



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

Plan Maestro en Agua y Saneamiento, Municipio de San Andrés  
Semetabaj, Departamento de Sololá

Juan Estuardo Juárez Aguilar  
Asesorado por Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga

Guatemala, octubre de 2004

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	IV
GLOSARIO .....	VIII
RESUMEN .....	XIII
OBJETIVOS.....	XIV
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO.....	1
1.1 Geografía.....	1
1.2 Localización y ubicación .....	1
1.3 Extensión territorial .....	5
1.4 Legislación y planificación municipal .....	6
1.5 Hidrología .....	6
1.5.1 Descripción de la micro - cuenca formada por los ríos y cuerpos de agua adyacentes al área en estudio .....	6
1.5.2 Ubicación de estaciones metereológicas.....	7
1.5.3 Evaporación.....	7
1.5.4 Radiación solar .....	7
1.5.5 Temperatura .....	8
1.5.6 Vientos.....	8
1.5.7 Precipitación pluvial .....	8
1.5.8 Humedad relativa.....	8
1.6 Zona de vida y región boscosa.....	9
1.7 Vías de comunicación.....	10
1.8 Población.....	10
1.9 Servicios públicos.....	12
1.9.1 Agua y saneamiento.....	12

1.9.2	Otros servicios .....	13
1.10	Indicadores de morbilidad y mortalidad .....	16
1.11	División política administrativa.....	17
2.	METODOLOGÍA UTILIZADA PARA REALIZAR EL PLAN MAESTRO .....	19
2.1	Metodología utilizada para realizar la evaluación y clasificación de los sistemas de agua y saneamiento .....	19
2.1.1	Metodología en sistemas de agua para consumo humano....	21
2.1.2	Metodología utilizada en sistemas de saneamiento básico ...	33
3.	RESULTADOS Y BENEFICIOS ESPERADOS .....	47
3.1	Situación diagnóstica de los sistemas actuales.....	47
3.2	Recurso hídrico .....	47
3.3	Mapas temáticos y base de datos .....	47
3.4	Clasificación de los sistemas de agua y saneamiento.....	48
3.5	Descripción de las acciones a realizar en cada componente .....	48
3.5.1	Tipos de proyectos y criterios de selección .....	49
3.6	Priorización de acciones y presupuesto requerido .....	55
3.6.1	Criterios de priorización .....	55
3.7	Costos y forma prevista de financiamiento .....	56
3.7.1	Estimación de costos .....	56
3.7.2	Forma prevista de financiamiento .....	58
3.7.3	Costos de preinversión .....	59
4.	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN .....	61
4.1	Clasificación de los sistemas de agua para consumo humano según grado de emergencia y fases de intervención a 6 años.....	61
4.2	Resultado según grados de urgencia de los sistemas de agua potable.....	62

4.3	Clasificación de los sistemas de saneamiento básico según grado de emergencia y fases de intervención a 6 años.....	63
4.4	Resultado según grados de urgencia de los sistemas de saneamiento .....	64
4.5	Resultado de identificación de botaderos clandestinos .....	65
5.	PRIORIZACIÓN Y ACCIONES REQUERIDAS PARA MEJORAR LOS SISTEMAS DE AGUA Y SANEAMIENTO BÁSICO.....	67
6.	ACCIONES Y PRESUPUESTO REQUERIDO POR FASES DE INTERVENCIÓN.....	73
6.1	Primera fase .....	73
6.2	Segunda fase .....	75
6.3	Tercera fase .....	77
7.	PROYECTOS ADICIONALES .....	79
7.1	Fuentes aprovechadas .....	79
7.2	Proyección de vida útil de las fuentes.....	80
8.	RESUMEN GENERAL DE INTERVENCIÓN.....	85
9.	ACTUALIZACIÓN DE PLAN MAESTRO .....	87
9.1	Procedimiento para la actualización y/o modificación del plan .....	87
9.2	Monitoreo de ejecución del plan .....	87
9.3	Proceso para elaboración del plan operativo anual .....	87
9.4	Divulgación del plan maestro.....	88
	CONCLUSIONES .....	89
	RECOMENDACIONES .....	91
	BIBLIOGRAFÍA.....	93
	ANEXOS .....	95

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Mapa ubicación de Guatemala en América .....	2
2. Mapa ubicación del departamento de Sololá en Guatemala .....	3
3. Ubicación del municipio de San Andrés Semetabaj en el departamento de Sololá.....	4
4. Municipios colindantes de San Andrés Semetabaj .....	5
5. Hidrografía de la zona de influencia del municipio de San Andrés Semetabaj .....	9
6. Mapa centros poblados de San Andrés Semetabaj.....	18
7. Mapa resultado según prioridad de intervención en sistemas de agua potable.....	62
8. Mapa resultado según prioridad de intervención en sistemas de saneamiento .....	64
9. Mapa ubicación de botaderos clandestinos .....	65
10. Manantiales de agua aprovechados.....	79
11. Mapa temático de la red de distribución del sistema de agua potable .....	120
12. Mapa temático de los nacimientos y línea de conducción del sistema de agua potable.....	121

### TABLAS

I. Población beneficiada .....	11
II. Índices generales de morbi – mortalidad .....	16
III. Índices materno infantiles de morbi - mortalidad .....	17
IV. Punteo por riesgo sanitario en sistemas de agua .....	31
V. Punteo por calidad bacteriológica en sistemas de agua .....	31
VI. Punteo por continuidad en sistemas de agua.....	31
VII. Punteo por cantidad en sistemas de agua .....	31

VIII.	Punteo por cobertura del sistema de agua .....	32
IX.	Punteo por capacidad en administración, operación, mantenimiento y sostenibilidad .....	32
X.	Clasificación sugerida de los sistemas de agua según resultados de evaluación ....	32
XI.	Punteo de cobertura en saneamiento .....	43
XII.	Punteo de riesgos sanitarios en saneamiento .....	44
XIII.	Punteo de año de construcción en saneamiento .....	44
XIV.	Punteo de capacidad instalada en saneamiento .....	44
XV.	Clasificación sugerida por sistema de saneamiento según el resultado de evaluación .....	44
XVI.	Clasificación sugerida para las acciones en saneamiento, incluyendo los cuatro sistemas evaluados .....	45
XVII.	Clasificación de los sistemas de agua para consumo humano según grado de emergencia .....	61
XVIII.	Clasificación de los sistemas de saneamiento según el grado de emergencia .....	63
XIX.	Tipo de acciones en agua para consumo humano .....	67
XX.	Tipo de acciones en sistemas de disposición de excretas y aguas negras .....	68
XXI.	Tipo de acciones en sistemas de manejo de desechos sólidos .....	69
XXII.	Comunidades beneficiadas por el tren de aseo y relleno sanitario .....	70
XXIII.	Tipo acciones en control de humo intra domiciliar .....	71
XXIV.	Acciones en agua primera fase .....	73
XXV.	Acciones en disposición de excretas y aguas residuales primera fase .....	73
XXVI.	Acciones en manejo de desechos sólidos primera fase .....	74
XXVII.	Acciones en control de humo intra – domiciliar primera fase .....	74
XXVIII.	Acciones en agua segunda fase .....	75
XXIX.	Acciones en disposición de excretas y aguas residuales segunda fase .....	76
XXX.	Acciones en manejo de desechos sólidos segunda fase .....	76
XXXI.	Acciones en control de humo intra - domiciliar segunda fase .....	77
XXXII.	Acciones en agua tercera fase .....	77

XXXIII.	Acciones en disposición de excretas y aguas residuales tercera fase.....	78
XXXIV.	Acciones en manejo de desechos sólidos tercera fase .....	78
XXXV.	Acciones en control de humo intra - domiciliario tercera fase .....	78
XXXVI.	Proyección de vida útil de las fuentes de agua aprovechadas .....	80
XXXVII.	Presupuesto general de intervención.....	85
XXXVIII.	Proyección de vida útil de la fuente .....	114
XXXIX.	Proyección de volumen del tanque de distribución.....	117
XL.	Clasificación del sistema de agua según grado de emergencia.....	118
XLI.	Resumen del presupuesto.....	122
XLII.	Presupuesto desglosado para el sistema de agua .....	123
XLIII.	Aportes para la ejecución.....	124
XLIV.	Cronograma.....	124
XLV.	Clasificación del sistema de excretas.....	127
XLVI.	Clasificación del sistema de aguas residuales.....	129
XLVII.	Presupuesto desglosado para disposición de excretas y aguas residuales.....	130
XLVIII.	Clasificación del sistema de manejo de desechos sólidos.....	133
XLIX.	Presupuesto para la disposición de desechos sólidos.....	133
L.	Clasificación del sistema de control de humo intra – domiciliario .....	136
LI.	Presupuesto para el control del humo intra - domiciliario .....	136
LII.	Clasificación de los 4 sistemas de saneamiento.....	136
LIII.	Resumen general de intervención en saneamiento.....	137
LIV.	Cronograma de intervención en saneamiento .....	137
LV.	Boleta de evaluación de captación de brote definido.....	140
LVI.	Boleta de evaluación de pozo mecánico .....	141
LVII.	Boleta de evaluación de pozo excavado a mano.....	141
LVIII.	Boleta de evaluación de línea de bombeo.....	142
LIX.	Boleta de evaluación línea de conducción .....	143
LX.	Boleta de evaluación tanque de distribución.....	144
LXI.	Boleta de evaluación unidad de cloración.....	145

LXII. Boleta de evaluación red de distribución .....	145
LXIII. Boleta de evaluación para continuidad .....	146
LXIV. Boleta de evaluación para capacidad instalada .....	147



## **GLOSARIO**

### **Actividades productivas**

Se refieren a las principales actividades del municipio como el cultivo de maíz, frijol y algunas hortalizas, entre ellas brócoli, arveja china, repollo etc; además del comercio informal practicado en el área.

### **Agua potable**

Para que el agua pueda considerarse apta para la bebida o para ser distribuida como agua potable en una comunidad, debe cumplir ciertos requisitos fundamentales. Ser uniformemente clara o exenta de turbiedad, fresca en lo posible, con temperatura que varíe entre 5°C y 15°C, sin olor, agradable al paladar, aireada, no tener gérmenes de enfermedades infecciosas, bacterianas, parasitarias o materia orgánica y que la concentración de iones quede por debajo de la estipulada en las normas, para que no sea demasiado mineralizada y origine trastornos a los individuos.

### **Aguas negras**

Son las aguas que contaminadas durante su empleo en actividades realizadas por las personas.

Estas aguas provienen de usos domésticos, industriales y agrícolas, además de las aguas superficiales, aguas de lluvia, etc.

### **Análisis bacteriológico del agua**

Debido a la cantidad de parámetros que participan en el diagnóstico de la calidad del agua y a lo complejo que éste puede llegar a ser, se han diseñado índices para sintetizar la información proporcionada por esos parámetros. El agua debe estar exenta de gérmenes de origen entérico y parasitario intestinal, que son los que pueden transmitir enfermedades como salmonellas, síguelas, ebertehlla, amebas, además de tomar en cuenta enfermedades nuevas como el rota virus, etc. Su hallazgo no es solamente difícil, sino se duda que pueda encontrarse en la muestra, debido a su baja concentración, por consiguiente el examen bacteriológico tiende a mostrar la contaminación fecal o presencia de los gérmenes del grupo coliforme.

### **Bacterias aerobias**

Bacterias que requieren de oxígeno libre elemental para su desarrollo.

### **Bacterias anaerobias**

Bacterias que se desarrollan en ausencia de oxígeno libre y extraen oxígeno de las sustancias complejas al descomponerlas.

## **Bacterias**

Son los organismos unicelulares y microscópicos, que carecen de núcleo diferenciado y se reproducen por división celular sencilla. Para este estudio se considera bacterias a los agentes patógenos de enfermedades infecciosas.

