



40

Coediciones

# Plan marco de gestión integrada de los recursos hídricos de la región Ch'orti' en Guatemala

Guatemala, mayo de 2011

**iarna**

Instituto de Agricultura, Recursos naturales y Ambiente  
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

## AUTORIDADES INSTITUCIONALES

---

### **Universidad Rafael Landívar**

*Rector*

Rolando Alvarado, S.J.

*Vicerrectora académica*

Lucrecia Méndez de Penedo

*Vicerrector de investigación y proyección*

Carlos Cabarrús, S.J.

*Vicerrector de integración universitaria*

Eduardo Valdés, S.J.

*Vicerrector administrativo*

Ariel Rivera

*Secretaría general*

Fabiola de Lorenzana

*Director Iarna*

Juventino Gálvez

---

### **Asociación Regional Campesina Ch'orti'**

*Presidenta*

Marta Alicia Martínez Ramos

*Coordinador general*

Marlon Enamorado

Con el apoyo de:



Reino de los Países Bajos

Guatemala, septiembre de 2011

IARNA-URL y ASORECH (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar y Asociación Regional Campesina Ch'orti'). (2011). *Plan marco de gestión integrada de los recursos hídricos de la región Ch'orti' en Guatemala.* Guatemala: Autor.

Serie Coediciones 40

iii+46 p.

**Descriptores:** recursos hídricos, agua, ambiente, ch'orti', gestión integrada de recursos naturales.

## **Créditos de la publicación**

---

### **Preparación del documento**

Carlos Cobos

### **Conducción**

*Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar*

Juventino Gálvez

Héctor Tuy

*Asociación Regional Campesina Ch'orti'*

David Horacio Estrada Jerez

## Tabla de contenido

1.	Introducción .....	1
2.	Antecedentes.....	2
3.	Objetivos.....	5
3.1.	General .....	5
3.2.	Específicos .....	5
3.2.1.	Objetivos a corto plazo (1 a 2 años) .....	5
3.2.2.	Objetivos a mediano plazo (3 a 5 años) .....	5
3.2.3.	Objetivos a largo plazo (5 a 20 años plazos).....	5
4.	Actores principales .....	6
5.	Líneas generales .....	10
5.1.	Planificación y sistema de información .....	10
5.2.	Proyectos típicos.....	11
5.3.	Fortalecimiento institucional y comunitario .....	11
6.	Detalles de las actividades a realizar.....	13
6.1.	Actividades de planificación y sistemas de información.....	13
6.1.1.	Planes de agua y saneamiento .....	13
6.1.2.	Planes de riego .....	15
6.1.3.	Actualización de información de otros usos .....	15
6.1.4.	Sistematización de experiencias.....	16
6.1.5.	Actualización de información hidrometeorológica .....	16
6.2.	Proyectos .....	16
6.2.1.	Proyectos de agua y saneamiento.....	16
6.2.2.	Proyectos de riego.....	18
6.2.3.	Proyectos de múltiple propósito y de manejo de recurso hídrico.....	18
6.3.	Fortalecimiento institucional y comunitario .....	18
6.3.1.	A corto plazo.....	18
6.3.2.	A mediano plazo .....	19
6.3.3.	A largo plazo .....	19
7.	Cronograma y costos globales.....	21
8.	Indicadores del Plan de Gestión.....	26
9.	Bibliografía.....	30

# 1. Introducción

---

Este plan está basado en los resultados obtenidos del Balance Hídrico de la Zona Chortí. El plan presenta lineamientos generales, así como líneas de acción prioritarias, que lleven hacia una mejor gestión de los recursos hídricos de la zona. El objeto del plan es permitir que, una vez finalizado el proyecto de los Países Bajos, las municipalidades, las comunidades y la misma ASORECH puedan tener un plan dinámico del desarrollo de los recursos hídricos.

El plan pretende que se aprovechen las experiencias exitosas de la zona, así como buscar una forma de gestión o administración del recurso hídrico a largo plazo.

## 2. Antecedentes

---

La zona de estudio se encuentra en el Noreste del país dentro de la cuenca del río Grande de Zacapa, que drena al río Motagua y finalmente al océano Atlántico (Figura 1). El área Chortí abarca los municipios de Chiquimula, Camotán, Jocotán, Olopa, San Jacinto, San Juan Ermita y Quetzaltepeque del departamento de Chiquimula, así como La Unión y Zacapa del departamento de Zacapa.

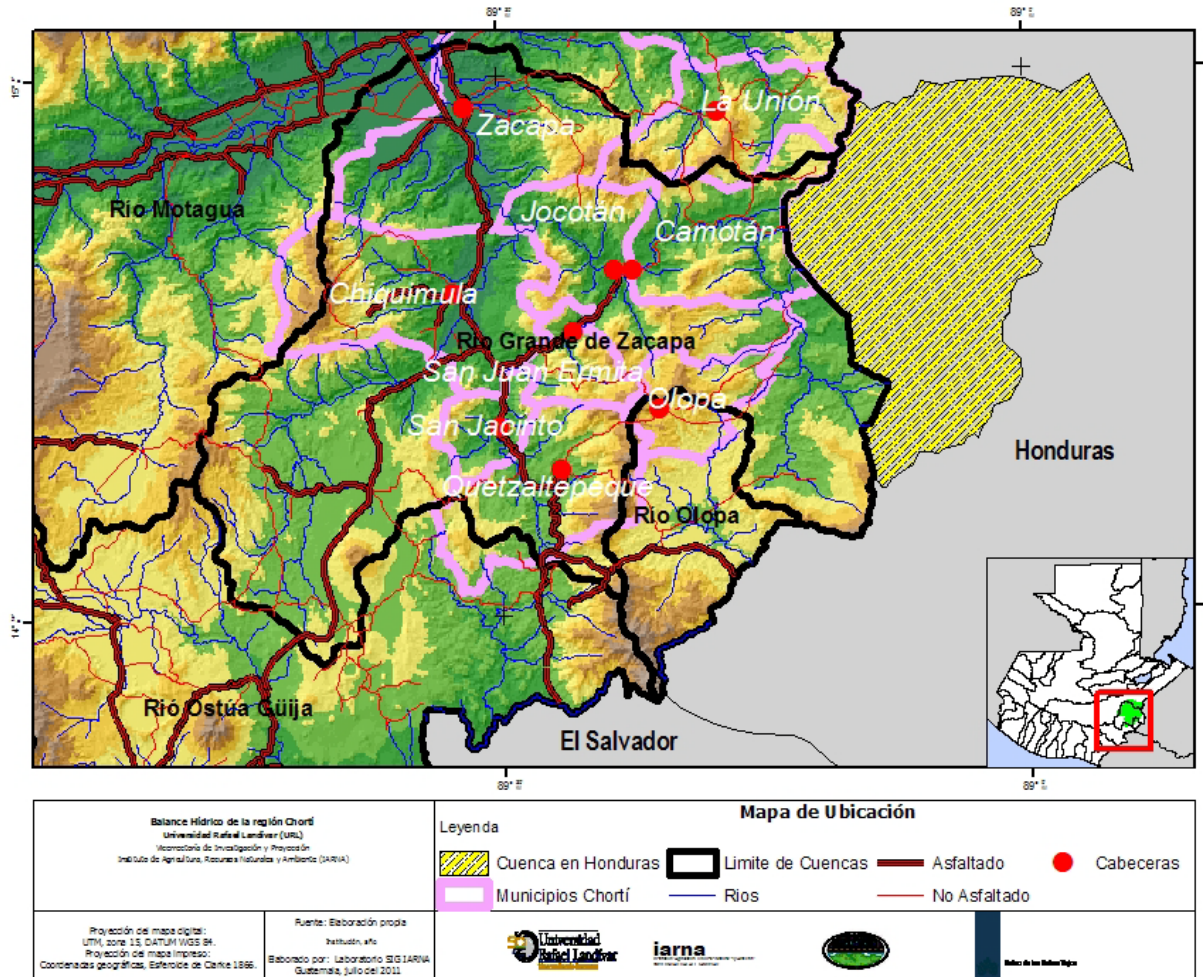
Cuando se sobrepone la cuenca del río Grande de Zacapa, se puede observar que prácticamente toda la zona de estudio se encuentra dentro de esta cuenca, con algunas pequeñas áreas de los municipios que se encuentran fuera del área (Figura 1). Es por ello que se decidió usar la cuenca del río Grande de Zacapa, como la base de este estudio para realizar el balance. Es importante notar que esta cuenca es una de las pocas cuencas de Guatemala, cuya cabecera está fuera del territorio nacional. La parte más alta de la cuenca esta en Honduras y tiene un área de 806 km<sup>2</sup>. Luego está la cuenca en la parte de Guatemala, hasta llegar a la desembocadura en el río Motagua, con un área de 2475 km<sup>2</sup> para un total de 3281 km<sup>2</sup>.

La elaboración del balance permitió detectar cuatro temas muy importantes:

1. Los vacíos de información existentes
2. Algunas de las limitaciones institucionales de algunos de los principales actores
3. La disponibilidad del recurso hídrico en el tiempo y el espacio
4. La demanda a presente y a futuro del recurso hídrico.

**Vacíos de información.** Para poder administrar cualquier recurso es necesario conocerlo, por lo que los datos y la información que se tenga del mismo, es indispensable. Por ello dentro del Plan de Gestión Integrada, es necesario tener procesos para recabar la información adecuada y mantenerla actualizada, para que no se vuelva un registro histórico. Durante el desarrollo del balance la información de los sistemas de agua, en la mayoría de municipalidades, no está actualizada y se basa en datos del año 2000 o antes. En otras, las actualizaciones han sido incompletas o no son lo suficientemente exactas, para poder hacer un análisis. Hay una falta de sistematización en los procesos, que impide comparar rápidamente la información. Un ejemplo de esto son los nombres de las comunidades, es necesario codificarlas, pues con un pequeño cambio en el nombre (Yerbabuena o Hierbabuena), hace muy difícil relacionar la información con la de otras fuentes.

Figura 1  
Zona Chortí



Fuente: Elaboración propia.



**Limitaciones institucionales.** Una de las principales deficiencias institucionales, especialmente en las municipalidades, es la falta de sistematización en sus procesos, no solo el proceso de recabar la información del estado del agua en el municipio, sino de elaborar proyectos, dar seguimiento a los mismos y sobre todo hacer una operación y mantenimiento eficiente de dichos proyectos. En el caso de otros actores como los usuarios del agua, la falta de conciencia en el uso del agua y pago por el servicio, la falta de una auditoria social para el seguimiento de los proyectos, así como poca proactividad para resolver los problemas (todos se queja, pero generalmente no aportan soluciones). Los apoyos externos (cooperación internacional, proyectos específicos e instituciones de gobierno central), no logran la institucionalización de los procesos, quedando abandonadas las iniciativas, una vez se termina el proyecto o la cooperación (falta de apropiación de los procesos). La sistematización de las experiencias exitosas es también limitada en la mayoría de proyectos, y si se realiza esta no queda disponible en forma general para que pueda ser replicada.

**Disponibilidad del recurso hídrico.** La disponibilidad muestra que anualmente hay períodos de escasez y de abundancia en el recurso, por lo que si se administra adecuadamente, es decir con eficiencia, equidad, ecosostenibilidad y equilibrio, se puede lograr una gestión integrada. Sin embargo, adicionalmente la disponibilidad se ve afectada por la contaminación. Para asegurar y mejorar la disponibilidad no solo es necesario hacer proyectos de almacenamiento y acceso al recurso, sino también disminuir la contaminación.

**Demanda.** Para satisfacer las demandas es necesario hacer proyectos eficientes, no solo en el tema de agua doméstica, sino en el riego, para disminuir el uso en estos rubros. Por otro lado las plantas de tratamiento de aguas residuales son de suma importancia, para mantener la calidad del recurso hídrico superficial. Una de las limitantes de los proyectos de agua, es su aparente baja rentabilidad, por lo que se deben hacer proyectos de múltiple propósito y con uso intensivo de los subproductos generados (por ejemplo: una planta de tratamiento puede producir gas metano, agua para riego y lodos para usarse como fertilizante), para mejorar la rentabilidad.

El plan de “Gestión integrada de los recursos hídricos de la región Chortí (PGIRHCH)” tratará de definir las acciones para resolver las limitaciones en estos temas una visión de región y cuenca.



## 3. Objetivos

---

### 3.1. General

La zona Chortí maneja eficiente y equitativamente el agua, logrando un avance significativo en el desarrollo social y económico de la región.

