



**FCAS** Fondo de Cooperación  
para Agua y Saneamiento



# PLAN DE MEJORA EN AGUA Y SANEAMIENTO

MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ

## Descripción breve

El acceso al agua es un derecho universal, si en las cabeceras departamentales se tienen dificultades en las cabeceras municipales del país no son la excepción, para lo cual se presenta un análisis general en Santa Catarina Palopó, en temas de agua y saneamiento, como también propuestas que pueden ser implementadas a corto, mediano y largo plazo, según lo consideren oportuno las actuales y futuras corporaciones municipales, inclusive los mismos pobladores, que pueden ayudar a reducir enfermedades

PROYECTO RUK'U X'YA'

## CRÉDITOS

### Edición



### Texto y contenido:

Responsables Técnicos del Programa RUK'U'X YA', HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala.

### Diseño y diagramación:

Ana Isabel Mendoza  
Coordinadora de Comunicación y Relaciones Públicas.  
HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala.

### Asesoría y Revisión Equipo Programa RUK'U'X YA'

René Estuardo Barreno  
Coordinador General, Programa RUK'U'X YA'.  
Acción Contra el Hambre.

Silvia María Castillo Arana  
Coordinadora Técnica, Programa RUK'U'X YA'.  
HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala.

Giezy Joezer Sánchez Orozco  
Responsable Técnico en Gestión del Agua, Programa RUK'U'X YA'.  
HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala.

### Fotografías:

Emerson Maximino Barreno Xicaré y HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala.

### Municipalidad de Santa Catarina Palopó:

Cruz Sajvin Ordóñez  
Alcalde Municipal

Juan David Cotzal López  
Oficina Municipal de Agua y Saneamiento

**“Esta publicación cuenta con la colaboración del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS) de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva del Programa RUK'U'X YA' y no refleja, necesariamente, la postura de la AECID”.**



## Contenido

Índice de tablas .....	3
Resumen ejecutivo.....	3
<b>Resumen del estado actual del sistema de agua y saneamiento, las mejoras que se deben implementar .....</b>	<b>4</b>
Estado del sistema de agua.....	4
Estado de saneamiento.....	5
<b>Localización de la zona de estudio.....</b>	<b>6</b>
<b>Datos generales del casco urbano .....</b>	<b>7</b>
<b>Objetivos del plan .....</b>	<b>8</b>
Objetivo General.....	8
Objetivos Específicos .....	8
<b>Información del sistema de agua y saneamiento .....</b>	<b>9</b>
<b>Mapa de ubicación del municipio y del sistema de agua y saneamiento .....</b>	<b>10</b>
<b>Diagrama de flujo del proceso del sistema de agua evaluado .....</b>	<b>12</b>
<b>Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos.....</b>	<b>13</b>
<b>Análisis del saneamiento en la cabecera municipal.....</b>	<b>18</b>
<b>Análisis de la disposición de aguas residuales .....</b>	<b>18</b>
Planta de tratamiento en el municipio de Santa Catarina Palopó.....	23
Tipo de tratamiento existente .....	25
Análisis de desechos sólidos .....	27
Estado de enfermedades de origen hídrico.....	33
Análisis de la demanda .....	34
Análisis de la capacidad de almacenamiento .....	34
<b>Principales mejoras identificadas del sistema de agua .....</b>	<b>37</b>
Mejoras en el sistema de agua a corto plazo.....	38
Mejoras en el sistema de agua a mediano plazo.....	38
Mejoras en el sistema de agua a largo plazo .....	39
<b>Mejoras identificadas del sistema de agua que pueden ser implementadas por la Municipalidad .....</b>	<b>39</b>
<b>Principales mejoras identificadas de saneamiento.....</b>	<b>40</b>
Mejoras en el sistema de saneamiento a corto plazo .....	40
Mejoras en el sistema de saneamiento a mediano plazo.....	40
Mejoras en el sistema de saneamiento a largo plazo.....	40
<b>Principales mejoras identificadas de residuos sólidos.....</b>	<b>41</b>
Hoja de ruta para la gestión de mejoras.....	41
<b>Análisis de sostenibilidad .....</b>	<b>42</b>
Técnica .....	42
<b>Ambiental .....</b>	<b>44</b>
Operación:.....	47
OPERACIÓN.....	48
<b>MANTENIMIENTO.....</b>	<b>50</b>
Mantenimiento: .....	50



<b>Cronograma de operación y mantenimiento</b> .....	54
<b>Medición de cloro residual</b> .....	55
<b>Medición de potencial de Hidrogeno</b> .....	56
<b>Control de la calidad de agua</b> .....	57
<b>Anexo 1:</b> .....	60
Análisis de sostenibilidad técnica: .....	60
<b>Análisis de sostenibilidad ambiental:</b> .....	61
<b>Presupuesto desglosado</b> .....	67
Especificaciones técnicas .....	73
CAPTACIÓN (NACIMIENTO).....	73
LÍNEA DE CONDUCCIÓN .....	73
PASO AÉREO.....	73
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN VISTA HERMOSA .....	73
RED DE DISTRIBUCIÓN .....	73
CONEXIONES DOMICILIARES CON CONTADOR.....	75
MATERIALES PARA CONEXIONES .....	75
Llave de cheque. ....	75
Válvula de compuerta .....	75
Vástago de hierro galvanizado de ½” .....	75
Válvula antifraude:.....	75
Medidor de flujo Volumétrico: .....	75
<b>CERCO PERIMETRAL</b> .....	75
GRAPAS O LAÑAS .....	76
ALAMBRE ESPIGADO .....	76
EJECUCIÓN .....	76
LIMPIEZA, CHAPEO Y DESMONTE .....	76
OBRAS PERMANENTES.....	76
EJECUCIÓN DEL TRABAJO PARA CONEXIONES DOMICILIARES .....	76
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INSTALACIÓN DE TUBERÍA .....	77
GENERALIDADES .....	77
ZANJEO .....	78
INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC.....	78
PRUEBA DE TUBERÍAS .....	79
RELLENO DE ZANJAS.....	79
LAVADO Y DESINFECCIÓN INTERIOR DE LA TUBERÍA.....	80
<b>Bibliografía</b> .....	81
<b>Anexo 3. Planos</b> .....	82



## Índice de tablas

Tabla 1:	Ficha técnica del sistema de agua y saneamiento abordado.....	2
Tabla 2:	Estado del sistema de agua.....	4
Tabla 3:	Estado del sistema de saneamiento.....	5
Tabla 4:	Localización del estudio.....	6
Tabla 5:	Datos generales.....	7
Tabla 6:	Servicios básicos.....	7
Tabla 7:	Información del sistema de agua.....	9
Tabla 8:	Tabla de peligros de la captación.....	14
Tabla 9:	Tabla de peligros en sistema de desinfección.....	15
Tabla 10:	Tabla de peligros en red de distribución.....	16
Tabla 11:	Tabla de peligros en puntos de consumo.....	17
Tabla 12:	Tabla de análisis de oferta - demanda.....	37
Tabla 13:	Mejoras en el sistema de agua a corto plazo.....	38
Tabla 14:	Mejoras en el sistema de agua a mediano plazo.....	38
Tabla 15:	Mejoras en el sistema de agua a largo plazo.....	39
Tabla 16:	Mejoras que puede implementar la municipalidad.....	39
Tabla 17:	Mejoras en el sistema de saneamiento a corto plazo.....	40
Tabla 18:	Mejoras en el sistema de saneamiento a mediano plazo.....	40
Tabla 19:	Índice de sostenibilidad técnica de agua.....	42
Tabla 20:	Índice de sostenibilidad técnica de saneamiento.....	43
Tabla 21:	Índice de sostenibilidad ambiental.....	44

## FICHA TÉCNICA

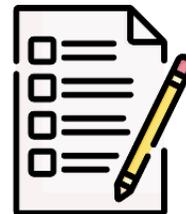


Objetivo:	Determinar las inversiones prioritarias para asegurar la provisión del servicio de agua apta para consumo humano y saneamiento asignando los recursos humanos, financieros y materiales necesarios	
Alcance Geográfico:	Cabecera Municipal de Santa Catarina Palopó	
Institución implementadora:	Municipalidad de Santa Catarina Palopó / Oficina Municipal de Agua y Saneamiento	
Componentes:	Técnico y Ambiental	
Beneficiarios:	Aumentar la calidad, cantidad y cobertura de agua en el área urbana del municipio para 3,477 personas	
Opciones de Financiamiento:	Fondos Propios, Presupuesto municipal, fondos del Consejos de Desarrollo, INFOM, cooperación internacional (BID, AECID, etc.)	
Periodo de ejecución:	5 años	
Acciones estratégicas:	Aprobación del Plan por parte del Concejo Municipal para darle legitimidad y carácter de oficial, apoyar la institucionalización del servicio fortaleciendo la DAS	
	Sensibilizar al área urbana, dar a conocer los costos de operación y mantenimiento del servicio, implementar acciones para mejorar la sostenibilidad	
	Fomentar la transparencia en la administración y operación del sistema, involucrando actores del sector (MSPAS, MARN, INFOM, entre otros)	
	Actualizar el reglamento del servicio	
	Realizar censo para actualizar usuarios e identificar conexiones ilícitas	
Inversiones priorizadas	Implementar plan de operación y mantenimiento para sistemas de agua	Q. 2,000.00
	Equipamiento para fontaneros y encargado de la OMAS	Q. 5,664.00
	Sensibilización de implementación de micromedidores de agua en viviendas a la población	Q. 2,500.00
	Contratación de un técnico para la OMAS	Q. 36,000.00
	Contratación de dos fontaneros	Q. 6,000.00
	Fortalecimiento de la calidad del agua con análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de las captaciones y tanques de distribución	Q. 3,000.00
	Concientización de manejo adecuado de residuos sólidos a la población	Q. 2,500.00
	Monitoreo de aguas residuales en planta de tratamiento de aguas residuales	Q. 10,000.00
	Cerco perimetral de captación	Q. 1,757.99
	Limpieza y champeo de captación	Q. 669.00
	Mejoras a paso aéreo de 30 m	Q. 16,777.00
Limpieza y champeo de paso aéreo	Q. 669.00	



	Circulación tanque de distribución	Q. 3,371.00
	Escalones para tanque de distribución Vista Hermosa	Q. 835.00
	Limpieza y champeo de tanque de distribución	Q. 669.00
	Implementación de macro medidores	Q. 47,819.40
	Cambio de tubería PVC por HG	Q. 100,000.00
	Limpieza y champeo de red de distribución	Q. 669.00
	Implementación de micro medidores en viviendas	Q. 960,032.50
	Rehabilitación de infraestructura patios de secado de lodos	Q. 75,000.00
	Equipamiento para operarios y encargado de la PTAR	Q. 4,720.00
	Contratación de un operario	Q. 36,000.00
	Equipamiento para operadores y encargado de la PTDS	Q. 7,552.00

Tabla 1: Ficha técnica del sistema de agua y saneamiento abordado



## Resumen ejecutivo

La cabecera municipal de Santa Catarina Palopó cuenta con una cobertura del 95% de agua y una cobertura del 65% de saneamiento, para realizar este plan de mejora se tomó como referencia la información proporcionada por la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento, Dirección Municipal de Planificación, Unidad de Gestión Ambiental y Centro de Salud Municipal, se determinó en base a un muestreo estadístico con la visita a 40 viviendas de un total de 850.

No se cuenta con un plan de mejoras dentro de la municipalidad que proporcione información del acceso, calidad y asequibilidad de los servicios de agua y saneamiento, de igual manera que oriente las intervenciones que puedan realizarse a corto, mediano y largo plazo, el presente plan da a conocer la descripción y estado actual del sistema de abastecimiento de agua así como el estado de saneamiento básico con enfoque de eliminación de excretas, determinación de peligros y evaluación de riesgos en cuanto a la calidad de agua, determinación de mejoras para mejorar la prestación de estos servicios, también se presenta la sostenibilidad técnica de agua y saneamiento así como ambiental.

El municipio actualmente cuenta con un servicio colectivo para la disposición de excretas, para el tema de aguas grises cuenta con sistemas individuales, en el tema de residuos sólidos cuentan con sistema de recolección y está en proceso de construcción para la disposición final, por lo cual las familias deben utilizar sistemas individuales y en algunos casos en el municipio se tienen identificados algunos lugares como basureros clandestinos, actualmente la cabecera municipal tiene problemas puesto que necesita baños para alcanzar una cobertura total de saneamiento y evitar la defecación en letrinas.

El sistema de abastecimiento de agua localizado en Santa Catarina Palopó se tienen tres fuentes distintas, las cuales son: Fuente del manantial Caquixajay, Tecpán; encargada de abastecer el tanque Cuaquixaché, Fuente del manantial Pacamán-Xepec; encargada de abastecer el tanque principal. Fuente del manantial Panasajar 1, Finca Santa Victoria; encargada de abastecer el tanque Vista Hermosa, tiene aproximadamente 38 años de haberse construido este último, durante este periodo se han implementado algunas mejoras, principalmente en la línea de conducción, pasos aéreos, captación de fuentes, los principales problemas identificados en el sistema son baja operación, bajo mantenimiento, infraestructura vulnerable, etc, para proveer de un servicio adecuado y de calidad el sistema debe implementar mejoras que pueden ser realizadas por la municipalidad, principalmente en énfasis de calidad de agua, actualmente se tiene un déficit de conexiones domiciliarias para alcanzar cobertura total, en cuanto a la continuidad es de dos horas promedio al día y un día sí, un día no, intercalado a la semana, el sistema cuenta con sistema de desinfección por medio de hipoclorito de calcio el cual funciona ya que se midió la presencia de cloro residual durante las visitas a las viviendas.



## Resumen del estado actual del sistema de agua y saneamiento, las mejoras que se deben implementar

### Estado del sistema de agua

Componente	Estado	Identificación de mejora	Presupuesto de mejora	Quien podría implementar la mejora	Recursos disponibles para mejora
Captación	Regular	Circulación de predio, reforestación	Q. 2,426.00	Municipalidad	Ninguno
Línea de conducción	Regular	Limpieza y champeo	Q. 669.00	Municipalidad	Ninguno
Paso Aéreo	Regular	Cambio de tubería PVC por HG	Q. 16,777.00	Municipalidad	Ninguno
Tanque de Distribución	Malo	Implementación de macromedidores	Q. 47,819.40	Municipalidad	Ninguno
Tanque de Distribución	Bueno	Circulación de predio, agregar escalones de acceso externo, reforestación	Q. 4,875.00	Municipalidad	Ninguno
Tanque de Distribución	Regular	Limpieza y champeo en tanque de distribución	Q. 669.00	Municipalidad	Ninguno
Línea de distribución	Regular	Cambio de tubería PVC a HG en algunos sectores	Q. 100,669.00	Entidad Externa	Ninguno
Conexiones Domiciliares	No existen	Implementación de micromedidores	Q.960,032.50	Vecinos y entidad externa	Ninguno

Tabla 2: Estado del sistema de agua



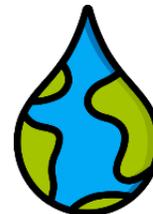
### Estado de saneamiento

Componente	Estado	Identificación de mejora	Presupuesto de mejora	Quien podría implementar la mejora	Recursos disponibles para mejora
PTAR	Regular	Rehabilitación techo y patios de secado de lodos	Q. 75,000.00	Entidad externa	Posible apoyo de AMSCLAE y operarios PTAR
PTDS	Regular	Uniformes y kit de higiene para personal	Q. 4,720.00	Entidad externa	Ninguno

Tabla 3: Estado de saneamiento



## Localización de la zona de estudio



<b>Identificación</b>	
Cabecera Municipal	Santa Catarina Palopó
<b>Colindancias</b>	
Al norte	San Andrés Semetabaj
Al Sur	Lago de Atitlán
Al Este	San Antonio Palopó
Al Oeste	Panajachel
<b>Coordenadas geográficas</b>	
Latitud	14°32'22" N
Longitud	91°08'06" O
Altura	1,585 metros sobre el nivel del mar
<b>Extensión territorial</b>	
Superficie	8 Km <sup>2</sup>
Microcuenca	Atitlán
Cuenca	Madre Vieja, Atitlán
<b>Características particulares</b>	
Clima	Mezcla de cálido templado a frío templado
Rango de temperatura anual	Entre 15 y 18 grados Centígrados
Rango de precipitación media	Entre 1,200 a 1,300 mm
Tipo de suelo	Patzité el cual es originario de la ceniza volcánica pomácea de color claro, sus características la hacen vulnerable ante deslizamientos de suelos
Uso de suelo y vegetación	El municipio cuenta con muy poco suelo fértil, el principal uso es agrícola, es dado para el cultivo de maíz y en proporciones menores para el cultivo de aguacate cebolla y frijol.

Tabla 4: Localización del estudio



## Datos generales del casco urbano



DATOS GENERALES	
Nombre:	Santa Catarina Palopó
Población:	3,477 habitantes
Personas/viviendas con acceso a agua	Personas Área urbana: 2,422. Viviendas 850
Porcentaje de cobertura de agua	95%
Personas/viviendas con acceso a saneamiento	Área urbana: 265
Porcentaje de cobertura de saneamiento	65%
Costo de acceso a un servicio de abastecimiento de agua	Q 250.00, pero por el momento no se está otorgando servicios a quienes lo solicitan. Tiempo que le llevaría a una familia adquirir el servicio según los ingresos promedios
Costo de acceso a un servicio de saneamiento letrina/drenaje	Q 00.00, Una semana aproximadamente le llevaría a una familia adquirir el servicio, por el momento no tiene costo.

Tabla 5: Datos generales



SERVICIOS BÁSICOS	
Educación:	Niveles Pre-primario, Primario, Básico
Salud	El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social cuenta con un Centro de Atención Permanente –CAP- en la Cabecera Municipal
Energía Eléctrica	Este servicio está disponible en todas las viviendas con las que cuenta la comunidad. Este servicio está conectado a la red general de energía eléctrica, administrada por la empresa DEOCSA (ENERGUATE).
Principal actividad productiva	Agricultura y artesanías

Tabla 6: Servicios básicos



## Objetivos del plan



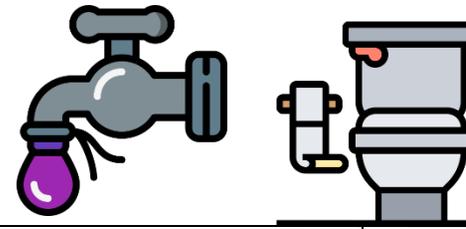
### Objetivo General

Mejorar las condiciones de vida y salud de la población de 3,477 habitantes mediante la intervención del sistema de abastecimiento de agua potable para el consumo humano en aspectos de continuidad y calidad para beneficiar a familias actuales y las proyectadas a 5 años.

### Objetivos Específicos

- Definir las inversiones a corto, mediano y largo plazo para mejorar la prestación de los servicios de agua y saneamiento
- Reducir la vulnerabilidad del sistema
- Mejorar los procedimientos de tratamiento y vigilancia de la calidad de agua del sistema.
- Generar herramientas de gestión integral participativa de los servicios de agua que faciliten su sostenibilidad.