## **Grupo coliforme**

Grupo de bacterias que habitan predominantemente en el intestino del hombre, pero que también se encuentran en vegetales, incluyéndose todos los bacilos aeróbicos facultativos y aerobios gramnegativos. Este grupo incluye cinco familias, de las cuales la mayor es la *Escherichia coli* que es un habitante normal del intestino del hombre y de los vertebrados; y el *Aerobacter Aerogenes*, que normalmente se encuentra en las semillas de las plantas y solamente en proporción variable en el intestino del hombre y de los animales.

## **Riesgo sanitario**

Para efectos de este trabajo se llamará riesgo sanitario en los sistemas de agua potable, a la medición de la sensibilidad de ser contaminados por un agente externo, debido al mal estado o inexistencia de los sistemas.

En los sistemas de saneamiento básico a la medición de la sensibilidad que las personas tienen de ser afectadas por la contaminación de su entorno debido al mal estado o inexistencia de los sistemas de saneamiento.

### **Saneamiento**

Es la rama de la salubridad destinada a eliminar los riesgos del ambiente natural, sobre todo, resultantes de la vida en común, crear y promover en él, las condiciones óptimas para la salud.

### **Sistemas de información geográfica (SIG)**

Se refiere a una tecnología de manejo de información geográfica formada por equipos electrónicos (*hardware*) programados adecuadamente (*software*) que permiten manejar una serie de datos espaciales (información geográfica) y realizar análisis complejos con estos, siguiendo los criterios impuestos por el equipo científico (personal).

### **Sistemas de información geográfica raster**

Los sistemas de información raster basan su funcionalidad en una concepción implícita de las relaciones de vecindad entre los objetos geográficos.

Su forma de proceder es dividir la zona de afección de la base de datos en una retícula o malla regular de pequeñas celdas (a las que se denomina píxeles) y atribuir un valor numérico a cada celda como representación de su valor temático.

**Sistemas de información geográfica vectoriales** Son aquellos sistemas de información geográfica que para la descripción de los objetos geográficos utilizan vectores definidos por pares de coordenadas relativas a algún sistema cartográfico.

## RESUMEN

El municipio de San Andrés Semetabaj, cuenta con dieciséis comunidades, con un total de 10,611 habitantes. Se divide en un pueblo, tres aldeas, un cantón y 11 caseríos.

Se planificaron proyectos de agua y saneamiento en función de criterios de priorización, que en concreto, evalúan los riesgos sanitarios que los sistemas pueden tener, si no se mantienen en buen estado. Además, se elaboró el plan de inversión que contiene fases de intervención a seis años, donde las comunidades son priorizadas según su nivel de intervención.

La cobertura de sistemas de agua representa un 98%; el recurso hídrico básico del municipio para el abastecimiento de agua potable a la población, está constituido principalmente por 18 manantiales, que por su localización, permiten conducir el agua, por gravedad, a las comunidades; sólo la aldea Godínez se abastece por medio de un pozo con bomba. En función de la demanda, escasez del vital líquido y estado de los sistemas, se definen proyectos de mejoras en los sistemas, implementación de nuevos proyectos de pozos con bomba y un estudio hidrogeológico que proponga buen manejo de la explotación del recurso agua.

En las dieciséis comunidades, el porcentaje de cobertura en cada uno de ellas, en lo que respecta a saneamiento básico, varía entre 40% y 80%. Se proponen soluciones que incluyen letrinización, pozos sumideros, basureros familiares y estufas mejoradas.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Dotar al municipio de San Andrés Semetabaj de un plan maestro de agua y saneamiento a fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

### **Específicos**

1. Disminuir la morbi - mortalidad asociada a enfermedades de origen hídrico y deficiente saneamiento básico.
2. Propiciar el adecuado aprovechamiento y mantenimiento de los recursos naturales.
3. Asesorar sobre fortalecimiento municipal en materia de servicios públicos, agua y saneamiento.
4. Mejorar la infraestructura del agua y saneamiento básico.

## INTRODUCCIÓN

Con este trabajo se obtendrá el diagnóstico general del municipio. Se propone un plan de solución flexible y sostenible, enfocado a los sistemas de agua y saneamiento básico, en donde se obtendrán datos puntuales y muy específicos como la ubicación espacial del problema de estudio, un sistema normal de recolección de datos, información actualizada y organizada e información instantánea y representación grafica del problema en estudio.

Para desarrollar el informe fue necesario capacitar al personal de campo proporcionado por la municipalidad de San Andrés Semetabaj, realizar un reconocimiento del área de influencia y evaluar los componentes de los sistemas de agua y saneamiento existentes en las comunidades beneficiadas; supervisión de trabajo en campo, tabulación de información y elaboración de una base de datos por medio de sistemas de información geográfica (SIG) la cual proporcionará información confiable didáctica que puede ser actualizada y/o modificada según la necesidad y/o avance de las acciones.

Los costos estimados para las acciones en los sistemas de agua y saneamiento son costos medios utilizados normalmente por ejecutores de proyectos por lo que se pueden considerar confiables. En donde se requiere de un estudio previo a la inversión, es recomendable que la gestión del proyecto se realice con el estudio técnico ya elaborado.



Los servicios públicos evaluados en el presente trabajo de graduación son los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, sistema de disposición de excretas y aguas residuales, sistema de disposición de los desechos sólidos y sistema de control de humo intra – domiciliar (estufas mejoradas).

# 1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

## 1.1 Geografía

El 90% de la extensión territorial de San Andrés Semetabaj se encuentra ubicada dentro de la cuenca del lago de Atitlán, su altitud oscila entre los mil novecientos y los dos mil cuatrocientos metros sobre el nivel del mar, lo cual representa la variación topográfica que existe en su territorio. Las partes más altas se encuentran al este del municipio, hacia el altiplano, y las partes más bajas al oeste, hacia el lago de Atitlán; la cabecera es el segundo centro poblado más bajo con 1,945 metros sobre el nivel del mar.

## 1.2 Localización y ubicación

El municipio de San Andrés Semetabaj, está situado al oeste de la ciudad capital, a una distancia de 157 kilómetros por la carretera **CA-1**. Sus colindancias son al norte con Chichicastenango (departamento de El Quiché); al este con Tecpán y Patzún (departamento de Chimaltenango); al sur con Santa Catarina Palopó y San Antonio Palopó; y al oeste con Panajachel y Concepción.

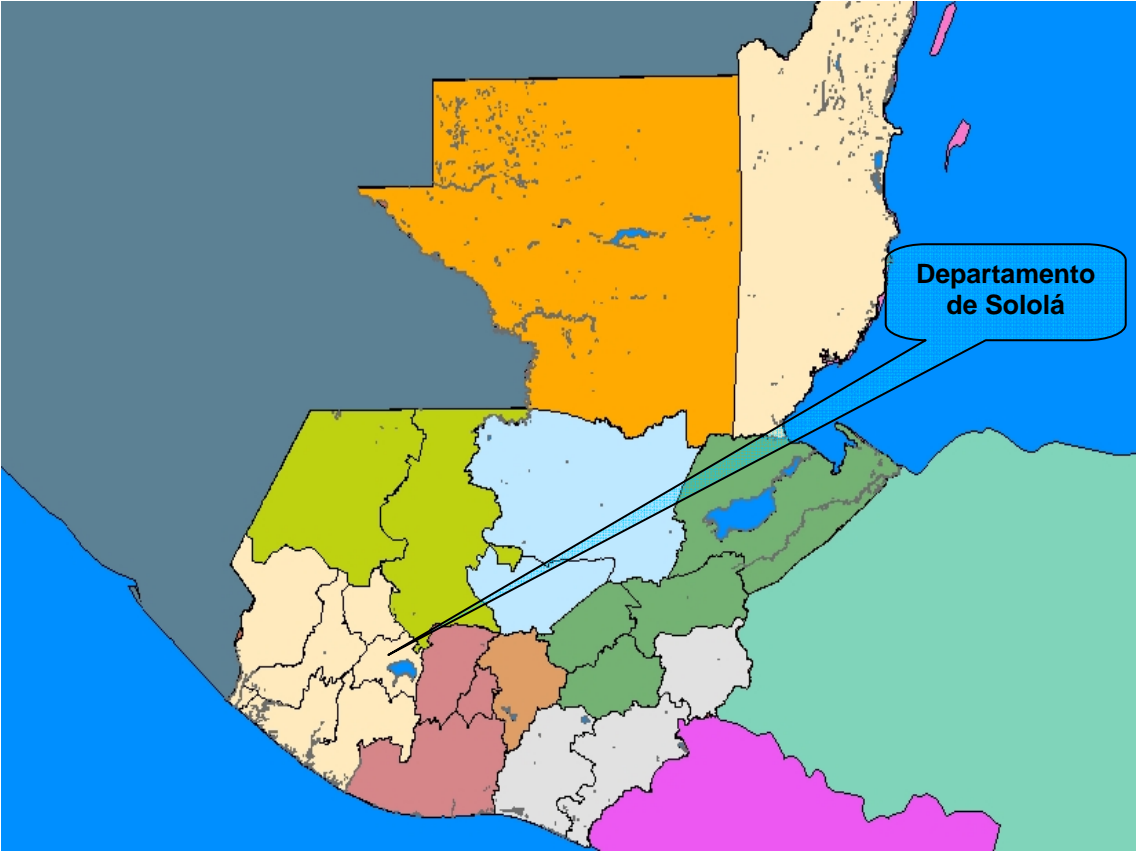
San Andrés Semetabaj tiene coordenadas latitud: 14° 44´ 42”, y longitud: 91° 08´ 05”. De esta cuenta, el municipio pertenece a las tierras altas de la cadena volcánica, con predominio de pequeñas montañas y colinas.

**Figura 1. Mapa ubicación de Guatemala en América**



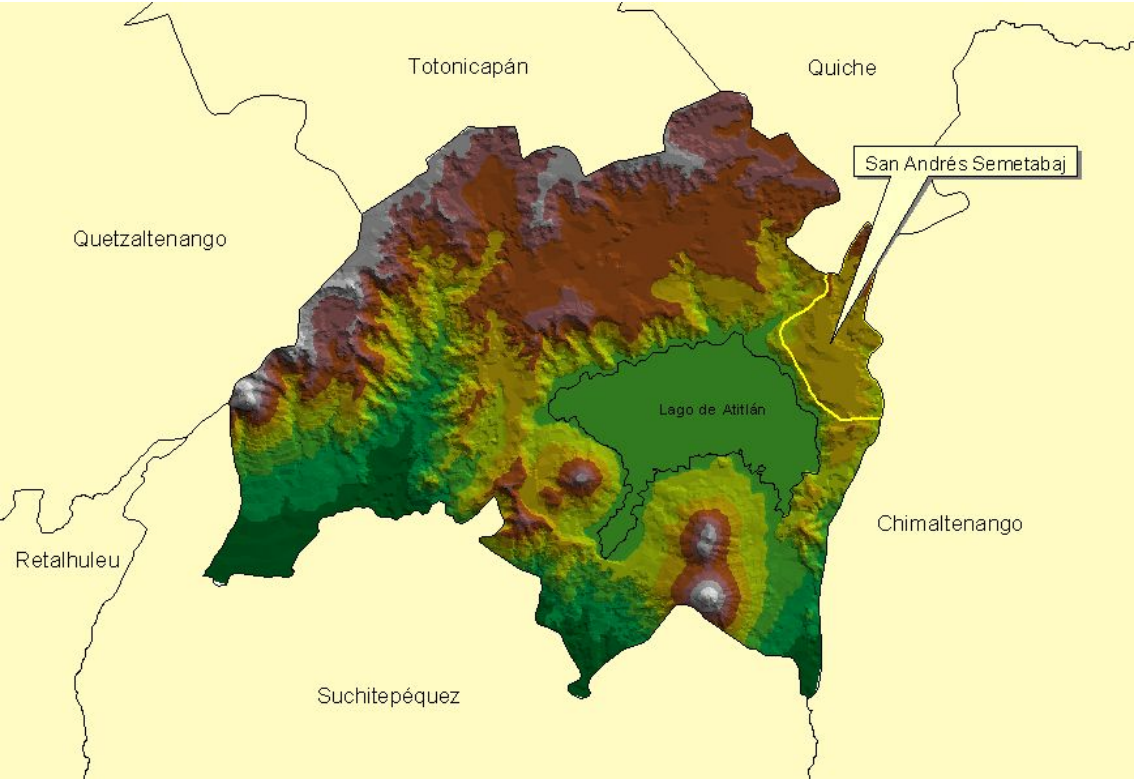
**Fuente: Cooperación española, Sololá.**

