilidad, equipamiento y recuperación de espacios públicos en quebradas	23
	Desarrollo local	27
7.3	Componente Ambiental y de Riesgo.....	27
	Infraestructura de saneamiento	27
	Monitoreo de calidad	30
	Aplicación de la Normativa y cumplimiento ambiental de las condiciones establecidas en los permisos ambientales	31
	Rehabilitación de plantas de tratamiento existentes en la subcuenca del río Acelhuate.....	33
	Fortalecimiento institucional	33
	Gestión del riesgo	33
8.	ARREGLOS INSTITUCIONALES Y SOSTENIBILIDAD	35

1. RESUMEN EJECUTIVO

La expansión de las ciudades con toda su aglomeración y el crecimiento desordenado de las mismas, traen como consecuencia el hacinamiento de la población. Los espacios amplios y verdes se transforman en casas, calles, edificios y parqueos. Dichos espacios van disminuyendo poco a poco ante el incremento del valor de la propiedad y la gran demanda de nuevos proyectos habitacionales en las áreas urbanas y sus alrededores. De tal forma que las áreas verdes de convivencia y los ecosistemas existentes llegan prácticamente a extinguirse.

Los ríos que atraviesan las ciudades se convierten en una oportunidad, cada vez más aprovechada, de rescatar cierta parte de zonas verdes y permitir el hábitat de pequeños ecosistemas. Mientras hace 50 años, un río urbano se veía como un drenaje de aguas negras y lluvias dentro de la ciudad, hoy, cada vez más, se ven como un lugar de esparcimiento y contacto con la naturaleza.

El Salvador no ha sido la excepción en esta tendencia. Durante los últimos años se ha planteado la idea de retomar estos lugares y convertirlos en espacios públicos de esparcimiento. En ese sentido, el Gobierno Central, gobiernos municipales, sector académico y otros actores han emprendido esfuerzos por entender la problemática de los ríos urbanos y plantear alternativas de solución que contribuyan a sanear el Área Metropolitana de San Salvador, mediante intervenciones en su principal cauce fluvial: el río Acelhuate.

Casi todos los esfuerzos han concluido en que la labor a realizar es titánica y de largo aliento, ya que se debe pasar por superar los problemas sociales existentes en dichos ámbitos y la problemática técnica relacionada con el manejo de las riberas del río y de los factores asociados a la descontaminación del río en su conjunto así como el reordenamiento territorial del Área Metropolitana de San Salvador, con la finalidad de iniciar un proceso de rehabilitación que permitan superar los grandes problemas: el vertimiento de las aguas residuales sin ningún tratamiento, el manejo inadecuado de los desechos sólidos y por último las obras de contención y mitigación en las zonas medias y bajas de las cuencas que permitan regular las avenidas máximas del río.

El país ha carecido históricamente de procesos de planificación, lo que se ha traducido en un desarrollo urbano desordenado y en conflictos sociales y ambientales alrededor de los recursos hídricos, generando demandas de agua en áreas donde se adolece de los sistemas para prestar dichos servicios, lo mismo sucede con las aguas residuales e industriales. Decenas de estudios se han desarrollado en los últimos 40 años, señalando que si se mantienen los procesos de administración del recurso actuales en un futuro cercano no se tendrá agua apta para consumo humano, complicando además la posibilidad de garantizar la seguridad alimentaria mediante una agricultura eminentemente extractiva y poco sostenible.

En cuanto a saneamiento, durante los últimos años en la zona media de la cuenca del río Acelhuate se han desarrollado decenas de proyectos de tratamiento de aguas para las nuevas urbanizaciones, contando con una infraestructura hidráulica importante de al menos 27 plantas de tratamiento con una capacidad para atender a unos 400,000 habitantes, por lo que prácticamente todos los nuevos desarrollos al norte de la ciudad han llevado consigo la inversión en pequeñas plantas de tratamiento. No obstante, se cuenta con un error de origen por la carencia de un modelo de gestión adecuado, lo que ha redundado en que las mismas han sido abandonadas o funcionan con serios problemas de mantenimiento y muchas quedaron en manos de los derechohabientes, generando problemas de ingobernabilidad como resultado de la falta de un ente regulador en el subsector.

Debido a lo anterior, el planteamiento propuesto es de fortalecer los esfuerzos de atender el problema mediante un enfoque integral que considera varios aspectos: la creación de una cultura hídrica que considere al río como un elemento vivo e incorporado a la dinámica de la ciudad y que permita la creación de espacios de recreación y esparcimiento, espacios culturales, zonas de equipamiento social, el diseño de alternativas productivas para las miles de personas que habitan alrededor del río, y por último, elementos como el cumplimiento ambiental y la responsabilidad compartida con los sectores productivos, así como el componente técnico que debe cruzar por supuesto, por la instalación de infraestructura hidráulicas de depuración de las aguas residuales, así como la regulación y mitigación de crecidas que garanticen la sostenibilidad de la ciudad.

Todo lo anterior contribuirá al mejoramiento de la calidad de vida de la población, fomentando una gestión integrada del recurso hídrico como una acción estratégica para el desarrollo del país, incrementando el reúso del agua y otras actividades en relación con dicho recurso.

Este planteamiento es sin duda un esfuerzo importante del Gobierno de El Salvador, impulsado por medio del Gabinete de Sustentabilidad Ambiental y Vulnerabilidad por dar una solución integrada a este problema; el abordaje de las soluciones aquí expuestas requiere de arreglos institucionales debido al marco jurídico vigente para la gestión del recurso hídrico y a la ausencia de un ente rector del agua; el esfuerzo por la implementación de este plan debe considerarse un esfuerzo de nación que proporciona una posibilidad real de la rehabilitación de los principales ríos urbanos del país y de nuevas oportunidades de desarrollo alrededor de los mismos, así como la futura restauración de sus ecosistemas.

El presente documento constituye el marco conceptual que describe los componentes de la propuesta, abona datos técnicos que los sustentan, bajo la premisa de que es necesario iniciar acciones en tramos previamente priorizados en función de su impacto a corto plazo, y de un enfoque integral que incluya una activa participación de las diversas instituciones públicas y de la ciudadanía.

2. INTRODUCCIÓN

El logro de la seguridad hídrica implica la provisión actual y futura de agua potable de calidad y para el uso doméstico, agua para el mantenimiento de los ecosistemas y la biodiversidad, para la agricultura y la seguridad alimentaria, para la generación de energía, agua para todos los sectores productivos, que garanticen el desarrollo social, económico y ambiental y agua para la recreación. Para poder cumplir con cualquiera de estos usos, el agua debe estar disponible tanto en cantidad como en la calidad requerida.

La seguridad hídrica también implica la reducción de riesgos a desastres por sequías e inundaciones, ahora agravados por los cambios de uso del suelo y alteración de cauces, y por los efectos del cambio climático (Estrategia Nacional de Recursos Hídricos, 2012).

La problemática existente en el país, en cuanto a los índices de contaminación, la sobreexplotación de acuíferos, el cambio de uso del suelo, la pérdida de capacidad de regulación hídrica del territorio nacional, la degradación de ecosistemas y los impactos de la variabilidad climática, sumado a una inadecuada gestión del agua, permiten concluir que el país aún se encuentra frente a un largo trecho para alcanzar la seguridad hídrica, siendo sin duda el deterioro de la calidad del agua y la gestión desarticulada del recuso los aspectos más críticos a superar.

De acuerdo a los resultados de monitoreo de calidad de agua a nivel nacional del año 2013, en un total de 123 sitios de muestreo de la red hídrica nacional, ninguno de los puntos muestreados reportó calidad de agua excelente, solo 8% de los sitios muestreados presentó calidad de agua buena, mientras que el 92% de los sitios presentaron calidad de agua entre regular y pésima, limitando las oportunidades de desarrollo de vida acuática y otras.¹

La mala calidad de agua se debe principalmente a un mal manejo de los desechos sólidos y aguas residuales, deficiente disposición de excretas y residuos industriales, la mayoría de los cuales son descargados directamente a los ríos con un deficiente o nulo tratamiento, aunado al desarrollo desordenado de las principales ciudades, al crecimiento demográfico y al alto grado de erosión producto de los cambios de uso del suelo y la deforestación en las cuencas.

Los efectos de esta problemática se ven reflejados en la salud humana, así como en el deterioro de los ecosistemas proveedores de agua. Según el Ministerio de Salud, las diarreas, constituyen una de las primeras diez causas de muerte en el país, seguida de enfermedades ocasionadas por los mosquitos y zancudos que en su mayoría se generan debido a una inadecuada capacidad de autodepuración de los ríos por su baja calidad físico-química y biológica, que reduce los depredadores naturales de éstos. De acuerdo a MINSAL, las bacterias más frecuentes en las aguas

¹ Índice de Calidad General de Agua (ICA).

contaminadas son los coliformes fecales MINSAL (2014), lo que es consistente con la calidad de las aguas superficiales (MARN, 2012).

Por otra parte, aunque según la información disponible, las descargas industriales representan una fracción menor del 2%² de los vertidos, la calidad de éstas, aún tratadas, tienen un impacto mayor al de las aguas residuales domésticas. Esto es debido a que las aguas residuales especiales tienen componentes físicos, biológicos y químicos, incluyendo metales pesados, los que dificultan su tratamiento, lo que es peor, en muchos casos dichos vertidos industriales se combinan con las aguas residuales del sistema de alcantarillado sanitario público contaminando mayores volúmenes de agua. Esto ocurre debido a que muchas industrias no cuentan con sistemas de tratamiento apropiados, en muchos casos ni siquiera cuentan con permisos ambientales y no han implementado medidas de adecuación ambiental.

En conclusión, la problemática planteada ha dado como resultado que los ríos y quebradas que atraviesan el Área Metropolitana de San Salvador hayan sido embovedados en amplios tramos y convertidos en sitios de disposición de desechos sólidos y vertidos, desaprovechando todo su potencial de proveer bienes y servicios ambientales y paisajísticos. Este principio que parecería lógico, en realidad constituye el golpe de timón más importante en el manejo de un río urbano, ya que se pretende recuperar ríos vivos que presten servicios ambientales a la ciudad. Esta propuesta está orientada a la rehabilitación de tramos urbanos del río Acelhuate, para contar con un efecto demostrador que permita emular las acciones en el resto del cauce.

No obstante, desde un principio se pretende sistematizar las diferentes tareas o acciones de rescate del río en todo el año y a lo largo de todo el cauce, priorizando aquellos tramos que den los mejores resultados en términos de recuperación, ya que no es posible proponer medidas aguas arriba que no consideren sus impactos aguas abajo ni comenzar tareas de recuperación aguas abajo sin haber realizado un trabajo adecuado en la parte alta y conjugando estos esfuerzos con elementos de inclusión y participación social, procurando armonizar los diferentes intereses sociales que existen sobre el río y su entorno para anteponerlo como un bien público de toda la ciudad. Por otra parte, la innovación metodológica y tecnológica como parte de una nueva cultura y de manejo integral del agua, procura la incorporación de espacios públicos y de convivencia, alternativas productivas para la población y con el involucramiento comunitario y su conocimiento pragmático de la realidad desde las primeras fases del proyecto que permitan la definición de la imagen objetivo y el modelo de intervención, creando corredores paisajísticos con espacios públicos de orden recreativo, cultural y deportivo, valorando el río y convirtiéndolo en un elemento articulador del espacio urbano.