### 3.2. Específicos

Los objetivos específicos se dividen en corto, mediano y largo plazo.

#### 3.2.1. *Objetivos a corto plazo (1 a 2 años)*

- Tener planes de agua y saneamiento por municipio actualizados y dinámicos
- Sistemas de información del recurso hídrico a nivel municipal y regional
- Red hidrometeorológica automática
- Unidades municipales de agua en todos los municipios
- Análisis de la eficiencia de los sistemas urbanos municipales
- Portafolio de perfiles de proyectos
- Sistematización de experiencias exitosas de los proyectos en ejecución

#### 3.2.2. *Objetivos a mediano plazo (3 a 5 años)*

- Implementación de proyectos del portafolio
- Unidad regional de planificación, operación y mantenimiento de los sistemas e infraestructura de agua y saneamiento

#### 3.2.3. *Objetivos a largo plazo (5 a 20 años plazos)*

- Cumplimiento de las metas del milenio, con cobertura de agua potable y saneamiento del 100% de la población
- Irrigadas el 100% de las hectáreas con potencial de riego
- Generación de energía hidroeléctrica para la zona Chortí
- Aprovechamiento del recurso hídrico para otros usos industriales

## 4. Actores principales

---

Los actores principales, con influencia en la gestión y uso del agua, son los siguientes aunque no los únicos:

**Municipalidades:** Son quizá los actores más importantes. Son usuarios y a la vez administradores. Ponen reglas y a veces son juez y parte en los temas del agua. Como usuarios son los legalmente responsables de proveer los servicios de agua potable a todos los vecinos, además de los servicios de alcantarillado y saneamiento. Generalmente, se preocupan de dar el servicio de agua, pero son pocos los esfuerzos para tratar las aguas residuales. Además, en la mayoría de los casos las tarifas de agua, si es que las hay, no cubren ni siquiera la operación de los servicios, tampoco se promueve el uso de contadores y la medición de los caudales que ingresan a los sistemas es prácticamente nula. La mayoría de los servicios son ineficientes, con horarios de racionamiento y en muchos casos con una calidad de agua, que no es apta para el consumo humano. Como reguladores pueden poner alguna normativa en los usos del agua, las fuentes y los pozos, pero a la fecha no se ha hecho de forma sistemática y congruente. También establecen políticas. Otra limitante de los municipios es que normalmente el área municipal no abarca el área correspondiente a una subcuenca, y casi siempre hay municipios aguas arriba y aguas abajo del municipio dentro de una misma cuenca.

**Mancomunidad:** La mancomunidad Copánchortí desarrolla proyectos para la zona Chortí. Su visión es: **“La mancomunidad Copanch’orti’ es una entidad funcional, fortalecida y capaz de operativizar planes, programas y proyectos, que apoyen y orienten a los actores sociales para aprovechar de manera sostenible los recursos, con el fin de generar desarrollo”**. Por otro, lado su misión es: **“Promover, coordinar y ejecutar acciones tendientes a buscar el desarrollo sostenible del la cuenca Copanch’orti’**. Dentro de sus actividades esta el uso de sistemas de información geográfico y la capacitación a las municipalidades. Su función está más en la elaboración y ejecución de proyectos y actividades de empoderamiento y capacitación. Los proyectos no se limitan a temas de agua y saneamiento. No se pudo obtener el listado de proyectos aunque se solicitó. La Mancomunidad solo incluye a Camotán, Jocotán, Olopa y San Juan Ermita.

**Organizaciones no gubernamentales (ONG’s):** Existen varias ONG’s de desarrollo en la zona, incluyendo ASORECH que se detalla específicamente más adelante. Entre las que se pueden mencionar están Fuente de Vida, Asociación de Desarrollo Integral Chortí (ADERECH), Asociación de Desarrollo Integral Región del Trifinio de Guatemala (ADRTRIG), Asociación de Desarrollo Nuestro Futuro, Asociación de Protección Ambiental (APROA), Asociación IDEAS, Fundación para el Desarrollo Rural (FUNRURAL), RED SOCIAL, etc. En general hacen proyectos de agua potable, letrización, riego. En la Unión algo de plantas de tratamiento para beneficios de café.

**ASORECH:** La Asociación Regional Campesina Chortí tiene actualmente un Programa de Gobernabilidad del Agua. El proyecto, como su nombre lo indica, promueve la gobernabilidad del agua para lo cual se han capacitado comités de agua, se han creado comisiones municipales de agua para el manejo de agua en siete municipios. Se han desarrollado talleres y foros sobre la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH), así como tres políticas municipales de manejo y uso de los recursos naturales (San Jacinto, Chiquimula y Zacapa). Se ha apoyado la creación de departamentos municipales de agua en cinco municipalidades y se han fortalecido tres más.

Además hay 43 comités de agua que cuentan con un reglamento interno para el manejo del agua, con varios comités capacitados para hacer más eficientes los sistemas y con equipo de fontanería. Dentro de los proyectos de infraestructura realizados hay aljibes para recolección de agua de lluvia, utilizados para agua doméstica o riego, construcción de letrinas, se han rehabilitado o construido al menos 26 proyectos de agua potable, beneficiando a unas dos mil familias, pilas comunales.

Muchos de estos proyectos requieren una sistematización para que puedan ser replicados incluso dentro del PGIRHCH.

**Productores:** Productores individuales de hortalizas, maíz, frijol y ganado, que usan sistemas de riego para su producción. En este momento no hay datos suficientes para determinar, cuantas hectáreas de riego corresponden a productores individuales y cuantas a asociaciones o cooperativas.

**Agroindustriales:** Prácticamente la única actividad agroindustrial identificada en la zona son los beneficios de café. Sin embargo, ANACAFE a través de su representante regional Ing. Ordoñez, después de varias semanas, indicó que no podía darnos esa información.

**Sector privado:** Hasta el momento la otra actividad del sector privado que usa agua son los centros turísticos, sin embargo, al momento no se tienen datos de cuantos hay. Otra actividad a considerar son las hidroeléctricas, se sabe que hay un proyecto a futuro en EL Orégano, pero aún no se encuentra en construcción.

**Usuarios de agua doméstica urbana:** Los pobladores del área urbana son actores importantes en el sentido que exigen el servicio, normalmente están altamente subsidiados, pagando tarifas extremadamente bajas y son muy resistentes a pagar más por el servicio. Además las poblaciones urbanas generan aguas servidas sin tratar y hay poca conciencia de la necesidad de darles un adecuado tratamiento y pagar por ese servicio. Este grupo de actores requiere campañas de concientización, comunicación y educación, así mismo puede ser de mucha utilidad para la auditoria social de los proyectos y la continuidad de los planes de desarrollo de agua y saneamiento.

**Comités de agua potable:** Los comités de agua potable de las áreas rurales normalmente son los encargados de operar los servicios e impulsar o solicitar nuevos proyectos.

**Asociaciones de regantes y cooperativas:** Productores con sistemas de riego para varios usuarios para el cultivo de hortalizas, maíz, frijol, tomate, chile y otros. En este momento no hay datos suficientes para determinar cuántas hectáreas de riego corresponden a productores individuales y cuántas a asociaciones o cooperativas.

**Comisiones municipales de agua:** Son grupos de usuarios del agua que velan por el buen manejo del agua en sus respectivos municipios, aunque incipientes pueden tener un liderazgo en el manejo del agua, ya sea como auditores sociales del seguimiento de los planes por las autoridades o como actores directos en la ejecución de los mismos.

**Universidades:** En especial el CUNORI que hace investigaciones sobre los recursos hídricos, suelos y acuíferos. La investigación e información generada si bien es importante, no parece llegar a las municipalidades y otras entidades.

**Instituciones gubernamentales:** Las principales son el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), que tiene dentro de sus atribuciones la vigilancia de la calidad de agua de los servicios para consumo humano. El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), que tiene un registro de las áreas bajo riego y ofrece créditos para los proyectos de riego a través de PLAMAR. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), en la vigilancia del cumplimiento del reglamento de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores. El Instituto de Fomento Municipal (INFOM), a través del financiamiento a las municipalidades para diferentes proyectos, así como con la Unidad Ejecutora de Proyectos Agua Rurales (UNEPAR) para la construcción de proyectos de agua y saneamiento.

**Plan TRIFINIO:** Es una comisión trinacional para el desarrollo de un área común de los tres países Guatemala, El Salvador y Honduras. Además de contribuir con planes regionales en diversos temas, la construcción de proyectos de infraestructura y de desarrollo, ha hecho valiosos estudios específicos de los acuíferos y recursos hídricos de la zona.

En el Cuadro 1 se presenta un resumen global de los actores en la zona.

Cuadro 1  
Actores y su influencia

Actores	Usuarios	Generan contaminación	Políticas	Regulaciones	Desarrollo de Proyectos	Capacitación, Fortalecimiento institucional*	Operación & Mantenimiento	Gestión del agua
Municipalidades	■	■	■	■	■		■	■
Mancomunidad					■	■		
ONG's					■	■		
ASORECH					■	■		■
Productores	■	■			■			
Agroindustrias	■	■			■			
Sector privado	■	■			■			
Usuarios dom. Urbanos	■	■						
Comités agua potable	■	■			■		■	
Asociaciones de regantes	■	■			■		■	
Comisiones municipales de agua	■						■?	■?
Instituciones de Gobierno			■	■	■			■
TRIFINO					■	■		■
Universidades					■	■		

\* Incluye fortalecimiento y empoderamiento de comunidades y la investigación básica

Fuente: elaboración propia.

## **5. Líneas generales**

---

En base a los actores existentes en la cuenca y los objetivos propuestos, se establecen tres ejes principales para el Plan de GESTION INTEGRADA DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LA REGION CHORTI:

1. Planificación y Sistemas de Información
2. Proyectos Típicos
3. Fortalecimiento Institucional y Comunitario

### **5.1. Planificación y sistema de información**

Para poder administrar bien un recurso, cualquiera que sea, es necesario conocerlo. Después de realizar el balance hídrico se detectaron vacíos importantes en la información, por ello dentro de las necesidades más importantes del plan es actualizar la información del estado del recurso, especialmente en el tema de la demanda.

Si bien a finales de los años 90, se elaboraron planes de agua y saneamiento para cada una de las municipalidades del área, con recursos de UNICEF y de la Secretaría de Recursos Hidráulicos de la Presidencia, que operaba en aquella época, estos planes no fueron realmente tomados como un plan propio por parte de las municipalidades. Muchos de ellos no fueron actualizados, otros esfuerzos de recolectar información de parte de UNEPAR y otras instituciones, tampoco han logrado mantener actualizada la situación de agua y saneamiento en cada municipio. En otras palabras la información existente no esta actualizada.

Por otro lado, los usos de riego, aunque aparentemente actualizados, no indican los sitios exactos del riego, ni la fuente, ni el consumo de agua. No en todos los casos indica el sistema de riego utilizado. Sobre los otros usos como el de beneficios de café y turicentros, no hay ninguna información al respecto.

Es importante actualizar la información, pero no solo eso, sino lograr que se institucionalice, para que no sea necesario hacer esfuerzos puntuales para mantener al día la información.

Para ello se propone actualizar los planes de agua y saneamiento, siguiendo una metodología similar a la propuesta por UNICEF, pero actualizándola a las nuevas facilidades de los sistemas de información geográfica. Al hacer el levantamiento de la

información, debe hacerse en conjunto con personal de la entidad que vaya a tener a su cargo el sistema de información y los planes (municipalidad u otro). En el levantamiento se debe recabar no solo información de cobertura, sino de continuidad y calidad de los servicios. No necesariamente deben estar terminados los planes para iniciar o continuar los proyectos típicos.

Además de priorizar proyectos, el plan servirá como una línea base más completa, para ver el impacto de los proyectos que se ejecuten.

Por el lado de la oferta es necesario ampliar la red hidrometeorológica, así como la información de suelos y de los niveles de los acuíferos detectados.

## **5.2. Proyectos típicos**

Los proyectos deben enfocarse a tres temas básicos: el incremento del acceso, la reducción de la contaminación y mejora de la disponibilidad (almacenamiento).

Para el primer tema hay básicamente tres tipos de proyecto de infraestructura: i) mejoras de sistema de agua potable existentes (hipocloradores, filtros, cambios de tubería, reforestación de fuentes, reparaciones de fugas, medidores, etc.), ii) construcción de nuevos proyectos de agua potable (aljibes, nuevos sistemas, etc.) y iii) proyectos de riego eficientes (algunos de estos proyectos pueden ser en el corto y mediano plazo, similares a los implementados por ASORECH).