**Figura 2. Mapa ubicación del departamento de Sololá en Guatemala**



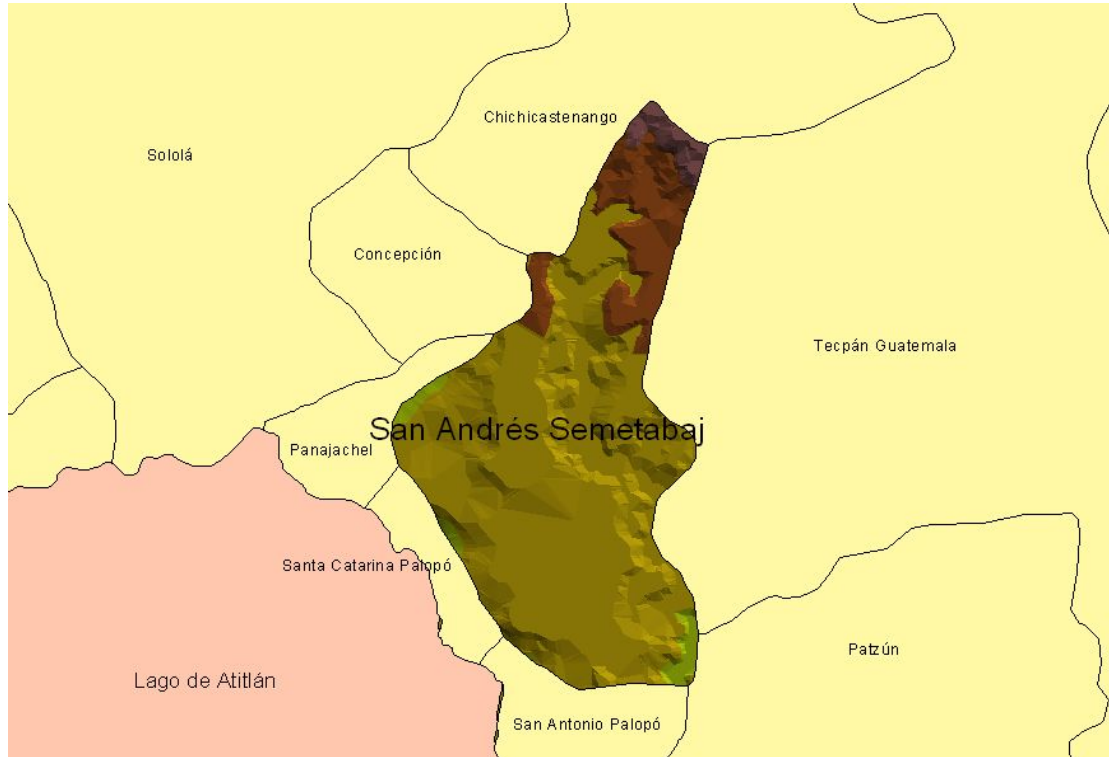
**Fuente: Cooperación española, Sololá.**

**Figura 3. Ubicación del Municipio de San Andrés Semetabaj en el Departamento de Sololá**



**Fuente: Cooperación española, Sololá.**

**Figura 4. Municipios colindantes de San Andrés Semetabaj**



**Fuente: Cooperación española, Sololá.**

### **1.3 Extensión territorial**

Tiene una extensión territorial de 48 kilómetros cuadrados, equivalente al 4.52% del territorio del departamento de Sololá.

## **1.4 Legislación y planificación municipal**

Actualmente la municipalidad cuenta con un plan de tasas (ya publicado) de contribución por mejoras hacia los servicios públicos, el cual contempla las obligaciones y derechos de los usuarios (tarifas) y las obligaciones y derechos de la Municipalidad (administración, operación y mantenimiento).

Además, desde el año 2002 el municipio cuenta con un plan integral de desarrollo, el cual fue elaborado con enfoque de participación ciudadana con apoyo del proyecto Fortalecimiento municipal y desarrollo humano integral en el altiplano sur financiado por la Cooperación española, y provee a la Municipalidad de una herramienta más para la planificación del desarrollo en su municipio.

## **1.5 Hidrología**

### **1.5.1 Descripción de la micro - cuenca formada por los ríos y cuerpos de agua adyacentes al área en estudio**

El río de mayor importancia es el Madre Vieja, este río nace en las partes altas del municipio de Tecpán aproximadamente a 3000 metros sobre el nivel del mar; es importante mencionar que uno de sus ramales principales también nace en las partes altas de San Andrés Semetabaj a una altura aproximada de 2800 metros sobre el nivel del mar, su longitud aproximada es de 125 Km. y desemboca en océano Pacífico.

El cauce principal del río está formado por los siguientes afluentes:

Río La Vega 12 Km. de longitud.

Río Chipo de 3 Km. de longitud.

Otro río conformante de la micro - cuenca donde se encuentra el municipio de San Andrés es el río Panajachel, el cual nace en las montañas de Chichicastenango aproximadamente a 2800 metros sobre el nivel del mar, su longitud aproximada es de 7 Km. y desemboca en el lago de Atitlán.

La micro – cuenca identificada se encuentra delimitada principalmente por la cuenca del lago de Atitlán, la cual contiene al lago del mismo nombre, que es el cuerpo de agua más importante de la región.

### **1.5.2 Ubicación de estaciones metereológicas**

La estación metereológica más cercana al área en estudio es la de Santiago Atitlán, la cual presenta las siguientes coordenadas 14°37'54" latitud y 91°13'53" longitud. A continuación se presentan los datos recabados por la estación.

### **1.5.3 Evaporación**

La evaporación promedio anual en el área es de 4.9 mm a la sombra, los principales factores que influyen la evaporación son:

- Radiación solar
- Temperatura
- Viento
- Humedad relativa

### **1.5.4 Radiación solar**

La radiación solar es la principal fuente de suministro de calor, e influye de una manera directa en la evaporación.



### **1.5.5 Temperatura**

La temperatura media anual, varía desde 4.3 a 30.1°C, esto indica la clara variación de temperaturas, se promedia una alta temperatura en verano y bajas temperaturas en invierno.

### **1.5.6 Vientos**

Los vientos dominantes en la mayor parte del año tienen una dirección promedio de 16° de norte a sur, con una velocidad media de 2.8 Km. /h, esto debido a la zona en la que se encuentra, en la cual las altas montañas delimitantes de la cuenca disminuyen considerablemente la velocidad de los vientos.

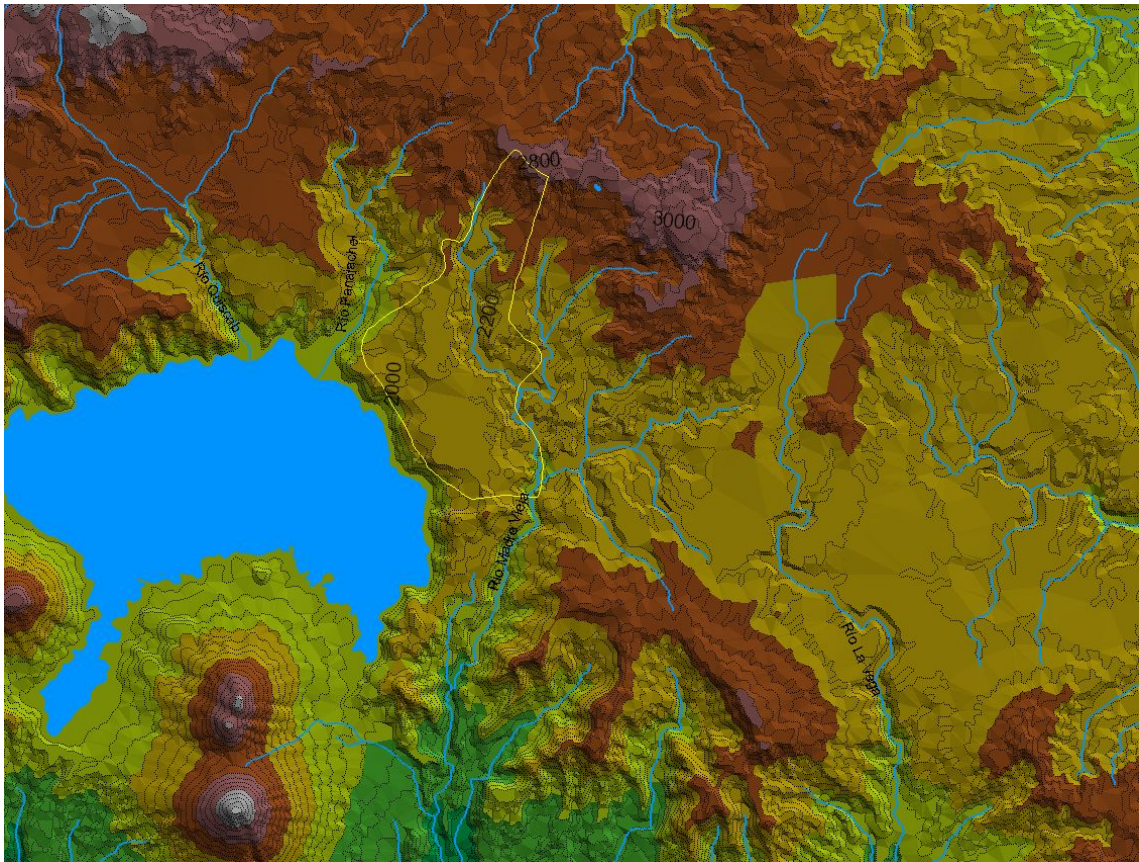
### **1.5.7 Precipitación pluvial**

La precipitación promedio anual de la zona es de 1280 mm.

### **1.5.8 Humedad relativa**

La humedad relativa del área es de 82.8° anual, lo que se puede comprender debido a la precipitación pluvial promedio, sus corrientes hidrográficas y su insolación.

**Figura 5. Hidrografía de la zona de influencia del municipio de San Andrés Semetabaj**



Fuente: Cooperación española, Sololá.

## **1.6 Zona de vida y región boscosa**

La zona de vida de la región es Bosque muy húmedo montano bajo, que ocupa el 5% del territorio nacional, se localiza en forma muy dispersa en las regiones montañosas del país que presentan alturas de 1800 a 3000 metros sobre el nivel del mar, así como precipitaciones a 2000 a 4000 milímetros al año.

## **1.7 Vías de comunicación**

Las principales vías de comunicación son carreteras asfaltadas desde la ciudad capital por la carretera CA-1 y CA-2. Las distancias desde la ciudad de Guatemala por la CA -1 hacia Sololá y Panajachel 157 Km; 1 vía las Trampas y las Cruces 138 Km y vía Patzicia, Patzún, Godínez 112 Km. Desde ciudad de Guatemala por la CA -2 vía Cocales y Godínez 207 Km.

## **1.8 Población**

Según censo realizado por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, a través del Sistema integral de atención en salud –ISAS-, la población total de San Andrés Semetabaj era en el año 2000, de 9.894 habitantes. En base a este dato, el INE proyectó la población a 10,218 personas para el año 2,001. La densidad de población era entonces de 213 habitantes por kilómetro cuadrado, es decir, menos que el promedio del departamento (290 hab. /km<sup>2</sup>). Sin embargo, el doble de la densidad nacional (108 hab. /km<sup>2</sup>). El crecimiento de la población se realiza a un promedio anual de 3.25%.

Según el Instituto Nacional de Estadística la población total de San Andrés Semetabaj al año 2,002 es de 9,411 habitantes. Para funciones de estudio, en este trabajo se utilizará el censo realizado por medio del personal municipal elaborado en las visitas de campo al año 2003 el cual asciende a 10,611 habitantes y 1929 familias.