## Información del sistema de agua y saneamiento

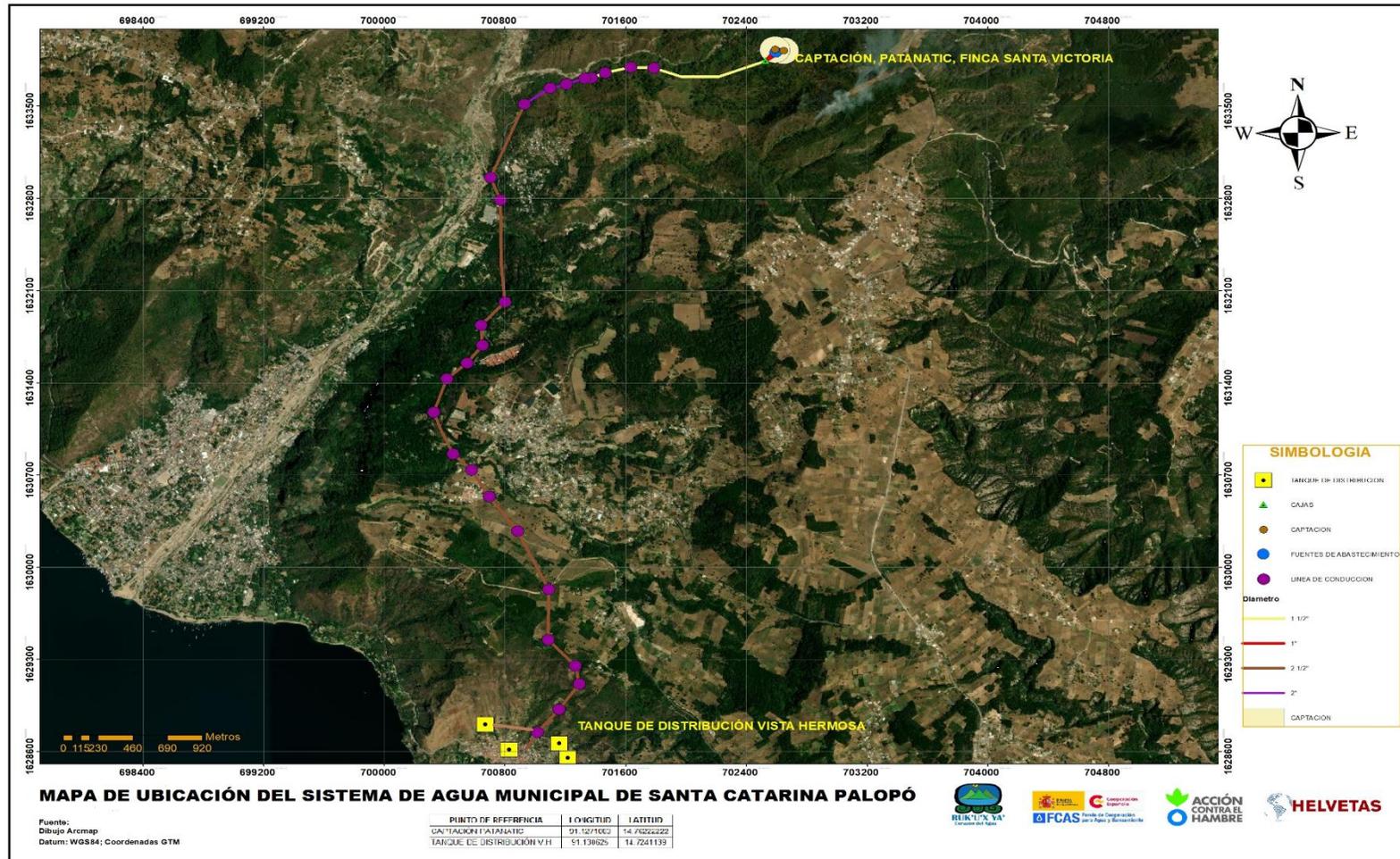


Nombre del sistema	Administrado por	Categoría	Tipo de sistema	Conexión	Caudal que ingresa al sistema	Cuenta con sistema de cloración	El sistema está en funcionamiento	Fuentes de agua utilizadas			Comunidades que abastece			
								Nombre de las fuentes utilizadas	Tipo de fuentes	Coordenadas de las fuentes	Nombre de la comunidad	Municipio	Población beneficiada	Viviendas beneficiadas
Finca Santa Victoria, Tanque Vista Hermosa	Municipalidad de Santa Catarina Palopó	Urbano	Por gravedad	Domiciliar	Época de Verano 0.99 Lts/seg Época de invierno 1.02 Lts/seg	Si cuenta	Si está funcionando							
								Panasajar 1	Galerías de infiltración	Lat 14.7716716666 Long -91.117884999	Patanatic, Finca Santa Victoria	Panajachel	No se cuenta con este dato	No se tiene este dato

Tabla 7: Información del sistema de agua

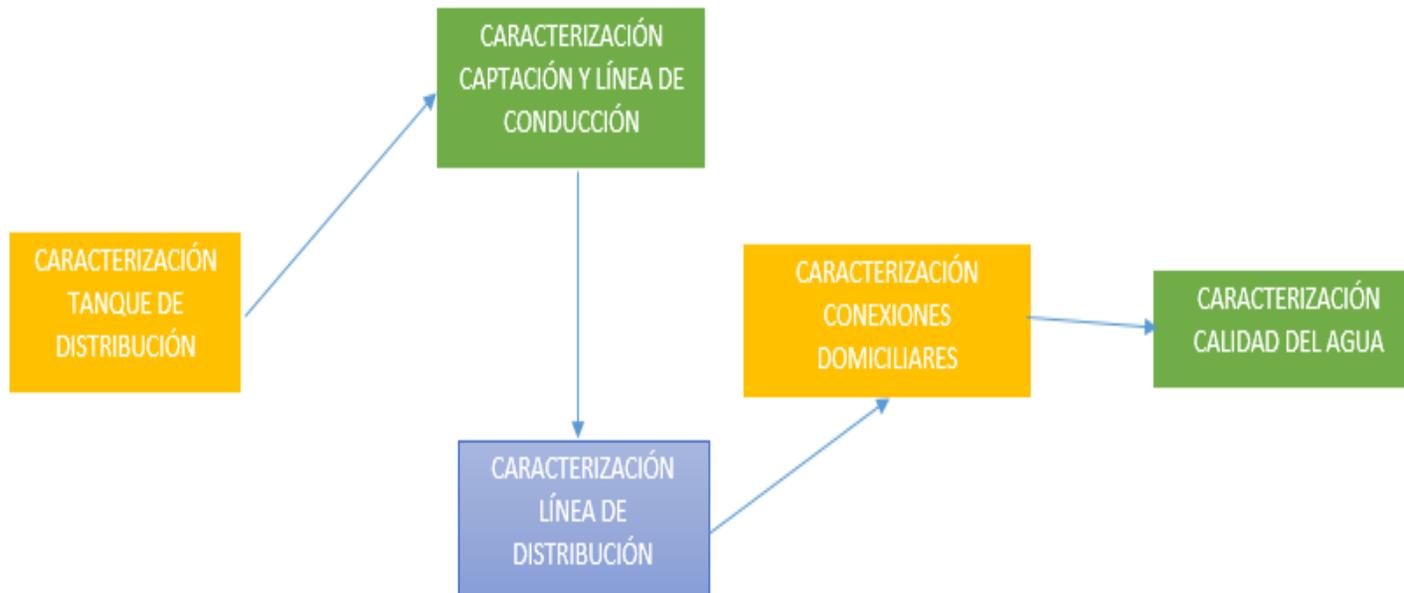
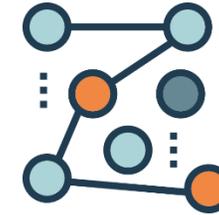


## Mapa de ubicación del municipio y del sistema de agua y saneamiento

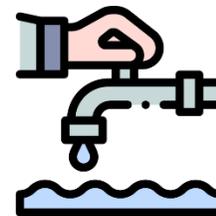




## Diagrama de flujo del proceso del sistema de agua evaluado



## Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos



La inspección visual de aspectos como la zona adyacente a los puntos de extracción y los componentes del tratamiento puede revelar peligros que no se habrían detectado únicamente mediante análisis de la documentación. La determinación de los peligros también exige la evaluación de acontecimientos e información del pasado, así como de pronósticos basados en la información y conocimientos del servicio de abastecimiento de agua sobre aspectos particulares de los sistemas de tratamiento y suministro

Las principales problemáticas de esta situación es que el sistema de agua fue diseñado para un determinado número de población en aquel entonces, situación que genera deficiencia o ausencia de cobertura del servicio del agua en ciertos sectores de la población. Otra es que el sistema de agua actual tiene deficiencias en su diseño, en el sentido de que la red de distribución no está uniforme en su instalación, es decir parte de ella está subterránea y otra sobre el pavimento, incluso obstruyendo el paso por encontrarse a mitad de los caminos y callejones de la cabecera municipal, además de que en todo su trayecto fue utilizado material de PVC, generando fallas y rupturas constantes, interrumpiendo el abastecimiento. Esta situación genera desorden en la línea de distribución, no garantizando la estabilidad del servicio de agua para la población por el tipo de material utilizado, que es muy frágil y está expuesto al área libre en las calles y callejones del lugar, y que en algún tramo es complejo la revisión o reparación de fugas al sistema, porque se encuentran en propiedades privadas.

El tramo de conducción actual que conduce el nacimiento de agua ubicado en Finca Santa Victoria de la comunidad de Patanatic, municipio de Panajachel hacia los tanques de captación y distribución, tiene los mismos materiales desde que fue diseñado hace 38 años aproximadamente y atraviesa propiedades privadas en todo el trayecto. Por lo que los materiales y accesorios en la línea de conducción ya están fuera del tiempo de vida útil, y se ve la necesidad de realizar el cambio para no contaminar el agua que canaliza en el mismo. La otra situación es que la línea de conducción pasa por propiedades privadas, y los dueños han cambiado con el paso del tiempo, situación que complica el aval de los propietarios actuales a acceder a permisos para realizar reparaciones o mejoramiento de la línea de conducción, especialmente cuando hay fugas de agua. Además, algunos propietarios han perforado conexiones de agua en la línea de conducción sin ningún permiso y autorización de la municipalidad, situación que complica mucho el tema.

### **Situación sin el Plan de Mejoras**

El sistema de abastecimiento de agua que actualmente beneficia a la población de la Cabecera Municipal de Santa Catarina Palóp se ve cotidianamente afectado por la degradación de los suelos que soportan la infraestructura, además es altamente vulnerable a eventos climatológicos lo que representan problemas de continuidad del servicio, actualmente la calidad de agua es apta para consumo humano, esto en conjunto con las debilidades de la estructura organizativa, los principios culturales, religiosos y educativos significan que la demanda actual y futura no se pueda satisfacer en aspectos de calidad y continuidad, lo que afecta la economía comunitaria, incrementa los riesgos de salud y provoca problemas sociales internos que limitan el avance en el desarrollo comunitario.



## Situación con el Plan de Mejoras

Las mejoras en los sistemas de agua y saneamiento pueden contribuir a brindar una calidad digna de vida de la población, mediante acciones que faciliten la gestión de los servicios principalmente en aspectos de vulnerabilidad y calidad de agua, aspectos que se deben acompañar desde la promoción de espacios de participación y fortalecimientos de las estructuras organizativas existentes.

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Fenómenos meteorológicos y climáticos	Inundaciones, cambios rápidos en la calidad el agua
Variaciones estacionales	Cambios en la calidad de agua de la captación
Fauna	La presencia de esta en la zona puede provocar contaminación microbiológica
Inundaciones	Estando la captación en el recorrido natural del río, y que este en una potencial lluvia puede incrementar los niveles de altura, puede provocar la contaminación con agua superficial, también provoca un nivel de peligrosidad alto, dado que la saturación y erosión de las bases donde se encuentran los nacimientos, pueden ser debilitadas hasta su colapso durante un evento extraordinario
Alteración de la fuente dado que no se cuenta con un sistema de protección.	No se tienen elementos que puedan proteger al nacimiento, dado que no cuenta con circulación y no tiene dispositivos de seguridad en la tapadera
Falta de mantenimiento preventivo y correctivo.	Se realiza mantenimiento a la captación, pero por la lejanía de esta, se realiza a cada 3 meses, debido a que no hay transporte para el personal y cuando hay disponibilidad únicamente se llega hasta la entrada de Finca Santa Victoria y el resto de la distancia se realiza caminando
Derrumbes	Existe posibilidad de vulnerabilidad alta relacionada con derrumbes, se han presentado casos en los que ha dañado la caja de captación, la cual ha demorado hasta un día de limpieza en la misma

Tabla 8: Tabla de peligros en la captación



*Ilustración 1: Fotografía de riesgo en la fuente Finca Santa Victoria, carece de circulación cualquier persona podría ingresar*  
Fuente Propia

Determinación de peligros típicos que pueden afectar al tratamiento/desinfección.

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Falta de insumos	Dotar de insumos para correcta planificación de operación y mantenimiento, contaminación de la fuente
Derrumbes en la línea de conducción	Monitoreo constante pero principalmente en época de invierno
Carencia de circulación	Individuos desconocidos puedan entrar y causar daños a la captación

*Tabla 9: Tabla de peligros en Sistema de Desinfección*



*Ilustración 2: Paso Aéreo con tubería de PVC.  
Fuente propia*

Determinación de peligros típicos que pueden afectar a la red de distribución

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Ruptura de tubería de PVC	Desperdicio del agua, tubería PVC
Seguridad deficiente/vandalismo	Contaminación/corte de suministro
Inundación	Inutilización total o parcial de instalaciones de tratamiento
Desinfección	Subproductos de la desinfección

*Tabla 10: Tabla de peligros en red de distribución.*



*Ilustración 3: Fotografía de tubería PVC expuesta de red de Distribución.  
Fuente propia*



Ilustración 4: Tanque de Distribución Vista Hermosa, con carencia de circulación perimetral, escalones exteriores, cuneta para desfogue de agua de lluvia, roca con probabilidad de desprendimiento hacia parte baja del casco urbano del municipio.

Fuente propia

#### Determinación de peligros típicos que pueden afectar a los puntos de consumo

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Conexiones no autorizadas	Contaminación por contraflujo
Derrumbes	Falta de forestación en algunos puntos
Cualquier peligro no controlado	Los señalados en el cuadro de peligros en la distribución

Tabla 11: Tabla de peligros en puntos de consumo.

La cabecera municipal de Santa Catarina Palopó, consta de varios sectores, siendo estos los siguientes:

Sector Vista Hermosa, Sector Medio, Sector Pachuj, Sector Centro, Sector Xemuc, Sector Tzanjuyu, Sector Tzanjuyu II, Sector Pacorral y Sector Chinimaya, el sistema evaluado cubre los sectores Chuatiox, Vista Hermosa, Pachuj y Xejul.

Asimismo es de indicar que la cabecera municipal de Santa Catarina Palopó no cuenta con reglamento para el sistema de agua.

El costo para un nuevo servicio de agua se desglosa de la manera siguiente:

Concesión	Q. 100.00
Servicio de agua	Q. 100.00
Título de agua	Q. 50.00
<b>Total</b>	<b>Q. 250.00</b>

Es de mencionar que es necesaria la sistematización de la documentación relacionada con proyectos de agua potable y saneamiento ya que no toda se encuentra en la OMAS, sino dispersa en la Dirección Municipal de Planificación, Ugam, Receptoría, Juzgado de Asunto Municipales.

Es necesaria la contratación de un técnico más para la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento, como también la presencia permanente de epesistas, practicantes de las carreras de ingenierías civil, ambiental, arquitectura, quienes pueden ser delegados por el encargado de la misma para optimizar sus funciones.



## Análisis del saneamiento en la cabecera municipal

### Análisis de la disposición de aguas residuales



Para la realización de este análisis se tomó de referencia la información proporcionada por los documentos consultados relacionados al tema con la municipalidad de Santa Catarina Palopó, el estado de los sistemas se determinó en base a un muestreo estadístico; para el caso del casco urbano de Santa Catarina Palopó, siguiendo la metodología se determinaron los riesgos sanitarios que el sistema pudiera presentar, visitando 40 viviendas de un total de 850.

La cabecera municipal de Santa Catarina Palopó actualmente cuenta con un servicio colectivo para la disposición de excretas y aguas grises mediante una red de drenaje, la cual a su vez tiene un sistema de tratamiento de aguas residuales de uso doméstico antes de su descarga.

Lamentablemente en algunos puntos de la calle principal, calle al muelle, varios de los callejones del casco urbano se observan excretas principalmente de perros callejeros, como también la proliferación de moscas en las viviendas, lo cual se debe a la falta de limpieza en dichos sectores.

Para la realización del plan de agua y saneamiento de la cabecera, se tuvo la anuencia y colaboración por parte de la municipalidad en la medida de sus posibilidades, sin embargo resultó difícil coordinar con el COCODE para el acompañamiento, por lo que lamentablemente no se tuvo participación del mismo.

A continuación se desarrolla el diagnóstico de los sistemas de saneamiento los cuales se determinará la problemática, su propuesta de solución y las acciones técnicas y económicas necesarias para mejorar su gestión municipal.

### **SISTEMA DE RED DE DRENAJES DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS**

#### **Información general del sistema**

Previo a la descripción de los sistemas de saneamiento, se debe explicar la conformación topográfica que presenta el terreno sobre el que se asienta el poblado para su mejor comprensión. Por estar ubicado a orillas del lago de Atitlán, la topografía presenta pendientes que van de suaves en la orilla del mismo, hasta fuertes pendientes en las últimas viviendas, ascendiendo sobre el plano inclinado de una ladera. Paralela a la orilla del lago se ubica la calle principal que cruza el pueblo de sur a norte, siendo esta la única por donde circulan vehículos; de esta calle parten callejones de tránsito peatonal que van hacia las partes altas del poblado.

En la cabecera municipal de Santa Catarina Palopó existen varios sistemas de alcantarillado sanitario, los cuales se describen a continuación: en el sector Centro, sobre la calle principal se implementó un sistema de drenajes por medio de tuberías de cemento de 8", estas tuberías se interconectan con las que descienden de los otros sectores ubicados en las partes altas, las cuales son tuberías de concreto de 8" y de PVC de 4"; conduciendo el efluente hasta la planta de tratamiento que está construida casi en la orilla del lago. Este sistema fue construido por la municipalidad en 1,994.



En el sector Tzanjuyú, en los años 2,006-2,007, se implementó igualmente un sistema de tuberías de PVC corrugado de tipo NOVAFORT, con diámetros de 6" y 8". Se tenía previsto interconectar estas tuberías con la planta de tratamiento de aguas residuales; pero según fue informado, este proyecto no funcionó.

Debido a la demanda que existe del servicio por parte de la población; la municipalidad y en alguno de los casos los propios vecinos han instalado en algunos sectores tuberías de PVC, del tipo bajada de agua pluvial (tubos anaranjados), los que aparte de no ser los adecuados, ya que son muy frágiles, han sido colocados sobrepuestos por los callejones, con un mínimo de recubrimiento de concreto, por lo que al transitar por algunas de las calles pueden observarse tuberías rotas o en malas condiciones, lo que pone en grave riesgo la salud de los pobladores.

Los diámetros de estas tuberías varían entre 3", 4" y 8" con sus respectivas cajas de registro, descienden en 8 ramales principales uno de 8" y tres de 4" que se interconectan a la tubería de cemento de 8", por aparte dos de estos ramales desfogan en dos pozos sumideros construidos, uno en la parte frontal de la iglesia católica, y el otro en la parte posterior de la misma. Los dos ramales restantes, constituidos por tubería PVC de 3", desfogan igualmente en dos pozos sumideros, construidos dentro de los terrenos de dos chalets que se ubican a orillas del lago. El desfogue de los efluentes hacia estos pozos sumideros se realiza sin ningún tipo de tratamiento, por consiguiente, existe un gran riesgo sanitario por esta situación. Los taponamientos o daños en las tuberías, son reparadas por personal de la municipalidad.