Para la reducción de contaminación, es necesario en primer lugar implementar las plantas de tratamiento, especialmente las de las cabeceras municipales, dando apoyo técnico, legal y financiero para la construcción y operación de las mismas. Mejorar las condiciones de saneamiento en las comunidades con baja cobertura.

Para el tercer tema se pueden analizar varios tipos de proyectos: embalses para almacenar agua, áreas de recarga artificial de los acuíferos, reducción de pérdidas y mejora de eficiencia en los sistemas urbanos. Dentro de los embalses, se pueden considerar proyectos de múltiples propósitos, que generen energía y almacenen agua para riego y doméstica. Estos proyectos son a largo plazo y probablemente requieren de un tipo de institucionalidad regional con visión empresarial.

## **5.3. Fortalecimiento institucional y comunitario**

En este eje las acciones a seguir van encaminadas a fortalecer la institucionalidad, para lograr la gestión integrada del recurso hídrico, que tenga como base el Plan de Gestión Integrada. Existen varias estructuras institucionales para lograrlo, de las cuales aquí se presentan dos: i) crear una empresa de gestión de la cuenca, donde los principales socios



son los usuarios del recurso a través de las comisiones de agua municipales, los principales regantes y otros usuarios, con una estructura que permiten la participación de otros actores dentro de su estructura y ii) Una mancomunidad que incluya a todos los municipios en la cuenca del río Grande de Zacapa (esto incluiría a la Mancomunidad Copán Chortí).

En cualquiera de las dos estructuras, la institucionalidad propuesta tendría a su cargo la operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y saneamiento, la operación de las plantas de tratamiento, de los sistemas de riego y de cualquier otra infraestructura que se construya para la gestión del agua. Se haría cargo de elaborar un balance hídrico dinámico de la cuenca, así como de mantener al día el estado de los planes municipales y la información del estado de los recursos hídricos de la cuenca, hacer estudios hidrológicos de riesgo a inundaciones y sequía. Otras atribuciones estarían en el tema de planificación y desarrollo de nuevos proyectos para el aprovechamiento, almacenamiento y/o recarga de los acuíferos, protección de márgenes, control de inundaciones, zonas de riesgo y áreas recreativas. Una de las ventajas de este tipo de estructuras es que pueden aprovecharse las economías de escala, como por ejemplo: tener un laboratorio de calidad de agua para la región, así como un equipo de profesionales de alto nivel (ingenieros sanitarios, diseñadores, gerentes, etc.), para dar apoyo técnico a la región. También puede tenerse una unidad de capacitación y relaciones públicas para informar a los usuarios, hacer campañas de concientización y educar en los temas de gestión del agua.

Para llegar a la constitución de una estructura, como la que se indica anteriormente, se requiere un proceso **de corto**, mediano y largo plazo. Para lograrla, en el corto plazo, es necesario hacer concientización y capacitación a todo nivel, para comprender las ventajas y desventajas del manejo integrado de los recursos hídricos. Trabajar a nivel comunitario sobre la responsabilidad del manejo del agua y los costos que conlleva, así como el costo de dar un servicio de buena calidad, tener una región sin aguas contaminadas y certeza de que se contará con agua en época de escasez. Es necesario hacer conciencia de que todo ello no es gratis.

## 6. Detalles de las actividades a realizar

---

### 6.1. Actividades de planificación y sistemas de información

#### 6.1.1. Planes de agua y saneamiento

Los planes de agua y saneamiento deben actualizarse a nivel municipal. Es importante indicar que los planes que se proponen incluyen acciones directas y montos de inversión en obras y proyectos específicos, no son simples líneas generales de acción, como las de los planes de desarrollo de SEGEPLAN. La propuesta de los planes además es que sean dinámicos y se actualicen constantemente y puedan además, proporcionar información permanente del estado de agua y saneamiento de cada comunidad y municipio. Se sugiere utilizar como base a la metodología propuesta por UNICEF a finales de los años 90, ya que esto permitirá hacer comparaciones con los planes previos existentes. Con los avances de la tecnología especialmente en lo que se refiere a Sistemas de Información Geográfica (SIG), fotografía, digital, fotografía aérea de alta resolución, aparatos de posición global (GPS) y computadoras de alta capacidad, es necesario ajustar dicha metodología para incorporar estos avances en la preparación de los planes.

El proceso propuesto en la metodología se resume a continuación. Sin embargo, se puede consultar la Guía para la Elaboración de Planes Municipales de Agua y Saneamiento de UNICEF de los años 90.

1. **Recolección y verificación de información.** En este proceso participan las municipalidades, los alcaldes auxiliares, personal de los Ministerios de Salud Pública y Asistencia Social, UNEPAR/INFOM y las comunidades. En la metodología se usaban unos formularios específicos, pero actualmente sería mejor usar los del Sistema de Información de Agua y Saneamiento (SAS) de UNEPAR/INFOM (se incluyen en digital). Estas boletas ya incluyen geoposicionamiento de las principales estructuras de los sistemas de agua, por lo que se pueden ubicar en mapas y es fácil su posterior inspección. Para el levantamiento es necesario designar alguien de la comunidad para visitar la o las fuentes, los tanques y válvulas, así como otros componentes del sistema. Si es posible se recomienda el acompañamiento del MSPAS para tomar muestras de calidad de agua en las fuentes y tanques, así como la red de distribución. Se recomienda además tomar foto de cada uno de los componentes para conformar un archivo digital. Una vez levantada la información se sabrá exactamente la cobertura de agua en cantidad, calidad y continuidad. El tiempo es variable de acuerdo al número de comunidades de cada municipio, pero se estima un día por comunidad.
2. **Base de datos georeferenciada de sistemas de agua.** Utilizando un sistema de información geográfico, se establecerá la ubicación de los sistemas y las comunidades que estos cubren, existen algunas comunidades abastecidas por más

de un sistema, así como sistemas que abastecen más de una comunidad, por lo que el sistema puede ser bastante complejo. La clave es tener bien codificadas las comunidades y bien codificados los sistemas, para que se puedan interrelacionar adecuadamente.

3. **Base de datos georeferenciada de sistemas de saneamiento.** En este sistema de información geográfico se establecerá la ubicación de los sistemas de saneamiento, incluyendo letrinas, pozos de absorción, sistemas de aguas grises, sistemas de alcantarillado, plantas de tratamiento y puntos de descarga sin tratar y con tratamiento.
4. **Perfiles de proyectos.** Se estudian las comunidades y de acuerdo al problema de cada comunidad se establece el tipo de proyecto y su costo en términos generales, se estima longitud de líneas, tanques y línea de distribución, número y tipo de letrinas, etc. Si ya existen estudios de factibilidad se incorporan y se incluyen, actualizando costos y diseño, especialmente si son muy antiguos, verificando datos como la fuente potencial, caudales estimados y población a servir.
5. **Priorización.** Una vez hecho el levantamiento se procede a seleccionar las comunidades a priorizar, la priorización debe seguir los dos criterios siguientes que sumados facilitarían la selección de los proyectos. Primer criterio COBERTURA: comunidades sin agua o con coberturas de menos del 50% pero que tienen fuentes o proyectos a nivel de factibilidad son valoradas con 1; las comunidades sin servicio pero que no cuentan con fuente, por lo que se requiere cosecha de agua o perforación de pozos son valoradas con 2; las comunidades con coberturas mayores del 50% y con estudios de factibilidad serán valoradas con 3 puntos; finalmente el resto de proyectos serán valorados con 4 puntos. El segundo criterio INVERSION: se hará una relación inversión total sobre número de beneficiarios. En este sentido se les asigna un valor de acuerdo al costo beneficio y se agrupan por lo menos en 6 grupos, de acuerdo a los rangos obtenidos, valorándose de 1 a 6, correspondiendo el valor 1 a los de menor costo per cápita. Se suman de estos dos criterios y aquellos proyectos con los valores más bajos se priorizan de primero.
6. **Plan de Inversión.** Se hace un plan de inversión en el tiempo que incluya la búsqueda de financiamiento y la preinversión, si es necesaria. Todos los proyectos deben incluir tarifas que aseguren el mantenimiento y si es posible el pago de la inversión, al menos parcialmente.
7. **Recomendación.** Se recomienda que la construcción de los proyectos se haga con lo propuesto en el Modelo Básico<sup>1</sup>, que propone una participación tripartita, que incluya a la comunidad, a la municipalidad y a un ente externo que puede ser una unidad ejecutora gubernamental, una ONG o fondos de cooperación externa. Todos los proyectos deben ser integrales, es decir deben incluir agua potable, saneamiento y capacitación.
8. **Monitoreo y evaluación.** Establecer la metodología con cada municipalidad y Comisión Municipal de Agua, para mantener actualizado el plan, de preferencia

---

<sup>1</sup> Modelo Básico INFOM UNEPAR 1998

anualmente de acuerdo a los proyectos que se hayan construido, los que se hayan dañado, etc. Adicionalmente junto con el MSPAS, INFOM/UNEPAR se puede llevar el control de los indicadores que se presentan con su línea base en el Anexo 1, para asegurar la reducción de las enfermedades de origen hídrico y la satisfacción de las necesidades básicas.

### *6.1.2. Planes de riego*

Para elaborar los planes de riego se necesita hacer los siguientes pasos:

1. **Verificación y actualización de información.** En el caso del riego es necesario verificar la información de riego existente y complementarla. Se requiere verificar las hectáreas bajo riego y su ubicación geográfica con coordenadas y el tipo de cultivo. En el caso de las fuentes, no solo es necesario verificar si es agua subterránea (pozos o manantiales) o si es agua superficial, sino también identificar el sistema de riego utilizado y si posible las horas de riego y el volumen de agua utilizado (idealmente se deberían georeferenciar, para saber la distancia a la que se encuentran de las áreas de riego). Es importante conocer el manejo que hacen del riego y que tan tecnificado está. Algunas veces esta última información, especialmente de las grandes empresas privadas, así como sus datos de producción, es difícil que la proporcionen, pero se debe intentar obtenerla. Al menos se debe saber si son empresas, cooperativas o pequeños productores, compartiendo sistemas de mini riego. Lo que si es indispensable es verificar: que sea superficial o subterránea, el tipo de sistema, las hectáreas regadas y los cultivos por hectárea.
2. **Planes de riego.** Existen mapas con las áreas potenciales de riego, por lo que con el apoyo de estos mapas, algunas visitas al área, así como la información obtenida directamente de solicitudes o ideas de las comunidades que ya se hayan estudiado por ASORECH u otros, se puede elaborar rápidamente un plan de desarrollo de riego general con varios proyectos. En el caso de riego la priorización deberá hacerse básicamente en dos criterios: mayor beneficio/costo e interés de las comunidades.
3. **Monitoreo y evaluación.** En este caso se deberá llevar un control de nuevos proyectos de riego, construidos por privados o por otros y mantener actualizado el plan y la demanda de riego en la zona.

### *6.1.3. Actualización de información de otros usos*

Se debe insistir en obtener información de otros usuarios de agua, como los beneficios de café, turicentros y otros futuros emprendimientos. Para los futuros se recomienda mantener una estrecha relación con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), para que informe de los nuevos emprendimientos industriales y sus usos del

agua. Un levantamiento de turicentros a nivel municipal puede apoyar a la determinación de otros usos que afectan la demanda de agua.

#### *6.1.4. Sistematización de experiencias*

La sistematización de los proyectos como el de aljibes, pilas comunales, mejora de sistemas, capacitación de comités de agua que ha realizado ASORECH en los últimos años, es muy importante para replicar los casos exitosos y multiplicarlos en la zona.

#### *6.1.5. Actualización de información hidrometeorológica*

Es necesario reforzar la red hidrometeorológica pues hay bastas zonas sin información detallada. En la red meteorológica podemos observar que hay municipios como Olopa, San Juan Ermita, San Jacinto, Quetzaltepeque (recién empezó a operar la estación en Asorech), Jocotán y Camotán que carecen de estaciones y por consiguiente de información meteorológica. Guatemala tiene muchos microclimas por sus características montañosas, por lo que es necesario tener una mayor cobertura y mejorar el detalle de la información de disponibilidad.

En este sentido sería interesante tener por lo menos una estación meteorológica por municipio, es decir por lo menos cinco más, teniendo en cuenta que Quetzaltepeque ya cuenta con la de ASORECH.