2 Actualización del catastro de vertidos, evaluación Sobre la aplicación, cumplimiento y verificación del Marco técnico y jurídico de las aguas residuales en La subcuenca del río Acelhuate.

3. ANTECEDENTES

Las demandas de agua para los diferentes sectores productivos que requiere el desarrollo del país son crecientes, sin embargo, las inversiones en el sector por las distintas instituciones relacionadas con la gestión del recurso hídrico, no han sido consistentes con dichas demandas. Esto ha traído como consecuencia el problema de las bajas coberturas, especialmente en las áreas rurales, y deficiencias en cuanto a la calidad del servicio. Es necesario aclarar que la escasa inversión se ha debido a que los proyectos de inversión en infraestructura hidráulica requieren de un modelo de gestión eficiente que por ahora adolece de una debilidad institucional.

En el año 1995 el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) contrató a la Organización de Estados Americanos (OEA) para realizar una evaluación de las condiciones ambientales del país, lo que se concretó en una propuesta denominada Programa Ambiental de El Salvador, en donde se abordaron temas relacionados con tres áreas de gestión: el manejo de los residuos sólidos, la gestión de los recursos costero-marinos y las inversiones en la cuenca alta del río Lempa, determinando las subcuencas de los ríos Acelhuate, Sucio y Suquiapa como las más contaminadas del país (SNET, 2002). En este sentido se diseñó el subcomponente de monitoreo de los recursos hídricos del Programa Ambiental de El Salvador, el cual fue ejecutado por la Dirección de Recursos Naturales Renovables del Ministerio de Agricultura y Ganadería, el cual incluyó un monitoreo de calidad de agua de los ríos mencionados con el fin de elaborar un modelo de contaminantes orgánicos biodegradables para realizar proyecciones y elaborar propuestas de descontaminación de los mismos. Adicionalmente consideró una evaluación de la calidad de los ríos a través del Índice de Calidad de Agua (ICA) y una propuesta de usos del río en base a la aplicación de los tratamientos propuestos.

El trabajo de monitoreo realizado constituye la primera etapa dentro de las estrategias de descontaminación de los ríos Sucio, Acelhuate y Suquiapa, debido a que solamente se elaboró el modelo para compuestos orgánicos biodegradables (DBO_5), sin embargo y de acuerdo a la información recopilada, la contaminación de estos ríos también está compuesta por metales pesados y residuos de plaguicidas.

Todos los planteamientos de descontaminación de estos ríos concuerdan en la necesidad de contar con un sistema de tratamiento mediante dos plantas de tratamiento: una en el río Las Cañas y otra en Tomayate; cada uno hace estimaciones y mediciones de campo que validan sus datos. Otros estudios realizados en la último decenio son los siguientes: a) Actualización del catastro de vertidos; b) evaluación sobre la aplicación, cumplimiento y verificación del marco teórico y jurídico de las aguas residuales de la subcuenca del río Acelhuate en 2010; b) Medidas de Control de la Contaminación en los Ríos Tomayate y las Cañas en 2011 y c) levantamiento de puntos y caracterización de vertidos en los principales ríos.

En este sentido, resulta fundamental cambiar el paradigma de los ríos urbanos, pasando del enfoque antiguo que consideraba el río como una amenaza debido a las inundaciones que se producen en el periodo lluvioso y deslizamientos de taludes dentro de las microcuencas, riesgos que representan para la salud pública la contaminación por aguas residuales e industriales y los confinamientos de basura, lo cual favoreció intervenciones radicales como el entubamiento de ríos y quebradas, la construcción de las viviendas de espaldas al río, y el mejoramiento de la calidad de las aguas como parte del concepto definido como saneamiento. Sin embargo, es necesario cambiar a un nuevo paradigma en el que se fundamenta la presente propuesta, establecer que los ríos no solo son espacios de oportunidades ambientales, recreación, cultural y económico, teniendo en cuenta que las acciones que se adopten aguas arriba del tramo seleccionado impactan a los tramos aguas abajo del río. Para lo cual se requiere visión y gestión integral, inclusión y participación social, así como la legalización y concurrencia institucional alrededor de las acciones de recuperación del río, en el caso presente es el río Acelhuate es el objeto de intervención y atención técnico-política.

4. CARACTERIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

La subcuenca del río Acelhuate tiene un área de 622.47 km², lo que representa el 3% del territorio nacional, se extiende por los departamentos San Salvador, La Libertad y Cuscatlán. Importante es mencionar que en ella se aloja el 26.3% de la población del país de acuerdo al censo poblacional de 1998 y citado por el MOP (MOP, 2013). La subcuenca la conforman las microcuencas de los ríos Ilohapa y Matalapa en donde se identifica el nacimiento del río en la vertiente del sur del departamento de San Salvador, así como el río El Garrobo con un desarrollo urbano de alta densidad en los municipios de San Marcos, Panchimalco y San Salvador; en la vertiente oriente nace el río Las Cañas, microcuenca que abarca los municipios de Ilopango, Soyapango y Tonacatepeque, en los primeros dos municipios mencionados se dio un desarrollo industrial importante, lo que resultó en un caudal considerable de aguas residuales de origen industrial y doméstico; otro de los nacimientos del río Acelhuate es la vertiente poniente, conocida como quebrada El Piro, en la que se localiza un desarrollo urbano de clase media bastante fuerte, así como un desarrollo urbanístico, comercial, turístico e industrial, dando como resultado una demanda de agua alta, seguido de un fuerte cambio de uso de suelo; integran dicha vertiente los municipios de Santa Tecla y Antiguo Cuscatlán. Por último, en la parte nororiente se encuentra la microcuenca del río Tomayate cuyo desarrollo está marcado por un uso habitacional de clase media-baja, lo que ha propiciado densidades poblacionales arriba de los 1600 habitantes/km² en los municipios de Mejicanos, Ciudad Delgado, Ayutuxtepeque y Cuscatancingo; el río Acelhuate en la zona rumbo a su desembocadura en el embalse del Cerrón Grande del río Lempa, cuenta con un desarrollo urbanístico de alta densidad y corresponde a los municipios de Apopa, Nejapa y Aguilares.

El Área Metropolitana de San Salvador, en constante expansión, es atravesada por aproximadamente 251 cauces o quebradas, alrededor de las cuales se ubican 674 comunidades en condiciones precarias, 42 de las cuales se encuentran en situación de pobreza extrema.

El Informe del estado del medioambiente *Global Environment Outlook* (MARN, 2006), considera al río Acelhuate como un sistema de gran escala para el AMSS por varias razones: en él se manejan la gran mayoría de

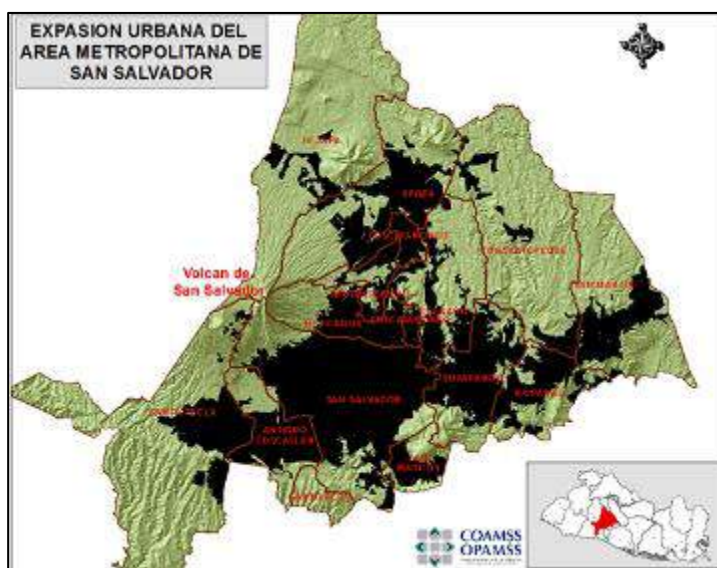


Imagen 1. Expansión Urbana del AMSS
OPAMSS

las descargas de aguas residuales, sirve además de drenaje natural de aguas lluvias y desde el punto de vista biótico, se puede decir que es una reserva de especies nativas de vegetación arbórea, arbustiva y herbácea. En sus riveras se han desarrollado asentamientos humanos precarios, que en la actualidad constituyen un grave problema porque son sitios no adecuados para vivienda por razones de insalubridad y de inseguridad hídrica, ya que son áreas de alto riesgo sujetas a inundaciones y derrumbes y donde la vida es complicada por la falta de oportunidades para sus habitantes.

Según el informe GEO San Salvador (MARN, 2006), el río Acelhuate constituye el principal recurso hídrico del AMSS, con un caudal medio anual de $32.7 \text{ m}^3/\text{seg}$ y un caudal medio mensual en la época seca de más de $5.0 \text{ m}^3/\text{seg}$. El río ha sufrido una degradación ambiental fuerte paralelamente al desarrollo urbano de la subcuenca, constituyéndose en el principal recolector de aguas residuales domésticas e industriales de la ciudad, así como de los desechos sólidos que son lanzados directamente al cauce. Las aguas de este río desembocan en el sector superior del embalse del Cerrón Grande contribuyendo de esta forma al acelerado proceso de eutrofización del embalse y convirtiéndose el río Lempa en el gran receptor de las aguas residuales del AMSS. Se destaca que en algunos lugares, las márgenes del río aún conservan ejemplares de la vegetación original que merecen conservarse por ser parte del patrimonio genético del país y constituyen en sí mismo un corredor de fauna tanto para mamíferos de pequeño tamaño como la avifauna.

A pesar de que se han hecho esfuerzos de saneamiento en varios proyectos urbanísticos nuevos, estos no son significativos, ya que la mayoría de descargas de aguas residuales generadas por el Área Metropolitana de San Salvador, no reciben ningún tratamiento o reciben tratamientos deficientes antes de ser vertidas al cuerpo receptor.

El río Acelhuate recibe desechos sólidos desde su inicio, así como descargas de aguas residuales a lo largo de su recorrido, principalmente provenientes de las zonas urbanizadas e industriales, mediante los alcantarillados que descargan los ríos Matalapa, quebrada El Piro, río Urbina, San Antonio, Arenal Tutunichapa y Las Cañas (río Sumpa). Todos estos ríos reciben además descargas principalmente de aguas lluvias durante la estación lluviosa.

De hecho, la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) divide el sistema de drenaje de las aguas residuales para estas zonas por medio de los colectores CP-1, CP-2, CP-3 y CP-5 que conducen sus aguas hacia el Colector Interceptor CI (Ver Imagen 2); en donde se concentra más del 90% de las aguas residuales de los municipios de San Salvador, Santa Tecla, Mejicanos, Antiguo Cuscatlán, Cuscatancingo y Ciudad Delgado, aguas que son descargadas en el río Tomayate a la altura de Cuscatancingo.