La población de San Andrés es muy joven ya que más del 50% de los habitantes tiene menos de 20 años de edad. Por otra parte, el 50.75% de la población son mujeres, mientras que el 49.25% restante son hombres.

Tres habitantes de cada cuatro (el 75.4% del total) vive en el área rural, mientras que el 24.6% restante radica en el casco urbano del municipio.

El 95% de los habitantes son indígenas, pertenecientes a los grupos mayas kakchiquel y en menor medida kiché. El restante 5% de la población es no indígena. Para funciones de estudio se presenta la distribución de la población donde se puede evaluar la población beneficiada.

**Tabla I. Población beneficiada**

Código	Comunidad	Población
1	Godínez	585
2	Las Canoas	3,230
3	Los Robles	207
4	María del Carmen	491
5	Sucún	480
6	Chutinamit	84
7	Panimatzalám	680
8	Chutiencia	1,130
9	Caliaj	235
10	Choquec	340
11	Xejuyú I	398
12	San Andrés Cabecera	2,198
13	Chuiyá	132
14	Tocaché	215
15	Pacamán	38
16	Xejuyú II	168
	Total	10,611

Fuente: Plan de Desarrollo 2002-10 y último censo elaborado por la municipalidad de San Andrés Semetabaj.

## **1.9 Servicios públicos**

### **1.9.1 Agua y saneamiento**

81% de la población del municipio cuenta con sistemas de agua por conexión domiciliaria, un 12% cuenta con sistemas de agua por medio de llenar cántaros, y el 7 % de la población no cuenta con ningún sistema de agua.

El 90% de los sistemas se aprovechan por medio de manantiales y sólo una comunidad hasta el momento cuenta con un sistema por medio de pozo con bomba eléctrica.

Es importante mencionar que la municipalidad, por medio de financiamiento exterior ha iniciado la implementación de un Departamento de agua municipal, el cual tiene como principales objetivos, ser el ente encargado de brindar apoyo técnico a todas las comunidades en materia de servicios públicos (agua y saneamiento) y ser el apoyo principal hacia la municipalidad para crear políticas claras en materia de gestión de los servicios (agua y saneamiento) que la municipalidad presta con apoyo directo de los comités de agua de cada comunidad.

El 87% de la población cuenta con servicio de disposición de excretas, y un 31% del total de la población cuenta con un sistema de disposición de aguas negras. Dos comunidades de un total de dieciséis cuentan con red de drenaje sanitario, en ninguna comunidad existen plantas de tratamiento de aguas residuales.

En San Andrés Semetabaj no existe un sistema de manejo de desechos sólidos hasta el momento.

El 100% de la población recolecta por sus medios la basura que produce y la dispone de la siguiente manera:

El 87% la deposita en botaderos municipales no controlados.

El 10% la entierra en terrenos propios.

El 3% la incinera.

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 (ver anexo número 3).

### **1.9.2 Otros servicios**

Mercado: sólo existe un edificio de mercado ubicado en la cabecera Municipal el cual contiene 32 puestos de venta y 2 sanitarios, además existe otro mercado que se forma en la aldea Godínez el cual es solo piso de plaza, este se forma en las calles principales de dicha aldea.

Rastro: el municipio no cuenta con servicio de rastro.

Cementerio: se cuenta con un cementerio municipal de 5,000 m<sup>2</sup> ubicado en la cabecera Municipal; además de éste también existen tres cementerios ubicados en la aldea Godínez, en aldea Sucún, en la aldea Panimatzalmám.

Electricidad: el 93% de la población cuenta con servicio de alumbrado domiciliario y el 81% de la población cuenta con servicio de alumbrado público.

Teléfono: con el gran avance que representa la telefonía a nivel nacional, de diez personas entrevistadas en la zona urbana y semi – urbana tres cuentan con servicio residencial y cinco cuentan con servicio móvil .

Templos religiosos: la religión predominante es la Católica, aunque últimamente se han desarrollado otras denominaciones evangélicas. En todo el municipio se reportaron treinta y cuatro templos evangélicos, dieciséis católicos y una iglesia de Jesucristo de los Santos de los Últimos Días.

Educación: según información proporcionada por la Municipalidad y la Supervisión Educativa por medio del Plan comunitario de desarrollo del municipio de San Andrés Semetabaj, la situación al año 2002 en el área urbana y rural es la siguiente:

- Nivel Pre – primario

El número de escuelas es de diecisiete, en las cuales trabajan un total de treinta maestros, quienes imparten clases a mil ciento cincuenta alumnos.

En la mayor parte de los casos, el nivel pre – primario está incorporado a las escuelas de primaria.

- Nivel primario

De veintitrés escuelas que están habilitadas, en ciento sesenta y tres aulas, ciento treinta y un maestros imparten clases a un total de cuatro mil seiscientos alumnos.

- Nivel básico

Funcionan cuatro establecimientos educativos que atienden el nivel básico, 2 de ellos se encuentran en el casco urbano y los otros dos se encuentran localizados en la aldea Godínez y la aldea Las Canoas, el número de aulas en los centros es de cuarenta, en las cuales imparten clases treinta y ocho maestros a un total de seiscientos treinta y tres educandos.

En el municipio se cuenta con un establecimiento que cubre el nivel diversificado para la carrera de Magisterio, la mayor parte de personas acuden a los municipios cercanos como Panajachel, San Lucas Tolimán y la cabecera departamental, así también a Quetzaltenango y la ciudad capital.

Salud: el municipio cuenta con puestos de salud en 8 comunidades los cuales son atendidos por enfermeros presupuestados proporcionando consulta de lunes a sábado; además cuenta con 6 centros de acopio los cuales son atendidos por técnicos de salud de cada comunidad capacitados por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y apoyados por instituciones internacionales presentes en el área.

San Andrés Semetabaj no cuenta con ningún centro de salud, debido a que se encuentran cercanos al municipio de Panajachel, en dicho municipio se encuentra la jefatura de área del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, por lo tanto no cuentan con un médico presupuestado para el municipio.



### 1.10 Indicadores de morbilidad y mortalidad

Información proporcionada por el Centro de Salud de Panajachel unidad encargada del área, causas de morbi – mortalidad general, año 2002-2003.

**Tabla II. Índices generales de morbi – mortalidad**

Causas de muerte	%
Neumonía	38
Vejez	21
Cirrosis	3
Alcoholismo	3
Derrame cerebral	3
Insuficiencia Renal	3
Ca. cervix	3
Ca. intestinal	3
Diarrea	3
Sepsis neonatal	3
Resto	17
Total	100
Enfermedades atendidas	%
Infecciones de la garganta	18
Resfriado	17
Neumonía	12
Disentería	11
Gastritis	9
Parasitismo	9
Impétigo	7
Micosis	5
Diarrea aguda	4
Espasmo	4
Resto	4
Total	100

Fuente: Centro de Salud, jefatura Panajachel, año 2002

**Tabla III. Índices materno infantiles de morbi - mortalidad**

causas de muerte	%
Neumonía	67
Sepsis neonatal	17
Diarrea	16
Total	100
Enfermedades atendidas	%
Resfriado	19
Neumonía	18
Infecciones de la garganta	12
Disentería	12
Parasitismo	7
Otras	32
Total	100

Fuente: Centro de Salud, jefatura Panajachel, año 2002

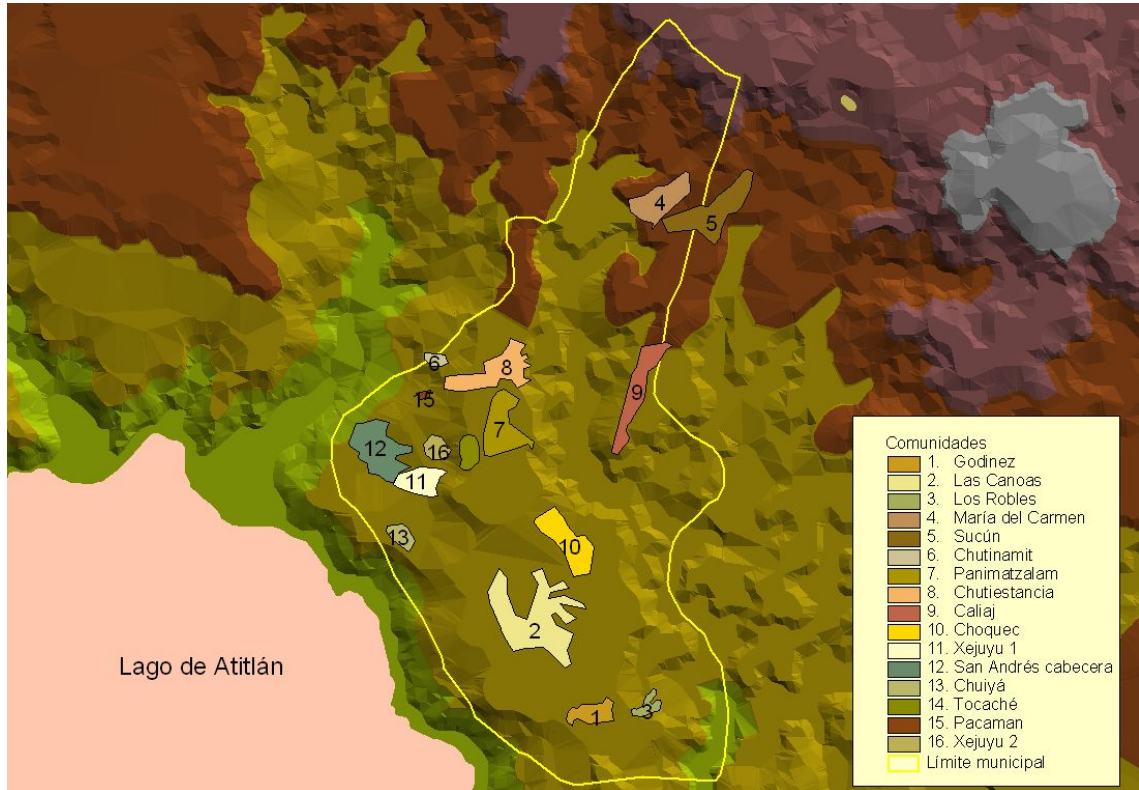
La mortalidad materna por niños nacidos vivos ha ascendido al 10% variación presentada del año 1,999 al 2,002.

Por lo tanto se puede observar que más del 50% de las enfermedades atendidas están relacionadas a deficiencias en saneamiento.

### **1.11 División política administrativa**

El municipio de San Andrés Semetabaj cuenta con total de 16 centros poblados, siendo éstos un pueblo, 3 aldeas, 1 cantón y 11 caseríos.

**Figura 6. Mapa centros poblados de San Andrés Semetabaj**



**Fuente: Cooperación española, Sololá.**

Por tanto, sus poblados no están agrupados por micro-región u otro, ni existe dependencia de unos pequeños hacia otros más grandes, sino que todos mantienen relación directa con la municipalidad para tratar los asuntos de su interés. Los centros poblados de San Andrés Semetabaj presentan una distribución sobre todo el territorio del municipio.

Comparado con la mayoría de municipios del país, San Andrés es relativamente pequeño.

## **2. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA REALIZAR EL PLAN MAESTRO**

### **2.1 Metodología utilizada para realizar la evaluación y clasificación de los sistemas de agua y saneamiento**

La metodología a continuación descrita plantea la medición del nivel de sensibilidad que tienen los sistemas de agua y saneamiento de ser contaminados o de provocar contaminación en el ambiente donde se desenvuelve la población (riesgos sanitarios).

Se plantea evaluar las diferentes partes componentes de cada uno de los sistemas, esto determinará en gran medida el estado de los sistemas y el funcionamiento de los mismos, proporcionará, también, las acciones individuales por componentes de cada sistema y las acciones generales para el conjunto de estos (ver anexo informe 2 y 3).

Esta metodología se aplicará con el siguiente orden:

- **Recolección, verificación y tabulación de información:** esta etapa se llevará a cabo mediante visitas de campo realizadas con apoyo técnico municipal, capacitado directamente para este trabajo, además de la recopilación de información documental y bibliográfica del área en estudio. En dicha etapa el personal de campo contará con sistemas de posicionamiento global por sus siglas en ingles GPS, boletas de encuesta, boletas de evaluación de los sistemas, mapas 1:50,000, etc.