Con respecto a las estaciones hidrológicas, su mantenimiento es más costoso, por lo que se recomienda instalar la menor cantidad posible. Una estación en la salida antes de llegar al río Motagua sería ideal para el desarrollo de un proyecto más adelante, sin embargo deben mantenerse con las que actualmente opera el INSIVUMEH.

## **6.2. Proyectos**

### *6.2.1. Proyectos de agua y saneamiento*

Los proyectos de agua y saneamiento se dividen en dos grandes tipos: los de mejora de los servicios y la construcción de nuevos sistemas. Los primeros son los que en términos generales reciben menos recursos, pues la mayoría de cooperación y trabajo de las instituciones (UNEPAR, FONDOS DE INVERSION SOCIAL, y algunas ONG) se concentra más en proyectos nuevos. Sin embargo, muchas de las necesidades están en la mejora de la calidad y continuidad de los servicios. Por lo que independientemente de los resultados generales del plan, las actividades para mejorar la calidad y continuidad del agua entubada que surte a las comunidades, es primordial. Otros proyectos que son generalmente poco financiados, son aquellos que requieren cosecha de agua o aljibes para el aprovechamiento de agua, pues son proyectos que en general no resuelven en un

100% el problema del agua, sin embargo, la combinación de nuevas tecnologías pueden permitir mejorar el aprovechamiento de las formas tradicionales de guardar agua de lluvia. (Ver proyecto combinado de aljibes y experiencias de ASORECH).

Como propuesta entonces, es que mientras se elaboran los planes de agua y saneamiento, se pueden seguir identificando las comunidades que requieren mejoras especialmente aquellas en donde la calidad de agua de las fuentes sea mala y al colocar un sistema de desinfección se mejora significativamente la calidad del agua o aquellos proyectos donde por ser pocas casas tal vez sea más económico colocar filtros familiares en cada casa. En ambos casos las campañas y la concientización de la importancia de filtrar el agua o desinfectarla, así como el mantenimiento de los equipos, son de suma importancia y deben considerarse parte del proyecto.

Los proyectos donde los sistemas de aljibes son la única alternativa se pueden empezar a desarrollar desde ya, pues en general son aquellas comunidades que nunca han tenido servicio por la falta de fuentes adecuadas (El anexo 2 muestra los factores a considerar para la viabilidad técnica).

Los proyectos de agua potable y saneamiento se pueden catalogar en:

#### Sistemas rurales

- Proyectos de aljibe (ver ejemplos de ASORECH)
- Proyectos de mejoras (ver y sistematizar proyectos de cloradores y mejoras en tuberías y fuentes que ha realizado ASORECH)
- Proyectos de gravedad (proyectos nuevos que generalmente usan manantiales como fuente de agua)
- Proyectos de bombeo (uso de agua superficial y pozos, se deben usar arietes y bombas alimentadas con energía solar)
- Letrinización (ampliar el uso de letrinas)
- Sistemas de aguas grises (asegurar que las aguas grises son debidamente infiltradas o aprovechadas para otros usos, ver ejemplo en el Anexo 3)
- Fosas sépticas (para pequeñas comunidades o instalaciones específicas, se recomienda el diseño de fosas sépticas para el manejo de las aguas residuales).

Sistemas urbanos (estos proyectos se pueden llevar a cabo con las oficinas municipales de agua)

- Proyectos de mejoras de redes urbanas (control de fugas, macrocontadores, contadores y eficiencia)
- Nuevas introducciones (nuevas fuentes, ampliación de redes, redes privadas, etc.)
- Eficiencia administrativa (tarifas, sistema de cobros, etc.)
- Sistemas de drenaje (rediseño, control de descargas, etc.)

- Plantas de tratamiento (por la falta de las mismas estos proyectos deben incluir la planificación, aspectos legales, financiamiento, construcción, operación y mantenimiento).

La ficha que se presenta en el Anexo 4, permitirá estimar los costos en los perfiles de los proyectos de agua potable y de letrinización. Para el caso de plantas de tratamiento se debe estimar un precio por número de conexiones. Sin embargo, se deben buscar plantas de bajo costo de operación. Se debe desde el inicio pensar en la comercialización de los subproductos como gas metano, agua para riego y lodos como fertilizante. Esto permitirá reducir los costos de operación y mantenimiento.

### *6.2.2. Proyectos de riego*

Los proyectos de riego se deben basar en los del plan de riego, los tipos de proyecto serían de eficiencia en riego y nuevos proyectos, para ampliar las zonas de producción. Se deben incluir costos de operación y mantenimiento, así como las tarifas.

### *6.2.3. Proyectos de múltiple propósito y de manejo de recurso hídrico*

Estos proyectos son a largo plazo, pueden incluir proyectos de riego, agua potable y energía, así como para control de inundaciones. Requerirá la inversión en embalses y sistemas de almacenamiento (incluida la recarga artificial de acuíferos). La energía producida puede ser utilizada para los sistemas de bombeo y plantas de tratamiento de otros usos del agua.

Proyectos de eficiencia de uso del agua, producción más limpia y otros para mejorar la calidad de agua y aumentar la disponibilidad. Manejo de la contaminación no puntual así como reuso de aguas de descarga. Reciclaje de aguas y otros.

## **6.3. Fortalecimiento Institucional y comunitario**

### *6.3.1. A corto plazo*

Dentro del fortalecimiento institucional a corto plazo, está el apoyo a las municipalidades en la elaboración o actualización de los planes municipales de agua y saneamiento, además, dejarlos capacitados para mantener actualizados dichos planes y usarlos como herramienta de planificación y para la elaboración de los planes operativos anuales (POA). La participación del personal municipal en la elaboración de los planes es esencial, para que la capacidad técnica de la realización de los mismos, quede implementada en la estructura del gobierno local. Además se propone que en la elaboración de los mismos participe las Comisiones Municipales de Agua, para que no solo conozcan el plan a detalle, sino que a través de su auditoria social exijan su cumplimiento y estén a cargo del monitoreo y evaluación del avance de los planes de agua y saneamiento.



Con las comunidades además de apoyarlas en definir sus necesidades, hacer conciencia en el valor del agua y de la necesidad de tarifas y medición para un uso equitativo del agua. También resaltar la importancia de la desinfección y de los métodos utilizados. La importancia de la auditoría del seguimiento de los planes y como presionar a los gobiernos locales para que sigan en el desarrollo de los planes.

### *6.3.2. A mediano plazo*

Una base para iniciar la discusión del manejo a largo plazo de los recursos hídricos es preparar la política de los recursos hídricos de la cuenca del río Grande de Zacapa, como un inicio de las acciones a seguir. Esta política incluso, puede generar el plan de manejo integral de los recursos hídricos, apoyado en los planes de agua y saneamiento y riego y esbozando los planes de los proyectos múltiple propósito.

Es muy probable que de la política surja la necesidad de construir una entidad que maneje el recurso a nivel de cuenca, esto se puede hacer a través de una mancomunidad, que involucre a todos los municipios de la cuenca y cuya función principal, sea el manejo integrado de los recursos hídricos. Esta entidad puede mantener actualizados los balances hídricos, manejar las estaciones meteorológicas, hacer propuestas de los proyectos de múltiple propósito y eventualmente manejar los mismos. Este requiere un proceso de cabildeo y seguimiento con los gobiernos locales, así como con las comunidades y usuarios. Los debates públicos, cabildos y talleres para el intercambio de opiniones pueden ser metodologías validas en la construcción de este proceso.

### *6.3.3. A largo plazo*

Establecer el ente de manejo de la cuenca del río Grande de Zacapa. Esta entidad ya sea con la estructura de empresa o de mancomunidad estaría a cargo de la administración de los sistemas de agua potable y saneamiento. Además manejaría todos los proyectos multipropósitos. Debe ser una entidad autosuficiente, que genere ingresos que le permita mantener sus costos operativos y de inversión. Los excedentes si los hubiera, pueden ser distribuidos entre los usuarios en forma de rebajas al costo de las tarifas por los servicios.

Las funciones de esta entidad se pueden detallar de la siguiente manera:

1. **Control hidrológico y meteorológico de la cuenca.** Manteniendo una red de estaciones y dando pronósticos agrometeorológicos locales de las variaciones climáticas, alertas de sequía e inundación. Control de calidad de agua en la cuenca.
2. **Balance hídrico dinámico.** El balance hídrico dinámico incluiría un sistema de información geoposicionado, con todos los sistemas de aprovechamiento de

- agua en la cuenca, públicos y privados, para tener un conocimiento real de la demanda en la cuenca.
3. **Operación y mantenimiento de proyectos.** La operación de los proyectos de agua y saneamiento, riego u otro que le sean trasladados o que construya, básicamente operaría los sistemas de agua potable para lograr un funcionamiento eficiente. La operación de las plantas de tratamiento, la operación de los sistemas de riego, apoyo técnico a los proyectos de la cuenca que sean administrados por las comunidades o privados.
  4. **Administración.** Manejo administrativo del cobro de servicios a los usuarios, así como atención al cliente de todos los servicios que opere. Además de la administración interna como manejo de personal, gastos operativos y en general la administración financiera. Estudios técnicos económicos de las factibilidades de futuros proyectos.
  5. **Panificación y financiamiento.** Se preparan nuevos proyectos, se busca financiamiento y se ponen en marcha.
  6. **Construcción.** Unidad para la supervisión y/o construcción de nuevos proyectos.
  7. **Manejo de áreas recreativas y de protección.** Manejar aquellas áreas que se hayan identificado como importantes para recarga hídrica y convertirlas en zonas de reserva si es necesario, o administrar las zonas dedicadas para control de inundaciones o para manejar como un uso recreativo, los embalses nuevos que se construyan.
  8. **Educación y relaciones públicas.** Esta entidad deberá mantener un constante proceso educativo con los usuarios de la cuenca, desde el nivel escolar hasta directamente con los usuarios, promoviendo campañas para el uso sostenible del agua y de otros recursos naturales.

Una de las ventajas de esta institución, se debe a las economías de escala que permiten contratar personal de alto nivel, a diferencia de que individualmente cada uno de los municipios no podrían costearlo. Por ejemplo equipos de ingenieros sanitarios y de mantenimiento para las plantas de tratamiento de aguas negras. O la capacidad para tener un laboratorio de calidad de agua para la cuenca.

Otra ventaja sería tener una entidad para representar a la región en temas de agua con Honduras (donde inicia la cuenca) o con otras entidades del país en el manejo del agua.

Administrativamente, se puede lograr una mayor estabilidad del equipo de trabajo, pues el gerente de la entidad, puede hacerse en un contexto menos político, logrando una estabilidad a largo plazo.

En el Anexo 5 se muestra el resumen de la autoridad de agua del río Guadalupe en Texas, Estados Unidos como un ejemplo de una estructura con características similares a las aquí propuestas.

## **7. Cronograma y costos globales**

---

En la siguiente propuesta se indican costos aproximados, en el caso de los planes municipales están estimados en base al número de comunidades de los municipios. Los costos de los proyectos se calcularon, en el caso de agua potable, en base a un costo por habitante que no cuenta con servicio. El monto total se dividió en los diferentes tipos de proyectos de acuerdo a la experiencia de otros municipios, pero es obvio que serán los planes municipales individuales quienes definan estos montos a detalle. En el caso de los proyectos de riego se debe estimar con base al área potencial de riego y una tecnología eficiente de uso del agua. Finalmente los proyectos de concientización y promoción se estimaron en base a costos de talleres, reuniones, etc. No se consideran los costos del ente administrador a largo plazo, pues dependerá mucho de los alcances que se le definan y de la estructura que adopte.

Los costos generales del plan, así como su distribución en el corto plazo, se indican en el Cuadro 2. El Cronograma a detalle del primer año se muestra en la Figura 2 mientras que el de los primeros cinco años se presenta en la Figura 3.