El colector CP-4 recorre los municipios de Soyapango e Ilopango, recolectando las aguas residuales de estos municipios y descargándolas justo antes de Tonacatepeque. En esta parte alta de la subcuenca del río Acelhuate no existen plantas de tratamiento importantes para tratar estas aguas.

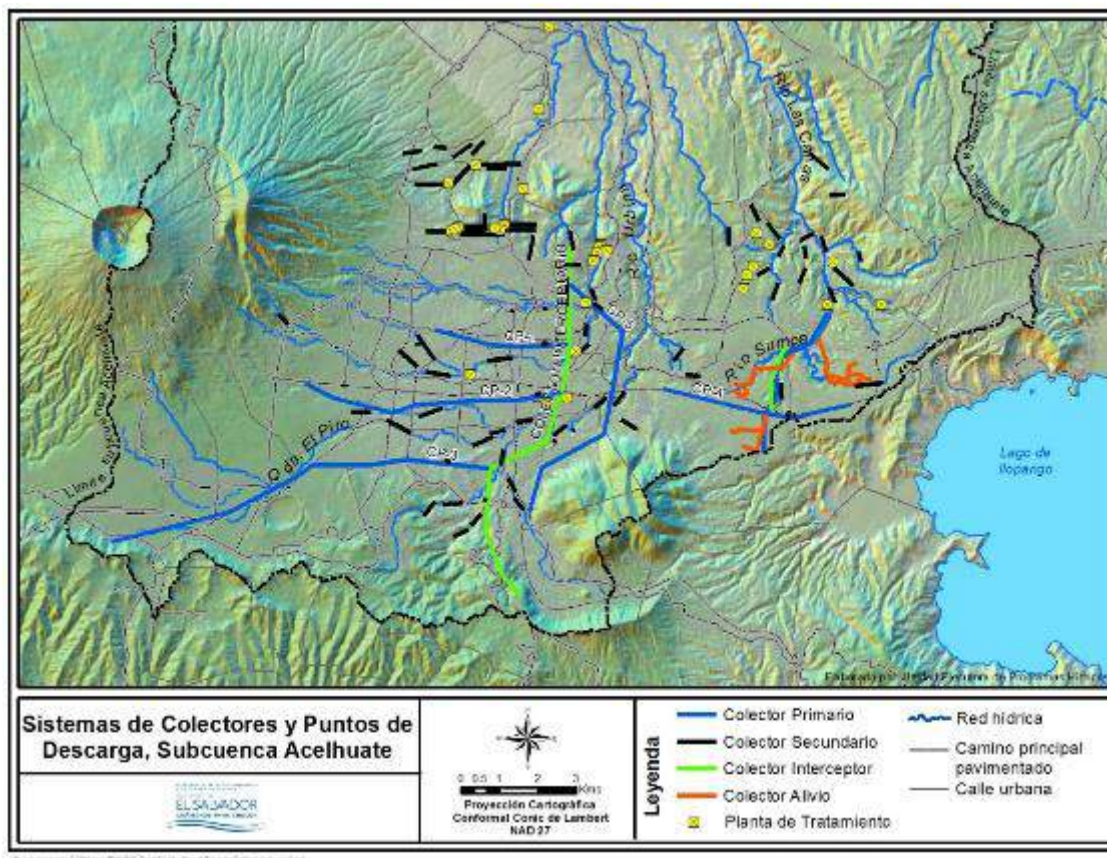


Imagen 2. Colectores principales de la zona alta de la subcuenca del río Acelhuate

Otro dato interesante es que en la parte media de la subcuenca del Acelhuate se encuentran alrededor de trece plantas de tratamiento, las que vierten sus aguas a las microcuencas del río Las Cañas y río Tomayate. La operación y mantenimiento de estas plantas está a cargo de las municipalidades, ANDA y urbanizadores privados. Sin embargo, muchas de ellas han sido abandonadas o el nivel de depuración de las aguas es deficiente. Adicionalmente a las deficiencias técnicas antes mencionadas existe un problema de legalización de las infraestructuras, debido a que no han sido recibidas por ANDA. A pesar de todo ello, se puede asegurar que se cuenta con una capacidad de tratamiento de aguas residuales que puede ser recuperada luego de contar con un diagnóstico claro de las condiciones en las que éstas se encuentran.

En total, se puede decir que se cuenta con una capacidad de depuración de alrededor de 380 L/s, con lo que se puede cubrir una población de unas 220,000 personas.

Dentro de la información recopilada se establecieron las condiciones físicas de la infraestructura, como un aspecto importante dentro del análisis de las condiciones de tratamiento de las aguas residuales de la subcuenca.

En la siguiente fase del diagnóstico inicial se procedió a determinar la calidad del agua en cada uno de los tramos en estudio, iniciando con el río Sumpa, tomando como parámetro de control la carga orgánica existente en el río. Para ello se partió de la definición del Índice de calidad de agua del río, tomando como referencia la Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días (DBO_5). Ello permitió calificar la calidad de los ríos desde excelente, para aguas con una DBO_5 igual o menor a 3, hasta fuertemente contaminada para una DBO_5 mayor o igual a 120, este último criterio coincide con aguas con vertidos industriales. Considerando estos límites, fue factible clasificar las aguas de los diferentes afluentes del río Acelhuate, tal como lo muestra la imagen 3.

En resumen, el modelo de calidad del río Acelhuate y sus afluentes, basado en el Índice de calidad de agua, permite concluir que la calidad del río es muy mala desde el inicio especialmente en el río Sumpa, que es el primer afluente del

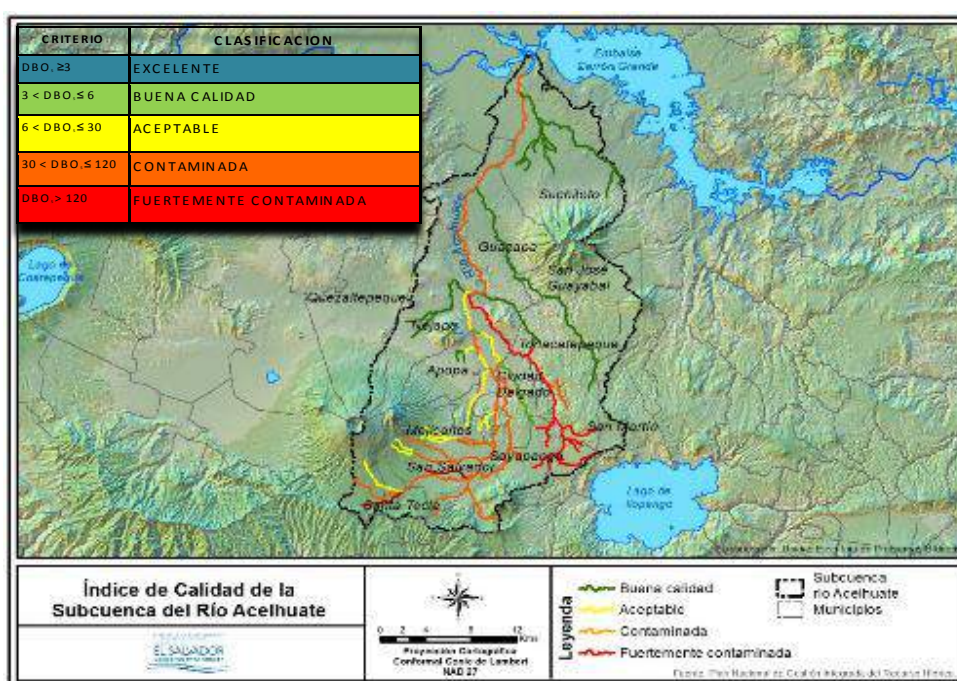


Imagen 3. Índice de calidad de agua en la subcuenca usando como criterio el DBO_5

río Las Cañas. Otro aspecto relevante a mencionar es el hecho de que en el río Las Cañas se concentra la mayor aportación de aguas residuales contaminadas hacia el río Acelhuate y que casi el 50% de la carga orgánica del río Sumpa es generada por tres industrias localizadas en Ilopango y Soyapango.

Por otro lado, los vertidos al río Tomayate son únicamente de aguas residuales domésticas, situación que permite afirmar que la tecnología de depuración de sus aguas es más simple, no así las aguas del río Sumpa-Las Cañas en donde se identificaron vertidos industriales sin tratamiento o con un tratamiento deficiente, aspecto que complica la depuración de sus aguas, ya que es necesario separar estos vertidos y darles un tratamiento con tecnologías diferentes.

Para definir en qué afluente se debe implementar el proceso de depuración del río, se hizo uso de un modelo predictivo (ver imagen 4) que permitió evaluar el impacto de la acción depuradora de

las agua residuales; al correr el modelo se puede ver que la implantación de una planta depuradora en Sumpa mejora sustancialmente la calidad del agua en su conjunto en un 40%, lo que sumado a la acción depuradora de la planta de tratamiento en Tomayate, permite recuperar el río en un 20% más, logrando reducir la carga orgánica en un 60% acumulado, y con el desarrollo de otras acciones que deben ser implementadas tales como la rehabilitación de plantas de tratamiento existentes y aplicar las medidas impuestas en los permisos ambientales a las empresas e industrias que los poseen, se logra reducir la carga orgánica del río hasta en un 80%.