Adicional a los sistemas anteriores, en las inmediaciones del poblado fueron construidos tres canales para la evacuación de las aguas pluviales. Estos canales al inicio en la parte alta de la comunidad, son de gran dimensión con revestimiento de concreto y van disminuyendo su tamaño conforme su descenso, hasta convertirse en pequeños canales que atraviesan los patios de viviendas y de un hotel que se ubican a orillas del lago. Contrariamente a su uso algunos de los vecinos que viven en la orilla de estos canales, los han usado para la evacuación de aguas residuales, por lo que principalmente en época se puede observar que estas escurren muy lento o se encuentran estancadas mezcladas con basura que es arrastrada por las mismas, provocando con ello un grave riesgo para la salud de todos los pobladores.

Para reducir la carga del efluente, en noviembre de 2,010 se inició la ejecución de un proyecto de dotación de biodigestores y pozos de absorción a 70 viviendas, este proyecto fue gestionado en forma tripartita por la Municipalidad, COCODE, Comunidad.

Durante una administración municipal anterior se ejecutó un proyecto similar, en el que se construyeron 200 de estos sistemas individuales, pero se tiene el problema de que no se le dio seguimiento al proyecto para evaluar su eficiencia, por lo que no se puede determinar el impacto y beneficio que el mismo ha tenido en el saneamiento de la población. Tampoco se tiene establecido un programa de mantenimiento a las unidades, lo que podría ocasionar problemas a los usuarios al momento de que se llenen.

Puede decirse que para la evacuación y conducción de las aguas residuales no existe un sistema formal en esta población; por lo que actualmente la red de alcantarillados; constituida por los pozos de visita, cajas de registro, red de colectores, tragantes, etc. Tiene un funcionamiento parcialmente aceptable.

Como factores adversos, no se tiene una operación y mantenimiento constante del sistema y la administración del mismo no se sustenta, pues no se tiene establecida una tarifa por alcantarillado lo que causa que el sistema no sea autosostenible.



Los resultados de evaluación indican que en términos generales la red de drenaje y sus obras complementarias se encuentran en un funcionamiento parcialmente adecuado por lo que el nivel de riesgos sanitarios puede considerarse medio.

### **Situación del sistema**

Teniendo en cuenta la caracterización, se presentan riesgos sanitarios, lo que indica que existe una mediana probabilidad de que el estado del sistema propicie un ambiente no salubre a la población.

Los riesgos sanitarios se determinan a través de la evaluación del estado de la infraestructura del sistema, tomando en cuenta el estado de los sistemas de disposición de aguas residuales domésticas de las viviendas evaluadas, los principales riesgos se presentan en el estado de las unidades de saneamiento familiares (letrinas o inodoros lavables), principalmente en taza en mal estado plancha/ piso en mal estado, sin paredes o construidas de forma inadecuada.

Para el caso de la red de drenaje los principales riesgos se detectaron en los colectores o tuberías de drenaje, estos en algunos sectores están instalados sobre la calle con el consecuente riesgo de sufrir daños, tampoco tienen mantenimiento preventivo por lo que regularmente sufren taponamientos haciendo que el riesgo de colapso sea latente, principalmente en época de lluvias.

La cobertura de este sistema de recolección de aguas residuales domésticas es baja, este factor unido al de riesgos sanitarios indica que la comunidad no cuenta condiciones adecuadas de salubridad.

### **Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas**

#### **Información general del sistema**

En un proyecto global de saneamiento por parte de AMSCLAE y la municipalidad, se ejecutaron en el año 2,006, proyectos de saneamiento que incluyeron la construcción de una planta para tratar las aguas residuales.

La planta de tratamiento consta de:

Caja de captación, desarenador, rejilla, trampa de grasa, fosas, cajas y vertederos, filtros percoladores, canal de sobre oxigenación, caja unión (cambio de dirección), caja recolectora de lodos, patio de secado de lodos, tubería de conexión de trampa de grasas y caja final (cambio de dirección), conexiones by pass respiraderos, obras complementarias, jardinería, cerco perimetral de malla, caseta.

El efluente es tratado por unidades primarias de sedimentación y remoción de sólidos y posteriormente por filtros percoladores para el tratamiento secundario, que por medio de bacterias facultativas, anaerobias y aerobias, descomponen la materia orgánica del agua residual. Los lodos resultantes son secados en los patios y retirados posteriormente.

Esta planta ha tenido problemas de operación debido a deficiencias de tipo constructivo, por lo que a la fecha está funcionando, administrada por la municipalidad, el encargado de la misma es financiado por la Asociación Amigos del Lago, y tres operarios financiados por la municipalidad, los patios de secado de



lodos no funciona debido a que recientemente debido al desplome de árboles del área destruyeron el techo y parte de la infraestructura como muros, filtro, etc., por lo que es necesario hacer gestiones para su rehabilitación y ampliación, se sabe de un ofrecimiento verbal por parte de AMSCLAE para realizar estos trabajos pero hay que darle seguimiento para confirmarlo y realizar una solicitud formal por escrito, y el personal de operaciones ofrecería la mano de obra.

Se prevé que la planta tenga capacidad para tratar todo el caudal de aguas residuales de la cabecera.

De forma alterna la municipalidad ha implementado plantas individuales para tratamiento de aguas residuales mediante un sistema combinado sedimentador primario/ filtro anaeróbico integrado (Biodigestor Anaeróbico), con pozos de absorción. Una debilidad observada en estos sistemas individuales de tratamiento, es la falta de conocimiento por parte de los pobladores para su operación y mantenimiento, lo que a mediano plazo provoca el abandono de las mismas.

Actualmente se tiene en funcionamiento inadecuado de los sistemas, debido a que no se tiene una operación y mantenimiento constante de los mismos y la administración no se sustenta pues no se tiene una tarifa establecida por uso de planta de tratamiento.

Los datos más significativos en cuanto a la situación de la planta de tratamiento de la cabecera municipal de Santa Catarina Palopó son los siguientes:

- Ingresa agua residual a la planta (si funciona)
- No existen fugas en las unidades de tratamiento
- No existen malos olores en la planta
- Las unidades de tratamiento primario y secundario no operan adecuadamente
- La descarga del agua se realiza a un cuerpo de agua (lago)
- No se conoce la calidad del agua descargada, hace aproximadamente dos años que no se realiza monitoreo ni análisis de estas por parte de AMSCLAE.
- Existe cerco perimetral el cual está en buen estado
- Existen viviendas cercanas a la instalación en un radio de 50 m.

En complemento a estos riesgos se puede mencionar que los materiales utilizados en los filtros percoladores y la forma que se dispusieron, causó que la planta colapsará después de dos semanas de funcionamiento, esto motiva a que se realice una rehabilitación de manera urgente.

Los resultados de esta observación indicaron que en términos generales el sistema de tratamiento se encuentra en un funcionamiento inadecuado por lo que el nivel de riesgos sanitarios reportados este año.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de Estudio

Durante el 2,020, se muestrearon algunas Plantas de Tratamiento de municipios de Sololá a demanda del Departamento de Saneamiento Ambiental. En cada una de las plantas de tratamiento se muestreo las unidades solicitadas, así como el afluente y efluente.

Listado y tipo de tecnología de las plantas de tratamiento de aguas residuales muestreadas durante el 2,020 (DICA/AMSCLAE, 2,020).



Según el Departamento de Investigación y Calidad Ambiental de la AMSCLAE se requiere lo siguiente para muestreo de las aguas residuales:

### Materiales y Equipo de campo

- Hoja de registro y marcadores
- Agua desmineraliza y ultrapura
- Hielera
- Frascos de vidrio ambar y transparente
- Frascos de plástico
- Guantes de neopreno
- Reactivos
- Sonda de Oxígeno Hach HQ40D
- Sonda de Conductividad Hach HQ40D
- Sonda de pH Hach HQ40D
- Conos Imhoff y gradillas
- Caudalímetro tipo hélice
- Muestreador de aguas residuales
- Cámara fotográfica
- Pichel
- Vehículo y combustible

### Equipo de laboratorio

- Espectrofotómetro Prove 600
- Fotómetro Nova 60
- Termo reactor TR 420
- Autoclave tipo olla 6.25gal
- Horno de convección
- Micro pipetas de diferentes volúmenes
- Balanza analítica Scientech
- Bomba de vacío
- Refrigerador
- Campana de extracción de gases

### Frecuencia de monitoreo

En coordinación con el departamento de Saneamiento Ambiental de la AMSCLAE, durante el año se debe muestrear al menos una vez la planta de tratamiento de aguas residuales, pero desde hace dos años aproximadamente que ya no se realiza.

### Tipo de monitoreo

En la planta de tratamiento deben evaluarse diferentes unidades que la integran, así como, el afluente y efluente. Existen dos tipos de muestreo, muestreo simple y muestreo compuesto. La muestra simple, es aquella muestra tomada en una sola operación, proporcionando información sobre la calidad en un punto y momento dado (Acuerdo Gubernativo 12-2011).

La muestra compuesta, se refiere a dos o más muestras simples que se toman en intervalos determinados de tiempo y que se adicionan para obtener un resultado de las características de las aguas residuales, aguas para re-uso o lodos (Ac. Gub. 12-2011).

## Planta de tratamiento en el municipio de Santa Catarina Palopó

El proyecto se llevó a cabo en el municipio de Santa Catarina Palopó, Sololá; de modo que a continuación se describe brevemente la ubicación y una reseña de la planta de tratamiento de efluentes.

En 2,012 se inauguró la planta de tratamiento de aguas residuales en el municipio de Santa Catarina Palopó, con la colaboración del comité de esta localidad.

Esta planta se encuentra en un lote que pertenece a la Asociación amigos del Lago, en la cabecera municipal, es de tipo aeróbico, trabaja las 24 horas y tiene una capacidad de tratamiento de aguas residuales de 3 Lts/ Seg, realiza un tratamiento terciario, cuya función es eliminar la carga orgánica residual y aquellas otras sustancias contaminantes no eliminadas en los tratamientos secundarios, como por ejemplo: los nutrientes, fósforo y nitrógeno.



*Ilustración 5: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales cabecera municipal Santa Catarina Palopó.  
Fuente propia*

La acción fue fundamental debido a que trata el 60% de los 100 mil galones diarios de agua contaminada que genera y descarga esta población en el lago. La inversión fue de 100 mil dólares. El costo de operación mensual aproximado es de 10 mil quetzales.

### **Muestreo de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales**

Durante el 2,019 se monitorearon por parte de AMSCLAE nueve plantas de tratamiento de aguas residuales, de diferente tecnología ubicadas dentro de la Cuenca del Lago de Atitlán. El objetivo fue evaluar su funcionamiento y su eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales y proporcionar



información al Departamento de Saneamiento Ambiental para proponer e implementar medidas de mantenimiento, remozamiento o incluso modificación en algún componente de las mismas.

Como resultado se determinó que la mayoría de las plantas siguen siendo ineficientes, a pesar de todos los esfuerzos de la AMSCLAE en términos de asesorías, informes, acompañamiento, recomendaciones, entre otras, a las autoridades municipales. La planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Santa Catarina Palopó estuvo muy cerca de cumplir.

### Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de Santa Catarina Palopó

El municipio cuenta con dos Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales y cuenta con estudio técnico desde 2,017. La construcción de la segunda fase de la planta de tratamiento de aguas residuales para los sectores que aún no cuentan con un sistema de tratamiento se encuentra en proceso, por lo que no ha sido monitoreada. La planta de tratamiento de aguas residuales existente ha sido monitoreada por la AMSCLAE y a pesar de que no fue construida para eliminar nutrientes, es eficiente. En este sentido, para eliminar coliformes se recomiendan algunos procesos adicionales.

#### Situación de Municipios de la Cuenca del Lago de Atitlán

##### PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ÁREA URBANA

LUGAR POBLADO	TIENE PTAR	PTAR EN MARCHA	PTAR CUMPLE CON NORMATIVA	OBSERVACIONES
Santa Catarina Palopó Fase 1	SI	SI	SI	Cumple parcialmente, solamente coliformes
Santa Catarina Palopó Fase 2	SI	NO	N/A	En procesos de finalización para poner en marcha

### DEPARTAMENTO SANEAMIENTO AMBIENTAL DSA

El Departamento de Saneamiento Ambiental, es el departamento que asesora a las municipalidades, comunidades o cualquier otro actor de la cuenca que sea un ente generador de desechos sólidos líquidos y desechos especiales. Sus funciones las realiza a través de los técnicos asignados a dicho departamento.

### AFOROS EN PTAR'S

Capacidad de diseño de las plantas de tratamiento de aguas residuales y cantidad de ingreso de agua residual a cada PTAR'S monitoreadas en 2,019.

PLANTA	Q DE DISEÑO LTS/SEG	Q AFORADO LTS/SEG
Santa Catarina Palopó	2.90	3.85

Caudal de diseño Vrs caudal aforado 2,019

## Tipo de tratamiento existente

En una planta de tratamiento típica, el agua residual se dirige a lo largo de una serie de procesos físicos, químicos y biológicos en los que cada uno posee una función para reducir una carga contaminante específica. Estas funciones son típicamente:

- Pretratamiento
- Tratamiento primario
- Tratamiento (secundario / biológico)
- Tratamiento terciario: físico y/o químico y/o biológico

Actualmente el municipio cuenta con una planta de tratamiento para desechos líquidos, y está cubriendo más de la mitad de la población, pero hay una parte de la población que no cuenta con el servicio de drenaje, y las aguas residuales que se genera en esos sectores, se desfoga directamente al lago de Atitlan, porque no se le ha dado tratamiento, porque la planta existente no logra cubrir toda la población.

Varias familias se han pronunciado al respecto en la municipalidad, ya que las aguas residuales corren a flor de tierra y esto provoca enfermedades a los vecinos, principalmente a las familias que viven cerca de los canales en donde pasan las aguas residuales. Además de eso ha afectado la imagen del municipio, ya que es visitado por turistas nacionales y extranjeros. Por lo mismo en el año 2,019 se realizó la ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales para mayor cobertura del servicio de drenaje en el municipio, y contribuir con el medio ambiente, principalmente la protección del lago de Atitlan.



*Ilustración 5: Patios de secado de lodos Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Santa Catarina Palóp sin funcionar, techo destruido por la caída de árboles y carente de filtro*

*Fuente propia*



## RECOMENDACIONES

- Implementar un sistema de desinfección en la plantas de tratamiento de aguas residuales, para eliminar la contaminación de origen fecal, que se ajuste al caudal.
- Los efluentes de aguas residuales tratadas pueden ser reutilizadas para fertirriego, apegado a los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 35 del Ac. Gub. 236-200.
- Realizar la medición de caudal por períodos de 24 horas y en diferentes días, para verificar el caudal de la planta de tratamiento y así verificar si están operando según la capacidad para la que fue diseñada.
- Implementar la medición de oxígeno disuelto si contara con tecnología de fangos activados, para conocer la operación y funcionamiento de la planta de tratamiento.
- Dar acompañamiento y asesoría técnica a la municipalidad para implementar mejoras en la planta de tratamiento que administran. Asimismo, hacer el respectivo seguimiento y evaluación de la implementación de las recomendaciones.
- Contratación de un operador más para el Manejo de Aguas Residuales para dar cumplimiento a la estrategia de aguas residuales de la AMSCLAE y reducir la problemática de contaminación por aguas residuales en el lago Atitlán.
- De preferencia que los operadores de la planta de tratamiento tengan continuidad, estén comprendidos entre los 25 a 40 años de edad, recibir capacitación, así como la dotación de equipo de salud y seguridad ocupacional, insumos necesarios para que estos puedan operar las planta de tratamiento de la mejor manera posible.



## Análisis de la disposición de residuos sólidos



### Análisis de desechos sólidos

Para el caso de los desechos sólidos se cuenta con un servicio de extracción por medio de un tren de aseo, aunque a los desechos no se les da un tratamiento posterior. Por otra parte, las familias utilizan sistema de cocción de alimentos para el control de uso intradomiciliar.

Actualmente la cabecera municipal de Santa Catarina Palopó cuenta con Planta de Tratamiento de Desechos Sólidos, existe infraestructura pero no a un 100% funcionando, ya se inició el proceso de construcción de las composteras.

En el área urbana, la presencia de un tren de aseo disminuye el problema, la mayoría de los vecinos utilizan este servicio; sin embargo no existen rellenos sanitarios que garanticen un buen tratamiento de los desechos sólidos provenientes de la cabecera municipal. Agravándose el problema por la ubicación y condiciones de los basureros, que se encuentran cercanos a corrientes de agua, efímeras o intermitentes que al paso del invierno llevan la basura hacia el lago, aumentando la contaminación. Además la ausencia de sistemas adecuados de eliminación de aguas residuales provoca estancamientos que se vuelven focos de malos olores y criaderos de insectos, con grave perjuicio para la salud de los habitantes. Las consecuencias de esta situación se hacen sentir mediante la alta incidencia de enfermedades e infecciones respiratorias y gastrointestinales y la contaminación visual, que perjudica el atractivo turístico del municipio. Además influye en la calidad de las aguas del lago, que también son afectadas por los productos químicos de uso agrícola, ya que parte de éstos, son arrastrados directamente por las lluvias hasta el lago. Otra de las causas de este problema se refiere a la falta de concientización y formación de la población en educación ambiental, así como de capacitación en el uso adecuado de sistemas de saneamiento.

Es importante mencionar que la municipalidad ya cuenta con un estudio de pre factibilidad y diseño final de un tren de aseo y relleno sanitario. Ya se encuentra en gestión, y beneficiará principalmente a comunidades con fácil acceso del vehículo de recolección y con alta producción de desechos sólidos.

En el municipio de Santa Catarina Palopó existen graves problemas de contaminación relacionados con el deficiente manejo de los desechos sólidos generados, propiciando riesgos epidémicos prevenibles para la salud de la comunidad. La falta de funcionamiento de la infraestructura de separación, recolección, acopio y disposición final ha ocasionado que el manejo de desechos sólidos se limite a ser depositados y enterrados de manera controlada, pero sin aprovechamiento de los mismos. La situación actual es insostenible y prueba de esto es que la municipalidad va a cavar otro vertedero a un lado del actual debido a que el mismo ya llegó a su capacidad máxima. A esto se suma la presencia de botaderos ilegales, como resultado de la inexistente infraestructura de recolección de basura en Santa Catarina de Palopó.

El municipio de Santa Catarina Palopó formó parte de la desaparecida Asociación de Municipios de la Mancomunidad Chichoy Atitlán – MANKATITLAN – organización que desde el año 2,009 impulsó el proceso de manejo integral de desechos sólidos en la cuenca del lago de Atitlán con el apoyo de las municipalidades que la integraron.



El área urbana cuenta con el servicio de recolección de basura, por medio de un vehículo municipal, que cuenta con seis empleados. Como consecuencia de la topografía quebrada que tiene el municipio y la ausencia de vías de acceso para el tren de aseo, las actividades de recolección de desechos se concentran a lo largo de la vía principal, siendo la comunidad quien debe desplazarse y depositar los desechos en los sitios y horarios definidos. Este procedimiento es complicado en las casas que se encuentran más alejadas de la vía principal, generando que muchas personas opten por depositar los desechos en terrenos baldíos convertidos en botaderos clandestinos, enterrar la basura o quemarla en la estufa como estrategia de manejo de los desechos generados en el hogar.