Cuadro 2  
Costos del plan

Acciones	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Después Año 5
<b>Planificación y sistema de información</b>						
<b>Planes de agua potable y saneamiento</b>						
Zacapa	155,723.68					
La Unión	71,510.32					
Chiquimula	159,976.88					
San José la Arada	61,302.64					
San Juan Ermita	47,692.40					
Jocotán	96,178.88					
Camotán	112,341.04					
Olopa	47,692.40					
Esquipulas	171,885.84					
Concepción las Minas	101,282.72					
Quezaltepeque	119,996.80					
San Jacinto	51,945.60					
<b>Plan de riego regional</b>						
Actualización de información	24,000.00					
Identificación de proyectos potenciales	24,000.00					
Preparación del plan	15,000.00					
<b>Información otros usos</b>	95,000.00					
<b>Sistematización de proyectos</b>	75,000.00					
<b>Red hidrometeorológica</b>						
Estaciones meteorológicas	160,000.00					
Hidrológicas	192,000.00					

Acciones	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Después Año 5
<b>Proyectos</b>						
<b>APyS</b>						
Aljibes	342,995.31	685,990.62	685,990.62	857,488.28	857,488.28	
Proyectos de mejoras	1,371,981.25	2,743,962.49	2,743,962.49	3,429,953.11	3,429,953.11	
Proyectos de gravedad	2,057,971.87	4,115,943.74	4,115,943.74	5,144,929.67	5,144,929.67	
Proyectos de bombeo		685,990.62	857,488.28	1,028,985.93	857,488.28	
Letrinización	1,274,404.44	2,548,808.88	6,372,022.21	7,646,426.65	7,646,426.65	
Sistemas de aguas grises	141,600.49	283,200.99	708,002.47	849,602.96	849,602.96	
Fosas sépticas						
Redes urbanas		2,743,962.49	5,487,924.98	8,231,887.47	10,975,849.96	
Sistemas de drenaje		2,265,607.90	4,531,215.79	6,796,823.69	9,062,431.59	
Optimización administrativa		900,000.00	1,800,000.00	2,700,000.00	3,600,000.00	
Plantas de tratamiento		4,850,000.00	9,700,000.00	14,550,000.00	19,400,000.00	
<b>Proyectos de riego</b>		ND	ND	ND	ND	
<b>Proyectos múltiple propósito</b>						ND
<b>Fortalecimiento Institucional</b>						
<b>Corto plazo</b>						
Consolidar de comisiones municipales de agua	300,000.00	300,000.00				
Consolidar Oficinas Municipales de Agua	500,000.00	500,000.00				
Programas de concientización a comunidades	150,000.00	150,000.00				
Programas de concientización en áreas urbanas	200,000.00	200,000.00				
<b>Mediano plazo</b>						
Política Hídrica de la Cuenca del Río Grande de Zacapa			200,000.00	50,000.00	50,000.00	
Consulta ente administrador del agua			100,000.00	50,000.00	50,000.00	
<b>Largo plazo</b>						
Implementar ente administrador del agua						ND
<b>Total</b>	<b>8,121,482.56</b>	<b>22,973,467.73</b>	<b>37,302,550.58</b>	<b>51,336,097.77</b>	<b>61,924,170.50</b>	

ND No determinado

Figura 2  
Cronograma a detalle de los primeros seis meses

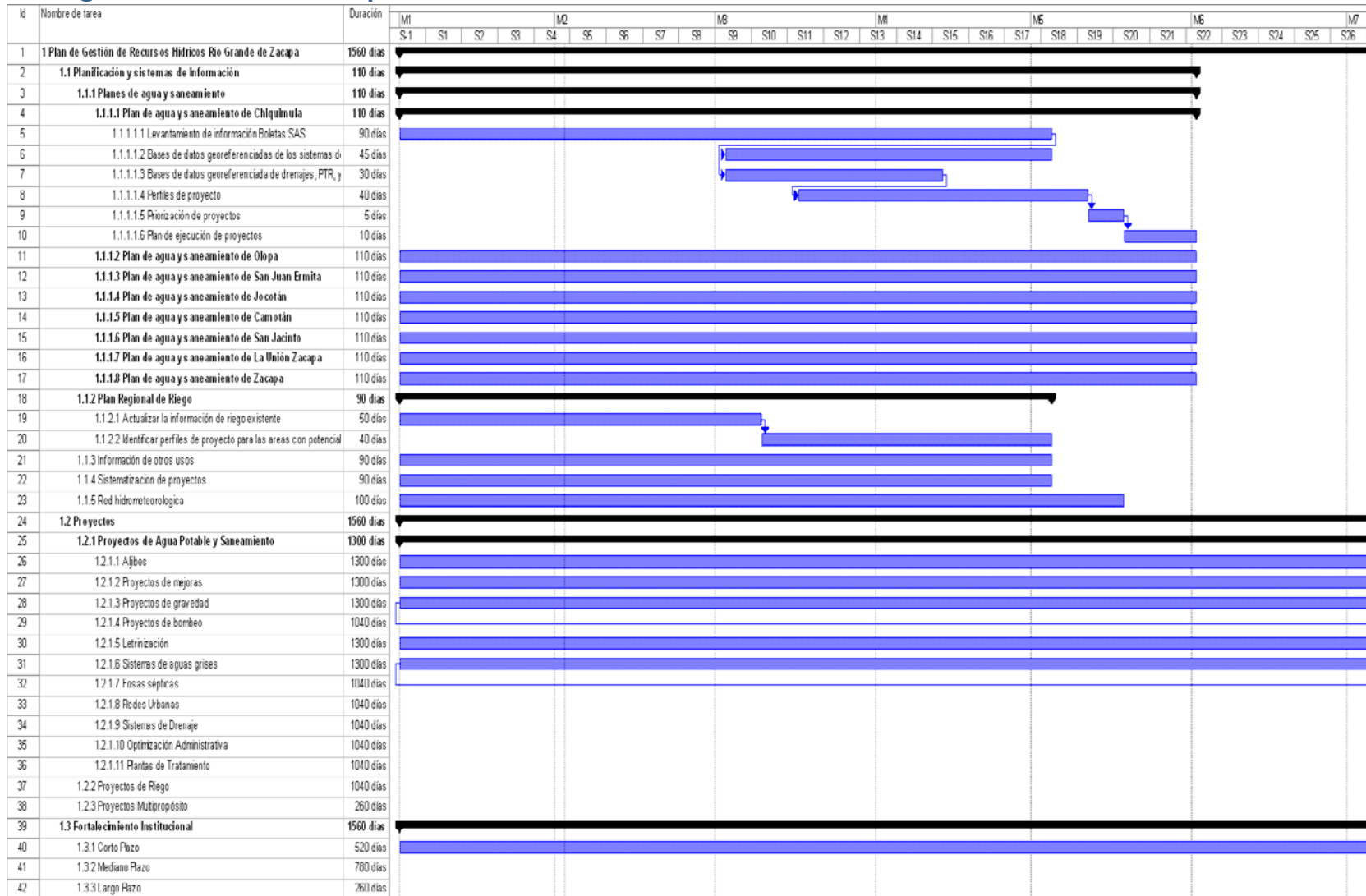
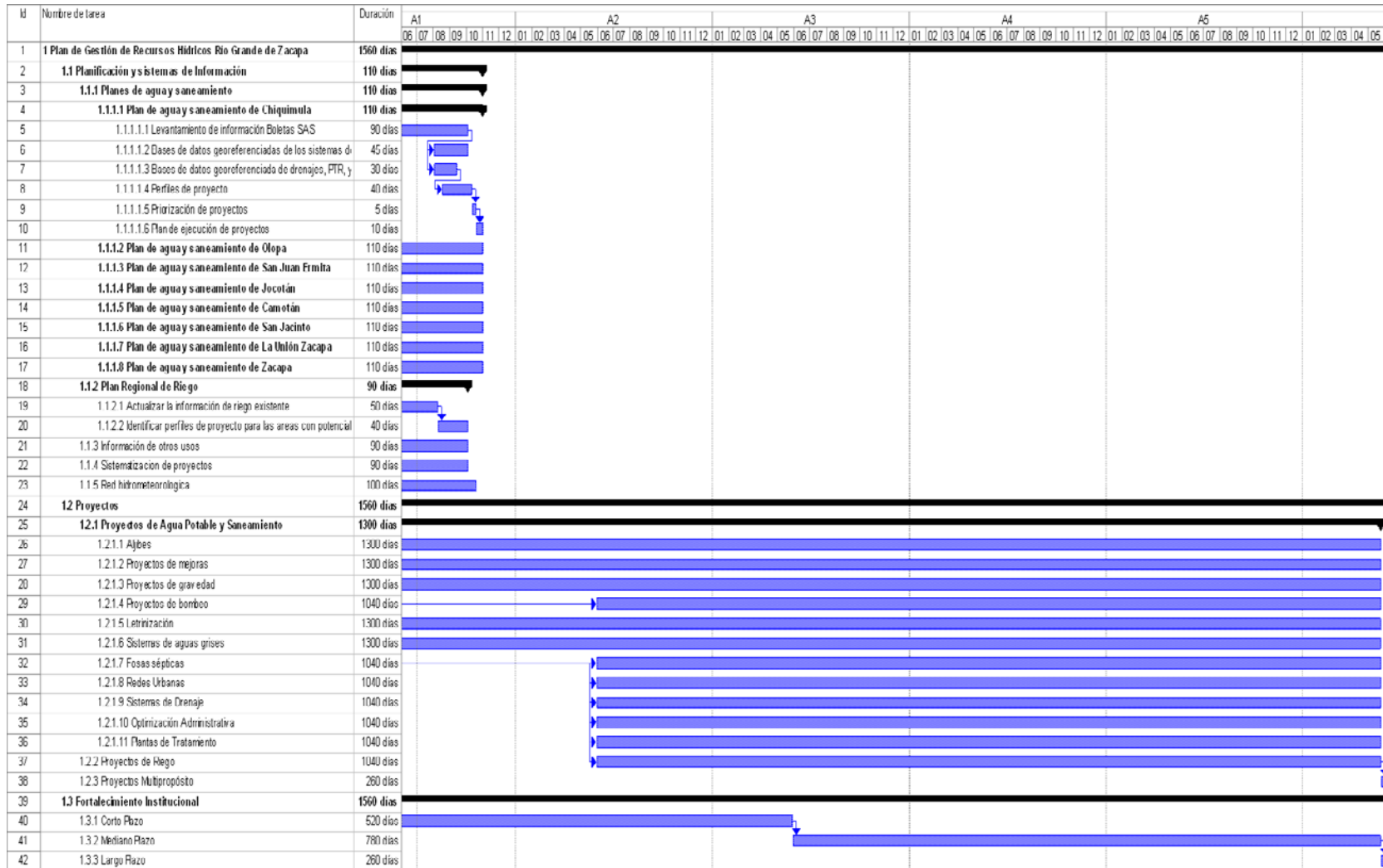


Figura 3  
Cronograma primeros cinco años





## 8. Indicadores del Plan de Gestión

Para determinar el avance del plan de Gestión Integrada de Recursos Hídricos es necesario tener indicadores que permitan medir el avance del mismo. Estos indicadores se presentan en el Cuadro 3.