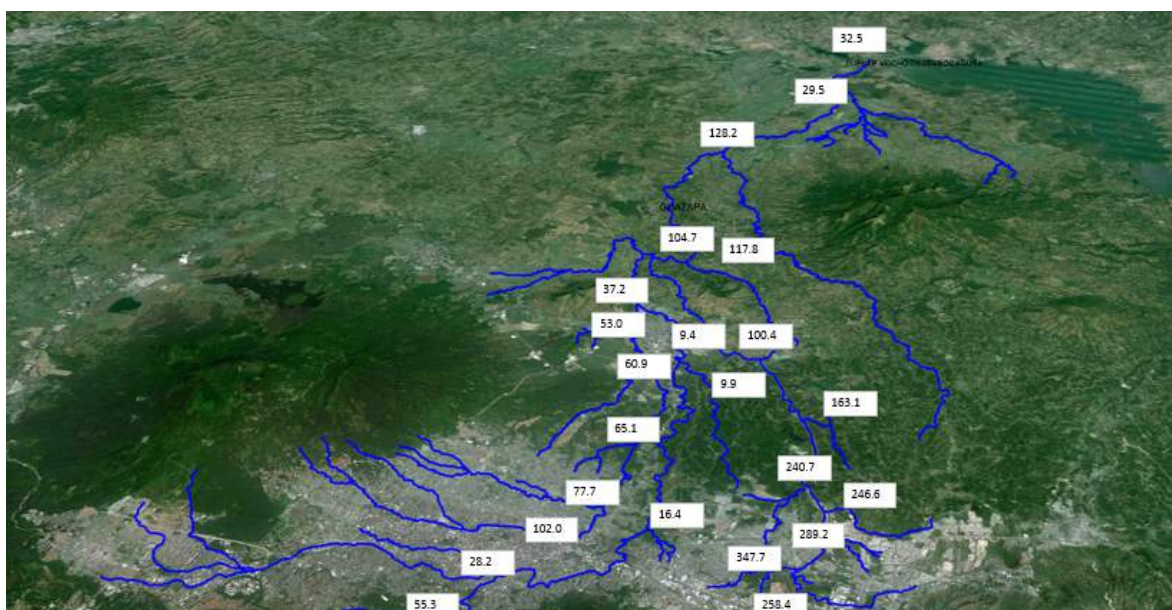
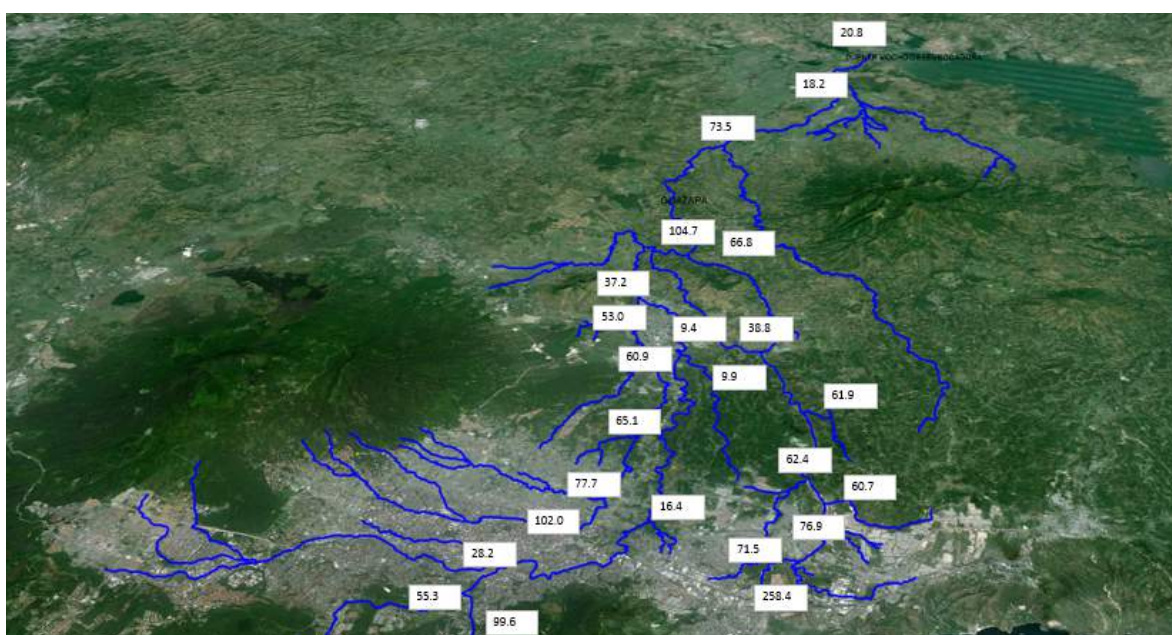


Imagen 4. Modelo predictivo de la calidad del agua del río Acelhuate, antes y después de la instalación de las PTARs propuestas



5. PRIORIZACIÓN DE TRAMOS A INTERVENIR

Partiendo de la información disponible, se propusieron los siguientes criterios para la definición de los tramos a intervenir, los cuales se enumeran a continuación: a) el nivel de desarrollo urbanístico del entorno, b) el caudal circulante, c) la carga contaminante, d) el potencial paisajístico, e) nivel de desarrollo industrial, f) el grado de conflictividad, g) el costo de la propiedad y h) la densidad poblacional.

Respecto a los criterios b y c, se calcularon los caudales y las correspondientes cargas contaminantes que son descargadas al canal principal del Acelhuate por los principales ríos tributarios.

Tabla 1. Caudales y cargas contaminantes por estación

Estación	DBO ₅ (mg/l)	Caudal (m ³ /seg)	Carga contaminante (kg/día)
Tutunchapa	93.25	0.22	1772.4
San Antonio-Tomayate	61	0.70	3689.2
Chaquite	14	0.04	52.0
Mariona	37	0.29	952.6
Chacalapa	12	0.21	218.7
Sumpa	584	0.34	17256.4
Arenal Seco - Tomayate	467	0.01	242.0
Las Pavas	268	0.11	2686.0
Chantecuán	133	0.28	3286.4
Ismatapa	58	0.03	185.4

Adicionalmente se analizaron todos los criterios mencionados para los tramos en los cuales se divide el río Acelhuate y sus afluentes; priorizándose aquellos que cumplían con todos o la mayoría de ellos, bajo la premisa de que no es posible recuperar todo el río simultáneamente, debido a los montos de inversión requeridos para lograr dicho proyecto, así como a la complejidad de su implementación.

Tabla 2. Cruce de criterios y tramos

Tramo/Criterio	Nivel de desarrollo	Mayor caudal circulante	Mayor carga contaminante	Potencial paisajístico	Nivel alto de desarrollo industrial	Grado de conflictividad	Menor costo de la propiedad	Mayor Densidad poblacional
Río Matalapa			x	x		x	x	
El Piro	x			x	X			x
Río Tomayate		x	x		X	x		x
Río San Antonio						x		x
Sumpa – Las Cañas	x	x	x	x	x	x		x
Río Guazapa				x		x	x	
Río Limón		x	x	x			x	

En función de los criterios mencionados, se priorizan dos afluentes, Tomayate y Sumpa-Las Cañas, a esto hay que agregarle el impacto que tendría en los niveles de contaminación existente, la intervención, aunado al criterio de oportunidades y potencialidades de cada zona. En el esquema planteado en la imagen 5, se presenta el estado de los sitios a intervenir.

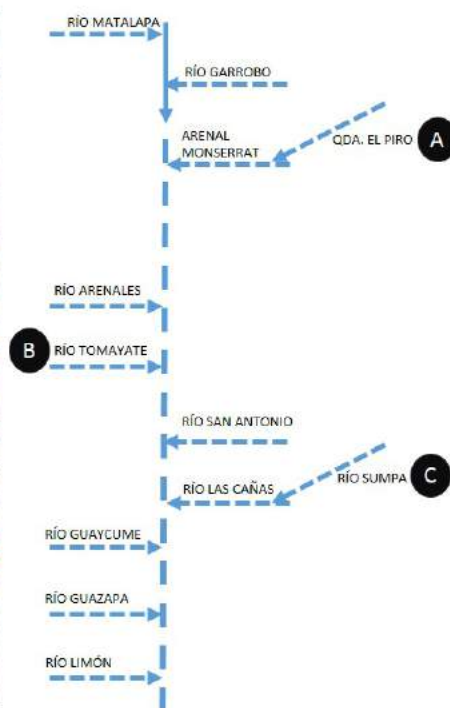


Imagen 5. Esquema de la Subcuenca del río Acelhuate

A. Quebrada El Piro, presenta como principales potencialidades la articulación con zonas urbanas de alto crecimiento y la conectividad a espacios públicos de escala metropolitana, su principal fuente de contaminantes son las descargas de aguas industriales, las que deben ser intervenidas mediante el cumplimiento de los permisos ambientales.

B. Río Tomayate: Es una zona con el potencial de proveer espacios públicos y recreativos y de desarrollo local y emprendimientos de las comunidades en torno a la rehabilitación del río en sus diferentes tramos.

C. Río Sumpa y tramo alto de Las Cañas: Es una zona de alta presencia industrial y un desarrollo urbanístico masivo, con la oportunidad de proveer espacios públicos y equipamiento recreativo, que permita generar sitios de convivencia comunitaria a los desarrollos existentes, así como la conectividad con un sistema de transporte de público de alto flujo.

Con base en la problemática y las potencialidades identificadas para cada tramo, a continuación se presenta una descripción general de cada uno de los tres tramos priorizados.

6. DESCRIPCIÓN DE LOS TRAMOS A INTERVENIR

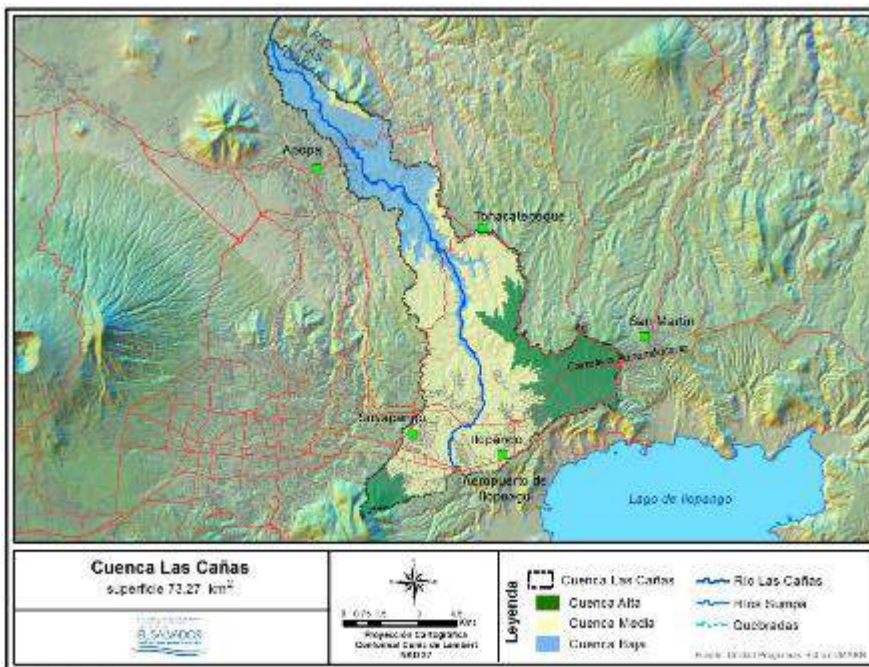


Imagen 6. Mapa de la cuenca del río Las Cañas

La microcuenca del **río Las Cañas**, tiene un área de 76.05 km², se ubica en los municipios de San Martín, Ilopango, Soyapango, Tonacatepeque, Ciudad Delgado y Apopa, todos del departamento de San Salvador. La generación de aguas residuales es del orden de 0.5 m³/seg. Su territorio, es de alta densidad poblacional y posee

una importancia estratégica a escala nacional, debido a que en él se desarrolla la mayor actividad industrial y comercial del país, por lo que dispone de infraestructura logística de interés nacional (carreteras, puentes aeropuerto); por otra parte, representa un sitio con buena capacidad de recarga hídrica (CATIE, 2014).

Importante es resaltar que el río Sumpá, corresponde a la parte alta del río Las Cañas, cuya carga orgánica actual proviene de la alta presencia de industrias en la zona. Se resalta la presencia de tres industrias, cuya carga orgánica representa el 50% de la carga total del río y que por las características de las aguas industriales que vierten su carga en términos de DBO₅, se considera un incremento del 30%, la diferencia (50%) proviene de la carga urbana concentrada en el Colector CP-4 de ANDA (ver imagen 7).