Desde el año 2,014 el municipio a través de la gestión de la Municipalidad, se cuenta con una planta para el tratamiento de los desechos y residuos sólidos, ubicada en el Caserío Xepec; a 19.9 kilómetros de distancia del área urbana del municipio. Cuenta con dos áreas específicas para el tratamiento y manejo de desechos y residuos inorgánicos y materiales reciclables. Desafortunadamente el sitio no cuenta con servicio de energía y agua, lo que dificulta el correcto proceso de separación y aprovechamiento de los residuos. En la actualidad la planta de tratamiento no cumple con su objetivo, ya que es más un sitio de disposición final que un sitio de separación y aprovechamiento, siendo el material de botellas PET, las únicas que se intentan separar para su posterior venta, pero con un volumen muy bajo de recuperación, siendo la mayoría en el botadero.

El municipio de Santa Catarina Palopó conforme pasan los años está creciendo considerablemente el número de habitantes, situación que también hace crecer las necesidades de la población. En el municipio tiene un espacio destinado para la disposición de los desechos sólidos no rescatables, el cual aún no se integra a la cultura de preclasificación, implicando con ello, la existencia de mayor cantidad de basura por clasificar que repercute en los costos operacionales a la planta de tratamiento de desechos sólidos, construida en un 100% pero que no se encuentra en funcionamiento todavía, disponiendo de los desechos sólidos en un sector contiguo a la planta de tratamiento, sin el adecuado manejo, representando con ello una implicación más a la degradación que sufre el territorio. Generando un total de 2.80 toneladas de desecho por día, de las que el 85% es generado en el casco urbano y el restante 15 % por el área rural del municipio, según informe presentado por AMSCLAE.

De acuerdo a los datos provistos por AMSCLAE, relacionados a la generación de desechos sólidos de Santa Catarina Palopó, donde se estima que para el año 2,019, existen 8,217 habitantes, produciéndose 2.80 toneladas de basura por día, en este municipio se puede determinar que la producción per cápita por día, para el municipio es de 0.34 Kg/día/habitante; tomando el dato de la proyección de población para el año 2,032 (14,516 habitantes), se estima que para el año 2,032 existirá un promedio de generación de basura por día de 4,946.42 Kg/día, que tendrán que ser tratadas o dispuestas en algún lugar del territorio.

Aunado a ello, actualmente no se logra el manejo eficiente de los desechos generados, implicando problemas más severos de no ser priorizados en las siguientes administraciones, la reactivación y ampliación de la capacidad de la actual planta de tratamiento. El manejo y la disposición de los desechos sólidos, aún no ha sido solventado en su totalidad en el municipio, actualmente existe un sistema de recolección de desechos sólidos en la que se realiza una preclasificación en donde solo se aparta el producto PET, vidrio y cartón, disponiendo lo restante en un botadero cercano a donde se ubica el relleno sanitario el cual no ha sido activado. A pesar de existir un sistema de recolección de desechos sólidos en el municipio, se encuentran identificados en el territorio tres botaderos clandestinos, uno ubicado a un costado del Estadio Municipal, otro en el sector Paluwix y otro en el Sector Norte, los que representan



una amenaza por contaminación ambiental. La infraestructura de la planta de tratamiento de desechos sólidos, está en funcionamiento pero se consideran realizar algunos mejoramientos todavía para que el mismo pueda funcionar de una forma correcta. Ante tal situación la administración actual trabaja sobre el medio ambiente en el lugar como también mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio, por lo que es necesaria priorizar el proyecto de mejoramiento de la infraestructura tratamiento de desechos sólidos para que puede funcionar correctamente al servicio de la población de Santa Catarina Palopó.

Está situado a 2,076 metros sobre el nivel del mar en las coordenadas latitud 14°42'20.88"N y longitud 91° 6'59.96"O.

### Planta de Tratamiento de Desechos Sólidos del Municipio de Santa Catarina Palopó

En el 2,019 el Departamento de Saneamiento Ambiental de la AMSCLAE a través del Técnico para el Fortalecimiento de la Gestión de los Residuos Sólidos en la Cuenca del Lago de Atitlán y el Técnico en Saneamiento Ambiental, contratados para este fin realizaron una propuesta que se entregará a las nuevas autoridades municipales para hacer un cerramiento para poder trabajar los residuos de una manera técnica y con mayor espacio. La institución cuenta con la propuesta, planos y presupuesto para coordinar la gestión de fondos para su implementación. La propuesta de la AMSCLAE consiste en perfil del proyecto, juego de planos, fotos y presupuestos, cronograma de ejecución y especificaciones técnicas para coordinar la gestión de fondos para su implementación a partir del 2,020 en coordinación con la Municipalidad de Santa Catarina Palopó y entidades financieras.

#### Acondicionamiento y mejoras de las plantas de tratamiento y disposición final de los desechos

PLANTA DE TRATAMIENTO			DISPOSICIÓN FINAL					INVERSIÓN ESTIMADA
Operando	Nuevas	Propuesta mejoras	Botadero	Relleno sanitario	Descarga en mezcla	En combustión	Diseño para mejoras	
NO	X	SI	X	Nuevo	SI	SI	SI / MUNI	Q. 150,000.00

La gestión de los residuos sólidos en la Cuenca del Lago de Atitlán ha enfrentado problemas de ejecución y no ha solucionado los problemas que aquejan a los municipios. Se ha conceptualizado como un servicio que debe ser resuelto de cualquier forma y a bajo costo y de esa cuenta es deficitario y representa un gran problema de contaminación ambiental. Ante la complejidad y lo extenso del correcto manejo de los residuos y desechos sólidos surge la necesidad de promover y emprender acciones que permitan la solución a través de la comprensión del problema y el aporte de ideas que nos permita encontrar e implementar respuestas de solución. Surge la necesidad de desarrollar una guía que oriente el que hacer en materia de manejo de los residuos y desechos sólidos y se presenta a la Dirección Ejecutiva "La Estrategia de Intervención para la Gestión y Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos, que es la base que permitirá hacer la propuesta de manejo integral de los residuos sólidos a los municipios de la Cuenca.



El manejo integral de los residuos y desechos sólidos en un Servicio Público y por lo tanto competencia municipal por lo que la estrategia es el fortalecimiento de las oficinas municipales relacionadas. En este orden las modificaciones relacionadas con el ordenamiento administrativo y financiero de las unidades prestatarias del servicio Público de Gestión y Manejo de los Residuos y Desechos Sólidos han sido propuestas en los reglamentos que se han elaborado y los que se han revisado y modificado, así como la propuesta de tasas y tarifas nuevas.

GRUPO	No.	Municipio	Reglamento		SITUACIÓN ACTUAL	OBSERVACIONES
			SI	NO		
1	1	Santa Catarina Palopó	X		REVISIÓN	Ya cuentan con reglamento y publicado/ Revisión y socialización se programa para el 2,020

#### ORDENAMIENTO Y MEJORAS DE LA RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Se han hecho propuestas de ordenamiento de rutas y cobertura de todas las áreas, Diseño de rutas de barrido, Recolección diferenciada, orgánica e inorgánica, Inventario de usuarios, Diseño del sistema de cobro y supervisión de rutas. Mantenimiento de equipos, Capacitación y fortalecimiento del personal. Implementación de centros de transferencia en áreas de difícil acceso.

GRUPO	MUNICIPIO	ORDENAMIENTO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE			
		TIENEN SERVICIO DE RECOLECCIÓN CON VEHÍCULOS	TIPO DE RECOLECCIÓN	PROPUESTA DE ORDENAMIENTO YA TRABAJADA	PROGRAMA DE ORDENAMIENTO PARA EL 2020
1	Santa Catarina Palopó	SI	En mezcla		X

#### Información del tren de aseo año 2,019

##### Horario

##### Casco urbano:

Días lunes, martes, jueves y viernes 8:00 a 4:00 pm. Sábado de 8:00 a 3:00 pm.

Con recorridos del parque central a la planta de tratamiento.

##### Comunidades:

Días miércoles Caserío Xepec hasta Bella Vista (Límite San Antonio Palopó) De 10:00 a 11:30, Caserío Pacaman De 11:30 a 13:00 horas finalizando en la planta de tratamiento.

##### Descripción del método de trabajo

El tren de aseo inicia en la mañana y espera de 30 minutos a una hora en el primer punto de recolección frente a la municipalidad, luego pasa recogiendo los desechos sólidos en los callejones que llegan a dar a la calle principal, en una única ruta que es la calle mencionada en dirección hacia San Antonio Palopó, luego de llegar al límite territorial del municipio regresa el primer punto de recolección (Municipalidad) y



se dirige en dirección a la planta de tratamiento de desechos sólidos ubicada en Xepec. La función de los ayudantes del camión del tren de aseo solo reciben las bolsas con desechos.

### Método de clasificación de residuos

Es nula dentro del municipio. No existe un método de clasificación por parte de los habitantes del Municipio, incluyendo sus caseríos. Se realiza un reciclaje mínimo de vidrio, cartón y pet por parte de los operarios de la planta de tratamiento.

### Capacidad del Camión

3 Toneladas

### Número de Operarios

Tren de Aseo: Un piloto y dos ayudantes

Planta de tratamiento: 5 operarios.

### Cantidad de Desechos Sólidos

Semanal 14.5 Toneladas

Mensual 58 Toneladas

Anual 696 Toneladas

Durante el año 2,018 AMSCLAE logró identificar 180 puntos de contaminación en nueve municipios ubicados dentro de la cuenca del lago Atitlán. Los puntos de contaminación que fueron más frecuentes fueron: Basurero No Autorizado (140 puntos identificados) y Botaderos de Ripio (25 puntos).

Como también se realizó una clasificación de los diferentes puntos de contaminación, dejando la clasificación en nivel de impacto alto, medio, bajo y muy bajo. Los resultados reflejaron que el nivel de impacto bajo en basureros no autorizados, es superior a 60 sitios identificados, mientras que los basureros no autorizados de impacto medio fueron mayores que 30, los de muy bajo y alto impacto oscilaron entre 25 y 10 sitios, respectivamente. El resto de puntos de contaminación identificados y en diferentes niveles de impactos reflejaron cantidades menores a 10. Para el caso del municipio de Santa Catarina Palopó se identificaron tres puntos, los cuales se detallan a continuación:

No.	COORDENADAS (GTM)		DIRECCIÓN	MUNICIPIO	TIPO DE PUNTO	IMPACTO	FECHA
	X	Y					
1	90430696	1629167	Carretera a Sta. Catarina Palopó	Santa Catarina Palopó	Basurero	A	23/05/2,018
2	91430712	1629161	Camino a Sta. Catarina Palopó	Santa Catarina Palopó	Basurero No Autorizado	M	29/05/2018
3	92431681	1627947		Santa Catarina Palopó	Botadero de Ripio	A	29/05/2018



Ilustración 6: Ingreso a la Planta de Tratamiento de Desechos Sólidos de Santa Catarina Palopó, al fondo basura acumulada.  
Fuente propia



Ilustración 7: Personal de operaciones Planta de Tratamiento de Desechos Sólidos, no cuentan con equipo de salud y seguridad ocupacional, ni kit de higiene personal.

Fuente propia



## Estado de enfermedades de origen hídrico



El centro de atención CAP del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social que se encuentra en la cabecera municipal proporcionó la información de las enfermedades de origen hídrico que se han atendido en el trimestre pasado, las cuales son las siguientes:

Enfermedad/ mes	Abril 2,021	Mayo 2,021	Junio 2,021	Total
Parasitismo intestinal	6	6	4	16
Amebiasis	5	10	12	27
Diarrea	0	15	23	38
Disentería	0	0	2	02

Fuente: CAP Santa Catarina Palopó

Como puede observarse en el cuadro anterior la enfermedad que más casos reportó fue la Amebiasis.

Cantidad de enfermedades de origen hídrico que se han dado en el Dentro del SIGSA se encuentra esta información, atención a diarreas y el tema de desnutrición.

## Análisis de la oferta



En este apartado se presenta un análisis de la disponibilidad de agua en la zona de estudio, a partir de una descripción de los aprovechamientos actuales, resaltando algunos aspectos y condicionantes que se establecen a partir de la situación vigente que caracteriza el contexto que determina la disponibilidad en cantidad y calidad de las aguas superficiales y subterráneas de la zona.

Se ha identificado que el nacimiento actualmente está produciendo un caudal constante, pero que a raíz de la falta de mantenimiento, no dota a la población del caudal necesario para el desarrollo de las actividades cotidianas. Un punto específico a tomar en cuenta es que la dotación que se les ha brindado va de acuerdo a los aspectos para el desarrollo de la vida, pero no los aspectos sociales y culturales.

En el área urbana ya se ha comentado que se tiene un servicio que no es constante durante el día, también hay épocas en las que se reduce el caudal y no se cuenta con el recurso necesario para satisfacer a la población.



## Análisis de la demanda



El objetivo principal en este apartado es determinar la demanda de agua potable actual, a partir de la definición de los consumos obtenidos de la cantidad de usuarios del sistema de abastecimiento de agua.

En la actualidad en la cabecera municipal de Santa Catarina Palopó, no se cuenta con un servicio de calidad, dado que las necesidades de la población sobrepasan el servicio brindado.

Al ser un proyecto que ha llegado al final de su vida útil, existe la necesidad de considerar medidas que beneficien a la población, de tal manera que llegue a ser un servicio integral a brindar.

En el casco urbano de Santa Catarina Palopó se brinda a la población un caudal menor a los 50 litros/habitante/ día, e incluso hay sectores de la cabecera municipal donde se identificó una dotación demasiado baja o que en ese horario no contaban con agua. Debido a lo antes descrito es necesario proporcionar a las autoridades municipales un plan de mejora, para que el período de vida del sistema pueda incrementar y en un futuro ser autosustentable en su totalidad.

Un punto específico en la población es la falta del servicio de agua en algunas viviendas, debido a que actualmente no se están autorizando nuevos servicios, dado a que no existe la suficiente capacidad para abastecerlos.

## Análisis de la capacidad de almacenamiento



### Almacenamiento

Son los puntos, en un sistema de abastecimiento de agua potable en donde se regula y almacena el agua que va a ser distribuida en una comunidad y depende de la oferta y la demanda de agua en un tiempo determinado.

En el casco urbano de Santa Catarina Palopó se tienen tres tanques de almacenamiento funcionando actualmente, los cuales se ubicaron y se midieron para determinar la capacidad que cada uno tiene.

- Tanque Cuaquixaché: con una capacidad de 110 m<sup>3</sup>.
- Tanque Principal: con una capacidad de 95 m<sup>3</sup>.
- Tanque Vista Hermosa: con una capacidad de 96 m<sup>3</sup> y con un tanque de reserva con capacidad de 55 m<sup>3</sup>, con un caudal de 0.84 Lts/Seg.



### Capacidad de tanque de almacenamiento para atender la demanda futura de la almacenamiento

El volumen necesario de almacenamiento de un tanque de distribución vendrá dado en función del tipo de sistema, por gravedad, bombeo o combinado y en función del caudal requerido, el cual dependerá del número de habitantes y de la dotación. A continuación se evalúa la capacidad que tiene el actual sistema para cubrir la demanda de almacenamiento.

Para el caso del sistema de la cabecera municipal de Santa Catarina Palopó, se dispone de cuatro tanques de distribución, con un volumen total de 356 m<sup>3</sup>. Adicionalmente, en las mejoras de proyectos ya mencionadas, se construyeron tres tanques que suman un volumen de 391 m<sup>3</sup>, sin embargo por diversas causas estos no están en funcionamiento. Para el presente caso se evaluará la capacidad instalada de almacenamiento, por lo que el volumen total considerado será de 668.31 m<sup>3</sup>. En la siguiente tabla se puede evaluar para cuantos años de período el volumen del tanque cubre la demanda de almacenamiento del servicio de agua.

<b>Volumen almacenamiento disponible</b>	<b>356.00</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
Dotación	90.00	l/h/d
Habitantes por vivienda	4.00	h/v
Total de viviendas servidas	850.00	viviendas
Habitantes presentes	3477.00	Hab
Crecimiento poblacional	2.38	%
Periodo proyectado	21.00	Años
Habitantes futuros	5,698.00	Hab
<b>Funcionamiento Actual</b>		
Qm	3.62	l/seg
FDM	1.50	
Qdm	5.43	l/seg
DHM	2.00	
Qhm	7.24	l/seg
Factor reducción volumétrica	40.00	%
Volumen actual requerido almacenamiento	125.17	m <sup>3</sup>
<b>Funcionamiento para período proyectado (21 años)</b>		
Qm	5.94	l/seg
FDM	1.50	
Qdm	8.91	l/seg
DHM	2.00	
Qhm	17.82	l/seg
Factor reducción volumétrica	40.00	%
<b>Volumen futuro requerido almacenamiento</b>	<b>205.13</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

El volumen de los tanques cubre ampliamente la demanda de almacenamiento de agua para la población actual beneficiaria del sistema, y para la población futura hasta más de 21 años. Sin embargo se debe



mejorar la gestión del sistema, ya que se tienen deficiencias, pues los tanques de los Sectores Tzanjuyú y Chuoaj presentan déficit de almacenamiento para el volumen que se les demanda.

### **Capacidad línea de conducción y red de distribución**

Tomando en cuenta los parámetros de cantidad y continuidad, donde se establece que la dotación de las fuentes cubren la demanda actual y futura (combinando todos los sistemas), y que la continuidad del servicio es mala, se determina que la infraestructura y funcionalidad del servicio es regular, por lo que es necesario atender las mejoras contempladas en el presente plan, para que el funcionamiento del sistema tenga mayor calidad.

## Análisis de oferta-demanda

Departamento: **Sololá**

---

Municipio: **Santa Catarina Palopó**

---

Comunidad: **Casco Urbano**

---

Población:	<b>3477 personas</b>
Densidad Habitacional:	<b>4 personas/vivienda</b>
Tipo de Sistema:	<b>GRAVEDAD</b>
Viviendas con servicio de agua:	<b>850 viviendas</b>
Caudal:	<b>1.00 litro/segundo</b>
Dotación:	<b>90.00 litros/habitante/día</b>

### CRECIMIENTO POBLACIONAL

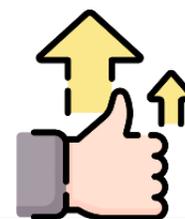
2019	2020	2021	2022	2023	2024
3477	3560	3644	3731	3820	3911

Año	Producción Agua lts.	Necesidad Agua lts.
0	86400	312930
1	86400	320378
2	86400	328003
3	86400	335809
4	86400	343801
5	86400	351984



Tabla 12: Tabla de análisis oferta-demanda.