### Indicadores de gestión

Indicadores	Unidades	Meta	Cumpli- miento mínimo	Respon- sable	Fecha	Observaciones
<b>Corto plazo</b>						
Planes Municipales de Agua y Saneamiento	Plan	9	100%	Oficinas de Agua Municipalidades y Comisiones Municipales de Agua	Final del primer año	Se deben hacer los planes municipales de toda la cuenca, no solo de los municipios Chortí
Plan Regional de Riego	Plan	1	100%	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) y Comisiones Municipales de Agua	Final del primer año	Se puede subcontratar pero el seguimiento debe hacerlo el MAGA o las Comisiones Municipales de Agua
Información de otros usos	Plan	9	100%	Oficinas de Agua Municipalidades y Comisiones Municipales de Agua	Final del primer año	Se puede subcontratar el levantamiento inicial pero el seguimiento debe estar a cargo de las Comisiones Municipales de Agua
Sistemas de Información de Agua y Saneamiento	Sistemas	9	60%	Oficinas de Agua Municipalidades y Comisiones Municipales de Agua	Final del primer año	Deben mantenerse dinámicamente
Sistematización de proyectos de agua	Sistematizaciones	6	100%	ASORECH	Final del primer año	Deben ser fácil de obtenerse
<b>Mediano plazo</b>						
Proyectos de mejora de sistemas	Proyectos	Total de proyectos	80%	Oficinas de Agua	Finales del quinto año	Los proyectos deben seguir la

### Indicadores de gestión

Indicadores	Unidades	Meta	Cumplimiento mínimo	Responsable	Fecha	Observaciones
de agua potable		de mejora propuestos en los Planes de A&S		Municipalidades, Comisiones Municipales de Agua, Fuentes financieras (ONG, Fondos Sociales, Gobierno Central)		sistematización de proyectos
Proyectos integrales de agua y saneamiento	Proyectos	Total de proyectos nuevos propuestos en los Planes de A&S	80%	Oficinas de Agua Municipalidades, Comisiones Municipales de Agua, Fuentes financieras (ONG, Fondos Sociales, Gobierno Central)	Finales del quinto año	$HS/D*24$ Si el servicio es cada dos días y reciben cuatro horas la formula es: $(4/2*24)$ es decir 0.083
Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR)	Plantas	12	9 PTAR	Municipalidades	Finales del quinto año	Al menos todas las cabeceras municipales cuentan con Plantas de tratamiento
Proyectos de riego	Ha	Total de Ha de riego propuestas en el Plan de Riego	80%	Comisiones de Agua	Finales del quinto año	
Calidad de servicios	Calidad y continuidad de los servicios	Todos los sistemas vigilados	100%	Área de Salud con apoyo de Comisiones Municipales de agua	Finales del quinto año	Todos los sistemas son vigilados para asegurar la calidad
Monitoreo y evaluación	Evaluación anual de los planes de	Reporte anual	% de avance de los planes	Comisiones Municipales de agua	Todos los años	Debe incluir solicitudes y presión a las autoridades

### Indicadores de gestión

Indicadores	Unidades	Meta	Cumplimiento mínimo	Responsable	Fecha	Observaciones
	A&S y Riego					municipales para el seguimiento y continuidad de los planes
Política de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la Cuenca del río Grande	Política	Documento de Política	Documento consensuado	Comisiones Municipales de Agua, Otras Usuarios, Sociedad Civil y Autoridades Municipales y Gubernamentales	Al final del tercer año	Debe incluir una propuesta del ente para la Gestión del recurso Hídrico
Ente Regional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos	Ente	Ente operando	Ente implementado o e iniciando operaciones	Comisiones Municipales de Agua y Municipalidades	Finales del quinto año	El ente con la forma que se haya decidido inicia operaciones
<b>Largo plazo</b>						
Operación del ente	Sistemas operados por el ente	20	80%	Ente	Finales del décimo año	Al menos los sistemas urbanos y las plantas de tratamiento son operadas por el ente
Proyectos multipropósito	Proyecto	3	1	Ente	Finales del décimo año	Al menos un proyecto multipropósito ha sido implementado
Satisfacción	Encuesta de satisfacción de los usuarios	100 % de satisfacción de los usuarios	80 % de satisfacción	Comisiones Municipales de Agua	Finales del décimo año	Se evalúa la satisfacción de los servicios prestados
Sistemas de información actualizados	Balances hídricos y planes municipales	Balances Anuales y Planes actualizados anualmente	Balance anual	Ente	Final de cada año después del quinto	La información debe estar disponible al público
Situación financiera	Estados financieros	Auto-suficiente	Presupuesto equilibrado o con superávit	Ente	Final del décimo año	El Ente empieza a tener ganancias y repartirlas con los usuarios

### Indicadores de gestión

Indicadores	Unidades	Meta	Cumplimiento mínimo	Responsable	Fecha	Observaciones
Gestión integrada de recursos hídricos	Manejo del agua	El índice de escasez es administrado	No hay crisis de agua en ningún mes	Ente	Final del decimoquinto año	Los índices de calidad ambiental del recurso hídrico son mejores que los requeridos por las normas

## 9. Bibliografía

---

1. UNICEF 1998, MANUAL PARA LA ELABORACION DE PLANES DE AGUA Y SANEAMIENTO.
2. IARNA 2010, BALANCE HIDRICO DE LA ZONA CHORTI
3. IARNA 2004, PERFIL AMBIENTAL DE GUATEMALA, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, Instituto de Incidencia Ambiental, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Universidad Rafael Landívar.
4. MAGA 2006, MANUAL PARA BOLETAS DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA, Cristina Veliz y Programa de Apoyo para la Reconversión Productiva Agropecuaria (PARPA) del MAGA .  
[http://www.infoiarna.org.gt/guateagua/subtemas/inv\\_fuentagua.htm](http://www.infoiarna.org.gt/guateagua/subtemas/inv_fuentagua.htm)
5. UNEPAR INFOM 1999, BOLETAS SISTEMA DE INFORMACION DE AGUA Y SANEAMIENTO (SAS)
6. ASORECH , AGUA PARA CONSUMO HUMANO, Sin fecha de publicación

Anexo 1  
Indicadores y línea base

Mes	Índice de				
	Volumen Disponible en miles de m <sup>3</sup>	Volumen Disponible m <sup>3</sup> per cápita	Uso de agua en miles de m <sup>3</sup>	Uso de agua en m <sup>3</sup> per cápita	Escasez
Enero	- 8,578.83	-	8,817.05	0.024	Crisis
Febrero	- 7,848.52	-	7,964.00	0.021	Crisis
Marzo	- 8,743.83	-	8,817.05	0.024	Crisis
Abril	- 8,222.04	-	8,532.78	0.023	Crisis
Mayo	5,574.21	0.01	1,465.54	0.004	Medio
Junio	246,648.81	0.66	1,418.26	0.004	Mínimo
Julio	220,315.74	0.59	1,465.54	0.004	Mínimo
Agosto	254,675.31	0.68	1,465.54	0.004	Mínimo
Septiembre	364,066.52	0.98	1,418.26	0.004	Mínimo
Octubre	78,860.71	0.21	1,465.54	0.004	Mínimo
Noviembre	594.51	0.00	8,532.78	0.023	Muy alto
Diciembre	- 5,669.28	-	8,817.05	0.024	Crisis
<b>Total</b>	<b>1,131,673.31</b>	<b>3.15</b>	<b>60,179.37</b>	<b>0.162</b>	<b>Mínimo</b>

Cuadro Indicadores de Estado y Presión

## Indicadores de impacto

Código	Municipio	Cobertura de agua potable %	Incidencia de enfermedades de origen Hídrico No. de casos /1,000 habitantes	Incidencia de casos mortales por enfermedades de origen Hídrico No. de casos /10,000 habitantes	Mortalidad de niños menores de 5 años por enfermedades de origen hídrico
1901	Zacapa	82	17.35	*	6
1909	La Unión	91	20.00	*	5
2001	Chiquimula	74	52.43	*	6
2003	San Juan Ermita	86	157.87	2	10.00
2004	Jocotán	93	80.95	2.56	7
2005	Camotán	61	170.87	3.06	11
2006	Olopa	74	175.53	1.72	4
2009	Quezaltepeque	86	51.21	0.54	14.2
2010	San Jacinto	17	46.83	1.00	3

\* No se pudo definir mortalidad solo por origen hídrico

## Indicadores de respuesta

Código	Municipio	Cobertura de saneamiento %	Número de plantas de tratamiento operando	Áreas protegidas
1901	Zacapa	73.0	0	
1909	La Unión	93.0	0	1
2001	Chiquimula	55.2	0	
2003	San Juan Ermita	51.0	0	
2004	Jocotán	44.0	0	
2005	Camotán	60.0	0	
2006	Olopa	66.0	0	
2009	Quezaltepeque	93.0	0	
2010	San Jacinto	11.0	0	

### Cálculo de indicadores

Indicadores	Unidades	Frecuencia	Datos	Fuente	Cálculo
<b>De Estado (por cuenca)</b>					
Volumen disponible mensual (Od)	Miles de m <sup>3</sup>	Mensual	Volumen disponible (Od)	Balance hídrico	Conversión de mm a miles de m <sup>3</sup>
Volumen disponible per cápita (Od/h)	m <sup>3</sup> per cápita	Mensual	Volumen disponible (Od)	Balance hídrico	Od*1000/P <sub>i</sub>
			Población año índice P <sub>i</sub>	Proyección del censo al año i	
<b>De Presión (por cuenca)</b>					
Uso de agua sin agricultura de secano (D-R)	Miles de m <sup>3</sup>	Mensual	Demanda total (D)	Balance hídrico	Conversión de mm a miles de m <sup>3</sup>
			Demanda riego ( R )	Balance hídrico	Conversión de mm a miles de m <sup>3</sup>
Uso de agua sin agricultura de secano y sin hidroeléctricas (D-R-H)	Miles de m <sup>3</sup>	Mensual	Demanda total (D)	Balance hídrico	Conversión de mm a miles de m <sup>3</sup>
			Demanda riego ( R )	Balance hídrico	Conversión de mm a miles de m <sup>3</sup>
			Demanda hidroeléctricas (H)	Balance hídrico	Conversión de mm a miles de m <sup>3</sup>
Uso de agua (D)	Miles de m <sup>3</sup>	Mensual	Uso de agua o demanda total (D)	Balance hídrico	Conversión de mm a miles de m <sup>3</sup>
Uso de agua per cápita D/h	m <sup>3</sup> per cápita	Mensual	Demanda total (D)	Balance hídrico	D*1000/P <sub>i</sub>
			Población año índice P <sub>i</sub>	Proyección del censo al año i	
Escasez	No significativo, mínimo, medio, alto, muy alto crisis	Mensual	Volumen disponible (Od)	Balance hídrico	D/Od Si D/Od <.01 No significativo; D/Od < 0.1 Mínimo; D/Od < 0.2 Medio; D/Od < 0.5 Alto; D/Od < 1 Muy Alto; D/Od > 1 Crisis
			Demanda total (D)	Balance hídrico	
<b>De Impacto (por municipio o comunidad)</b>					
Cobertura de agua potable	%	Anual	No de viviendas con servicio (VCS)	PMAYS/SAS *	VCS/V



Indicadores	Unidades	Frecuencia	Datos	Fuente	Cálculo
			No. total de viviendas (V)	Catastro/Censo/PMAYS/SAS *	
Continuidad de agua potable	Horas/día	Anual	Horas de servicio (HS)	SAS	HS/D*24 Si el servicio es cada dos días y reciben cuatro horas la fórmula es: (4/2*24) es decir 0.083
			Frecuencia en días (D)	SAS	
Calidad de agua	Apta / No apta	Anual	Resultados de las muestras	Área de salud	El resultado de las muestras que recibe el Ministerio de Salud
Incidencia de enfermedades de origen hídrico No. de casos /1,000 habitantes (Nivel municipal)	Tasa	Anual	No. de casos de parasitismo intestinal (NP)	Área de salud	(NP+ND+NA)/P <sub>i</sub> /1,000
			No. de casos de diarrea (ND)	Área de salud	
			No. de casos de amebas (NA)	Área de salud	
			Población año índice P <sub>i</sub>	Proyección del Censo al año i	
Incidencia de enfermedades de origen hídrico No. de casos (Nivel comunitario)	No. de casos	Anual	No. de casos de parasitismo intestinal en comunidad "x" (NPC)	Área o puesto de salud	(NPC+NDC+NAC)
			No. de casos de diarrea en comunidad "x" (NDC)	Área o puesto de salud	
			No. de casos de amebas en comunidad "x" (NAC)	Área o puesto de salud	
Incidencia de casos mortales por enfermedades de origen Hídrico	Tasa	Anual	No. de casos de muertes por parasitismo intestinal (MP)	Área de salud	(MP+MD)/P <sub>i</sub> /10,000

Indicadores	Unidades	Frecuencia	Datos	Fuente	Cálculo
No. de casos /10,000 habitantes (Nivel municipal)			No. de casos mortales de diarrea (MD)	Área de salud	
			Población año índice $P_i$	Proyección del censo al año i	
Incidencia de casos mortales por enfermedades de origen hídrico No. de casos (Nivel comunitario)	No. de casos	Anual	No de muertes por parasitismo intestinal en comunidad "x" (MPC)	Área o puesto de salud	(MPC+MDC)
			No. de muertes por diarrea en comunidad "x" (MDC)	Área o puesto de salud	
Mortalidad de niños menores de 5 años por enfermedades de origen hídrico No. casos (Nivel municipal)	No. de casos	Anual	No de casos de muertes por parasitismo intestinal (MPN5)	Área de salud	(MPN5+MDN5)
			No. de casos mortales de diarrea (MDN5)	Área de salud	
Mortalidad de niños menores de 5 años por enfermedades de origen hídrico No. casos (Nivel comunitario)	No. de casos	Anual	No de muertes Niños < 5 años por parasitismo intestinal en comunidad "x" (MN5PC)	Área o puesto de salud	(MPN5C+MDN5C)
			No. de muertes niños < 5 años por diarrea en comunidad "x" (MDN5C)	Área o puesto de salud	
<b>De Respuesta (por municipio o comunidad)</b>					
Cobertura de saneamiento	%	Anual	No. de viviendas con servicio de saneamiento (VCSAN)	PMAYS/SAS *	VCSAN/V
			No. total de viviendas (V)	Catastro/Censo/PMAYS/SAS *	

Indicadores	Unidades	Frecuencia	Datos	Fuente	Cálculo
Número de plantas de tratamiento de aguas residuales	No. de PTAR	Anual	Plantas pperando PTAR	SAS	No. de PTAR
Áreas protegidas en cada municipio	No. de áreas protegidas	Anual	Áreas protegidas declaradas y cuidadas	Municipalidades/ CONAP	No. de áreas protegidas

\* PMAYS: Plan Municipal de Agua y Saneamiento, SAS Sistema de Información de Agua y Saneamiento (UNEPAR/INFOM).