A su vez se tabulará la información generada y obtenida en una base de datos.

- Elaboración de base de datos: Esta etapa contemplará la elaboración de una base de datos por medio de sistemas de información geográfica, dicha base de datos se utilizará para analizar áreas de acción en agua y saneamiento mediante mapas temáticos, en base a factores importantes como riesgos sanitarios, coberturas de los sistemas, estado, nivel de intervención, etc.
- Obtener y manejar información actualizada, la cual pueda ser la principal forma de evaluar presentar y controlar los avances de la ejecución del plan, por medio de informes cuantificables e información espacial de acciones (mapas temáticos). Esta forma de manejo de información pretende proveer a la Municipalidad de herramientas prácticas y flexibles para el control de sus acciones en materia de inversión y gestión de los sistemas de agua y saneamiento.

Tener información cartográfica muy específica del municipio en materia de servicios públicos (agua y saneamiento), explotación del recurso agua, etc.

Inventariar las fuentes de agua utilizada y por utilizar, etc.

- Desarrollo del plan de solución: que contará con los siguientes pasos:

Elaboración de informes de evaluación de la situación actual de los sistemas de agua y saneamiento para cada comunidad, los cuales establecen el estado actual de los sistemas, las acciones a realizar para su adecuada operación, administración, mantenimiento y funcionamiento.

Además, tendrá los costos de las acciones y, principalmente, la clasificación de cada sistema por comunidad según su prioridad de acción (ver anexo 2 y 3).

- Seguidamente se dividirán las intervenciones por medio de tres fases para sistemas de agua y para sistemas de saneamiento, las acciones se establecerán en base a los criterios mencionados en el inciso 3.6.1.

### **2.1.1 Metodología en sistemas de agua para consumo humano**

Para la evaluación de los sistemas de agua para consumo humano en el municipio de San Andrés Semetabaj, será necesario recorrer cada sistema desde la captación hasta las conexiones domiciliarias; se utilizarán los indicadores recomendados por la Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud OPS/OMS, los cuales están relacionados con el riesgo sanitario, calidad bacteriológica, cantidad de agua por persona por día, continuidad del servicio y capacidad en administración, operación y mantenimiento de los sistemas (ver anexo 4), los cuales se describen en el inciso 2.1.1.1.

Además, las recomendaciones indicadas en cada informe para obtener el adecuado funcionamiento de los componentes de los sistemas y por ende del sistema en general, se realizarán en base a criterios y bases matemáticas utilizados para la construcción de acueductos y sistemas de saneamiento (ver anexo 1).

De la evaluación se obtendrá la clasificación por medio de su prioridad de acción alta, media o baja; para efectos didácticos a los resultados se les asignará los valores rojo, amarillo, verde y las literales C, B, A respectivamente.

### **2.1.1.1 Indicadores utilizados para evaluar el sistema de agua para consumo humano**

#### **2.1.1.1.1 Calidad**

Con el apoyo de la Dirección Departamental de Salud, se evaluó la calidad del agua de los sistemas en operación desde el punto de vista bacteriológico y físico químico, para establecer si se está cumpliendo con las normas COGUANOR NGO 29001.

Dentro de este parámetro también se evaluaron los riesgos sanitarios, criterio utilizado para establecer la sensibilidad a que el sistema se pueda contaminar por acción de algún agente externo.

#### **2.1.1.1.2 Cantidad**

Establecimiento de la dotación de agua en litros por habitante por día, o la cantidad de agua que en promedio puede utilizar una persona durante el día.

#### **2.1.1.1.3 Cobertura y continuidad**

Se utiliza para determinar la cantidad de personas que cuentan con servicio de agua del sistema evaluado con relación al total de población existente en la comunidad o comunidades que abastece el sistema. El resultado se expresa en porcentaje.

La continuidad es la determinación del tiempo promedio diario en horas que las personas tienen acceso al agua durante el año.

#### **2.1.1.1.4 Capacidad en administración, operación, mantenimiento y sostenibilidad**

Determina si la institución responsable del abastecimiento tiene la capacidad para garantizar la adecuada administración, operación y mantenimiento del sistema desde el punto de vista económico, administrativo y operativo, propone el cálculo de tarifas adecuadas incluyendo todos los gastos en que incurre el funcionamiento adecuado del sistema; con lo que se puede obtener un sistema auto sostenible. Establece la necesidad de implementación de capacitaciones en educación sanitaria y ambiental, las cuales complementarán el trabajo hacia la búsqueda de la sostenibilidad del sistema.

#### **2.1.1.2 Cálculo de Los parámetros**

##### **2.1.1.2.1 Calidad bacteriológica**

Los resultados se obtienen por medio de laboratorios aprobados por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

##### **2.1.1.2.2 Riesgo sanitario**

Este parámetro mide el nivel de sensibilidad a que un sistema de agua pueda ser contaminado en cualquier momento por un agente externo. Se calcula de la manera siguiente:

- Se evalúan todos los componentes que integran el sistema de agua, desde la captación hasta la red de distribución.



- Se identifican los riesgos existentes, los cuales corresponden a los identificados en la columna de en medio de las boletas utilizadas para evaluar cada componente del sistema (ver anexo 4).
- Se contabiliza el total de riesgos identificados y el total de riesgos evaluados en todos los componentes del sistema.
- Finalmente, se calcula el porcentaje de riesgo de contaminación del sistema, de la manera siguiente:

$$\%r = \frac{r * 100}{tr}$$

Donde:

%r = porcentaje de riesgo.

r = total de riesgos identificados.

tr = total de riesgos evaluados.

El valor que se obtiene representa el porcentaje de riesgo que tiene el sistema de ser contaminado por un agente externo en cualquier momento.

### **2.1.1.2.3 Cantidad de agua que se dispone por habitante por día (dotación)**

- Para determinar la cantidad de agua que ingresa al sistema (aforo a la entrada de cada tanque de distribución que tiene el sistema), se suman los caudales que representan la cantidad de agua que ingresa al sistema, dichos aforos es indispensable se realicen dichos aforos en época de estiaje.

- Luego se verifica si al momento de la evaluación existe rebalse en los tanques y se aforan.
- El caudal que consume la población es igual al caudal que ingresa al sistema menos el caudal de rebalse.
- La dotación de agua en litros por habitante por día, se obtiene de la manera siguiente:

$$\text{dotación} = \frac{Q * 86400}{n}$$

Donde:

Q = Caudal que consume la población en litros / segundo.

n = Número de habitantes con servicio de agua.

El valor 86,400 representa la cantidad de segundo que tiene un día.

Es importante que el caudal que consume la población se exprese en litros por segundo.

#### **2.1.1.2.4 Cobertura del servicio**

- Es necesario establecer el total de viviendas y edificios públicos que cuentan con el servicio de agua por cualquier sistema de abastecimiento. También el total de viviendas y edificios públicos existentes en la comunidad o comunidades abastecidas.

- Se calcula el porcentaje de cobertura de la manera siguiente:

$$\text{Cobertura} = \frac{\text{vts} * 100}{\text{vt}}$$

Donde:

vts = total de viviendas con servicio de agua.

vt = total de viviendas existentes en las comunidades.

### 2.1.1.2.5 Continuidad

Para calcular este parámetro es necesario entrevistar a una de las personas que viven en las viviendas (de preferencia a la madre) en donde se tomarán las muestras para realizar el examen bacteriológico, el procedimiento a utilizar es el siguiente.

Se pregunta cuántos meses dura el invierno y cuántos meses el verano, la suma de los meses debe ser igual a los 12 meses de año. También se pregunta cuántas horas por día reciben agua en los meses de verano, y cuántos días por mes reciben agua en los meses de verano. Las preguntas 2 y 3 hay que hacerlas también para la época de invierno.

Finalmente se realiza el cálculo de la continuidad en invierno y en verano por cada vivienda de la manera siguiente:

Continuidad durante el verano:

$$\text{Continuidad durante el verano} = \frac{\text{hd} * \text{dm} * \text{mv} * 100}{86400}$$

Donde:

hd = horas de agua al día.

dm = días al mes con agua.

mv = duración en meses del verano.

Continuidad durante el invierno:

$$\text{Continuidad durante el invierno} = \frac{\text{hd} * \text{dm} * \text{mi} * 100}{86400}$$

Donde:

hd = horas de agua al día.

dm = días al mes con agua.

mi = duración en meses del invierno.

La suma de los resultados anteriores expresan la continuidad promedio del servicio de agua en una vivienda durante el año, el valor indica el porcentaje del día que la vivienda recibe agua durante el año. Para expresar en horas la continuidad del servicio, sólo se deberá multiplicar el porcentaje por 24 horas que tiene el día.

La continuidad promedio del servicio es igual a la suma de la continuidad del servicio en las viviendas evaluadas y dividir el resultado entre el número de viviendas evaluadas.

### **2.1.1.2.6 Capacidad de administración, operación, mantenimiento y sostenibilidad de los sistemas.**

Para su estimación se debe realizar el procedimiento siguiente:

Evaluar los aspectos económicos por medio del cálculo de ingresos por prestación del servicio.

- Establecer la tarifa que paga el usuario por el servicio.
- Número de usuarios que están al día en el pago de la tarifa.
- El ingreso anual se calcula de la manera siguiente:

$$\text{Ingreso anual} = u * t * 12$$

Donde:

u = usuarios al día en pago de tarifa.

t = tarifa por mes.

12 = número de meses del año.

Se calcula también los egresos por la prestación del servicio.

- Salario anual y prestaciones del fontanero.
- Salario anual y prestaciones del tesorero.
- Salario anual y prestaciones de personal externo requerido para operar el sistema.
- Costo anual por cloración.
- Costo anual por compra de herramientas, materiales, equipo e insumos.
- Costo anual por movilización.
- Papelería y útiles de oficina.
- Energía eléctrica.

Para establecer si la tarifa es adecuada para cubrir los costos de administración, operación y mantenimiento se resta a ingresos los egresos y si la diferencia es cero o positiva, la tarifa es adecuada, si es negativa, entonces no es adecuada, por lo tanto se procede a calcular una tarifa adecuada.

El parámetro de capacidad en administración, operación y mantenimiento busca establecer la vulnerabilidad del sistema por falta de capacidad de la comunidad o institución para garantizar la adecuada administración, operación y mantenimiento del sistema. Para su cálculo se deberá proceder de la manera siguiente.

- Establecer el saldo entre ingresos y egresos por la prestación del servicio.
- Establecer la capacidad humana e infraestructura adecuada instalada para garantizar la administración, operación y mantenimiento del sistema con los siguientes aspectos evaluados.

Existe fontanero.

El fontanero esta capacitado.

El fontanero cuenta con herramientas y equipo.

Se practican acciones preventivas.

Hay en bodega existencia de materiales para reparaciones.

Se cobra tarifa por el servicio de agua.

Existen planos del proyecto.

Existe cuenta bancaria.

Existen contadores.

La tarifa cubre los gastos por mantenimiento del sistema.

La clasificación se deberá realizar de la manera siguiente.

- Si existe superávit o la diferencia es cero y existe calidad de recurso humano, la capacidad es buena.
- Si existe déficit pero existe calidad de recurso humano, o si existe superávit pero no existe calidad humana instalada, entonces la capacidad es regular.
- Si existe déficit y no existe recurso humano capacitado, la capacidad es mala.

NOTA: Para garantizar la sostenibilidad de los sistemas además de los factores mencionados es necesario establecer la existencia de educación sanitaria y ambiental dentro de la población.

### **2.1.1.3 Criterios para la clasificación de los sistemas**

Para medir la magnitud del parámetro y clasificar los sistemas evaluados, se ha establecido una escala según el riesgo del impacto; siendo estos valores son 1, 2, 3 y 10, en donde 1 indica poco riesgo, 2 mediano riesgo, 3 alto riesgo y 10 riesgo extremo. El último valor (10) es utilizado para calificar el impacto de un sistema que se encuentra contaminado con coliformes fecales, porque la población en ese momento está expuesta a padecer cualquier enfermedad de origen hídrico.