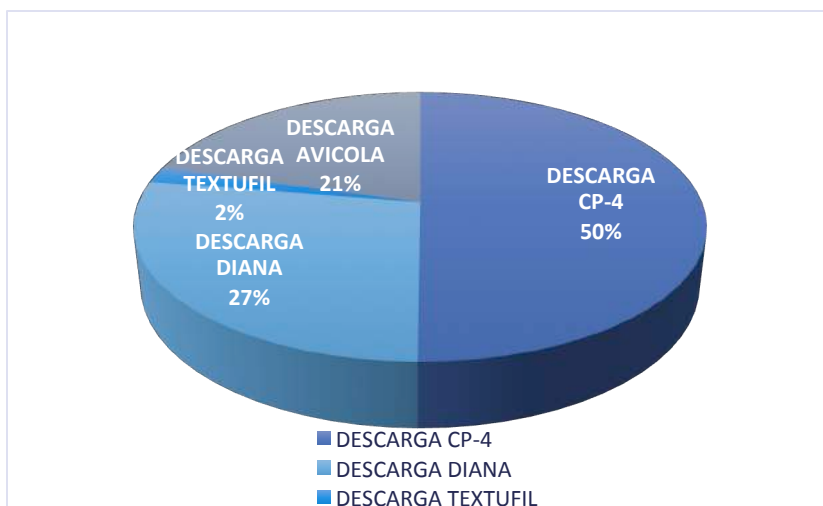


Imagen 7. Origen de la carga contaminante en el río Sumpá en kg de DBO₅

La microcuenca del **río Tomayate** posee una extensión superficial de 100 km² y es el segundo sistema hidrológico de importancia dentro del AMSS.

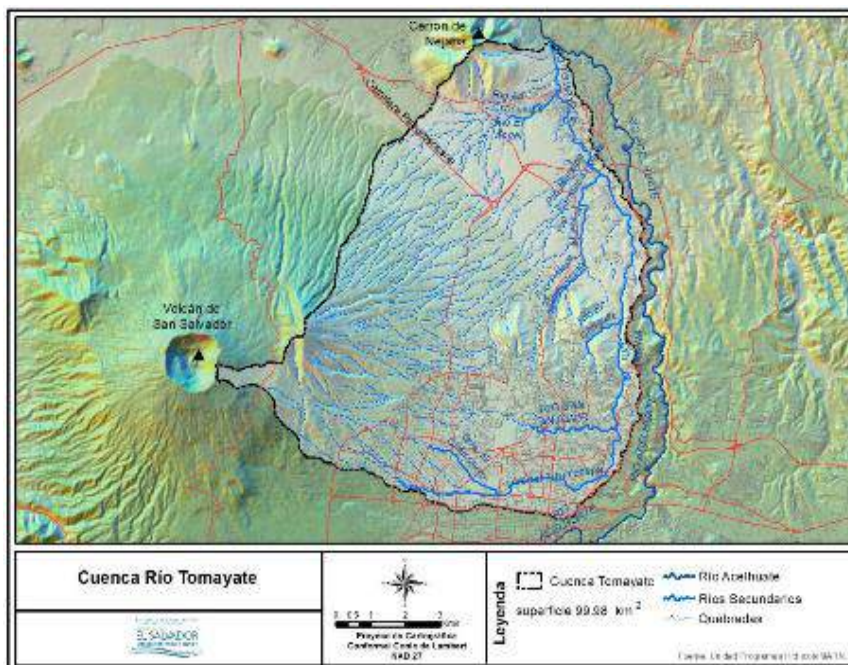


Imagen 8. Mapa de la cuenca del río Tomayate

La generación de aguas residuales es del orden de 2.6 m³/seg, teniendo un 68% de fuentes puntuales de tipo ordinario y un 32% de tipo especial. Las fuentes contaminantes más relevantes son los vertidos de colectores sanitarios de ANDA, que descargan en el río Urbina, el río San Antonio, el colector sanitario sur de Apopa, vertido de Penal de La Esperanza y un ingenio azucarero.

En Índice de Calidad del Agua (ICA) categoriza el agua de este río como pésima.



Imagen 9. Quebrada El Piro en el sector de colonia Las Colinas

La quebrada **El Piro** tiene su nacimiento al sur de la ciudad de Santa Tecla, recorre el AMSS por los municipios de Santa Tecla, Antiguo Cuscatlán y San Salvador (SIT-OPAMSS, 2015), la longitud de dicho afluente del Acelhuate es aproximadamente de 6km, partiendo de Santa Tecla, donde nace embovedada y canalizada. Este comportamiento se desarrolla en distintos tramos de su recorrido, surgiendo tramos en donde se logra apreciar el estado natural de la quebrada, como en el sector de la comunidad La Cuchilla y en una porción de la finca El Espino sobre la carretera Panamericana, sectores donde aún es posible apreciar fauna y flora nativa.

Desde su inicio la quebrada El Piro tiene un lecho y paredes canalizadas con secciones rectangulares y trapezoidales, hasta su confluencia con la quebrada La Lechuza. Este tramo, inicia en el CIFCO y tiene una buena capacidad de conducción, no obstante, ha causado problemas en la comunidad Nuevo Israel por socavamiento y elevación de su nivel de agua. El último tramo denominado Arenal Monserrat, es en donde se han presentado los mayores problemas de desbordamiento a nivel de la Colonia La Málaga, donde la velocidad de la corriente es bastante considerable, como resultado de las modificaciones morfológicas de los cauces y encajonamientos artificiales con cambios de materiales del lecho, lo que ayuda a una mayor aceleración del flujo de agua, especialmente durante las crecidas en la época lluviosa.

En su recorrido, El Piro atraviesa zonas de alto desarrollo habitacional, comercial e industrial, que forman parte de la gran mancha urbana del AMSS, incorporando otros afluentes como quebrada Buenos Aires, El Limón, El Dique y El Triunfo, que alimentan el caudal de la quebrada. Todos los afluentes anteriores tienen su nacimiento en el Volcán de San Salvador.

7. COMPONENTES

Para la implementación de este tipo de intervenciones se deben incorporar a la mayoría de actores vinculados en el rescate de las microcuencas, como son comunidades, municipalidades, Organizaciones no gubernamentales y grupos organizados de la sociedad e instituciones de gobierno relacionadas con la gestión de los recursos hídricos y planificación del territorio tanto a nivel central, como instituciones regionales y financiera vinculadas al tema. Todos los actores interesados o vinculados en cierta manera al río Acelhuate, deben ser coordinados y organizados en acciones específicas de apoyo al Programa, con el objetivo de mantener una visión integral.

Este conjunto de actores conformarán el Grupo Promotor del Rescate de la cuenca del río Acelhuate, como el espacio para la expresión de los ciudadanos organizados en torno al río; este grupo deberá establecer Grupos de Trabajo Multidisciplinario (GTM) que contribuyan a la puesta en marcha del programa, conformados por especialistas y el sector académico como dependencias universitarias, Facultades de Ingeniería y Arquitectura, Facultad de Ciencias, Facultades de Biología o Ecología, todas ellas incorporadas a la gestión como grupo académico.

El Programa debe involucrar a los actores a lo largo de la implementación de tres etapas, cada una de las cuales posee líneas de trabajo, durante las cuales se deben desarrollar los componentes de Educación, Cultura y comunicación, orientado al dialogo y concientización de los participantes, las comunidades y la sociedad civil, el componente social y económico, orientado a accesibilidad y equipamiento y desarrollo local, el componente ambiental y de riesgo que involucra la infraestructura de saneamiento, monitoreo de calidad, cumplimiento ambiental de las consideraciones estipuladas en los permisos ambientales, rehabilitación de plantas de tratamiento existentes y gestión del riesgo, el componente institucional y los arreglos institucionales necesarios para darle sostenibilidad a las diferentes acciones tomadas en el ámbito del programa.

Las etapas del proceso de recuperación de ríos urbanos caso rio Acelhuate están esquematizadas en términos generales en la hoja de ruta siguiente:

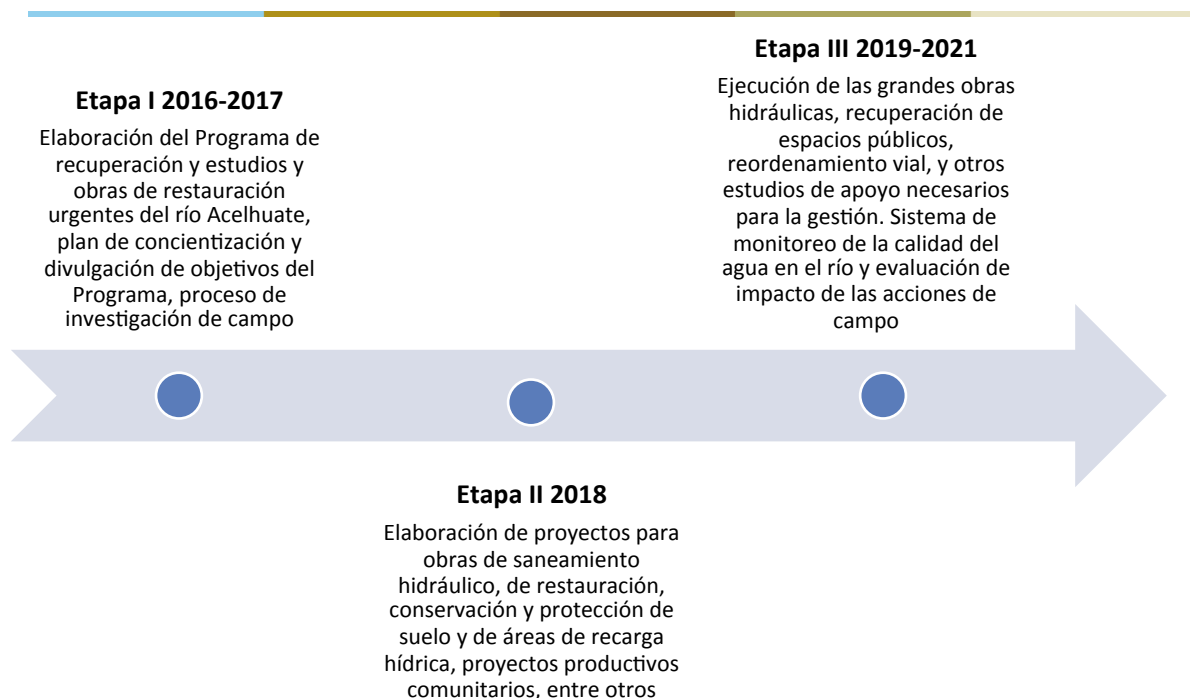


Imagen 10. Fases de ejecución del Programa

7.1 Componentes de Educación/Cultura y Comunicación

Concientización y diálogo

Este componente tiene el objetivo de implementar un proceso de cogestión, mediante la definición y promoción de canales, mecanismos y espacios de participación y comunicación con los actores en el territorio.

Esto se desarrollará mediante una estrategia de comunicación de carácter local, de forma dinámica, adaptándose al contexto social, político y cultural de cada zona, con el propósito de lograr incidir en los habitantes y actores del territorio, incluyendo a las municipalidades y sectores industriales, abriendo espacios para una participación activa que asuma un rol protagónico en el proceso de recuperación del río. Manejado de tal forma que permita generar el interés de la población y de otros actores estratégicos por conocer los componentes del programa; la problemática del río, las limitantes, los desafíos y las oportunidades del programa, para que puedan involucrarse, asumiendo compromisos y responsabilidades para la protección y conservación de los recursos hídricos, mejorando a su vez las condiciones socioeconómicas y las opciones paisajísticas del territorio y la inserción de las comunidades y la ciudadanía en general.