## Anexo 2

### **Proyecto combinado de aljibe**

Estos proyectos se estiman para poblaciones aisladas, donde no hay otras fuentes de agua disponible y la única forma es almacenar agua de lluvia, para su uso posterior. La dotación es estimada en base al consumo para bebida y comida, por lo que no pretende almacenar agua para otros usos como riego, lavado y aseo personal. Esta dotación varía desde 6 a 15 litros por día por habitante, según diferentes autores, la OMM indica que el mínimo para cumplir con todas las necesidades básicas es 50 litros, de estos al menos 10 litros deben ser potables.

Una cancha de baloncesto tiene las dimensiones de 15 x 30 por lo que un tanque de cinco metros de profundidad, fácilmente puede ubicarse debajo de la cancha escolar con un volumen de 1,825 m<sup>3</sup>. Este volumen de agua sería suficiente para abastecer una población de 500 habitantes (100 casas), con una dotación mínima de 10 litros al día por habitante, suficiente para la bebida y cocción de alimentos de una familia. Si consideramos la lluvia mínima anual en el área Chorti en el año más seco, en la estación con menos precipitación en el registro de los últimos 20 años, es de 730 mm al año y tomamos que todas las casas aportan y tiene un área de captación de 20 m<sup>2</sup> (100\*20 m<sup>2</sup>), más el techo de la escuela (asumir 100 m<sup>2</sup>) y la cancha de baloncesto (15\*30=450 m<sup>2</sup>). Todas estas áreas suman un área de 2550 m<sup>2</sup> que si captan los 730 mm se tendrán por lo menos 1,861 m<sup>3</sup>, lo que equivale a un poco más de los 10 litros por día.

Como se ve en esta primera aproximación se estimaron valores muy conservadores para todas las áreas recolectoras. Los volúmenes pueden variar en cada caso particular y poder almacenar para obtener dotaciones un poco mayores. Si a este sistema se le adapta una pequeña bomba alimentada con energía solar o una bomba manual para un llenacántaro, que extraiga agua del tanque, se podría mantener esta dotación para todo el año. Para asegurar la calidad de agua se puede dotar a cada casa con un “ecofiltro” o equivalente, lo que aseguraría que cualquier contaminación en aljibe pueda ser controlada.

En condiciones de terreno adecuadas y con suficiente área recolectora, se puede hacer un sistema aceptable de almacenamiento para pequeñas comunidades. Obviamente la distancia entre casa y casa, la topografía y la lluvia específica en la región son otros temas que pueden afectar el diseño del proyecto. Aljibes individuales también pueden ser considerados o para grupos de casas. Es importante que se tome en cuenta que por lo general, estos proyectos no logran cubrir la demanda en un 100%, pero si reducen el riesgo de morbilidad al proporcionar un mínimo de agua segura.

### Anexo 3

## **Manejo de aguas grises**

### **Tecnología innovadora que permite tratar aguas grises y generar un jardín o producir flores de ornato.**

*Dr. José de Anda Sánchez*

*Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C. Unidad de Tecnologías Ambientales. Normalistas 800. CP 44270 Guadalajara, Jalisco. México. Tel. (33)33455200 Ext 1611. E-mail: [janda@ciatej.net.mx](mailto:janda@ciatej.net.mx)*

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua, en el 2005 se estima que en México a nivel municipal se generaron 255 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales, de los cuales 205 m<sup>3</sup>/s se colectaron en la red de drenaje municipal (80.4%) y solamente 71.8 m<sup>3</sup>/s del total generado recibió algún tipo de tratamiento (28.2%). Por otra parte de las 1433 plantas de tratamiento en operación, el 41.3% utilizaba lagunas de estabilización como sistema de tratamiento y 23.1% utilizaban la tecnología de lodos activados, en ambos casos se requieren grandes superficies de tratamiento, se despiden olores ofensivos y son un foco de infección debido a que constituyen un medio eficiente para la proliferación de mosquitos y otros vectores de enfermedades asociados al agua contaminada. De toda el agua que se trata en México sólo el 25.3% se rehúsa. Estos resultados han llevado a México en el año 2002 a ocupar el lugar número 106 de 122 países en cuanto a la calidad del agua. Por tanto existe una gran tarea por realizar a fin de revertir el proceso de degradación que estamos causando a nuestros ecosistemas acuáticos.

Hoy en día las aguas residuales domésticas que se generan en pequeñas comunidades y en los fraccionamientos se conducen, cuando es posible, al sistema de drenaje municipal, perdiéndose en promedio más de 210 litros/persona/día de esta agua que normalmente va a dar a los ríos sin tratamiento alguno. En donde no existe red sanitaria, normalmente se construyen pozos de absorción que reciben las aguas residuales y las conducen a los mantos freáticos generando con el tiempo un foco potencial de contaminación para los mismos.

En algunas comunidades en México se han instalado plantas de tratamiento cuyos costos de inversión y operación aun siguen siendo elevados en comparación a la capacidad económica de dichas comunidades, convirtiéndose en poco tiempo en una carga económica para los usuarios, dado que las plantas de tratamiento convencionales requieren de una cantidad importante de energía para su funcionamiento, personal capacitado para su mantenimiento y operación, compra regular de compuestos químicos, pago de contratos para el mantenimiento de las instalaciones y el equipo, así como manejar procesos adicionales para la remoción y tratamiento de biosólidos, además de requerir de un espacio para su instalación, alejado de las zonas de vivienda, ya que por lo general despiden olores ofensivos a la población. Finalmente se sabe que la inversión en una planta convencional difícilmente logra amortizarse.

### ¿Qué es un humedal artificial?

Una alternativa de tratamiento que está siendo poco a poco más conocida por sus bajos costos de instalación y operación son los denominados humedales artificiales o “*constructed wetlands*” en el idioma inglés. Este tipo de sistemas es usado en un 5.8% del total de las plantas de tratamiento instaladas en el 2005 en México.

Los humedales artificiales, en general, son cuerpos de agua de baja profundidad que retienen temporalmente el agua y que pueden ser diseñados con diferentes fines, por ejemplo el formar un hábitat para diversas especies vegetales y animales, generar jardines acuáticos decorativos, o bien funcionar como sistemas depuradores de aguas pluviales, entre otros. Los humedales pueden ser construidos de tal forma que el agua se ve en la superficie (superficiales) o bien cuya superficie de agua se encuentre por debajo de un lecho de piedras y prácticamente el agua no se ve (subsuperficiales).

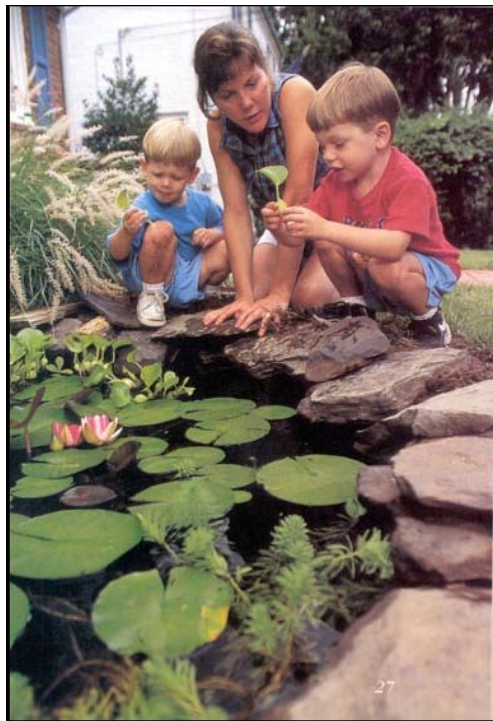


Imagen de un humedal decorativo del tipo superficial.

La mayoría de los humedales construidos en México con el fin de tratar las aguas residuales son del tipo superficial lo cual tiene prácticamente los mismos inconvenientes que las lagunas de estabilización o las instalaciones con lodos activados, adicionalmente un mal diseño conduce a derrames de las aguas en proceso de tratamiento y hay que invertir en un sistema mecánico para extraer el exceso de plantas acuáticas (lirio acuático o tule) que por lo general hay que buscar qué hacer con estos residuos, entre otros problemas. Esto ha traído como consecuencia que este tipo de sistemas no sea la primera opción entre las comunidades que requieren de un sistema de tratamiento más seguro.

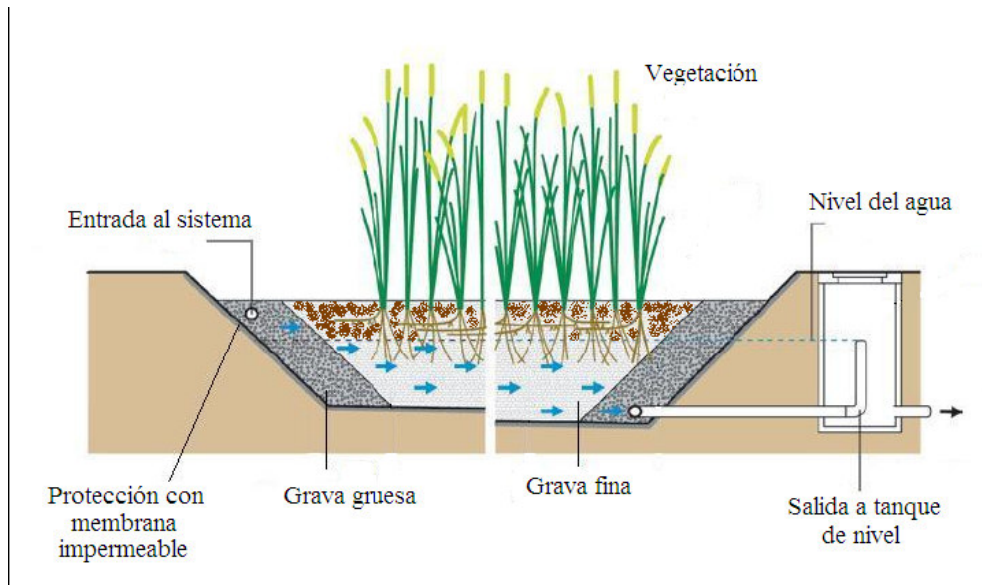
*¿Cómo tratar las aguas residuales, generar un jardín decorativo y rehusar el agua tratada para riego?*

Con la finalidad de eliminar muchos de los inconvenientes que tienen los humedales artificiales, investigadores del CIATEJ desarrollaron una tecnología, en proceso de patente, para tratar aguas residuales domésticas, que incluye el agua de los sanitarios, de las regaderas y del servicio de lavado, haciendo uso de un humedal del tipo subsuperficial con un alto nivel de eficiencia, en donde se hace compatible el tratamiento de las aguas con la producción de plantas ornamentales y estéticas. En comunidades grandes esta sería una opción para generar un sistema para la producción de flor ornamental con fines comerciales lo cual permitiría una retribución de la inversión hecha en el sistema.

El sistema de construcción de un humedal de esta naturaleza es por demás sencillo. Primeramente es necesario instalar un tanque séptico para recibir las aguas a tratar. A nivel comercial existen diferente tipo de tanques sépticos. Uno de los que ha demostrado mayor efectividad es el de tres compartimientos. El tanque séptico tiene la función de recibir las aguas residuales de su casa y sedimentar los sólidos gruesos y finos de tal forma que éstos ya no aparecen en la descarga del tanque. Igualmente proveen de una primera fase de tratamiento ya que en este tanque crecen bacterias que comienzan a degradar la materia orgánica. Las dimensiones de los tanques sépticos ya se encuentran estandarizadas y se adquieren en el comercio de acuerdo con el número de personas para el cual dará servicio.