## Principales mejoras identificadas del sistema de agua



### Mejoras en el sistema de agua a corto plazo

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Fortalecimiento de operación para sistema de agua potable	Regular	Implementar plan de operación y mantenimiento para sistemas de agua	Q. 2,000.00
Fortalecimiento de operación para sistema de agua potable	Regular	Equipamiento para fontaneros y encargado de la OMAS	Q. 5,664.00
Fortalecimiento de operación para sistema de agua potable	Regular	Fortalecimiento de la calidad del agua con análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de las captaciones y tanques de distribución	Q. 3,000.00
Captación	Regular	Circulación de predio, limpieza y champeo	Q. 2,426.00
Línea conducción	Regular	Limpieza y champeo	Q. 669.00
Tanque de distribución	Bueno	Circulación de predio, escalones exteriores, limpieza y champeo	Q. 4,875.00
Red de distribución	Regular	Limpieza y champeo	Q. 669.00

Tabla 13: Mejoras en el sistema de agua a corto plazo

### Mejoras en el sistema de agua a mediano plazo

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Línea conducción	Regular	Mejoras a paso aéreo de 30 m	Q. 16,777.00
Fortalecimiento de operación para sistema de agua potable	Regular	Concientización de implementación de micromedidores de agua en viviendas a la población	Q. 2,500.00
Fortalecimiento de operación para sistema de agua potable	Regular	Contratación de dos fontaneros	Q. 6,000.00

Tabla 14: Mejoras en el sistema de agua a mediano plazo

## Mejoras en el sistema de agua a largo plazo

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Red de distribución	Regular	Cambio de tubería PVC por HG	Q. 100,000.00
Tanque de Distribución	Malo	Implementación de macromedidores	Q. 47,819.40
Conexiones domiciliarias	Regular	Implementación de micromedidores	Q. 960,032.50

Tabla 15: Mejoras en el sistema de agua a largo plazo

## Mejoras identificadas del sistema de agua que pueden ser implementadas por la Municipalidad



Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Captación	Regular	Circulación de predio, limpieza y champeo, reforestación	Q. 2,426.00
Línea conducción	Regular	Mejoras a paso aéreo de 30 m, circulación y champeo	Q. 17,466.00
Tanque de distribución Vista Hermosa	Regular	Circulación de tanque de distribución, escalones externos, limpieza y champeo, reforestación	Q. 4,785.00

Tabla 16: Mejoras que pueden ser implementadas por la Municipalidad

## Principales mejoras identificadas de saneamiento



### Mejoras en el sistema de saneamiento a corto plazo

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Fortalecimiento para sistema de saneamiento	Malo	Monitoreo de aguas residuales en planta de tratamiento de aguas residuales	Q. 10,000.00
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	Regular	Rehabilitación de techo y patios de secado de lodos	Q. 75,000.00
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	Malo	Equipamiento para operarios y encargado de la PTAR	Q. 4,720.00
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	Regular	Contratación de un operario	Q. 3,000.00
Planta de Tratamiento de Desechos Sólidos	Malo	Equipamiento para operarios y encargado de la PTDS	Q. 7,552.00

Tabla 17: Mejoras en el sistema de saneamiento a corto plazo

### Mejoras en el sistema de saneamiento a mediano plazo

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Fortalecimiento para sistema de saneamiento	Regular	Sensibilización de manejo adecuado de residuos sólidos a la población	Q. 2,500.00

Tabla 18: Mejoras en el sistema de saneamiento a mediano plazo

### Mejoras en el sistema de saneamiento a largo plazo

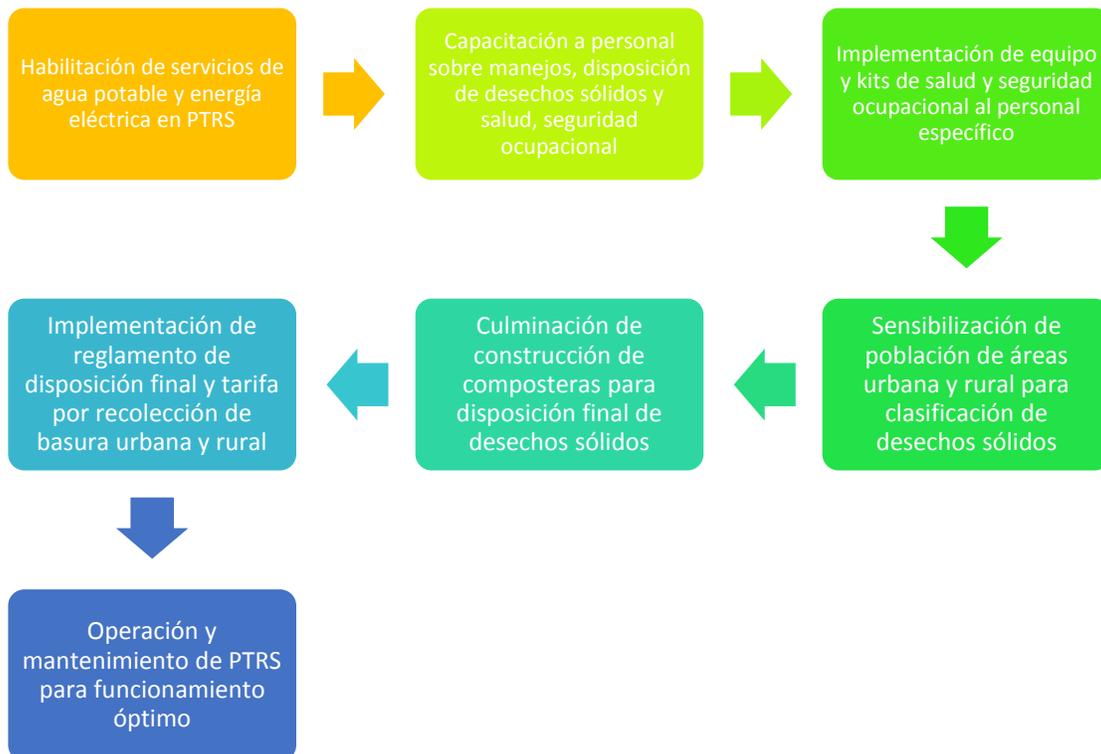
Por el momento no se contemplan mejoras a largo plazo.

## Principales mejoras identificadas de residuos sólidos



Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Planta de tratamiento de Residuos Sólidos	Malo	Equipamiento para operadores y encargado de la PTRS	Q. 7,552.00

## Hoja de ruta para la gestión de mejoras



## Análisis de sostenibilidad

### Técnica



No.	Descripción del índice	1	0.5	0
1	El sistema en su conjunto funciona correctamente conforme a los criterios establecidos en el diseño del proyecto ejecutivo		Sistema con funcionamiento bajo. Necesidad de reponer algún componente que falla	
2	El sistema de agua funciona al menos 6 horas diarias continuadas para garantizar que el 100% de los usuarios tomados en cuenta en el proyecto se beneficien de agua potable		El sistema llega al 100% de los usuarios pero no a todas las horas el día. Es un funcionamiento que se interrumpe	
3	El sistema de agua arroja un caudal diario suficiente para abastecer a todos los usuarios, teniendo en cuenta la estacionalidad de las fuentes. (Cantidad de agua disponible)			El sistema no tiene el caudal suficiente para abastecer al 100% de los usuarios
4	El caudal que llega a los usuarios es igual o mayor a 50 litros/persona/día (Cantidad de agua de consumo)		La cantidad de agua que reciben los usuarios es entre 20-50 l/persona/día	
5	Se han llevado a cabo capacitaciones técnicas para la prestación de los servicios de agua		Se han llevado a cabo capacitaciones pero no suficientes	
6	Existen técnicos/fontaneros trabajando en el mantenimiento y funcionamiento del sistema de agua, cubriendo el 100% del sistema		Existen técnicos especialistas pero no cubren el 100% del mantenimiento del sistema	
7	Se realizan actividades de operación y mantenimiento en base a los Planes de O&M elaborados		El sistema está parcialmente mantenido sobre una planificación de los planes de O&M	
8	Se han elaborado Planes de O&M y están al alcance de todas personas interesadas o implicadas en el sistema		Existen manuales de mantenimiento pero no son comprensibles por la mayoría de la población	
9	La tecnología implantada y decidida en conjunto con la población beneficiaria es la más asequible y la más apropiada para las condiciones locales estudiadas			Se ha construido el sistema sin tener en cuenta las condiciones físicas ni sociales de la población beneficiaria
10	El sistema de agua se encuentra a una distancia máxima de 500 m - 30 min desde la vivienda al punto donde se toma el agua		El 50% de los usuarios se encuentra a menos de 500 m o de 30 min del punto de agua más cercano	
11	Existen suministros, repuestos y servicios disponibles accesibles a la comunidad y es conocida por los responsables del mantenimiento del sistema	Existen suministros, repuestos y servicios disponibles a nivel local y/o regional y accesibles a la comunidad		
12	El prestador de servicios tiene capacidad suficiente y adecuada para disponer de personal en la diferentes actividades de operación y mantenimiento			No hay personal suficiente para llevar a cabo las actividades de operación y mantenimiento del sistema
13	El prestador de servicios tiene toda la documentación técnica del sistema (planos, diseños) además de manuales y guías de mantenimiento y operación			El prestador de servicios no tiene la documentación técnica del sistema
	Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras			
	0.153846154			
	<b>0.77</b>	1	4	0
	<b>Índice de sostenibilidad de agua</b>			
		Puntuación máxima	Puntuación obtenida	
		<b>13</b>	<b>5</b>	

Tabla 19: Índice de sostenibilidad técnica de agua

<b>Índice de sostenibilidad en saneamiento colectivo</b>				
<b>No.</b>	<b>Descripción del índice</b>	<b>1</b>	<b>0.5</b>	<b>0</b>
1	Años de vida útil disponibles del sistema de alcantarillado considerando el crecimiento poblacional de diseño		5-14 años	
2	Cantidad de tuberías de desfogue de aguas residuales sin conectarse al sistema existentes		Muy pocas	
3	Forma en la que se realiza la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado		Cercano a lo correcta	
4	Existe y es útil el manual de OyM del alcantarillado sanitario			No existe
5	Años de vida útil disponibles de la PTAR considerando el crecimiento poblacional de diseño		5-14 años	
6	La PTAR cumple con la normativa vigente en cuanto a los parámetros de descarga del agua tratada		No cumple por mala OyM	
7	Existe y es útil el manual de OyM de la PTAR		Existe pero no es útil	
8	Que tanta presencia se considera que existe en el municipio de ríos o cuerpos de aguas negras.		Muy poca	
9	% de familias asociadas al sistema que cuentan con un dispositivo para la disposición de excretas, (letrina o baño)	90-100%		
10	Que tan frecuente es encontrar defecación o fuentes de comunicación fecal al aire libre en el municipio			Muy frecuente
11	Que tan frecuente es encontrar pañales desechables cuya disposición final es no adecuada, dentro del municipio por lo que no son una fuente de contaminación fecal al aire libre		Poco frecuente	
12	La forma de disposición final de los residuos sólidos generados en el municipio es técnica y ambientalmente sostenible		Con avances	
	Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras.			
	0.167			
	<b>0.92</b>	<b>1</b>	<b>4.50</b>	<b>0</b>
	<b>Índice de sostenibilidad de saneamiento</b>			
		<b>Puntuación máxima</b>	<b>Puntuación obtenida</b>	
		<b>12</b>	<b>5.5</b>	

Tabla 20: Índice de sostenibilidad técnica de Saneamiento

## Ambiental



Índice de sostenibilidad ambiental				
No.	Descripción del índice	1	0.5	0
1	Existencia de áreas verdes o bosques alrededor de la fuente / toma de agua		Sistema con funcionamiento bajo. Necesidad de reponer algún componente que falla	
2	Existencia de contaminación causada por basuras de hogares o por aguas servidas alrededor de la toma de agua (presencia de letrinas, animales, viviendas, basura, doméstica, etc). O se presentan indicios o riesgos de contaminación causada por productos químicos o residuos alrededor de la toma de agua con origen en actividades industriales		El sistema llega al 100% de los usuarios pero no a todas las horas el día. Es un funcionamiento que se interrumpe	
3	Tipo de erosión presente en la zona			El sistema no tiene el caudal suficiente para abastecer al 100% de los usuarios
4	Nivel de vulnerabilidad de riesgos		La cantidad de agua que reciben los usuarios es entre 20-50 l/persona/día	
	Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras			
	0.154			
	<b>0.23</b>	0	1.5	0
	<b>Índice de sostenibilidad de agua</b>			
		Puntuación máxima	Puntuación obtenida	
		<b>13</b>	<b>1.5</b>	

Tabla 21: Tabla de sostenibilidad ambiental.

## Presupuesto de mejoras



A continuación, se presenta el presupuesto resumido requerido para la implementación de las mejoras del sistema de la cabecera municipal de Santa Catarina Palopó. Considerar que el mismo presenta precios comerciales tanto de materiales como de mano de obra, no se consideran costos indirectos como administración, supervisión y utilidades.

No.	DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO SUBRENGLÓN	PRECIO TOTAL SUBRENGLÓN	PRECIO TOTAL RENGLÓN	NIVEL DE PRIORIDAD
<b>1</b>	<b>FORTALECIMIENTO DE OPERACIÓN PARA SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>					<b>Q55,164.00</b>	
1.1	Implementar plan de operación y mantenimiento para sistemas de agua	Global	1	Q 2,000.00	Q 2,000.00		Corto Plazo
1.2	Equipamiento para fontaneros y encargado de la OMAS	Unidad	6	Q 944.00	Q 5,664.00		Corto Plazo
1.3	Sensibilización para implementación de micromedidores de agua en viviendas a la población	Global	1	Q 2,500.00	Q 2,500.00		Mediano Plazo
1.4	Contratación de un técnico para la OMAS	Mes	12	Q 3,000.00	Q 36,000.00		Corto Plazo
1.5	Contratación de dos fontaneros	Unidad	2	Q 3,000.00	Q 6,000.00		Mediano Plazo
1.6	Fortalecimiento de la calidad del agua con análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de las captaciones y tanques de distribución	Global	1	Q 3,000.00	Q 3,000.00		Corto Plazo
<b>2</b>	<b>FORTALECIMIENTO PARA SISTEMA DE SANEAMIENTO</b>					<b>Q 12,500.00</b>	
2.1	Sensibilización de manejo adecuado de residuos sólidos a la población	Global	1	Q 2,500.00	Q 2,500.00		Mediano Plazo
2.2	Monitoreo de aguas residuales en planta de tratamiento de aguas residuales	Global	1	Q 10,000.00	Q 10,000.00		Corto Plazo
<b>3</b>	<b>CAPTACIÓN</b>					<b>Q 2,426.00</b>	
3.1	Cerco perimetral de captación	Global	1	Q 1,757.00	Q 1,757.00		Corto Plazo
3.2	Limpieza y champeo	Global	1	Q 669.00	Q 669.00		Corto Plazo
<b>4</b>	<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>					<b>Q17,446.00</b>	
4.1	Mejoras a paso aéreo de 30 m	Global	1	Q16,777.00	Q16,777.00		Mediano Plazo
4.2	Limpieza y champeo línea de conducción	Global	1	Q 669.00	Q 669.00		Corto Plazo
<b>5</b>	<b>TANQUE DE DISTRIBUCIÓN VISTA HERMOSA</b>					<b>Q 52,694.40</b>	
5.1	Circulación tanque de distribución	Global	1	Q 3,371.00	Q 3,371.00		Corto Plazo
5.2	Escalones para tanque de distribución	Global	1	Q 835.00	Q 835.00		Corto Plazo
5.3	Limpieza y champeo tanque de distribución	Global	1	Q 669.00	Q 669.00		Corto Plazo
5.4	Implementación de macromedidores	Unidad	6	Q 7,969.90	Q 47,819.40		Largo Plazo



<b>6</b>	<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>					<b>Q 1,060,701.50</b>	
6.1	Cambio de tubería PVC por HG	Global	1	Q 100,000.00	Q 100,000.00		Largo Plazo
6.2	Limpieza y champeo de red de distribución	Global	1	Q 669.00	Q 669.00		Corto Plazo
6.3	Implementación de micro medidores en viviendas	Global	850	Q 1,129.45	Q 960,032.50		Largo Plazo
<b>7</b>	<b>MEJORAS PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES</b>					<b>Q 115,720.00</b>	
7.1	Rehabilitación de infraestructura patios de secado de lodos	Global	1	Q 75,000.00	Q 75,000.00		Corto Plazo
7.2	Equipamiento para operarios y encargado de la PTAR	Unidad	5	Q 944.00	Q 4,720.00		Corto Plazo
7.3	Contratación de un operario	Unidad	12	Q 3,000.00	Q 36,000.00		Corto Plazo
<b>8</b>	<b>MEJORAS PLANTA DE TRATAMIENTO DESECHOS SÓLIDOS</b>					<b>Q 7,552.00</b>	
8.1	Equipamiento para operadores y encargado de la PTDS	Unidad	8	Q 944.00	Q 7,552.00		Corto Plazo
	<b>TOTAL DE MEJORAS A IMPLEMENTAR</b>					<b>Q 1,324,203.90</b>	

## Manual de operación y mantenimiento



### Operación:

Son todas aquellas actividades que se llevan a cabo en las instalaciones del sistema, para permitir su funcionamiento de acuerdo a lo planificado.

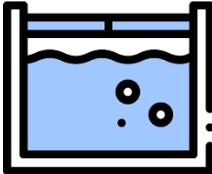
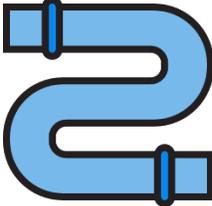
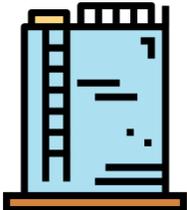
Evaluación de la operación: que se debe mejorar en la operación

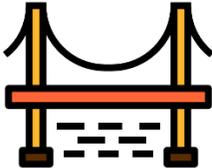
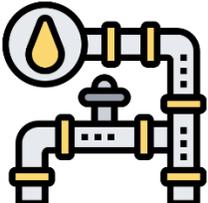
Es sumamente importante mantener en buenas condiciones el equipo y componentes del sistema de abastecimiento de agua potable en el período de diseño, para brindar un servicio de calidad. Para ello se debe tener buenas prácticas de mantenimiento y operación, para ello se recomienda:

### Programa de operación y mantenimiento

Operación - Mantenimiento	Período de repitencia
<b>Tanque de abastecimiento</b>	
Realizar el proceso de desinfección del agua	Mensual
Chequeo de válvulas y grietas del tanque	Trimestral
Limpieza interior del tanque, para ello se debe accionar la válvula de entrada para restringir el ingreso, luego abrir la válvula de drenaje para vaciar el tanque. El interior será limpiado con cepillos plásticos	Anual
<b>Línea de conducción</b>	
Mantener limpia la brecha del trayecto por donde pasa la tubería con el objetivo de facilitar la inspección de la misma	Semestral
Chequear fugas a través de la tubería. Inspeccionar áreas húmedas para revisar posibles fugas	Mensual
Examinar posibles refugios de roedores, de ser afirmativo, retirarlos de manera adecuada sin afectar su bienestar	Semestral
<b>Red de distribución</b>	
Chequear válvulas de red de distribución	Semestral
Chequear fugas a través de la tubería. Inspeccionar áreas húmedas para revisar posibles fugas, de ser encontradas cerrar válvulas correspondientes al tramo afectado y reparar inmediatamente	Mensual
Examinar conexiones domiciliarias, chequear contadores y verificar si hay goteos en los grifos.	Trimestral

## OPERACIÓN

	CAPTACIÓN	Revisar las pichachas de salida.	Revisarla una vez a la semana.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Circulación de captación y reforestación</li> <li>- Chapeo y limpieza</li> </ul>
	VÁLVULAS DE AIRE	Evacuación de aire por las ventosas y válvulas en línea de conducción	Una vez al mes por lo menos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambiarlas cuando su vida útil llegue a su fin</li> </ul>
	VÁLVULA DE LIMPIEZA	La llave de paso hacia la línea de conducción y llave de paso de salida de limpieza en buen estado.	Revisarla una vez a la semana.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar la limpieza en las cajas de válvulas para evitar contaminación y aumentar período de vida útil en las llaves de paso.</li> </ul>
	LÍNEA DE CONDUCCIÓN	<p>Revisar fugas a través de la tubería.</p> <p>Inspeccionar áreas húmedas para revisar posibles fugas</p> <p>Revisar posibles refugios de roedores, de ser afirmativo, retirarlos de manera adecuada sin afectar su bienestar</p>	Revisar una vez mensual y semestralmente respectivamente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de tubería PVC a HG para evitar rupturas</li> <li>- La instalación de tuberías y accesorios HG acorde a ángulos reales.</li> </ul>
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO O VISTA HERMOSA	Cerrar la llave de limpieza, llenar con agua y abrir la llave de paso de la red de distribución.	Revisar una vez a la semana, luego de limpiar y desinfectar el tanque.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Circulación de predio para evitar daños de particulares</li> <li>- Instalación de escalones externos del mismo</li> <li>- Limpieza y champeo</li> </ul>

	<p>PASO AÉREO O PASO DE ZANJÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procurar que la tubería de los pasos aéreos sea de HG.</li> <li>- Los anclajes de tubería son de concreto</li> </ul>	<p>Revisarlo una vez al mes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de tubería PVC a HG en paso aéreo de 30 m</li> <li>- Limpieza y champeo</li> </ul>
	<p>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reparar las fugas existentes en la línea de distribución.</li> </ul>	<p>De preferencia una vez al mes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mejorar la instalación de tubería y accesorios HG</li> <li>- Cambio de tubería PVC a HG</li> </ul>
	<p>ACOMETIDAS DOMICILIARES</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los grifos están en condiciones aceptables</li> </ul>	<p>Una vez al mes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar que quede expuesta la tubería en callejones. Se recomienda la implementación de medidores para verificar consumo real</li> </ul>
	<p>SISTEMA DE DESINFECCIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener constantemente pastillas de hipoclorito de calcio.</li> <li>- Se recomienda registrar y digitalizar los análisis físico químicos y bacteriológicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar una vez a la semana.</li> <li>- Registrar los análisis una vez al mes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar la aplicación del cloro, a manera de no sentir el aroma en el agua en las casas</li> </ul>

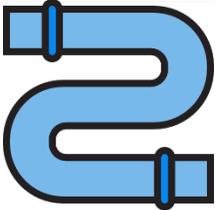
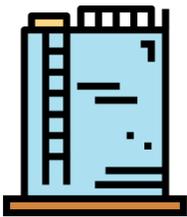
## MANTENIMIENTO

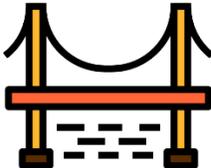
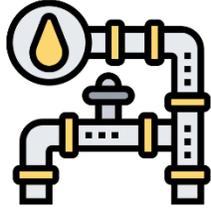
### Mantenimiento:

Es el conjunto de acciones que se realizan con la finalidad de prevenir y corregir daños que se producen en las instalaciones o componentes del sistema de agua.