Por lo anterior, la ponderación utilizada es la siguiente:

**Tabla IV. Punteo por riesgo sanitario en sistemas de agua**

Porcentaje de riesgos	Punteo
Menor de 50	1
Entre 50 y 75	2
Mayor de 75	3

Fuente: Manual de vigilancia de la calidad de agua, Organización Panamericana de la Salud.

**Tabla V. Punteo por calidad bacteriológica en sistemas de agua**

Coliformes fecales por 100 ml	Punteo
Ausencia de colonias	1
Presencia de colonias	10

Fuente: Manual de vigilancia de la calidad de agua, Organización Panamericana de la Salud.

**Tabla VI. Punteo por continuidad en sistemas de agua**

Porcentaje de continuidad	Punteo
Mayor de 75	1
Entre 50 y 75	2
Menor de 50	3

Fuente: Manual de vigilancia de la calidad de agua, Organización Panamericana de la Salud.

**Tabla VII. Punteo por cantidad en sistemas de agua**

Cantidad en litros por habitante por día	Punteo
Menor de 70	3
Entre 70 y 100	2
Mayor de 100	1

Fuente: Manual de vigilancia de la calidad de agua, Organización Panamericana de la Salud.



**Tabla VIII. Punteo por cobertura del sistema de agua**

Porcentaje de cobertura	Punteo
Menor de 75	3
Entre 75 y 90	2
Mayor de 90	1

Fuente: Manual de vigilancia de la calidad de agua, Organización Panamericana de la Salud.

**Tabla IX. Punteo por capacidad en administración, operación, mantenimiento y sostenibilidad**

Capacidad instalada	Punteo
Buena (superávit y capacidad instalada)	1
Regular (déficit y capacidad instalada o superávit y sin capacidad instalada)	2
Mala (déficit y sin capacidad instalada)	3

Fuente: Manual de vigilancia de la calidad de agua, Organización Panamericana de la Salud.

**Tabla X. Clasificación sugerida de los sistemas de agua según resultados de evaluación**

Resultados de la evaluación			
Punteo obtenido en la evaluación	Clasificación del sistema por letras	Clasificación del sistema en color	Prioridad de acción
Entre 0 y 6	A	Verde	Baja
Entre 7 y 11	B	Amarillo	Media
Entre 12 y 25	C	Rojo	Alta

Fuente: Manual de vigilancia de la calidad de agua, Organización Panamericana de la Salud.

### **2.1.2 Metodología utilizada en sistemas de saneamiento básico**

En el componente saneamiento básico se han incluido los temas de disposición de excretas, disposición de aguas servidas, manejo de los desechos sólidos y control de humo intra - domiciliario.

Al igual que en los sistemas de agua para consumo humano en el municipio de San Andrés Semetabaj, fue necesario recorrer cada sistema evaluando los diferentes componentes que cada uno debe tener. Para ello se elaboraron en el proyecto de la Cooperación española AECI – Sololá, indicadores de evaluación los cuales están relacionados directamente con el riesgo sanitario (sensibilidad de contaminar el ambiente de la población), cobertura, estado y capacidad en administración, operación mantenimiento de los sistemas, dichos indicadores se describen en el inciso 2.1.2.1.

Para evaluar cada componente se han utilizado boletas que permiten la evaluación de cada sistema existente en las diferentes comunidades. Para el caso de las letrinas se pregunta el tipo, se evalúan los conocimientos actitudes y prácticas de los usuarios, así como las condiciones sanitarias de la letrina en cada componente que la conforman (techo, paredes, puerta, taza, tubo de ventilación, tapadera, losa y brocal). En el caso de pozos sumideros manejo de desechos sólidos y sistemas de control de humo intra – domiciliario se evalúa principalmente la cobertura de los mismos.

Todas las recomendaciones indicadas en cada informe para obtener el adecuado funcionamiento de los componentes de los sistemas y por ende del sistema en general, se realizarán en base a criterios utilizadas para la construcción de sistemas de saneamiento (ver anexo 1).

De la evaluación al igual que los sistemas de agua se obtendrá la clasificación por medio prioridad de acción alta, media o baja para efectos didácticos a los resultados se les asigna los siguientes valores rojo, amarillo, verde y las literales C, B, A respectivamente. Al tener los sistemas de saneamiento de la comunidad clasificados, se deberá realizar una nueva clasificación, para determinar el orden de intervención para cada comunidad según la prioridad de acción para sistema (ver inciso 3.6.1).

### **2.1.2.1 Indicadores utilizados**

#### **2.1.2.1.1 Cobertura**

Se utiliza para determinar la cantidad de personas que cuentan con servicio de letrinas, pozos sumideros o drenaje sanitario, manejos de desechos sólidos y sistemas de control de humo intra - domiciliario de la comunidad evaluada, con relación al total de población existente en la comunidad. El resultado se expresa en porcentaje.

#### **2.1.2.1.2 Riesgos sanitarios**

Dentro de este parámetro también se evaluarán los riesgos sanitarios, criterio utilizado para establecer la sensibilidad a que el sistema de saneamiento básico en la comunidad mediante el estado del mismo pueda ser insalubre y poner en riesgo la salud del vecino. El resultado se expresa en porcentaje.

Los parámetros evaluados según el sistema serán:

Existencia del sistema o de componentes del sistema.

El estado del sistema.

Prácticas de uso y manejo.

Localización.

Materiales adecuados de sus componentes.

Sistema con disposición final.

#### **2.1.2.1.3 Año construcción**

(Aplica sólo a comunidades con red de drenaje)

El año de construcción de la red de drenaje será un importante indicador de la situación del sistema, en cuanto a la vida útil para la cual fue diseñado.

#### **2.1.2.1.4 Capacidad en administración operación, mantenimiento y sostenibilidad de los sistemas**

(Aplica a sistemas con redes de drenaje con plantas de tratamiento)

Este parámetro es importante porque permite establecer si el ente encargado del servicio tiene la capacidad para operar y administrar el sistema desde los puntos de vista económico, organizacional y recurso humano, además establece, por medio de la existencia de educación sanitaria y ambiental, la sostenibilidad del sistema.

### **2.1.2.2 Cálculo de parámetros**

Es necesario mencionar que dichos parámetros se calcularán para cada diferente sistema en todas las comunidades.

#### **2.1.2.2.1 Cobertura**

Se investigará en la comunidad la cantidad de viviendas que cuentan con el servicio de letrinas, pozos sumideros o drenajes sanitarios, sistemas de manejo de desechos sólidos y sistemas de control de humo intra – domiciliar.

El total contabilizado se dividirá entre el total de viviendas existentes en la comunidad. El resultado se multiplica por 100 para obtener el dato en porcentaje.

$$\text{Cobertura} = \frac{\text{nv}}{\text{ntv}}$$

Donde:

ntv = número total de viviendas en el poblado.

nv = número de viviendas con servicio.

#### **2.1.2.2.2 Riesgos sanitarios**

##### **2.1.2.2.1.1 Riesgo sanitario sistema de letrización**

Para este sistema se tomará en cuenta los siguientes riesgos:

Distancia a pozo o fuente de agua.

Distancia a vivienda.

Prácticas de uso.

Materiales adecuados de construcción.

Estado general de los materiales.

Se calcula de la manera siguiente:

- Identificar los riesgos existentes mencionados en el párrafo anterior, los cuales corresponden a los identificados en las boletas utilizadas para evaluar cada componente del sistema ( ver anexo 4).
- Contar el total de riesgos identificados y el total de riesgos evaluados en todos los componentes del sistema.

- Calcular el porcentaje de riesgo, de la manera siguiente:

$$\%r = \frac{r * 100}{tr}$$

Donde:

%r = porcentaje de riesgo.

r = total de riesgos identificados.

tr = total de riesgos evaluados.

#### **2.1.2.2.1.2 Riesgo sanitario sistema de pozos sumideros**

Para este sistema se tomará en cuenta los siguientes riesgos:

Distancia a pozo o fuente de agua.

Distancia a vivienda.

Estado del sistema.

Se calcula de la manera siguiente:

- Identificar los riesgos existentes mencionados en el inciso anterior, los cuales corresponden a los identificados en las boletas (ver anexo 4) utilizadas para evaluar cada componente del sistema.
- Contar el total de riesgos identificados y el total de riesgos evaluados en todos los componentes del sistema.
- Calcular el porcentaje de riesgo, de la manera siguiente:

$$\%r = \frac{r * 100}{tr}$$

Donde:

%r = porcentaje de riesgo.

r = total de riesgos identificados.

tr = total de riesgos evaluados.

### **2.1.2.2.1.3 Riesgo sanitario sistema de drenajes**

Para este sistema se tomará en cuenta los siguientes riesgos:

Existencia de planta de tratamiento.

Estado general del sistema.

Se calcula de la manera siguiente:

- Identificar los riesgos existentes mencionados en el inciso anterior, los cuales corresponden a los identificados en las boletas (ver anexo 4) utilizadas para evaluar cada componente del sistema.
- Contar el total de riesgos identificados y el total de riesgos evaluados en todos los componentes del sistema.
- Calcular el porcentaje de riesgo, de la manera siguiente:

$$\%r = \frac{r * 100}{tr}$$

Donde:

%r = porcentaje de riesgo.

r = total de riesgos identificados.

tr = total de riesgos evaluados.

#### **2.1.2.2.1.4 Riesgo sanitario sistema de manejo de desechos sólidos**

Para este sistema se tomará en cuenta los siguientes riesgos:

Existencia del sistema.

Prácticas de manejo.

Se calcula de la manera siguiente:

- Identificar los riesgos existentes mencionados en el inciso anterior, los cuales corresponden a los identificados en las boletas (ver anexo 4) utilizadas para evaluar cada componente del sistema.
- Contar el total de riesgos identificados y el total de riesgos evaluados en todos los componentes del sistema.
- Calcular el porcentaje de riesgo, de la manera siguiente:

$$\%r = \frac{r * 100}{tr}$$

Donde:

%r = porcentaje de riesgo.

r = total de riesgos identificados.

tr = total de riesgos evaluados.

#### **2.1.2.2.1.5 Riesgo sanitario sistema de control de humo intra - domiciliar**

Para este sistema se tomará en cuenta los siguientes riesgos:

Existencia del sistema.

Prácticas de uso.



Se calcula de la manera siguiente:

- Identificar los riesgos existentes mencionados en el párrafo anterior, los cuales corresponden a los identificados en las boletas (ver anexo 4) utilizadas para evaluar cada componente del sistema.
- Contar el total de riesgos identificados y el total de riesgos evaluados en todos los componentes del sistema.
- Calcular el porcentaje de riesgo, de la manera siguiente:

$$\%r = \frac{r * 100}{tr}$$

Donde:

%r = porcentaje de riesgo.

r = total de riesgos identificados.

tr = total de riesgos evaluados.

NOTA: la metodología sólo aplica para un sistema de disposición de excretas y aguas residuales; esto quiere decir que si se evalúa un sistema de drenaje en una comunidad no podrá evaluarse un sistema de letrización y pozos sumideros, el mismo principio se aplica si es un caso contrario.

En caso de no contar con ningún sistema de saneamiento el porcentaje de riesgo en cada uno de las áreas evaluadas será automáticamente 100%.

#### **2.1.2.2.1.6 Año de construcción**

Este parámetro se calcula restando el año de la evaluación menos el año de construcción, su respuesta va dirigida directamente a el período de vida útil del sistema, por lo general este parámetro se calcula para sistemas de drenajes.

#### **2.1.2.2.1.7 Capacidad en administración operación, mantenimiento y sostenibilidad de los sistemas**

(aplica a sistemas con redes de drenaje con plantas de tratamiento)

Este parámetro es importante porque permite establecer, si el ente proveedor tiene la capacidad para administrar y operar el sistema desde los puntos de vista económico, organizacional y recurso humano. Para su estimación se debe realizar el procedimiento siguiente:

Aspectos económicos, se calculan los ingresos por préstamo del servicio; se establece la tarifa que paga el usuario, el número de usuarios que están al día y el ingreso anual se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Ingreso anual} = u * t * 12$$

Donde:

u = usuarios al día en pago de tarifa.

t = tarifa por mes.