Posteriormente se pasa el agua por un filtro anaerobio de flujo ascendente con la finalidad de remover una gran parte de la materia orgánica aun contenida en el agua residual y finalmente se pasa por gravedad o por bombeo, dependiendo de cómo se encuentre la topografía del terreno, a un humedal artificial subsuperficial cuya finalidad es la terminar el proceso de degradación con bacterias aerobias y anaerobia, oxigenar el sistema, y remover la mayor parte de los patógenos. El principio de construcción de este humedal se muestra en la figura siguiente.





Como puede apreciarse el humedal cuenta con varios elementos de construcción, sin embargo es un sistema de fácil instalación y adaptable a cualquier terreno para su correcta operación.



Aspecto de un humedal artificial operando en una casa habitación en Guadalajara (México). Las aguas tratadas son rehusadas para el riego del jardín.

La superficie de construcción del humedal depende del número de personas que vayan conectarse al sistema. El criterio general que se establece para asegurar un buen tratamiento del humedal es que sea de 1.5 a 2 m<sup>2</sup> por persona. Las plantas que se usan normalmente en este tipo de humedales es muy variada, el criterio general es utilizar plantas ornamentales o estéticas que requieran de humedad para su desarrollo. Generalmente se les puede localizar entre las conocidas como plantas acuáticas (<http://www.infojardin.com>). Tal es el caso de plantas ornamentales como el alcatraz, ave de paraíso, lirio amarillo, cuna de moisés, platanillo, entre otras. Entre las plantas estéticas acuáticas de ribera o palustres pueden utilizarse colomos, papiro de Egipto, oreja de elefante, entre otras. Al final el humedal no tendrá apariencia de estanque sino de un jardín sin causar molestia de malos olores y generando, por el contrario, un espacio decorativo armonizando el entorno. Finalmente el agua tratada en el humedal se recibe en un tanque comercial. Este tanque se instala



igualmente debajo del nivel del piso con la finalidad de que no sea visible, y se le instala una bomba para el riego de su jardín.



Imágenes de algunas de las plantas que pueden ser usadas en un humedal artificial (lirio amarillo a la izquierda y caña de las Indias a la derecha)

#### *¿Qué ventajas tiene este sistema sobre los métodos convencionales?*

1. Sistema muy sencillo de construir. No requiere elementos complejos de diseño ni componentes especiales.
2. Se integra 100% con el paisaje permitiendo adaptarse a cualquier forma y disposición de terreno.
3. El sistema pasa por desapercibido ya que no aparenta ser una planta de tratamientos convencional ni despiden olores ofensivos.
4. Proceso totalmente natural compatible con la producción de plantas ornamentales y estéticas.
5. Las aguas tratadas cumplen con la siguiente normatividad oficial para su descarga a un cuerpo de agua considerado como bien nacional (NOM-001-ECOL-1996), o al sistema de alcantarillado municipal (NOM-002-ECOL-1996), o para su reúso en servicio público (NOM-003-ECOL-1997), o para su disposición mediante riego agrícola (NOM-CCA/032- ECOL/1993).
6. Generación de un mínimo de residuos sólidos los cuales se remueven esporádicamente (1 o dos veces por año) para su aprovechamiento y disposición final de acuerdo con la norma oficial NOM-004-ECOL-2002.
7. Uso de un mínimo de energía ya que se usa sólo para el bombeo del agua para riego.
8. No requiere productos químicos especiales o cualquier otro cuidado más allá que el que se da a un jardín.
9. El personal que requiere la operación del sistema es el de un jardinero con conocimientos sobre jardinería ornamental y/o decorativa a fin de mantener en buenas condiciones de salud a las plantas que se han elegido para el humedal.
10. Costos de instalación hasta 80% por debajo de los requeridos para instalar una planta convencional.
11. La inversión se puede amortizar en el corto plazo a través de los ahorros en los consumos de agua, dado que los costos de inversión, operación y mantenimiento son mínimos comparados con los de las plantas convencionales.

12. Constituye un método eficiente para la producción intensiva en vivero de flores ornamentales o plantas estéticas y capitalizar la inversión si se cuenta con canales de distribución adecuados de la producción.

*¿Cuáles son los requisitos para instalar un sistema de tratamientos de este tipo?*

- a) La comunidad debe contar con canalización del drenaje a fin de conducirlo a un punto a partir del cual se iniciará el proceso de tratamiento.
- b) El proyecto elegible debe contar con una superficie destinada a jardín o área verde de al menos 1.5 m<sup>2</sup> por usuario para el humedal.
- c) El interesado deberá cubrir los costos directos de materiales y mano de obra para la construcción del sistema en el sitio donde éste vaya a operar.
- d) Dr. José de Anda y/o Tecnologías para Protección Ambiental, S.A. de C.V.\* ofrece asesorar la construcción y operación del sistema para pequeñas y medianas comunidades cobrando una cuota mínima de recuperación por la asesoría en el diseño, supervisión de la construcción y capacitación a los usuarios.

*¿Qué recomendaciones se deben tomar en cuenta para un buen funcionamiento del humedal?*

Para que el humedal se encuentre en buenas condiciones de operación y evitar que las plantas sufran daños en su desarrollo, es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- a) Evitar en todo momento el derrame de sustancias peligrosas a la salud y al medio ambiente en las alcantarillas y registros de las casas que conducen sus aguas residuales al humedal. Algunas sustancias que comúnmente se derraman intencionalmente por desconocimiento son: solventes (thiner, aguarrás, alcohol, etc.), limpiadores domésticos (cloro activo, grasas líquidas para calzado, amoníaco, hipocloritos, etc.), insecticidas o sustancias para control de plagas de jardinería en estado líquido, sustancias líquidas automotrices, entre otras.
- b) Controlar el crecimiento de las plantas de tal forma que su altura se encuentre entre los 0.80 a 1.20 metros de altura. Dejar que las plantas crezcan por arriba de esta altura daña la estructura del humedal y requerirá posteriormente reparaciones ya que las raíces de las plantas podrían destruir parte de la estructura del mismo.
- c) Permita que su jardinero tenga cuidado de mantener siempre sano el crecimiento de las plantas y evitar que se formen plagas a fin de que éstas mantengan una buena condición de crecimiento.
- d) Evite el uso de compuestos químicos agresivos en el humedal, tales como herbicidas, nematocidas, o plaguicidas dado que éstos se infiltrarán hasta el interior del humedal causando daños a las bacterias aerobias y anaerobias que están trabajando para depurar el agua residual.

Para cualquier duda o aclaración sobre la forma de construir o mantener su humedal en buenas condiciones de operación, por favor consulte con el autor del presente artículo.

*\*Tecnologías para Protección Ambiental, S.A. de C.V.*

*Plan marco de gestión integrada de los recursos hídricos de la región Ch'orti' en Guatemala.*

*Ing. Rafael Rocha Vargas  
Tel. (33) 3825 8157  
rafaelr@tecnologiaspa.com*

Anexo 4

**Cuadro de perfil de proyecto**

**Perfil de proyecto de agua**

<b>Comunidad</b>	Los Planes-Chatún	<b>Municipio</b>	La Unión
		<b>Departamento</b>	Zacapa
<b>POBLACION 2000</b>	320	<b>2025</b>	580
<b>Casas 2000</b>	57	<b>2025</b>	97

Nombre de la Fuente	Raúl Leiva	Aforo(l/seg)	0.48
		fecha	20/03/2001
Con respecto a la comunidad esta a una:			
Distancia (m)	0,3000	y Altura(m)	6

Tipo de Sistema:	Conexiones ( X )	Llenacántaros ( )
Dotación:	90	l/hab/día

Caudal medio l/seg(Q m)	0.605
Caudal día máximo l/seg (1.5*Qm)	0.908
Caudal hora máximo l/seg(2*Qm)	1.210
Caudal de bombeo l/seg(1.5 *Qm)*24/8)	
Volumen tanque de distribución en m <sup>3</sup> (0.3*Qm * 86.4)	16
Longitud tubería de conducción (m)	3,000
Longitud red de distribución (65 m por c/casa)	3,705
Diámetro línea de conducción (pulg.)	2
Diámetro red de distribución (pulg.)	1.5
Pérdida de carga( Hf(m)= Q <sup>1.85</sup> *K'*L/1000)	6
Potencia de bombeo(HP=Qb*H/eficiencia)	

**Costos**

	<b>Quetzales</b>
Captación (Q1,000 por cada nacimiento captado)	1,000
Tanque de distribución (Q500*VolTanque)	8,000
Hipocloración	5,000
Tubería de conducción (Longitud/6*precio unitario)	91,182
Tubería de distribución (Longitud/6*precio unitario)	72,063
Transporte local (acorde a la distancia)	1,000
Conexiones domiciliarias (Q300 c/u)	15,900
Conexiones públicas (Q100 c/u)	
Zanjeo (Q1. por metro de tubería)	6,705
Relleno (Q0.5 por metro de tubería)	3,352.5
Imprevistos (5%)	20,420.25
<b>Total</b>	<b>224,622.75</b>
Costo Q/hab	387.03
Costo US\$/hab	64.50

## Anexo 5

### **La Autoridad del Río Guadalupe y Blanco (GBRA)**

#### Visión

La Guadalupe-Blanco Río Autoridad es un líder extensamente reconocido en la gestión de los recursos hídrico que benefician personas y el ambiente.

#### Misión

La Misión de la Autoridad del Río Guadalupe-Blanco es proteger, conservar, salvar y gestionar los recursos del Distrito del diez-condado, en el orden asegurar y promover calidad de vida para aquéllos que nosotros servimos.

#### Junta directiva

Tiene una junta directiva de nueve miembros, nombrada por el gobernador de TEXAS y confirmada por el senado. Cada miembro de la junta directiva se nombra por seis años, con tres directores nombrados o vueltos a nombrar cada dos años. Esta junta se reúne mensualmente para revisar políticas, programas y acciones a considerar. Entre sus atribuciones esta nombrar al gerente general de la autoridad.

#### Gerente general

El actual gerente ha estado en el puesto desde 1994, y es el encargado junto a su personal, de manejar las operaciones de la autoridad.

#### Departamentos

##### *Gerencia de recursos hidráulicos y de operación de servicios*

Dirige proyectos de ingeniería y construcción, opera los servicios de agua y saneamiento, gestión de recursos hídricos, parques y recreación, así como negociación y desarrollo de los contratos principales.

##### *Gerencia de administración y finanzas*

Maneja las finanzas del día a día, el departamento de personal, los sistemas de información, prepara o supervisa los estudios de mercado, tarifas eléctricas y estudios de factibilidad económica de los nuevos proyectos.

##### *Gerencia de políticas y relaciones intergubernamentales*

Monitoreo y cabildeo de las políticas de agua con los gobiernos locales, estatales y federal, otras agencias y oficinas ejecutivas. Participa en la planificación estatal del desarrollo de los recursos hídricos.

### *Gerencia de desarrollo de negocios y gestión de recursos*

Evalúa y extiende las alianzas comerciales estratégicas para GBRA, vigila las actividades para los nuevos servicios y proyectos, adquisición de propiedad, la adquisición de estado y los permisos federales, para la dirección de calidad de agua y los servicios medioambientales relacionados. Sirve como el contacto principal para las relaciones con las cámaras de comercio, nuevos clientes, socios de desarrollo económicos y socios de fondos de donaciones.

### *Asesoría legal*

Responsables de asesorar legalmente a la junta directiva y a las gerencias en los temas legales.

### *Relaciones públicas y educación*

Desarrolla y lleva a cabo las estrategias de comunicaciones para asegurar la misión de GBRA, sus proyectos, que sus servicios e iniciativas se expliquen claramente y de forma consistente. La meta es criar una relación productiva, mutuamente beneficiosa entre GBRA y los residentes, negocios y escuelas en la cuenca del río Guadalupe, proporciona la información útil a través de las publicaciones, descargas de las noticias y los programas educativos, además anima el involucramiento público en el proceso de decisión de la autoridad del río.

### *Actividades directas*

Manejo y Operación de hidroeléctricas, plantas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de agua potable, sistemas de riego y usuarios industriales. Incluye un laboratorio regional de calidad de agua. Servicios de áreas recreativas y programas educacionales. Administración y gestión de recursos hídricos incluyendo estudios hidrológicos e hidráulicos.

En términos generales tiene ingresos por 44 millones gastos operativos de 34 millones de dólares, es una cuenca de 6000 millas cuadradas y medio millón de habitantes.

Finalmente parte de las “ganancias” se reparten como utilidades entre los usuarios del servicio, generalmente se refleja en un descuento directo en el pago del consumo del servicio, sea electricidad, agua o saneamiento.