Evaluación del mantenimiento: que se debe mejorar en el mantenimiento

	<p>CAPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuando el agua sale sucia (color, olor, sabor), retirar todo el material acumulado, especialmente hojas y madera.</li> <li>- Abrir la válvula de drenaje para sacar el resto de los sedimentos,</li> <li>- Cepillar las paredes con una escoba de plástico en la superficie donde se acumulen algas y suciedad y después cerrar nuevamente la llave.</li> </ul>	<p>Una vez a la semana</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpiar los sellos sanitarios.</li> <li>- Instalar cercos de protección.</li> <li>- Desinfectar con hipoclorito de calcio.</li> <li>- Mayor frecuencia para revisar el estado de la captación</li> <li>- Dotar a fontaneros y encargado de la OMAS transporte para realizar las inspecciones indicadas</li> </ul>
	<p>VÁLVULAS DE AIRE</p>	<p>Evacuar el aire por las ventosas y válvulas en línea de conducción</p>	<p>Una vez al mes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambiarlas cuando su vida útil llegue a su fin y lubricarlas con aceite</li> </ul>
	<p>VÁLVULA DE LIMPIEZA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar si existen filtraciones en las llaves de paso y accesorios.</li> <li>- Revisar estado de las tapaderas y el sistema de seguridad con candado de cada caja de llaves.</li> </ul>	<p>Una vez al mes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar aceite si lo amerita o cambiarlas definitivamente cuando expire su tiempo de vida útil</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener limpio el interior de la caja, llaves y accesorios.</li> <li>- Observar el estado de las llaves y de ser necesario limpiar y pintar</li> </ul>		
	<p>LÍNEA DE CONDUCCIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar elementos de línea de conducción.</li> <li>- Recubrir o enterrar tramos expuestos en línea de conducción.</li> <li>- Limpieza y champeo del terreno, eliminar ramas, hierbas, rocas o cualquier material perjudicial.</li> <li>- Revisar la existencia de fugas, deslizamientos o hundimientos de terreno.</li> <li>- Evitar pozas de agua sobre la línea de conducción.</li> </ul>	<p>Una vez al mes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dotar a fontaneros y encargado de la OMAS transporte para realizar las inspecciones indicadas</li> </ul>
	<p>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si el agua que viene de la línea de conducción entra sucia al tanque, y en la pila de captación está limpia, significa que hay fuga en la línea.</li> <li>- Recorrer por la línea de conducción para detectar el punto hay fugas de</li> </ul>	<p>Una vez al mes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lavar y limpiar el tanque de almacenamiento si ocurrieran estas situaciones y/o cuando lo amerite</li> </ul>

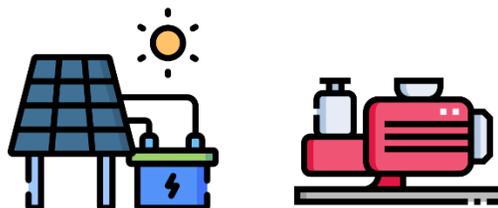
		agua para proceder a su reparación.		
	PASO AÉREO O PASO DE ZANJÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar el estado de las pilas y columnas de anclaje.</li> <li>- Revisar el estado de los cables cargadores.</li> <li>- Revisar las bases de los soportes la existencia de socavamientos o hundimientos.</li> <li>- Revisar si hay fugas en uniones de tubería.</li> </ul>	Una vez al mes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sustituir la tubería PVC por HG y los cables y accesorios que lo componen.</li> </ul>
	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar llaves de paso de la línea. Abrir y cerrar varias veces en forma lenta para extraer sedimentos. Lubricar con aceite si fuera necesario.</li> </ul>	Una vez al mes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuando se hagan reparaciones utilizar accesorios que se adapten a la longitud de tubería de PVC o HG.</li> <li>- Evitar doblar o forzar ángulos en la tubería principal</li> </ul>
	ACOMETIDAS DOMICILIARES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si el agua llega sucia a las conexiones de agua y entra limpia al tanque, el tanque está sucio.</li> </ul>	Una vez al mes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza y desinfección del tanque.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpiar caja y sistema de desinfección</li> <li>- Revisar tapadera y sistema de</li> </ul>	Una vez a la semana, dependiendo del	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contar con disponibilidad permanente de pastillas de cloro e insumos para la desinfección</li> </ul>



	SISTEMA DE DESINFECCIÓN	seguridad de la caja. - Revisar, limpiar y mantener accesorios y tubería de sistema de desinfección.	rendimiento de las pastillas de cloro.	
--	-------------------------	---	--	--

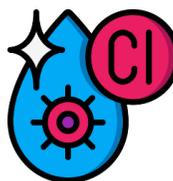


## Dispositivos/ Instalaciones especiales



Durante la investigación del sistema no se observó ningún dispositivo ni instalaciones especiales para los sistemas de agua y saneamiento, únicamente para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que cuenta con una bomba de 3 HP para la conducción de las mismas

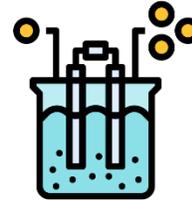
## Medición de cloro residual



Se presenta la medición obtenida en las viviendas donde se realizaron las visitas domiciliarias

VIVIENDA	CLORO	VIVIENDA	CLORO
C1	0.80	C21	0.00
C2	0.70	C22	0.00
C3	0.70	C23	0.50
C4	0.80	C24	0.50
C5	0.60	C25	0.50
C6	0.50	C26	0.50
C7	0.50	C27	0.50
C8	0.00	C28	0.00
C9	0.50	C29	0.00
C10	0.00	C30	0.50
C11	0.00	C31	0.50
C12	0.50	C32	0.50
C13	0.10	C33	0.10
C14	0.00	C34	0.10
C15	0.00	C35	0.10
C16	0.00	C36	0.10
C17	0.00	C37	0.10
C18	0.00	C38	0.10
C19	0.20	C39	0.10
C20	0.00	C40	0.00

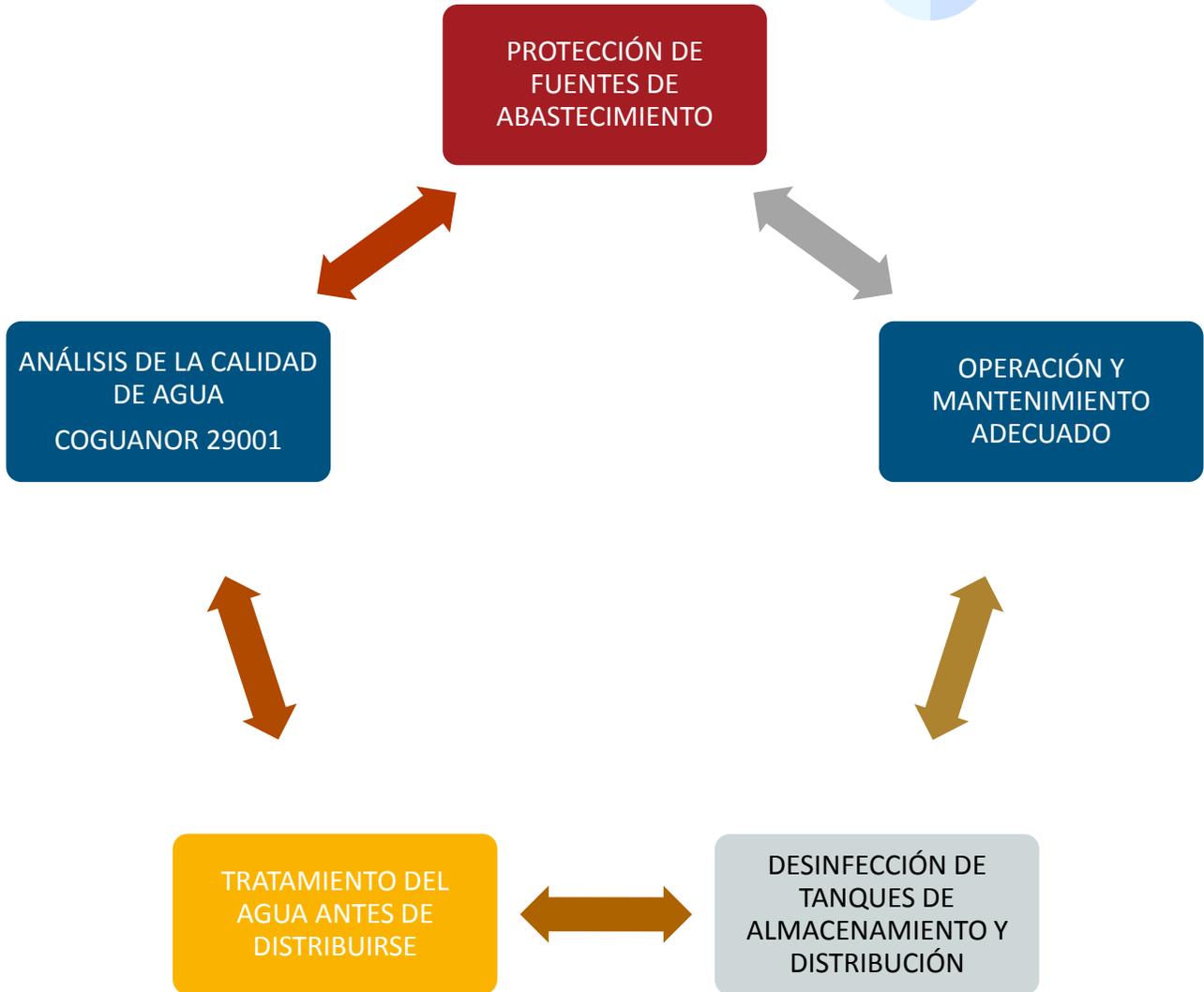
## Medición de potencial de Hidrogeno



Se presenta la medición obtenida en las viviendas donde se realizaron las visitas domiciliarias.

VIVIENDA	PH	VIVIENDA	PH
C1	7.90	C21	0.00
C2	7.70	C22	7.40
C3	7.60	C23	7.80
C4	7.80	C24	7.80
C5	7.50	C25	8.00
C6	7.50	C26	7.60
C7	7.70	C27	7.90
C8	0.00	C28	0.00
C9	7.80	C29	0.00
C10	0.00	C30	7.90
C11	0.00	C31	8.40
C12	7.80	C32	8.00
C13	7.90	C33	8.00
C14	0.00	C34	7.80
C15	0.00	C35	8.10
C16	0.00	C36	7.90
C17	0.00	C37	7.50
C18	0.00	C38	7.80
C19	7.90	C39	7.60
C20	0.00	C40	0.00

## Control de la calidad de agua



**Medición de cloro residual/  
*COGUANOR 29001***

***Semanalmente***

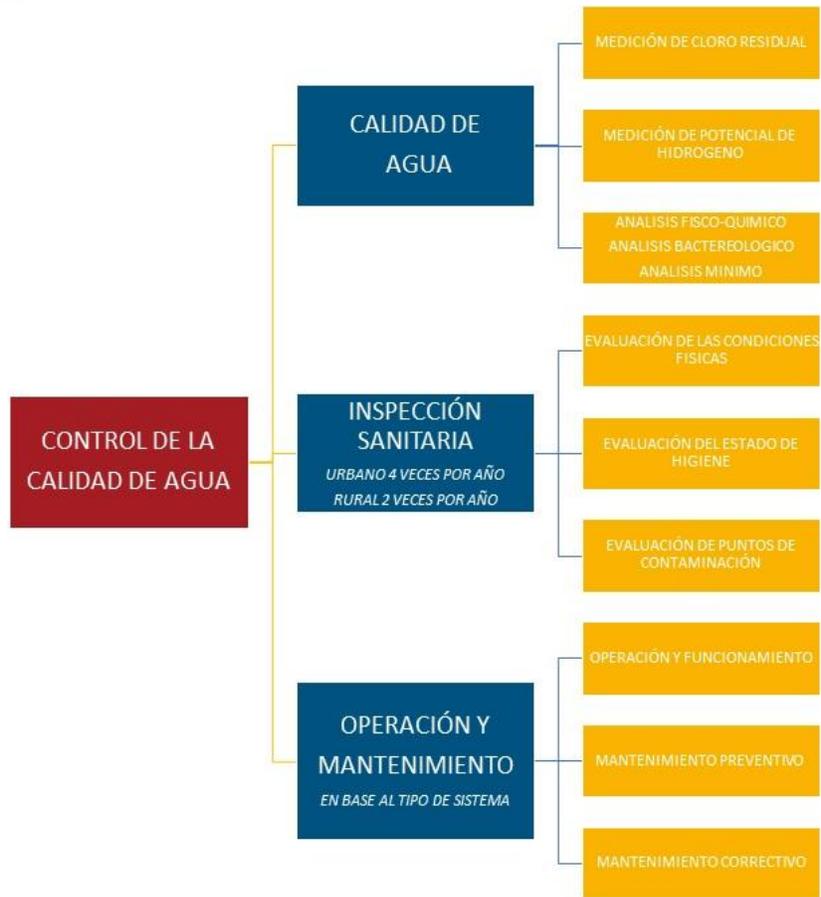
**Medición de potencial de  
Hidrógeno/ *COGUANOR 29001***

***Semanalmente***

**Coliformes fecales/ Eschiricha  
Coli/ *COGUANOR 29001***

**Al menos una vez por año**

**Análisis mínimo/ *COGUANOR  
29001***



## Anexo 1:

### Análisis de sostenibilidad técnica:

No.	Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	Recomendaciones
	El sistema en su conjunto funciona correctamente	No se cuenta con el dato exacto de personas con acceso al sistema continuo de agua de calidad y cantidad aceptables	Visita de campo, fotografías	0.50	Realizar un catastro para recabar el dato de usuarios, solo se tiene conocimiento o registrado un censo de 131 servicios
	El sistema de agua construido funciona al menos 6 horas diarias continuadas para garantizar que el 100% de los usuarios tomados en cuenta en el proyecto se beneficien de agua potable.	2 horas/día promedio	Información verificada en campo	0.50	Se necesita aumentar el caudal para abastecer más de 6 horas al día, por medio de nuevas fuentes.
	El caudal es suficiente para todos los usuarios			0	Aumentar el caudal por medio de nuevas fuentes de agua
	Se han llevado a cabo capacitaciones técnicas entre las organizaciones comunitarias para la prestación de los servicios de agua	No se tiene conocimiento de la cantidad de capacitaciones técnicas realizadas	Material entregado en las capacitaciones	0.50	

	Existen fontaneros asignados para el mantenimiento y funcionamiento del sistema de agua, cubriendo el 100% del sistema	3 fontaneros	Habían más, pero se redujo la cantidad	0.50	Capacitación para fontaneros y contratación de uno más
	Se realizan actividades de operación y mantenimiento	No se tiene conocimiento del número de informes sobre las actividades llevadas a cabo en la O&M	No hay documentos de Planes de Operación & Mantenimiento Elaborados, solo algo verbal.	0.50	Actualizar este dato por medio de un nuevo técnico o epesistas que apoyen al encargado de la OMAS
	Existen suministros, repuestos y servicios disponibles accesibles a la comunidad y es conocida por los responsables del mantenimiento del sistema		Existen pero en ocasiones no son suficientes o no se tiene disponibilidad	0.50	Contar con cierta cantidad de estos permanentemente.