12 = número de meses del año.

Para calcular los egresos por la prestación del servicio se evalúa el salario anual y prestaciones del fontanero, tesorero y personal externo requerido para operar el sistema. Además el costo anual por compra de herramientas, materiales, equipo e insumos, movilización papelería y útiles de oficina.

Para establecer si la tarifa es adecuada para cubrir los costos de administración, operación y mantenimiento se resta a ingresos los egresos y si la diferencia es cero o positiva, la tarifa es adecuada, si es negativa, entonces no es adecuada.

El parámetro de capacidad en administración, operación y mantenimiento. Busca establecer la vulnerabilidad del sistema por falta de capacidad de la comunidad o institución para garantizar la adecuada administración, operación y mantenimiento del sistema. Para su cálculo se deberá proceder de la manera siguiente:

Establecer el saldo entre ingresos y egresos por la prestación del servicio.

Establecer la capacidad humana e infraestructura adecuada instalada para garantizar la administración, operación y mantenimiento del sistema con los siguientes aspectos evaluados.

Existe fontanero.

El fontanero está capacitado.

El fontanero cuenta con herramientas y equipo.

Se practican acciones preventivas.

Hay en bodega existencia de materiales para reparaciones.

Se cobra tarifa por el servicio.

Existen planos del proyecto.

Existe cuenta bancaria.

La tarifa cubre los gastos por mantenimiento del sistema.

La clasificación se deberá realizar de la manera siguiente:

Si existe superávit o la diferencia es cero y calidad de recurso humano, la capacidad en buena.

Si existe déficit pero existe calidad de recurso humano, o si existe superávit pero no existe calidad humana instalada, entonces la capacidad es regular.

Si existe déficit y no existe recurso humano capacitado, la capacidad es mala.

NOTA: para garantizar la sostenibilidad de los sistemas además de los factores mencionados es necesario establecer la existencia de educación sanitaria y ambiental dentro de la población.

### 2.1.2.3 Criterios para la clasificación de los sistemas

Para medir la magnitud de los diferentes indicadores evaluados en el sistema actual de letrización, pozos de absorción para disposición de aguas residuales o red de drenaje, manejos de desechos sólidos y control de humo intra - domiciliario, se ha establecido un punteo que marcará la situación en la que se encuentra cada sistema de cada comunidad. Al no existir sistema a evaluar el punteo que recibe la comunidad es automáticamente de tres, pues presenta el máximo riesgo al no tener un sistema adecuado.

**Tabla XI. Punteo de cobertura en saneamiento**

Porcentaje de cobertura	Punteo
Mayor 90	1
Entre 75 y 90	2
Menor de 75	3

**Fuente: Cooperación española, Sololá.**

**Tabla XII. Punteo de riesgos sanitarios en saneamiento**

Porcentaje de riesgos sanitarios	Punteo
Menor de 50	1
Entre 50 y 75	2
Mayor de 75	3

Fuente: Cooperación española, Sololá.

**Tabla XIII. Punteo de año de construcción en saneamiento**

Año construcción en años	Punteo
Entre 1 y 6	1
Entre 6 y 10	2
Más de 10	3

Fuente: Cooperación española, Sololá.

**Tabla XIV. Punteo de capacidad instalada en saneamiento**

Capacidad instalada (*)	Punteo
Buena (superávit y capacidad instalada)	1
Regular (déficit y capacidad instalada o superávit y sin capacidad instalada)	2
Mala (déficit y sin capacidad instalada)	3

Fuente: Cooperación española, Sololá.

(\*) Sólo para sistemas de drenaje

**Tabla XV. Clasificación sugerida por sistema de saneamiento según el resultado de evaluación**

Resultados de la evaluación			
Punteo obtenido en la evaluación de cada sistema	Clasificación del sistema	Color	Prioridad de acción
Entre 0 y 3	A	Verde	Baja
Entre 4 y 6	B	Amarillo	Media
Entre 7 y 12	C	Rojo	Alta

Fuente: Cooperación española, Sololá.

**Tabla XVI. Clasificación sugerida para las acciones en saneamiento, incluyendo los cuatro sistemas evaluados**

Resultados de la evaluación			
Suma de punteo de los 4 sistemas	Clasificación del sistema	Color	Prioridad de acción
Entre 0 y 12	A	Verde	Baja
Entre 13 y 19	B	Amarillo	Media
Entre 20 y 48	C	Rojo	Alta

**Fuente: Cooperación española, Sololá.**



### **3. RESULTADOS Y BENEFICIOS ESPERADOS**

A continuación se presentan los resultados y beneficios esperados mediante la implementación de la metodología y ejecución del plan maestro.

#### **3.1 Situación diagnóstica de los sistemas actuales**

Se espera obtener información de los sistemas actuales de agua y saneamiento en cuanto a:

- Cobertura.
- Estado.
- Funcionamiento.
- Operación, administración y mantenimiento (situación organizacional).

#### **3.2 Recurso hídrico**

Contar con un inventario del recurso hídrico municipal aprovechado y localización de fuentes de agua potenciales para aprovechamiento.

Identificación de la zona de influencia del Municipio según el aprovechamiento y existencia del recurso.

#### **3.3 Mapas temáticos y base de datos**

Se generará una base de datos en sistemas de información geográfica tipo vector la cual proporcionará:

- Ubicación espacial del problema de estudio.
- Un sistema normal de recolección de datos.
- Información actualizada y organizada.



- Información instantánea y representación gráfica del problema en estudio; se podrán crear mapas temáticos que servirán de material didáctico, de los cuales se obtendrá representación gráfica y diagnóstica del problema o del tema en estudio. Esta información podrá ser actualizada mediante el avance de la ejecución de las acciones necesarias recomendadas en los informes de evaluación de cada sistema (ver anexo 2 y 3). Este mecanismo de información será la mejor herramienta para medir los resultados respecto a la implementación y mejoramiento de los sistemas de agua y saneamiento a corto, mediano y largo plazo del municipio.

### **3.4 Clasificación de los sistemas de agua y saneamiento**

La metodología utilizada para evaluar los sistemas permitirá clasificar los sistemas de agua y saneamiento en tres niveles de acción, estos son nivel de acción baja, el sistema se identifica con color verde y letra A; nivel de acción media, el sistema se identifica con color amarillo y letra B y el nivel de acción alta, el sistema se identifica con color rojo y letra C.

Dicha clasificación permitirá la elaboración del plan de inversiones dividido en tres fases según la prioridad de acción, por comunidad y por tipo de sistema (ver inciso 3.6.1).

### **3.5 Descripción de las acciones a realizar en cada componente**

Los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología para la evaluación de los sistemas, permitirán identificar los tipos de acciones necesarias para que los sistemas en un futuro puedan clasificarse como tipo A, de color verde o de bajo nivel de intervención. Para ello además, es necesario establecer los criterios de selección mencionados a continuación.

### **3.5.1 Tipos de proyectos y criterios de selección**

Se han establecido varios tipos de proyecto de agua y saneamiento a implementar según el resultado de evaluación de cada comunidad; para ello es necesario tomar en cuenta los fundamentos, criterios y bases matemáticas para la construcción de acueductos y sistemas de saneamiento (ver anexo 1).

#### **3.5.1.1 En agua**

La selección del tipo de sistema que abastecerá a una comunidad dependerá de los siguientes parámetros:

- Si la fuente se encuentra más baja que la comunidad se procederá a instalar una bomba para conducir el agua en un punto elevado, que pueda por gravedad abastecer a la comunidad.
- Si la fuente se encuentra más arriba que la comunidad, entonces se adoptará el método por gravedad.
- Para la explotación de pozos con bomba es necesario conocer el comportamiento del agua subterránea por medio de un estudio hidrogeológico contemplado en el inciso 7.
- Para la construcción y diseño de las diferentes acciones y elementos para cada sistema se tomarán en cuenta los parámetros de diseño establecidos en el anexo 1.

##### **3.5.1.1.1 Tipo 1**

Contempla la captación de manantiales, conducción del agua a través de acueductos por gravedad, tanque de distribución, tratamiento de agua por cloración, red de distribución e instalación de llena cántaros y/o conexión domiciliar.

Para ser elegido dicho proyecto debe cumplir los siguientes requisitos:

- Contar con fuentes superficiales con caudal suficiente para cubrir la demanda, además de estar a una distancia acorde al tamaño de la población para asegurar que su costo no esté fuera de los límites normales para este tipo de proyectos.
- Derechos de paso y uso.
- Además de tomar en cuenta que sólo existe esta fuente de agua y no existe información sobre la situación del agua subterránea.
- Compromiso de la comunidad de aportar su mano de obra al proyecto y pagar la tarifa adecuada de operación, administración, mantenimiento y sostenibilidad.

#### **3.5.1.1.2 Tipo 2**

Contempla la ampliación y mejoramiento de los componentes ya existentes, captación de manantial, línea de conducción, tanque de distribución, tratamiento de agua por cloración, red de distribución y conexión domiciliar.

Para ser elegido dicho proyecto debe cumplir los siguientes requisitos:

- Contar con fuentes superficiales con caudal suficiente para cubrir la demanda de la población.
- Derechos de paso y uso.
- Además de tomar en cuenta que sólo existe esta fuente de agua y no existe información sobre la situación del agua subterránea.
- Compromiso de la comunidad de aportar su mano de obra al proyecto y pagar la tarifa adecuada de operación, administración, mantenimiento y sostenibilidad.

### **3.5.1.1.3 Tipo 3**

Contempla la excavación de pozos y equipo y línea de bombeo, ampliación y mejoramiento de tanque de distribución, tratamiento de agua por cloración, red de distribución y conexión domiciliar.

Para ser elegido dicho proyecto debe cumplir los siguientes requisitos:

- Ausencia de fuentes superficiales.
- Fuerte preferencia por un sistema de bombeo, por parte de las autoridades y comunidades.
- Se implementará en comunidades con capacidad de pago de la operación y mantenimiento.
- La población debe ser mayor de 500 habitantes, con tendencia a conexión domiciliar con contador.
- Estar confirmado el apoyo para el mantenimiento del sistema por bombeo por parte de la comunidad o comunidades y la municipalidad.
- Tener convenios de pago de tarifas adecuadas.
- Derechos de paso y uso.
- Contar con energía eléctrica.
- Contar con la información generada por medio de un estudio hidrogeológico mencionado en el numeral 7.
- Compromiso de la comunidad para aportar su mano de obra al proyecto.

### **3.5.1.2 En saneamiento**

Plantas de tratamiento:

Contempla la implementación de plantas de tratamiento a redes de drenaje ya existentes.

Para ser elegido dicho proyecto debe cumplir los siguientes requisitos:

- Contar con red de drenaje.
- Contar con un estudio de diseño final.
- Contar con predio para la construcción de la planta.
- Derechos de paso.
- Compromiso de la comunidad para aportar su mano de obra al proyecto y pagar la tarifa adecuada de operación, administración, mantenimiento y sostenibilidad.

Pozos sumideros:

Contempla la implementación de pozos sumideros para aguas grises, la estructura de dichos pozos debe proporcionar la facilidad de poder agregar fosas sépticas a mediano plazo.

Para ser elegido dicho proyecto debe cumplir los siguientes requisitos:

- Tener agua domiciliar.
- Información de capacidad de infiltración del suelo y nivel freático.
- No tener otro sistema de disposición de aguas negras.
- Contar con terreno para su construcción.
- Compromiso de la comunidad de aportar su mano de obra al proyecto y pagar la tarifa adecuada de operación, administración, mantenimiento y sostenibilidad.

Letrinas:

Contempla la implementación de letrinas para disposición de excretas.

Para ser elegido dicho proyecto debe cumplir los siguientes requisitos:

- Información sobre el nivel freático.