Es necesario para ello emplear herramientas de comunicación que permitan obtener información, sensibilizar, educar y en definitiva fortalecer el proceso de rehabilitación y recuperación de los ríos urbanos y en especial el río Acelhuate.

Como resultado se tendrá una población informada, sensibilizada y participando activamente en los procesos vinculados a la rehabilitación de cada tramo.

Observatorio de ríos urbanos

Con el objetivo de definir e impulsar una estrategia de generación y divulgación de la información que permita un monitoreo permanente de la calidad del agua y las condiciones ambientales en cada tramo del río, es indispensable la existencia de una plataforma en donde se publiquen en línea los logros y buenas practicas desarrolladas en el programa, en cada uno de los tramos en donde se estén haciendo las intervenciones del



Imagen 11. Observatorio del agua

<http://agua.marn.gob.sv>

río Acelhuate y sus afluentes, plataforma que estará conectada con el Observatorio de la Gestión Integrada del Recursos Hídrico (OGIRH).

En este sentido, se ha trabajado durante los últimos meses en la creación de dicha plataforma, cuyo detalles se pueden conocer entrando al sitio <http://agua.marn.gob.sv>, enfocado hacia un mayor y mejor manejo del conocimiento del recurso, la divulgación de la información de interés público y los usos del agua, con la finalidad de generar productos que propicien una mejor gestión de los recursos hídricos a nivel nacional y local.

El concepto de OGIRH se refiere a la conformación de una serie de mecanismos e instrumentos de manejo de información (virtual, convencional o geográfica) que se integren y articulen entre las entidades generadoras de información y conocimiento sobre el agua en el país (oferta) y las necesidades de los usuarios públicos o privados del recurso (demanda).

El Observatorio de Ríos Urbanos, es un subcomponente transversal a todos los tramos priorizados, que tendrá que transparentar los resultados siguientes: a) acciones de renaturalización de los tramos contaminados e incorrectamente canalizados ; b) identificación de los valores y funciones del agua urbana como son los ambientales, ecológicos, socioeconómicos, culturales de esparcimiento y estética; c) consecuencias del deterioro de los cursos de agua urbana, visualizando la disminución de la calidad de vida de los habitantes, riesgos de salud, contaminación química y bacteriológica, menor posibilidad de infiltración de agua, deterioro de los recursos naturales, pérdida de la capacidad de sostener sus recursos biológicos y de autodepuración, peligro de inundaciones; d) consecuencias de la artificialización relacionada con la pérdida de la

vegetación ribereña, aumento de la velocidad del agua y con ello la erosión y acumulación de sedimento en los tramos bajos del río, pérdida de la calidad del agua y retiro del río de sus planicies de inundación; e) seguimiento de los avances del programa, cumplimiento de metas e inversiones realizadas y por último f) la captura y sistematización de lecciones aprendidas, estudios de caso y buenas prácticas locales y nacionales sobre la gestión del agua en la subcuenca.

7.2 Componentes Social y Económico

Accesibilidad, equipamiento y recuperación de espacios públicos en quebradas

El objetivo de este componente es revitalizar los ríos urbanos, mediante intervenciones de espacio público asociadas al entorno actual. La generación y recuperación de espacios públicos adecuados y limpios representa la esencia de una ciudad sostenible y en consonancia con un medio ambiente sano, y no se debe ver limitado a la generación de plazas y parques, sino más bien a la interacción de todos estos elementos que forman parte de un proceso de urbanización ordenado y moderno en donde las calles, aceras y más que todo las casas y sus habitantes están integrados en un solo sistema, que convive con los diferentes ecosistemas existentes en su entorno y que son los principales motores de una ciudad viva. Históricamente el espacio público ha sido el lugar en donde se llevan a cabo todo tipo de intercambios, que van desde lo cultural, social, económico hasta político.

Las intervenciones en donde el espacio público actúa como medio de renaturalizar los ríos urbanos y tiene como objetivo primordial volver la mirada al río y hacer del mismo un espacio público que tenga la capacidad de ofrecer un nuevo paisaje, así como una diversidad de actividades de carácter lúdico, cultural, de esparcimiento, contemplación, etc. que animen a los ciudadanos a visitar el río y no darle la espalda, dándose de esta manera una incorporación del río a lo urbano, mediante la renaturalización de estos espacios que actualmente han sido rectificadas, canalizados y embovedados con la finalidad de hacer un uso más intenso de los suelos y de ocultar los problemas de contaminación, evidenciando el fracaso de estas intervenciones como solución a los problemas, más bien los acentuó e indujo nuevos problema.

Por tanto, es necesario promover la renaturalización de la ciudad, a través de la gestión eficiente y el aumento de las coberturas vegetales, y del incremento de las condiciones de permeabilidad del Área Metropolitana de San Salvador.

En este contexto, la recuperación del espacio público surge como una prioridad que, tal como lo revelan experiencias recientes en diversas ciudades, tiene un alto impacto sobre el bienestar y la vida comunitaria de las poblaciones.

Otro aspecto de gran importancia que debe ser tenido en cuenta al momento de abordar este tema es su marco normativo. La gestión de los gobiernos municipales debe partir del

conocimiento claro de las normas que rigen la materia para orientar su acción hacia el fortalecimiento de la legislación local y la reglamentación de la misma de acuerdo con las características particulares de la zona o tramo del río recuperado.

Lo anterior demandará el retomar y establecer criterios de ordenamiento ambiental del territorio que debe regular y orientar el proceso de diseño y planificación del uso del territorio y de los recursos naturales renovables de la nación a fin de garantizar su adecuada explotación y un desarrollo de ciudades sostenibles, especialmente en el AMSS, donde cada día las condiciones de vida de la ciudad atentan contra la vida de sus habitantes.

Por cuanto es importante comprender que el espacio público es un bien colectivo, lo que significa que nos pertenece a todos. Su cantidad, buen estado, así como el adecuado uso y aprovechamiento que se le dé, reflejan la capacidad que tienen las personas que habitan en las ciudades de vivir colectivamente y progresar como comunidad, sin caer en visiones individualistas y oportunistas. Allí, las personas, especialmente las más pobres y vulnerables, encuentran un lugar para recrearse, conversar con sus vecinos, ejercer sus derechos y deberes democráticos, encontrándose como iguales, independientemente de su condición social, raza o religión y poder insertarse con el resto de la comunidad en los diferentes estratos sociales, lo que da un sentido de pertenencia y apropiamiento, por ser un lugar donde las personas ejercen de forma plena su ciudadanía, espacios que son vitales en la cultura de una comunidad.

Históricamente las ciudades se han asentado en las riberas de fuentes hídricas, las cuales, como resultado del crecimiento acelerado y no planeado, han sido contaminadas, muchas veces hasta ser afectadas de manera irreversible o extinguidas definitivamente. Esto no sólo representa un problema ambiental sino también de salud pública, pues las aguas contaminadas son una de las principales fuentes de enfermedades. Los recursos hídricos también tienen un valor económico considerable, pues de ellos dependen diversas actividades económicas como la pesca, el turismo y el comercio, entre otras. Las áreas de interés paisajístico, recreativo y ambiental, comprenden los demás elementos naturales con que cuentan las ciudades que, si son adecuadamente preservados, pueden contribuir a reducir los niveles de contaminación auditiva, visual y atmosférica, etc.

Su adecuado manejo y aprovechamiento, además, representan una fuente de recursos económicos, especialmente para comunidades pobres vinculadas al turismo, la educación ambiental, la jardinería, entre otros. La adecuada articulación de los elementos naturales con la ciudad es una garantía del equilibrio ambiental, pues un adecuado ordenamiento del territorio, que favorezca la generación de espacios públicos, puede constituirse en la mejor respuesta de las administraciones a situaciones y circunstancias donde se presenten riesgos de inundaciones, incendios forestales, destrucción de humedales y cuerpos de agua o invasión de riberas de los ríos.

Los elementos naturales que componen el espacio público, además, constituyen una fuente de recursos para las ciudades. El aporte de estos elementos al espacio público va más allá de ser elementos decorativos o paisajísticos, y se posicionan como un elemento determinante en la sostenibilidad ambiental de las ciudades, lo cual exige su mayor valoración.



Imagen 12. Perspectiva de plazas como propuesta de espacio público.

Trabajo de graduación de estudiantes de Arquitectura, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas.

Adicionalmente se propone como parte de este componente el diseño y establecimiento de senderos, la construcción y equipamiento de espacios públicos iluminados, integrando el río a la ciudad. El espacio público debe ser abierto, amplio, visible y accesible para toda la población. Se requiere que sea un espacio capaz de crear en los usuarios el sentido de pertenencia, para lo cual debe poseer suficiente apertura y versatilidad al momento de acoger la instalación de una multiplicidad de actividades y usos.

Dentro del programa se plantea incorporar como elemento integrador del río a la ciudad espacios públicos donde se converjan un sinnúmero de relaciones sociales, cívicas y simbólicas, y que reúnan condiciones como: multifuncional, accesible, seguro y limpio, bien iluminado, abierto, público, sustentable e inclusivo.



Imagen 13. Propuesta de espacios públicos propuestos en la Quebrada El Piro

Trabajo de graduación de estudiantes de Arquitectura, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas.

Como parte de este componente en el tramo del río Tomayate, se propone el diseño y establecimiento de senderos, la construcción y equipamiento de espacios públicos iluminados que permitan integrar el río a la ciudad, mediante la creación de un corredor paisajístico; uso recreativo, cultural y deportivo, en conexión con el parque Montreal, en Mejicanos, área en la que ya diversas instituciones y comunidades están realizando acciones que en este momento se requiere potenciarlo y valorizarlo en función del río y convertirlo en elemento articulador del espacio urbano, que actualmente está aislado pero que debido al apropiamiento y sentido de pertenecía de las comunidades, no se debe perder de vista y más bien es necesario y urgente retomar la estrategia del manejo ecosistémico y desarrollo local sustentable, que permita generar una oferta ecoturística y de desarrollo local, que a su vez favorezca el conocimiento y aprovechamiento de los servicios ecosistémicos que brinda el río y la microcuenca, en una zona densamente poblada y con un desarrollo urbanístico intenso.

La estrategia de impulsar una propuesta orientada a la generación y desarrollo de parques lineal con secciones angostas, que permitan generar espacios públicos a lo largo del río es de vital trascendencia especialmente en una zona marginal, con serios problemas de seguridad. Sin embargo, estos espacios suelen encontrarse fraccionados en distintos puntos, de donde es importante resaltar la necesidad de relacionarlos con otros puntos en los que pueda generarse espacio público, tales como la propuesta de centros culturales con edificios subutilizados y algunos abandonados que permitan visualizar una mejora en el paisaje y abrirlos a los diferentes sectores involucrados (ver imagen 13).



Imagen 14. Propuesta de plaza al borde del río Acelhuate
Trabajo de graduación de estudiantes de Arquitectura, Universidad
Centroamericana José Simeón Cañas.