### Análisis de sostenibilidad ambiental:

No.	Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	Recomendaciones
	El agua que se distribuye en los sistemas de agua construidos o mejorados cumple con las normas de calidad de agua del país	Concentración de cloro y elementos nocivos	Muestreos y análisis del agua para ver su grado de potabilización	0.50	En algunos meses no se ha contado con insumos o pastillas de cloro para desinfección, lo cual hace que en periodos no tenga el agua

	para su consumo humano COGUANOR 29001				calidad de potable
	Se hacen análisis de agua mensuales para asegurar que la calidad del agua cumple con lo establecido en las normas de calidad de agua exigidas por el país	Un análisis mensual	Hay documentos que aportan información sobre el seguimiento de la calidad del agua potable, los cuales se encuentran en el Centro de Salud ubicado en la cabecera municipal	1.00	En los últimos tres meses no se han realizado debido a falta de insumos en el MSPAS
	La toma de agua a la que pertenece la fuente de agua esta forestada, cercada y protegida de contaminación	Observación directa	*Fotos *Documentos que validen la no protección de la fuente	0.50	Recientemente se reforestó el área, pero aún no está cercada.
	Las aguas que entran y que posteriormente conduce el sistema no están contaminadas (Salinización, alteración de las propiedades fisicoquímicas del agua)	No se cuenta con la cantidad de análisis/análisis in situ, pero si se existen documentos de esta actividad	Análisis del seguimiento de la calidad del agua	1.00	Contar con insumos suficientes permanente y coordinar con el personal del CAP del municipio la desinfección de los componentes
	Se realizan actividades para mantener las fuentes de	Si se hacen actividades, pero por lo general a cada	Fotografías de actividades	0.50	Proveer de transporte propio o fletes para realizar actividades en las fuentes de

	agua protegidas y aisladas de posibles contaminaciones	3 meses se hace limpieza			agua, ya que a veces se termina el recorrido caminando
	Todos los usuarios del sistema de agua al menos han sido capacitados una vez en educación ambiental	Una capacitación en educación ambiental	Contenidos de las capacitaciones/documentos de educación ambiental	0.50	Concientizar a la población urbana de la importancia en estos temas, ya que la mayor parte casi no se involucra en las mismas
	Existencia de un análisis inicial de riesgos e identificación y puesta en marcha de medidas específicas de reducción del riesgo y en general medidas destinadas a reforzar la permanencia de la infraestructura y la continuidad del servicio. (*)	Existen análisis, pero no se tiene un dato exacto del número	Documentación del análisis	Existen análisis de riesgos e identificación de medidas de mitigación y/o prevención en la zona de intervención	Realizar un catastro y/o clasificación de estos para contar con la información de primera mano
	Existencia de planes de contingencia donde se establezcan procedimientos operativos para la respuesta conforme a los requisitos	No se tiene conocimiento si se cuentan con planes de contingencia, pero ha habido instituciones como CONRED que	Copias de los planes de contingencia	1.00	Fortalecer este tema con el personal correspondiente mediante programación



	de recursos previstos y a la capacidad necesaria para determinados riesgos a nivel local, regional o nacional (Ej. desastres naturales y limitaciones de suministro)	ha facilitado estos			
	Existe un plan de manejo de cuencas que se aplica a la cuenca a la que pertenece el sistema de agua	Documentos	Copia del documento de la Gestión Integral del Agua en la cuenca hidrográfica	0	

## Anexo 2: Presupuesto de mejoras

### Presupuesto Integrado



No.	DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO SUBRENLÓN	PRECIO TOTAL SUBRENLÓN	PRECIO TOTAL RENGLÓN	NIVEL DE PRIORIDAD
<b>1</b>	<b>FORTALECIMIENTO DE OPERACIÓN PARA SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>					<b>Q55,164.00</b>	
1.1	Implementar plan de operación y mantenimiento para sistemas de agua	Global	1	Q 2,000.00	Q 2,000.00		Corto Plazo
1.2	Equipamiento para fontaneros y encargado de la OMAS	Unidad	6	Q 944.00	Q 5,664.00		Corto Plazo
1.3	Sensibilización para implementación de micromedidores de agua en viviendas a la población	Global	1	Q 2,500.00	Q 2,500.00		Mediano Plazo
1.4	Contratación de un técnico para la OMAS	Mes	12	Q 3,000.00	Q 36,000.00		Corto Plazo
1.5	Contratación de dos fontaneros	Unidad	2	Q 3,000.00	Q 6,000.00		Mediano Plazo
1.6	Fortalecimiento de la calidad del agua con análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de las captaciones y tanques de distribución	Global	1	Q 3,000.00	Q 3,000.00		Corto Plazo
<b>2</b>	<b>FORTALECIMIENTO PARA SISTEMA DE SANEAMIENTO</b>					<b>Q 12,500.00</b>	
2.1	Sensibilización de manejo adecuado de residuos sólidos a la población	Global	1	Q 2,500.00	Q 2,500.00		Mediano Plazo
2.2	Monitoreo de aguas residuales en planta de tratamiento de aguas residuales	Global	1	Q 10,000.00	Q 10,000.00		Corto Plazo
<b>3</b>	<b>CAPTACIÓN</b>					<b>Q 2,426.00</b>	
3.1	Cerco perimetral de captación	Global	1	Q 1,757.00	Q 1,757.00		Corto Plazo
3.2	Limpieza y champeo	Global	1	Q 669.00	Q 669.00		Corto Plazo
<b>4</b>	<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>					<b>Q17,446.00</b>	
4.1	Mejoras a paso aéreo de 30 m	Global	1	Q16,777.00	Q16,777.00		Mediano Plazo
4.2	Limpieza y champeo línea de conducción	Global	1	Q 669.00	Q 669.00		Corto Plazo
<b>5</b>	<b>TANQUE DE DISTRIBUCIÓN VISTA HERMOSA</b>					<b>Q 52,694.40</b>	
5.1	Circulación tanque de distribución	Global	1	Q 3,371.00	Q 3,371.00		Corto Plazo
5.2	Escalones para tanque de distribución	Global	1	Q 835.00	Q 835.00		Corto Plazo
5.3	Limpieza y champeo tanque de distribución	Global	1	Q 669.00	Q 669.00		Corto Plazo
5.4	Implementación de macromedidores	Unidad	6	Q 7,969.90	Q 47,819.40		Largo Plazo
<b>6</b>	<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>					<b>Q 1,060,701.50</b>	
6.1	Cambio de tubería PVC por HG	Global	1	Q 100,000.00	Q 100,000.00		Largo Plazo
6.2	Limpieza y champeo de red de distribución	Global	1	Q 669.00	Q 669.00		Corto Plazo
6.3	Implementación de micro medidores en viviendas	Global	850	Q 1,129.45	Q 960,032.50		Largo Plazo



<b>7</b>	<b>MEJORAS PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES</b>					<b>Q 115,720.00</b>	
7.1	Rehabilitación de infraestructura patios de secado de lodos	Global	1	Q 75,000.00	Q 75,000.00		Corto Plazo
7.2	Equipamiento para operarios y encargado de la PTAR	Unidad	5	Q 944.00	Q 4,720.00		Corto Plazo
7.3	Contratación de un operario	Unidad	12	Q 3,000.00	Q 36,000.00		Corto Plazo
<b>8</b>	<b>MEJORAS PLANTA DE TRATAMIENTO DESECHOS SÓLIDOS</b>					<b>Q 7,552.00</b>	
8.1	Equipamiento para operadores y encargado de la PTDS	Unidad	8	Q 944.00	Q 7,552.00		Corto Plazo
	<b>TOTAL DE MEJORAS A IMPLEMENTAR</b>					<b>Q 1,324,203.90</b>	



## Presupuesto desglosado

<b>CAPTACIÓN</b>
------------------

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>CERCO PERIMETRAL</b>					
1.1	Parales de 3" x 3" x 2 m	Unidad	45.00	Q 25.00	Q 1,125.00
1.2	Lañas	Caja	3.00	Q 10.00	Q 30.00
1.3	Alambre Espigado	Rollo	0.90	Q 450.00	Q 405.00
1.4	Candado Yale de 40 mm	Unidad	1.00	Q 60.00	Q 60.00
1.5	Clavo para madera de 3"	Libra	3.00	Q 9.00	Q 27.00

TOTAL MATERIALES

Q 1,647.00

1.1	Mano de obra	Global	1.00	Q 100.00	Q 100.00
					Q 1,747.00

<b>SALIDA</b>					
1.1	Pichacha plástica de 2"	Unidad	1.00	Q 10.00	Q 10.00

TOTAL MATERIALES

Q 10.00

<b>TOTAL RENGLON</b>					<b>Q 1,757.00</b>
----------------------	--	--	--	--	-------------------

**MEJORAS A PASO AÉREO DE 30 m**

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
2.1	Cemento UGC 4000 PSI	Saco	53.00	Q 78.00	Q 4,134.00
2.2	Arena de rio lavada	m <sup>3</sup>	4.00	Q 155.00	Q 620.00
2.3	Piedrín triturado Ø 3/4"	m <sup>3</sup>	5.00	Q 315.00	Q 1,575.00
2.4	Acero corrugado Ø 5/8 Grado 40 Tipo Original	Varilla	4.00	Q 60.00	Q 240.00
2.5	Acero corrugado Ø 1/2 Grado 40 Tipo Original	Varilla	8.00	Q 42.00	Q 336.00
2.6	Acero corrugado Ø 3/8 Grado 40 Tipo Original	Varilla	11.00	Q 25.00	Q 275.00
2.7	Mordaza para cable de 3/8"	Unidad	108.00	Q 7.00	Q 756.00
2.8	Tensor para cable de 5/8"	Unidad	6.00	Q 110.00	Q 660.00
2.9	Guardacable de 3/8 "	Unidad	12.00	Q 3.00	Q 36.00
2.10	Cable acerado de 3/8"	m	108.00	Q 40.00	Q 4,320.00
2.11	Polea Ø 4"	Unidad	6.00	Q 100.00	Q 600.00
2.12	Cojinete de Rodillos Ø 1 1/2"	Unidad	6.00	Q 150.00	Q 900.00
2.13	Madera para formaleta	Pt	108.00	Q 5.00	Q 540.00
2.14	Alambre de Amarre Cal. 16	Lb	5.00	Q 5.00	Q 25.00
2.15	Clavo Ø 2 1/2"	Lb	5.00	Q 7.00	Q 35.00
2.16	Tubo Ø 1" HG Tipo Estándar (Copla Incluida)	Tubo	5.00	Q 225.00	Q 1,125.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>Q 16,177.00</b>
2.17	Mano de obra	Global	3.00	Q 100.00	Q 300.00
<b>SUB-TOTAL</b>					<b>Q 16,477.00</b>
<b>TOTAL RENGLÓN</b>					<b>Q 16,777.00</b>



### LIMPIEZA, CHAPEO Y DESTRONQUE

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>HERRAMIENTA</b>					
3.1	Machete para chapeo	Unidad	9.00	Q 23.00	Q 207.00
3.2	Lima para afilar machete	Unidad	9.00	Q 18.00	Q 162.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>Q 369.00</b>
3.3	Mano de obra	Jornal	3.00	Q 100.00	Q 300.00
SUB-TOTAL					Q 669.00
<b>TOTAL RENGLON</b>					<b>Q 669.00</b>

### UNIFORMES Y KIT DE HIGIENE PERSONAL

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
4.1	Overol de trabajo	Unidad	1.00	Q 600.00	Q 600.00
4.2	Mascarillas KN95 de 20 unidades	Caja	1.00	Q 100.00	Q 100.00
4.3	Casco de color	Unidad	1.00	Q 60.00	Q 60.00
4.4	Guantes de gamuza	Par	1.00	Q 35.00	Q 35.00
4.5	Jabón Líquido para manos	Unidad	1.00	Q 12.00	Q 12.00
4.6	Jabón gel	Unidad	1.00	Q 15.00	Q 15.00
4.7	Alcohol al 70%	Galón	1.00	Q 60.00	Q 60.00
4.8	Careta	Unidad	1.00	Q 12.00	Q 12.00
4.9	Lentes claro antirayadura	Unidad	1.00	Q 50.00	Q 50.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>Q 944.00</b>



### CONEXIONES DOMICILIARES

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
	<b>TUBERIA Y ACCESORIOS</b>				
5.1	Tubo Ø 1/2" PVC 315 PSI	Unidad	3.00	Q 41.00	Q 123.00
5.2	Codo 90º Ø 1/2" PVC Campana Cementada	Unidad	2.00	Q 1.80	Q 3.60
5.3	Codo 90º Ø 1/2" HG Tipo Estándar	Unidad	2.00	Q 8.10	Q 16.20
5.4	Copla Ø 1/2" HG Tipo Estándar	Unidad	1.00	Q 16.40	Q 16.40
5.5	Niple Ø 1/2" HG Tipo Estándar (1.50 m) Chorro	Unidad	1.00	Q 24.60	Q 24.60
5.6	Niple Ø 1/2" HG Tipo Estándar (0.15 m) Chorro	Unidad	2.00	Q 20.50	Q 41.00
5.7	Válvula Antifraude Ø 1/2" Br.	Unidad	1.00	Q 125.00	Q 125.00
5.8	Válvula compuerta Ø 1/2" Br.	Unidad	1.00	Q 60.00	Q 60.00
5.9	Válvula de retención horizontal Ø 1/2" Cheque	Unidad	1.00	Q 52.00	Q 52.00
5.10	Medidor volumétrico Ø 1/2"	Unidad	1.00	Q 275.00	Q 275.00
5.11	Llave de Chorro 1/2" Br.	Unidad	1.00	Q 32.00	Q 32.00
5.12	Adaptador hembra Ø 1/2" PVC	Unidad	1.00	Q 2.60	Q 2.60
5.13	Adaptador macho Ø 1/2" PVC	Unidad	8.00	Q 1.60	Q 12.80
5.14	Cemento Solvente para PVC 1/16 Gal.	Unidad	0.50	Q 60.00	Q 30.00
5.15	Thiner	Galón	0.50	Q 60.00	Q 30.00
5.16	Wype	Libras	0.50	Q 10.00	Q 5.00
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q 849.20</b>
	<b>MATERIALES DE CONSTRUCCION</b>				
5.17	Cemento UGC 4000 PSI	Saco	0.20	Q 80.00	Q 16.00
5.18	Caja prefabricada para llave de paso y antifraude	Unidad	1.00	Q 58.00	Q 58.00
5.19	Caja prefabricada para medidor volumétrico y cheque	Unidad	1.00	Q 58.00	Q 58.00
5.20	Cemento Solvente para PVC 1/16 Gal.	Unidad	0.50	Q 60.00	Q 30.00
5.21	Arena Triturada certificada	m <sup>3</sup>	0.05	Q 250.00	Q 12.50
5.22	Piedrín Triturado Ø 3/4" certificada	m <sup>3</sup>	0.05	Q 315.00	Q 15.75
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q 190.25</b>
	<b>MANO DE OBRA</b>				
5.23	Albañil	Jornal	0.50	Q 100.00	Q 50.00
5.24	Ayudante de albañil	Jornal	0.50	Q 80.00	Q 40.00
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q 90.00</b>
	<b>TOTAL DIRECTO</b>				<b>Q 1,129.45</b>



**CIRCULACIÓN Y ESCALONES PARA TANQUE DE DISTRIBUCIÓN VISTA HERMOSA**

No	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>CERCO PERIMETRAL Y ESCALONES EXTERNOS</b>					
6.1	Parales de 3" x 3" x 2 m	Unidad	60.00	Q 25.00	Q 1,500.00
6.2	Lañas	Caja	6.00	Q 10.00	Q 60.00
6.3	Alambre Espigado	Rollo	3.00	Q 450.00	Q 1,350.00
6.4	Candado Yale de 40 mm	Unidad	3.00	Q 60.00	Q 180.00
6.5	Clavo para madera de 3"	Libra	9.00	Q 9.00	Q 81.00
6.6	Acero corrugado Ø 5/8 Grado 40 Tipo Original	Varilla	5.00	Q 65.00	Q 325.00
6.7	Cemento UGC	Saco	2.00	Q 80.00	Q 160.00
6.8	Arena triturada	m <sup>3</sup>	1.00	Q 250.00	Q 250.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>Q 3,906.00</b>
6.9	Mano de obra	Jornal	3.00	Q 100.00	Q 300.00
<b>TOTAL</b>					<b>Q 4,206.00</b>

**CASETA PARA MACROMEDIDOR**

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
7.1	Cemento UGC 4000 PSI	Saco	9.00	Q 80.00	Q 720.00
7.2	Arena de mina	m <sup>3</sup>	0.70	Q 255.00	Q 178.50
7.3	Piedrín triturado	m <sup>3</sup>	0.50	Q 300.00	Q 150.00
7.4	Hierro de 3/8" grado 40	Varillas	14.00	Q 58.00	Q 812.00
7.5	Alambre de Amarre	Libras	2.00	Q 43.00	Q 86.00
7.6	Clavo de 3"	Libras	10.00	Q 5.00	Q 50.00
7.7	Clavo de 4"	Libras	10.00	Q 5.00	Q 50.00
7.8	Puerta de metal	Unidad	1.00	Q 700.00	Q 700.00
7.9	Candado de 50 mm	Unidad	1.00	Q 90.00	Q 90.00
7.10	Tabla de madera de pino de 1" x 10" x 9'	Unidad	10.00	Q 38.00	Q 380.00
7.11	Paral de madera de pino de 3" x 3" x 9'	Unidad	3.00	Q 25.00	Q 75.00
7.12	Macromedidor volumétrico Ø según tubo de entrada	Unidad	2.00	Q 2,000.00	Q 4,000.00
7.13	Adaptador hembra Ø PVC según tubería de entrada	Unidad	2.00	Q 2.60	Q 5.20
7.14	Adaptador macho Ø según tubería de entrada	Unidad	2.00	Q 1.60	Q 3.20
7.15	Cemento Solvente para PVC 1/16 Gal.	Unidad	1.00	Q 60.00	Q 60.00
7.16	Thiner	Galón	1.00	Q 60.00	Q 60.00
7.17	Wype	Libras	1.00	Q 10.00	Q 10.00
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q 7,429.90</b>
	<b>MANO DE OBRA</b>				
7.18	Albañil	Jornal	3.00	Q 100.00	Q 300.00
7.19	Ayudante de albañil	Jornal	3.00	Q 80.00	Q 240.00
	<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q 540.00</b>
	<b>TOTAL DIRECTO</b>				<b>Q 7,969.90</b>



## Especificaciones técnicas

### CAPTACIÓN (NACIMIENTO)

Con la finalidad de poder mejorar las condiciones bacteriológicas del agua se efectuarán captaciones con sello sanitario de tipo brote definido. .

### LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Se denominará línea de conducción a la instalación de distintas longitudes y clases de tubería desde la captación hasta el tanque de distribución, con objetivo de conducir el agua a utilizar para consumo humano.

### PASO AÉREO

Para librar algunas irregularidades del terreno o atravesar arroyos, ríos o depresiones pronunciadas, los pasos aéreos utilizan tubería de hierro galvanizado (HG), por estar expuestas al medio ambiente, del mismo diámetro con que viene la línea de conducción o distribución de agua. Dicha tubería está sostenida por cables de acero longitudinales y transversales, fijadas por mordazas a lo largo de su longitud; apoyadas por columnas con zapatas para su estabilidad, tal como se muestra en los planos.

### TANQUE DE DISTRIBUCIÓN VISTA HERMOSA

El tanque de distribución es un depósito para cubrir la demanda de agua en las horas de mayor consumo, teniendo como objetivo almacenar agua en las horas de menor consumo.

Características:

- El acero será de 5/8" corrugado grado 40 para los escalones exteriores del tanque.
- La sabieta para sellar los escalones externos, utilizar la proporción 1:2 en volumen de cemento, arena de mina triturada certificada respectivamente y estar reforzado con varillas de acero No. 5 legítimo de  $f'y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$ , con las dimensiones mostradas en el plano respectivo..

### RED DE DISTRIBUCIÓN

Está integrada por las tuberías que salen del tanque de distribución y que distribuyen el agua a las viviendas de los beneficiarios y para este plan de mejora se contemplan la instalación de conexiones domiciliarias.

Estas para su ejecución se componen de:

### TUBERÍA DE HIERRO GALVANIZADO

Los tubos galvanizados, son tubos de acero cuyas superficies exteriores e interior han sido recubiertos de zinc, por cualquier procedimiento que satisfagan como mínimo las especificaciones contenidas en las normas ASTM A-1206212 y que en su fabricación hayan sido soldados eléctrica sin costura y galvanizados en caliente. Deberán estar roscados en ambos extremos y tener cada tubo una pieza para acoplar, conforme especificaciones ASTM y ASPT.



## INSTALACION DE LA TUBERÍA DE HG

Debe instalarse expuesta al medio ambiente. Por corrosión debería ir solo expuesta con muertos de concreto para su fijación y protección, cada tubo de HG debe de llevar al menos dos anclajes o soportes, los cuales serán de una altura variable y deben construirse a 1.00 m de los puntos donde se encuentren las uniones de los tubos. Estos anclajes llevarán acero de 3/8" como mínimo.