Desarrollo local

En una segunda fase a mediano y largo plazo, se coordinarán esfuerzos con las municipalidades, ONGs y empresas privadas para el fomento de micro y medianas empresas de mantenimiento y reciclaje de basura que conlleve a una importante reducción de los volúmenes de desechos sólidos que se vierten a los ríos y quebradas, otorgándoles un valor económico y fomentando la separación de los mismos.

Además se contempla como parte de un proceso de desarrollo económico, un componente de emprendimiento local con la participación de jóvenes y mujeres de las comunidades y el apoyo de la industria local asentada en las microcuencas.



Imagen 15. Vista general de los huertos urbanos

Trabajo de graduación de estudiantes de Arquitectura, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas.

En la microcuenca del río Tomayate se reportan usos como: recreación, actividades domésticas, agrícolas, abastecimiento de materiales pétreos para obras civiles, el establecimiento de huertos urbanos colectivos, actividades comerciales, centros de almacenamiento, actividades productivas que se verán potenciadas mediante una rehabilitación de la calidad del río, aprovechando la mejora de la calidad del agua para su uso en irrigación.

Estos emprendimientos se definirán de forma conjunta, tomando como base las potencialidades del territorio y el aseguramiento del mercado para la comercialización de productos y/o servicios locales, procurando superar el tradicional aspecto caótico de las márgenes del río.

7.3 Componente Ambiental y de Riesgo

Infraestructura de saneamiento

Incluye una de las principales actividades de infraestructura que contempla la propuesta, consistente en la instalación de dos plantas de tratamiento, una en el río Sumpa y otra en el río Tomayate. Las características de las plantas se han establecido en función del conocimiento

existente respecto a la caracterización de los vertidos de cada cauce. Es importante mencionar que la tecnología propuesta pretende la generación de energía eléctrica a partir de la oxidación de la materia orgánica. Cada planta propuesta tiene estas características:

Propuesta de PTAR en río Sumpá, sector Soyapango

Población a servir: 450,000 personas

Drenaría la parte oriente del AMSS, municipios de Ilopango y Soyapango

Efluente altamente contaminado con DBO_5 superior a 400 mg/L

Construcción de aproximadamente 15 km de tuberías de conducción

Construcción de un Reactor UASB cercano a un volumen de 50,000 m³/día

La tecnología propuesta tendrá capacidad para generar 270 kw de energía eléctrica

Construcción un volumen de reactores UASB cercano a los 12,500 m³

Capacidad para remover anualmente 8,030,000 toneladas de materia orgánica

Capacidad para remover el 40% de la carga orgánica que va al río Acelhuate.

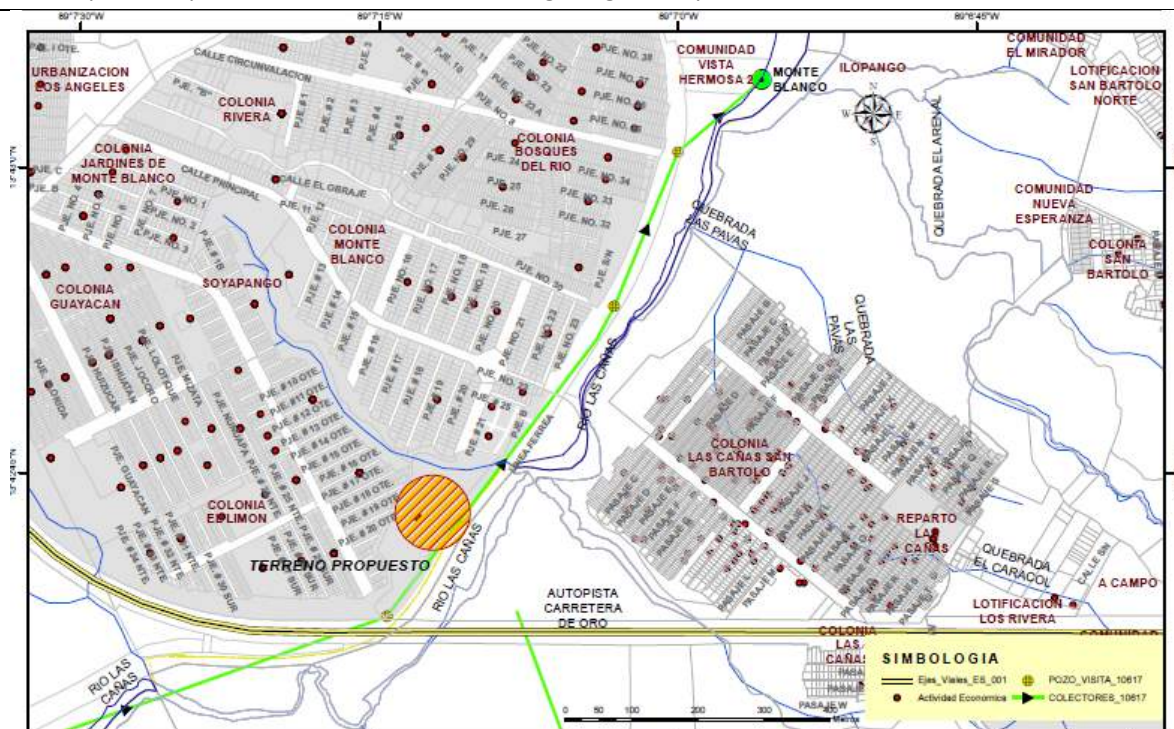


Imagen 16. Proyección de la PTAR en río Sumpa, Soyapango

Propuesta de PTAR en río Tomayate, sector San Salvador

Población a servir: 400,000 personas

Drenaría la parte norte de San Salvador, la parte sur de Cuscatancingo, Mejicanos y el oeste de ciudad Delgado

Efluente altamente contaminado con DBO_5 superior a 400 mg/L

Construcción de aproximadamente 6 km de tuberías de conducción

Capacidad de la planta de tratamiento de 45,000 m³/día

Capacidad de generar 250 kw de energía eléctrica

Construcción de un Reactor UASB cercano a un volumen de a los 10,000 m³/día

Capacidad para remover anualmente 7,180,000 kilogramos de materia orgánica
 Capacidad para remover el 20% de la carga orgánica que va al río Acelhuate.



Imagen 17. Ubicación propuesta de PTAR en río Tomayate, sector San Salvador

Mediante la implementación de todas las acciones de depuración adicionales a la construcción de las dos plantas de tratamiento se logrará la descontaminación en **un 80%** del río Acelhuate, habilitándolo el agua para usos de riego de cultivo no comestibles (Hostilizas, vegetales verdes, etc).

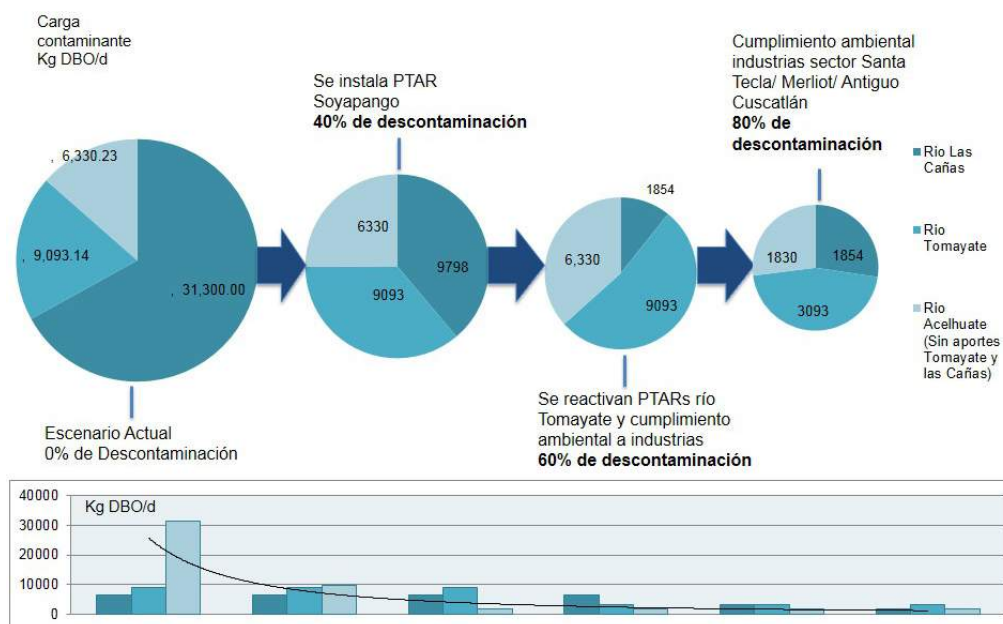


Imagen 18. Escenarios de descontaminación, mediante intervenciones en tres tramos.

Generación de energía renovable

Otra alternativa de saneamiento con un enfoque hacia la generación de energía, es construir una planta de tratamiento de aguas residuales a ser ubicada al noreste del Área Metropolitana de San Salvador a través de la cual se espera la reducción de hasta un 70% de la carga contaminante de las aguas residuales del AMSS para la obtención de Biogás. A partir de esta fuente renovable de energía se ahorraría el consumo de fuel-oil, y por otra parte se obtendrá lodo fertilizante y su efluente puede ser usado por sus características en el riego para cultivos no comestibles frescos y se dejaría de emitir gases de efecto invernadero, mejorando por ende las condiciones ambientales de la localidad y en el punto de descarga del río Acelhuate en el humedal del Cerrón Grande.

La energía renovable proviene del biogás, que es producido durante el proceso de biodegradación orgánica en condiciones anaeróbicas, por el metano que generan las bacterias como el último eslabón en una cadena de microorganismos que degradan materia orgánica y devuelven los productos de la descomposición al medio ambiente.

Este proyecto tiene como fuentes principales de materia orgánica, el caudal de aguas residuales del colector interceptor proveniente del Área Metropolitana de San Salvador, el cual tiene un caudal estimado de 1.06 m³/seg, equivalente a 10,172 m³/día de biogás y de los desechos sólidos del AMSS, con los que se pretende generar 1,5 MW por cada uno de los procesos.

Las aguas residuales son conducidas mediante un canal de concreto armado de 3.8 km., para ser procesadas mediante 24 digestores UASB; para el tratamiento de los desechos sólidos se utilizarán 4 digestores de membrana, desechos capaces de producir 10,286 m³/día de biogás con una producción de 1.5 MW.

Esta alternativa debe pasar por un diagnóstico profundo, que permita conocer la posibilidad de adoptar el proceso más adecuado que logre ahorrar energía, agua y reducir residuos o manejarlos de la forma más adecuada. Esta alternativa sería liderada por la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa, que ha iniciado estudios exploratorios al respecto.

Monitoreo de calidad

El Ministerio de Medio Ambiente se encuentra en un proceso de fortalecer las redes de monitoreo de calidad de agua, con el objetivo de llevar un control sistemático de la información referente a la calidad de los vertidos así como de los cuerpos receptores en puntos estratégicos, lo que permitirá modernizar la red actual y contar con información fidedigna y con mejor detalle que permita la toma de decisiones y el cumplimiento ambiental.