Los anclajes deberán ser capaces de soportar el empuje producido por el peso de la tubería entre anclajes, sus accesorios y el agua que contiene; lo que ayudara a reducir el golpe de ariete. En todo tramo expuesto o a la intemperie debe de utilizarse tubería de HG. Para efecto de determinar presiones o fugas se debe probar la tubería por medio de bomba manual con manómetro a no más de 600 metros de longitud, a una presión de trabajo igual que la especificación de la tubería. En los cambios de dirección de la tubería se debe construir tope de concreto que permitan absorber el golpe de ariete. Colocar uniones universales a una distancia no mayor de 36 metros en toda la red de tubería HG.

- Los cortes de tuberías se harán perfectamente a escuadra.
- Las roscas se harán con Tarija para que sea cónica. Si se usan nipples prefabricados, estos deberán tener rosca cónica, las tarrajas deberán tener los dados en perfecto estado para que las roscas sean perfectas y sin despostillamientos.
- Las roscas de fabrica de los tubos, si por el manipuleo se han dañado los bordes o se ha perdido la forma circular deberán ser cambiados y/o podrán ser utilizados al hacerles nuevas roscas.

## UNIONES:

En general, las uniones de tubo HG se harán por medio de copla, de las que están provistos todos los tubos. Cuando sea necesario unir fracciones de tubos, se procederá de la siguiente manera:

- Los cortes se harán en ángulo recto con respecto a su eje longitudinal, limando su borde interior hasta conseguir que su diámetro sea correcto y libre de rebabas. Para el corte, se utilizarán terrajas limpias y afiladas en perfecto estado, que no deterioren en ninguna forma la tubería y se utilizara aceite para facilitar la operación, los dados de terraja deberán graduarse tres o cuatro veces por lo menos para hacer los hilos de las roscas.
- Los hilos de las roscas se harán en la forma y longitud que permita atomizarlas herméticamente sin forzarlas. Debe evitarse el sobreroscado en caso de existir debe cortarse, ya que por una longitud así, hará imposible que el accesorio o válvula entre lo suficiente para obtener un sello adecuado, creado una zona débil en el tubo.
- Para las uniones se deben usar piezas en buen estado, sin roturas, sin porosidad o algún otro defecto que impida el buen funcionamiento de la tubería. Las roscas de las uniones deben sellarse permatex u otro producto similar. Las uniones universales se colocarán como mínimo a cada 20 tubos.



## CONEXIONES DOMICILIARES CON CONTADOR

Se compone de los accesorios necesarios para que cada vivienda cuente con servicio de agua potable por medio de una acometida.

### MATERIALES PARA CONEXIONES

Tubería y accesorios de cloruro de polivinilo (PVC), deberá cumplir con todo lo especificado para ésta clase de tubería en éste mismo documento, deberán tener una presión mínima de trabajo de 315 libras/pulg.<sup>2</sup>, y un diámetro de 1/2".

Llave de cheque, deberá ser de bronce para una presión de trabajo de 315 libras/pulg.<sup>2</sup>, deberá colocarse después del medidor volumétrico. Tiene la característica que solo permite el flujo del agua en un solo sentido.

Válvula de compuerta necesaria para interrumpir el flujo dentro de la vivienda para realizar las reparaciones requeridas.

Vástago de hierro galvanizado de 1/2", éste se fijará al suelo con un macizo de concreto de baja resistencia.

Válvula antifraude: es una válvula que, de manera similar a una caja fuerte, únicamente puede abrirse con una llave específica y con una secuencia de actuación. Deberá instalarse antes del medidor volumétrico y ser capaz de soportar una presión de trabajo de 10 bar y una presión de prueba de hasta 25 bar.

Medidor de flujo Volumétrico:

El medidor volumétrico es usado para medir agua potable en las tomas domiciliarias y que permite llevar un registro acumulativo del consumo de agua en una vivienda. Presión de trabajo máxima hasta 10 bar. Con cuerpo de nylon y de registro seco, sellado herméticamente al vacío y con protección magnética. Equipado con estrella rotatoria indicadora de flujos muy bajos y fugas. Carátula de policarbonato antiempañante de alta resistencia a impactos. La lectura se deberá registrarla en metros cúbicos con un marcador de por lo menos 4 dígitos y con 2 decimales. El medidor deberá colocarse en posición horizontal. El medidor deberá ser clase "B", que corresponde para aguas claras y turbiedades bajas.

Llave de chorro, debe ser de 1/2" de diámetro de bronce y de preferencia sin rosca para manguera, de preferencia se deberán comprar llaves que sean fabricadas en norte América o italianas.

Tapaderas de las conexiones domiciliarias. Cada conexión domiciliar contará con dos cajas de concreto. La primera se ubicará fuera del límite de la propiedad del usuario y ahí se ubicará la válvula antifraude y la válvula de compuerta. Esta caja permitirá cortar el servicio al consumidor moroso o interrumpir el servicio cuando hay una fuga en una vivienda y los propietarios no se encuentran. En la segunda caja se ubicará el medidor volumétrico y la llave de cheque. Las dimensiones de las cajas están dadas en los planos correspondientes.

## CERCO PERIMETRAL

Todos los predios donde existan estructuras pertenecientes al sistema de agua deberán ser circulados con un cerco perimetral, el cual se construirá con paraleles de madera, separados a una distancia de 1.50 metros, con cinco hiladas de alambre espicado.



## GRAPAS O LAÑAS

Grapas de hierro galvanizado de 1 ¼ de pulgada de largo, para fijar alambre espicado a parales de maderas.

## ALAMBRE ESPIGADO

Alambre de púas o espicado galvanizado de 2 hilos para cercos, calibre 14 con púas de 4 puntas a no más de 8 centímetros.

## EJECUCIÓN

### LIMPIEZA, CHAPEO Y DESMONTE

- La línea para instalación de la tubería deberá ser inicialmente limpiada de troncos, árboles, vegetación viva o muerta, en un ancho mínimo de 1.20 metros; 0.60 metros a cada lado del eje de instalación de la tubería.
- El supervisor podrá ordenar la preservación de árboles u otro tipo de vegetación dentro del área de limpieza.
- Todo el material resultante de la limpieza, chapeo y desmonte, deberá ser conveniente dispuesto donde no se ocasione daño a las propiedades vecinas.

### OBRAS PERMANENTES

Son todos los trabajos necesarios para materializar la infraestructura solicitada en estos documentos y toda obra adicional que de acuerdo a la buena práctica de ingeniería, pueda mejorar el buen funcionamiento y la durabilidad del proyecto, esté solicitada o no en estos documentos. Entre los renglones de obras necesarias a considerar están:

1. Colocación e instalación de tubería, válvulas y accesorios, (fabricación de anclajes y cajas de válvulas).
2. Pruebas de presión.
3. Cubrimiento de tubería y relleno de zanja.
4. Otras obras (reposición de cualquier otra estructura que haya sido demolida temporalmente para instalar la tubería).

### EJECUCIÓN DEL TRABAJO PARA CONEXIONES DOMICILIARES

- Bajo conexiones domiciliarias se harán las instalaciones necesarias para unir la tubería de la red de distribución de agua potable, con las casas.
- La conexión se hará en la forma indicada en los planos y en los lugares adecuados, incluye el zanjeo necesario para descubrir la tubería de la red de distribución y el necesario para instalar la tubería y los accesorios de la conexión en sí, la perforación de la red de distribución o instalación del accesorio respectivo, la instalación de la tubería y sus accesorios, la instalación de una llave de paso, la construcción e instalación de la protección para las válvulas de paso y el relleno del zanjeo.
- La perforación del tubo principal y su roscado si fuera el caso, se deberá hacer con la herramienta adecuada para garantizar la estabilidad del tubo y una conexión libre de fugas. La inserción se hará con el accesorio apropiado según se muestre en los planos o se indique en la descripción de la obra, o como indique el supervisor.



## DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INSTALACIÓN DE TUBERÍA

Este comprende todo trabajo de instalación de tuberías de agua y que no esté en otra sección de estas especificaciones.

Trabajo incluido:

- Generalidades
- Limpia, champeo y desmonte
- Zanjeo
- Soportes para tuberías
- Instalación de tubería de PVC
- Prueba de tuberías
- Relleno de zanjas
- Lavado y desinfección interior de la tubería
- Materiales.

## GENERALIDADES

Esta sección incluye la limpieza del terreno, zanjeo, colocación de la tubería, accesorios y válvulas, soportes y anclajes, prueba de presión, lavado y desinfección de la tubería y relleno de la zanja de acuerdo a lo indicado en los planos, descripción del proyecto y las especificaciones generales para cada operación.

- Antes de iniciar el trabajo se deberán localizar las instalaciones y tuberías existentes para evitar dañarlas, marcándolas cuidadosamente. Es responsabilidad del contratista el daño que ocasione, así como el arreglo del material de acabado de calles que sea necesario remover.
- Se colocarán indicaciones de peligro y las protecciones necesarias en los puntos dentro de poblaciones que sean de tránsito de vehículos o peatones.
- Al terminar el trabajo debe retirarse todo material sobrante y efectuarse todas las reparaciones de daños ocasionados.
- Las tuberías se colocarán en el lugar y niveles indicados en los planos o donde lo fijen las bases especiales, predominando las últimas.
- Deberá utilizarse las herramientas adecuadas y métodos de trabajo recomendados por los fabricantes.
- Todo daño, desperfecto o rotura que se ocasione con motivo del trabajo a otras instalaciones existentes de: teléfonos, desagües, electricidad, etc. Serán reparados con brevedad posible por cuenta del contratista y sin recibir por ello, compensación adicional.
- Cualquier pavimento que fuera necesario romper para instalar la tubería, deberá reponerse y dejarse en condiciones iguales o superiores a las que tenía antes de la instalación.
- Una vez terminada la instalación de la nueva red de distribución, el contratista procederá a extraer la tubería de la red existente para evitar que existan conexiones entre las viviendas y dicha red y que se puedan convertir en fugas para el nuevo sistema.



## ZANJEO

- Las tuberías se emplazarán siguiendo los ejes que se indiquen en los planos, como lo señale el supervisor.
- Se deberá cortar zanja simétrica al eje de instalación de la tubería dejando los siguientes recubrimientos sobre el diámetro del tubo; a menos que las bases especiales indique algo distinto.
- En terrenos cultivados, caminos o áreas de tránsito liviano, 0.80 metros.
- Donde no exista posibilidad de tránsito o cultivo, 0.60 metros.
- El fondo de la zanja deberá ser recortado cuidadosamente para permitir un apoyo uniforme de la tubería. En los casos de suelos que contengan piedras y pedruscos, se deberá remover todas las que aparezcan en el fondo de la zanja rellenando los espacios con material suelto compactado para uniformar el fondo de la zanja.
- En los suelos con poca estabilidad se deberá apuntalar la zanja para evitar desplomes de las paredes, se deberá tomar las medidas necesarias para vaciar la zanja de agua proveniente de infiltración o lluvia por medio de desagüe en los puntos bajos, por bombeo o por tablestacados según convenga el caso, manteniéndola seca hasta que se rellene.
- En los casos en que la tubería deba ser colocada en zanja cortada en roca, deberá excavarse la roca hasta un mínimo de 15 centímetros por debajo del nivel de instalación de la tubería, rellenándola posteriormente con material adecuado compacto para formar apoyo uniforme.
- Si los materiales que se encuentran a la profundidad de instalación de la tubería no son satisfactorio porque pueden causar asentamientos desiguales; o ser agresivos a la tubería, se deberán remover en todo el ancho de la zanja en una profundidad de 0.20 metros o más si lo indica el supervisor, reponiéndolo con material satisfactorio debidamente compactado.
- El ancho de la zanja, deberá ser suficiente para la correcta instalación de la tubería, así como para permitir una adecuada compactación del relleno a los lados de la misma.
- Según el tipo de tubería que se use, podrá ser necesario hacer ampliaciones de la zanja en los puntos de unión o de instalación de accesorios, para permitir una adecuada instalación de las uniones.
- El ancho de la zanja, así como las dimensiones de las ampliaciones deberán ser aprobadas por el supervisor, tomando en cuenta el método de zanqueo y el tipo de tubería a instalarse. En general, el ancho de la zanja a ser cortada por métodos manuales deberá ser entre 0.60 y 0.80 m según sea el caso, más el diámetro exterior de la tubería.

## INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC

- Se cortará la tubería a escuadra; utilizando guías y luego se quitará la rebaba del corte y se limpiará el tubo de viruta interior y exteriormente. El tubo debe penetrar en el accesorio o campana de otro tubo sin forzarlo por lo menos un tercio de la longitud de la copla, si no es posible debe afilarse o lijarse la punta del tubo.
- Se aplicará el cemento solvente que debe estar completamente fluido y si el cemento empieza a endurecerse en el frasco, deberá desecharse.
- Antes de aplicarse el cemento solvente se debe quitar toda clase de suciedad que se encuentra en la parte que se va a aplicar, tanto en el exterior del tubo como en la superficie interior del accesorio, por medio de un trapo seco.
- El cemento debe ser aplicado en una capa delgada y uniforme; puede usarse cepillo o brocha. Se deberá hacer rápidamente, ya que el cemento seca en dos minutos aproximadamente. No se deberá exagerar el uso del solvente sino que solo darle un revestimiento a las dos piezas.



- Para el ensamble se deberá hacer una rotación de  $\frac{1}{4}$  de vuelta, presionando el tubo cuando las superficies todavía estén húmedas, debiéndose dejar fija la unión por lo menos 30 minutos.
- La tubería deberá colocarse cuidadosamente en la zanja y tener el cuidado al trabajarla que los operarios no se paren en ella.
- La tubería se colocará en la zanja y se cubrirá dejando expuesta las uniones para hacer la prueba que más adelante se especifica.
- Esta tubería deberá cubrirse en las primeras horas de la mañana cuando esté fría y no dilatada por la acción del calor.

## PRUEBA DE TUBERÍAS

Toda instalación de tubería deberá ser probada para resistencia y fugas, sometiéndola a presión interna por agua antes de hacer el relleno total de las zanjas. Se deberá rellenar previamente solo aquellas partes en que se necesita en soporte del suelo como anclaje de la tubería.

La tubería será sometida a la prueba de presión con agua después de llenarla totalmente hasta expulsar todo el aire por los puntos altos. Los tramos a probar deberán ser de preferencia aislados por las válvulas instaladas y en tramos no mayores de 400 metros, a menos que lo autorice el supervisor. La presión a aplicar será tal que se consiga 99 libras por pulgada cuadrada (PSI) o la presión máxima de trabajo (determinada por la presión estática más 20%) según la que sea mayor y por un período mínimo de dos horas, no debiendo fallar ninguna de las partes.

## RELLENO DE ZANJAS

Las zanjas de instalación de tubería, deberán ser rellenadas después de la prueba de presión, tan pronto como se haya aprobado y aceptado la instalación.

El relleno se hará de la manera siguiente:

- Abajo y a los lados de la tubería, se deberá rellenar en capas de 7 centímetros perfectamente compactados; hasta media altura de la tubería.
- De aquí hasta 30 centímetros sobre el tubo, se deberá rellenar con capas no mayores de 15 centímetros.
- El material para rellenar las zanjas, hasta este nivel, deberá ser cuidadosamente escogido para que esté libre de pedruscos o piedras y permita una buena compactación.
- Si el material que se extrajo de la zanja no es adecuado, se hará el relleno con material seleccionado.
- De los 30 centímetros sobre el tubo hasta el nivel de relleno total, se hará en capas no mayores de 30 centímetros y el material podrá contener piedras hasta de 20 centímetros en su máxima dimensión a menos que se indique lo contrario. En los lugares donde el asentamiento del relleno no es de importancia, como en las líneas de conducción instaladas en poca pendiente, no será necesario hacer la compactación desde 30 centímetros sobre el tubo hasta el nivel del terreno, debiendo colocarse todo el material excavado en la zanja, hasta formar un camellón uniforme sobre el terreno y hacer una compactación final para que el terreno no quede suelto.
- En cualquier caso, todo el material de zanqueo sobrante deberá ser retirado del área de instalación y dispuesto en forma satisfactoria.
- En los casos de terrenos con 20% o más de inclinación en el eje de instalación se deberán construir muros de retención del relleno; transversales al eje de la tubería y de ancho tal que queden



firmemente soportados por el terreno a los lados de la zanja. Tales muros de retención podrán ser contruidos de mampostería o concreto ciclópeo de tamaño y diseño aprobado por el supervisor. El espaciamiento de los muros de retención no será mayor de 30 metros.

- Igualmente en todos los puntos donde la instalación de la tubería cambie de enterrada a sobre el terreno, deberá construirse un muro de retención del relleno, que podrá ser a la vez soporte de la tubería.

#### LAVADO Y DESINFECCIÓN INTERIOR DE LA TUBERÍA

- Antes de poner en servicio las tuberías instaladas deberá procederse a lavarlas y desinfectarlas interiormente.
- Primero se procederá al lavado para lo que se hará circular agua a velocidad no menor de 0.75 metros por segundo, por un período mínimo de 15 minutos o el tiempo necesario para que circule dos veces el volumen contenido por las tuberías, según el que sea mayor.
- Para la desinfección se deberá comenzar por vaciar la tubería, llenándola después con agua que contenga 20 miligramos por litro de cloro, la que se mantendrá 24 horas en la tubería. Cuando no se pueda vaciar previamente la tubería, se introducirá un volumen dos veces mayor que el volumen de agua contenido, proporcionando escapes en todos los extremos durante la aplicación del agua clorada para desinfección.
- Después de las 24 horas, se vaciarán las tuberías o se procederá a lavarlas haciendo circular agua en cantidad suficiente para eliminar la empleada para desinfección. El agua a emplearse para el lavado final será de calidad igual a la que circulará por la tubería en su funcionamiento normal.



## Bibliografía

- Diagnóstico situación de SAN municipio de Santa Catarina Palopó, departamento de Sololá. Secretaria de Seguridad Alimentaria y Nutricional –SESAN-, julio de 2,017
- Diseño del sistema de alcantarillado para el Caserío Xepec y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad en el casco urbano, Santa Catarina Palopó, Sololá. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. José Ricardo Medina Salguero, Guatemala, septiembre de 2,020
- Evaluación de la elaboración de lombricompost a partir de la estabilización y secado de lodos residuales con óxido de calcio y la adición de ninfas provenientes de la planta de tratamiento de efluentes de la Asociación Amigos del Lago ubicada en Santa Catarina Palopó, Sololá, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química, Gino Vittorio Aresti Alvarado, Guatemala, octubre de 2,019
- Informe de muestreo de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la Cuenca del Lago de Atitlán, 2,020. Departamento de Investigación y Calidad Ambiental AMSCLAE Flor Mayarí Barreno Ortiz, Elsa María Reyes Morales, Panajachel, Sololá, noviembre de 2,020
- Kit para aprovechar plásticos en el hogar Natzuk, Hogares Sostenibles, Guatemala, Año 2,017
- PDM Plan de Desarrollo Municipal de Santa Catarina Palopó 2,008 – 2,022 Secretaría General de Planificación de la Presidencia, SEGEPLAN Sololá.
- Plan Comunitario de Agua y Saneamiento Cabecera Municipal Santa Catarina Palopó Mancomunidad de Municipios Kaqchiquel Chichoy Atitlán Mankatitlán, Año 2,011.



## Anexo 3. Planos