El estudio de Medidas de control de la contaminación de los ríos Tomayate y Las Cañas, mediante información recabada en campo, confirmó que muchas de las fuentes puntuales que vierten sus aguas no cumple con la normativa vigente, a pesar de que algunas de ellas poseen plantas de

tratamiento. Se ubican en esta zona plantas de tratamiento de aguas residuales ordinarias en abandono y otras con un manejo inadecuado.

Tomando como base este panorama, es indispensable un monitoreo exhaustivo y garantizar el cumplimiento ambiental de las industrias y de los vertidos de tipo ordinario, tomando en cuenta las condiciones hidráulicas del cauce, los elementos físicos del lecho, entre otros aspectos.

Los objetivos específicos de la red de monitoreo son: a) Conocer el grado de integridad ecológica de los ríos en la cuenca del río Acelhuate como una cuenca proveedora de agua, b) Registrar cambios temporales en los ecosistemas acuáticos debido a los impactos antrópicos en la cuenca y sus acciones de manejo implementadas, c) Evaluar los procesos de recuperación de los ríos debido a las obras de saneamiento implantadas, d) Usar la información generada para gestionar medidas de remediación necesarias para mitigar los impactos sobre los cuerpos de agua, f) Desarrollar un sistema de análisis y reporte de la información generada, de modo que la misma esté disponible para los tomadores de decisiones y la sociedad en general.

Para cumplir estos objetivos se monitorearán parámetros físico químicos, basados en el estudio de variables físicas, químicas y bacteriológicas de los cauces como son: oxígeno disuelto, temperatura, pH, DBO₅, turbidez, coliformes totales y fecales, nitratos, fósforo total, color, sólidos totales y conductividad.

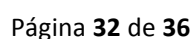
Importante es la conformación y creación de un Comité Interinstitucional para el seguimiento, monitoreo y evaluación del Plan de Acción sobre gestión integrada del recurso hídrico, así como la sensibilización de la población en general de la problemática y los impactos que generan el vertimiento de aguas residuales sin tratamiento sobre los cuerpos de aguas naturales.

Además se establecerán convenios o acuerdos municipales para darle seguimiento a los planes de recuperación de los cauces en la cuenca del río Acelhuate, los planes de educación ambiental en centros educativos y universidades y el grado de sensibilización de la población en el tema de contaminación hídrica.

Aplicación de la Normativa y cumplimiento ambiental de las condiciones establecidas en los permisos ambientales

Este subcomponente tiene el objetivo de garantizar el cumplimiento de la normativa vigente e iniciar un proceso de mejora continua en la gestión ambiental de las industrias ubicadas en cada tramo a ser atendidos mediante el Programa. El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales simultáneamente, se encuentra actualmente haciendo esfuerzos importantes para actualizar la normativa, en función de la viabilidad de los ecosistemas, considerando su aplicación escalonada y gradual.

La primera acción será completar el levantamiento de vertidos , que permita contar con una línea base, a partir de la cual el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, puedan verificarán el cumplimiento de sus respectivas normativas y de las obligaciones establecidas en los permisos ambientales dentro de los respectivos Programas de Manejo Ambiental (PMA) que poseen las industrias y comercios existentes; a partir de dicho conocimiento iniciar un proceso de mejora continua en la gestión ambiental de las industrias ubicadas en la zona, mediante el establecimiento de compromisos y acuerdos con las instituciones rectoras en busca de mejorar la calidad de las descargas de aguas residuales de origen especial vertidas al cuerpo receptor, tal como se muestra en la Imagen 18.



Rehabilitación de plantas de tratamiento existentes en la subcuenca del río Acelhuate

Otra de las acciones importantes considerada dentro del cumplimiento de la normativa, es la rehabilitación de las plantas de tratamiento existentes (13) en la subcuenca del río Acelhuate, de las cuales siete (7) se ubican en la cuenca del río Las Cañas y cinco (5) en la cuenca del río Tomayate. En las plantas de tratamiento abandonadas o sin un adecuado manejo y administración, únicamente en el río Las Cañas el caudal de aguas residuales es de 0.228 L/s, equivalentes a 19,700 m³/d, y en río Tomayate con un caudal estimado de 0.180 L/seg, equivalente a volumen diario de 15,600 m³/d, lo que en conjunto puede atender una población estimada de 240, 000 habitantes, con lo que se puede lograr la reducción de la contaminación total del río en un 20%. Por esta razón se propone desarrollar las siguientes acciones a) realizar un diagnóstico técnico y legal que permita conocer con bastante exactitud cuál es la situación de dichas plantas de tratamiento; b) plantear las alternativas de rehabilitación y sus costos y c) diseñar un plan de costos de operación y mantenimiento de las plantas, conjuntamente con la definición de la posición legal y administrativa, ya que de acuerdo al análisis preliminar no son propiedad de ANDA, lo que dificulta en parte la intervención.

Fortalecimiento institucional

Un subcomponente importante es el del fortalecimiento de la institucionalidad que permita garantizar el cumplimiento de la normativa, sobre la base de un marco legal adecuado o en su defecto lograr los arreglos institucionales necesarios para el debido cumplimiento de la normativa vigente. Ello implica dotar a las instituciones de todos los instrumentos legales que les permitan aplicar y hacer cumplir la normativa relacionada con el tratamiento de las aguas residuales ordinarias y especiales así como las normas necesarias para el vertimiento de aguas residuales al cuerpo receptor. Por cuanto instituciones con el MARN, ANDA, MINSAL y Alcaldías, deben contar con los instrumentos legales, normativas y equipos técnicos necesarios para el control y monitoreo de las descargas realizadas a los alcantarillados y al cuerpo receptor, luego de una actualización de las diferentes normas técnicas, como un primer paso indispensable para sus actuaciones, tomando en consideración la gradualidad en la aplicación de las mismas.

Gestión del riesgo

En vista de la complejidad del Programa y dado que se trata de un programa de Estado, la participación de otras instituciones es importante especialmente para atender el subcomponente de gestión del riesgo que es un aspecto importante a considerar en ambas microcuencas, dadas las condiciones fisiográficas y geológicas de las mismas, en donde las condiciones de exposición son bastante críticas, especialmente en la microcuenca del río Sumpa-Las Cañas donde las características de los suelos de prácticamente toda la microcuenca, ya que son suelos conformados por cenizas volcánicas que se caracterizan por ser inestables y generalmente son susceptibles a procesos de tubificación especialmente en la cabecera de la microcuenca y las márgenes de las quebradas, fenómeno que culmina con la formación de cárcavas (ver imagen 19), por lo que es esencial la proyección de obras de protección y tratamiento de bordas y márgenes

de río, estructuras que deben ser lo más flexibles posible a fin de poderse acomodar a los diferentes movimientos de subsuelo.

Por otra parte la microcuenca del río Tomayate tiene bordas de materiales más estables, pero por la densidad poblacional existente en ella, suelen estar ocupadas por comunidades deprimidas, las que normalmente se ubican en las riberas del río y suelen ser impactadas por las crecidas de éste, por ende el enfoque debe ser esencialmente el establecimiento de obras de protección, tratamiento de bordas y la reubicación de comunidades asentadas en zonas de riesgo.

Quebrada San Antonio río Tomayate



Obras de protección de taludes en río Las Cañas



Cárcava en río Las Cañas, paso del ferrocarril



Cárcava en urbanización La Campanera



Imagen 20. Sitios de riesgo obras de protección

8. ARREGLOS INSTITUCIONALES Y SOSTENIBILIDAD

El país carece de un marco normativo moderno y de una institucionalidad clara respecto a la gestión del recurso hídrico. Ante este panorama la coordinación y el establecimiento de sinergias interinstitucionales se vuelven imprescindibles para resolver los problemas asociados al recurso.

Para ejemplificar este tema, respecto a las competencias institucionales relacionadas con las aguas residuales y excretas, existen alrededor de once instrumentos jurídicos relacionados con este aspecto, algunos de los cuales se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Competencias institucionales para el manejo de aguas residuales y excretas

Institución	Competencias
MARN Ley de Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none">- Velar y hacer cumplir los instrumentos legales, con el propósito de proteger, conservar y recuperar el medio ambiente- Control y prevención de la contaminación- Otorgar permiso ambiental de sistemas de tratamiento de aguas residuales y reuso- Auditorías de evaluación ambiental- Recibir informes operacionales de sistemas de tratamiento
Ministerio de Salud Código de Salud	<ul style="list-style-type: none">- Vigilancia sanitaria y control de cumplimiento de normativa y guía técnica
ANDA Ley de ANDA	<ul style="list-style-type: none">- Proveer servicio de alcantarillado- Administrar plantas de tratamiento y disposición adecuada de aguas residuales de su alcantarillado- Emisión de norma técnica para vertidos a su alcantarillado- Control de vertidos descargados a su alcantarillado sanitario
Municipalidades Código municipal	<ul style="list-style-type: none">- Emitir ordenanzas ambientales
MINEC Reglamento interior del Órgano Ejecutivo	<ul style="list-style-type: none">- Aprueba la normativa técnica propuesta por OSARTEC
OSARTEC	<ul style="list-style-type: none">- Formula y facilita la elaboración de normas técnicas sobre aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor

En este aspecto la apuesta está orientada a contar con una Ley General de Aguas con una institucionalidad moderna y bien definida y con una normativa técnica para el control de vertidos.

En este sentido y debido al liderazgo del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Gabinete de Sustentabilidad Ambiental y Vulnerabilidad conformado en este quinquenio, se conformará una comisión técnica responsable de coordinar las acciones relacionadas con el tema de restauración de ríos urbanos, incluidas las instituciones: ANDA, MAG, MARN, Ministerio de Salud, Ministerio de Obras Públicas, entre otras.

El marco normativo actual presenta vacíos y contradicciones respecto a la gestión hídrica y el saneamiento. El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales ha impulsado el proceso de revisión de las normas técnicas de vertido, tanto a los sistemas de alcantarillado como a los

cuerpos de agua, normas de manejo y disposición final de lodos, la revisión de las normas técnicas de construcción para incluir los alcantarillados de pequeño diámetro o Condominiales y normas para la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales de forma gradual.

Cada una de las instituciones involucradas en esta propuesta tiene a su vez una serie de requerimientos institucionales que cumplir para garantizar la sostenibilidad de la misma. En el caso de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) se requiere una modificación de las tarifas que le permita asumir los costos de operación y mantenimiento de las Plantas de Tratamiento incluidas; el Ministerio de Medio Ambiente, tiene a su vez el reto de fortalecer su institucionalidad para fomentar el cumplimiento de la normativa, en función de los permisos ambientales otorgados para velar por la salud de los ecosistemas.

A su vez se requiere entre las diversas instituciones gubernamentales y no gubernamentales, el sector académico y la sociedad civil el establecimiento de alianzas y mecanismos de cooperación para la implementación de cada uno de los componentes de corto, mediano y largo plazo.

A la fecha, el MARN ha firmado un convenio de cooperación con la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas con el objetivo común de rehabilitar el río Acelhuate, mediante acciones técnicas y proyectos académicos que se realizarán de forma conjunta.