- No tener otro sistema de disposición de excretas o tenerlo en mal estado.
- Contar con terreno para su construcción.
- Compromiso de la comunidad para aportar su mano de obra al proyecto.

#### Basureros familiares:

Contempla la implementación de basureros familiares, a comunidades que por su baja producción de desechos y falta de vías de acceso adecuadas, no serán beneficiadas con el tren de aseo y relleno sanitario municipal.

Para ser elegido dicho proyecto debe cumplir los siguientes requisitos:

- No estar incluido en el proyecto de tren de aseo y relleno sanitario.
- No tener ningún sistema de manejo de desechos sólidos.
- Baja producción de desechos sólidos (basura).
- Compromiso de la comunidad de aportar su mano de obra al proyecto.

#### Estufas mejoradas:

Contempla la implementación de estufas mejoradas prefabricadas.

Para ser elegido dicho proyecto debe cumplir los siguientes requisitos:

- No tener estufa mejorada, eléctrica o de gas.
- No tener otro sistema de control de humo intra - domiciliario.
- Compromiso de la comunidad de aportar su mano de obra al proyecto.

**NOTA:** además de los compromisos que se les solicita, la comunidad deberá participar durante la ejecución de los proyectos en capacitaciones de educación sanitaria, operación, administración y mantenimiento.

Estas capacitaciones serán impartidas por las instituciones financiadoras en coordinación con la Municipalidad mediante la oficina municipal de planificación y el Departamento de agua municipal.

### **3.5.1.3 Educación sanitaria y ambiental**

Éste será uno de los principales programas que deberá promover la Municipalidad para garantizar la sostenibilidad en los sistemas de agua y saneamiento. En dichos programas podrán seguir participando instituciones como Helps Internacional, Vivamos Mejor, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Ministerio de Salud por medio de los técnicos de salud, y otras instituciones presentes en el municipio.

Dichos programas serán coordinados por medio del Departamento de agua municipal de San Andrés Semetabaj.

Serán impartidos a maestros, los cuales pueden replicar la información a sus alumnos, a comités principales gestores de los sistemas y la comunidad en general, como usuarios y principales beneficiarios de los mismos.

El tema principal será la educación sanitaria y ambiental, dentro de lo que se puede mencionar prácticas adecuadas de limpieza personal y del entorno de la vivienda, protección del medio ambiente etc. Las capacitaciones serán dirigidas a los beneficiarios durante la ejecución de los proyectos y mientras dure la fase donde se encuentra clasificada la comunidad, es decir dos años aproximadamente.

### **3.6 Priorización de acciones y presupuesto requerido**

Con esta priorización el plan persigue un alto grado de implementación en proyectos de agua y saneamiento, con ella se podrá obtener las acciones en 3 fases de intervención a 6 años plazo para sistemas de agua y saneamiento; además de presupuestos requeridos por tipo de sistema y por fase de intervención.

#### **3.6.1 Criterios de priorización**

Para establecer el orden de intervención y la fase en la que se encuentra cada comunidad se tomará en cuenta el resultado de los informes de evaluación (ver anexo 2 y 3) los que indicarán la prioridad de acción (baja, media, alta), la que automáticamente se dividirá en tres fases.

Para los casos en que existan varias comunidades con los mismos niveles de prioridad de acción se realizará la siguiente clasificación:

- Se ordenarán las comunidades en base a la población beneficiada en orden ascendente.
- Seguidamente se distribuirá en tres fases el financiamiento de tal forma que cada fase contemple la distribución del presupuesto de la siguiente forma:

Primera fase: con el presupuesto aproximándose al 45% del costo total de intervención en agua o saneamiento.

Segunda fase: con el presupuesto aproximándose al 40% del costo total de intervención en agua o saneamiento.



Tercera fase: el porcentaje restante del total de intervención.

Dicha proporción se establece con el siguiente criterio, las comunidades con más alto grado intervención son las que cuentan con mayor población, el costo beneficio de los proyectos asciende a Q350.00 en promedio, y por lo tanto el avance en agua y saneamiento será de un gran impacto positivo para la población beneficiada. Estos porcentajes se determinaron en base a los fondos que maneja la municipalidad anualmente por medio del aporte constitucional los ingresos provenientes de instituciones internacionales.

### **3.7 Costos y forma prevista de financiamiento**

#### **3.7.1 Estimación de costos**

Para la integración de costos se consideraron los siguientes aspectos en agua y saneamiento:

- Tipo de proyecto y fuente a utilizar.
- Población beneficiada.
- Distancia de las fuentes a aprovechar.
- Especificaciones técnicas de construcción de los componentes necesarios de los sistemas.
- Sistema de saneamiento a utilizar por tipo de necesidad en la comunidad (pozos sumideros, letrinas, basureros familiares, estufas mejoradas).
- Tipo de tecnología en sistemas de agua, por gravedad, bombeo eléctrico.

### **3.7.1.1 Listado de materiales**

Algo importante para toda planificación es contar con un listado de todos los materiales que se utilizarán en la ejecución, razón por la que se debe tener cuidado al calcular los materiales en distintas soluciones. En la mayoría de los casos los listados de materiales ya están establecidos, debido a que se encuentran planos típicos de las obras anteriores. La única diferencia radica en la parte variable de los proyectos, por ejemplo: la cantidad de tubería y accesorios entre otros.

### **3.7.1.2 Presupuesto**

El presupuesto se debe hacer tomando en cuenta todos los renglones que intervienen en la realización del proyecto, haciendo un resumen final. Se tomarán en cuenta para la realización de presupuesto conceptos tales como: mano de obra calificada, mano de obra no calificada, materiales locales y materiales no locales.

Al final de este resumen se colocarán:

Sumas de costo parciales	(Subtotal)
Imprevistos	15%
Supervisión	8%
Gastos administrativos	12%
Total del proyecto	

Los costos utilizados para las acciones contempladas en los informes, son costos medios utilizados en estudios de agua y saneamiento que establecen el valor aproximado total de la intervención para cada proyecto (ver anexo 2 y 3).

### **3.7.2 Forma prevista de financiamiento**

Para la realización de los proyectos se ha considerado que en su financiamiento participe la comunidad, la municipalidad y fondos externos (entidades internacionales y/o gubernamentales), de la siguiente forma:

- **Fondos externos**

Para abastecimiento de agua un aporte equivalente al 45% del total de la inversión destinada a compra de materiales no locales como PVC Y Hg., válvulas y otros materiales no producidos nacionalmente. Para saneamiento básico la contribución será del 35% para cubrir costos de materiales como lámina, arena pedrín, hinodoros, material para casetas, en este caso el aporte baja pues la mano de obra la aporta en su mayoría la comunidad.

- **Municipalidad**

Para abastecimiento de agua un aporte equivalente al 25% del total de la inversión destinada a compra de materiales como cemento, hierro, madera, pago de mano de obra calificada y transporte de materiales.

Para saneamiento básico la contribución será del 40% para cubrir costos de materiales como cemento, hierro y pago de mano de obra calificada, transporte.

- **Comunidad**

Para abastecimiento de agua un aporte equivalente al 30% del total de la inversión destinada mano de obra, materiales locales como arena, pedrín, piedra bola y transporte local de los mismos.

Para saneamiento básico la contribución será del 25% para cubrir costos de materiales locales como arena, pedrín, piedra bola y transporte local de los mismos.

### **3.7.3 Costos de preinversión**

Para este efecto en los informes de evaluación de agua y saneamiento se han contemplado los proyectos de preinversión (estudios y diseños) necesarios para desarrollarlos donde sea indispensable la implementación de un estudio más a detalle, con lo cual se podrán gestionar y obtener estos recursos para beneficio de las comunidades.



## 4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

### 4.1 Clasificación de los sistemas de agua para consumo humano según grado de emergencia y fases de intervención a 6 años

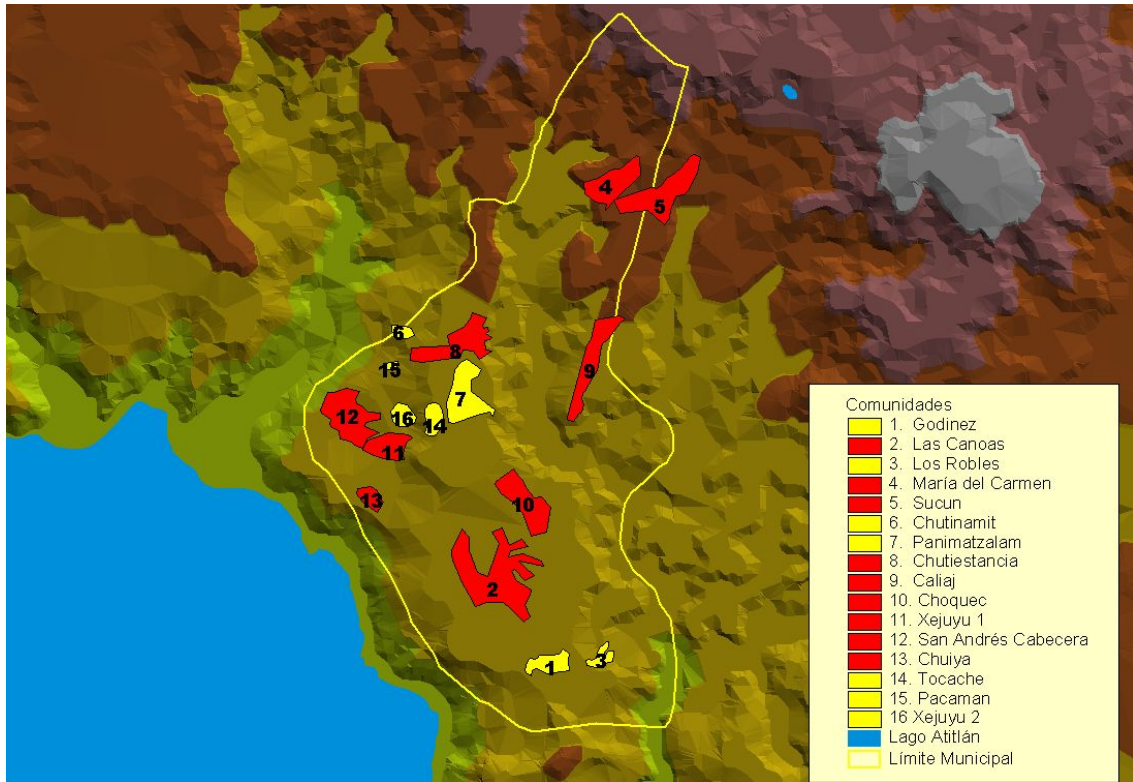
**Tabla XVII. Clasificación de los sistemas de agua para consumo humano según grado de emergencia**

Código	Comunidad	Clasificación	Grado de emergencia	Color	Población	Fase de intervención
2	Canoas	C	Alto	Rojo	3,230	Primera fase
12	San Andrés Cabecera	C	Alto	Rojo	2,198	
8	Chutiencia	C	Alto	Rojo	1,130	
4	María del Carmen	C	Alto	Rojo	491	
5	Sucún	C	Alto	Rojo	480	
11	Xejuyú I	C	Alto	Rojo	398	
10	Choquec	C	Alto	Rojo	340	Segunda fase
9	Caliaj	C	Alto	Rojo	235	
13	Chuiyá	C	Alto	Rojo	132	
7.14	Panimatzalám+Tocaché	B	Medio	Amarillo	895	Tercera fase
1	Godínez	B	Medio	Amarillo	585	
6,15,16	Chutinamit+Pacamán Xejuyú 2	B	Medio	Amarillo	290	
3	Los Robles	B	Medio	Amarillo	207	

Fuente: Cooperación española, Sololá.

#### 4.2 Resultado según grados de urgencia de los sistemas de agua potable

Figura 7. Mapa resultado según prioridad de intervención en sistemas de agua potable



Fuente: Cooperación española, Sololá.

#### 4.3 Clasificación de los sistemas de saneamiento básico según grado de emergencia y fases de intervención a 6 años

**Tabla XVIII. Clasificación de los sistemas de saneamiento según el grado de emergencia**

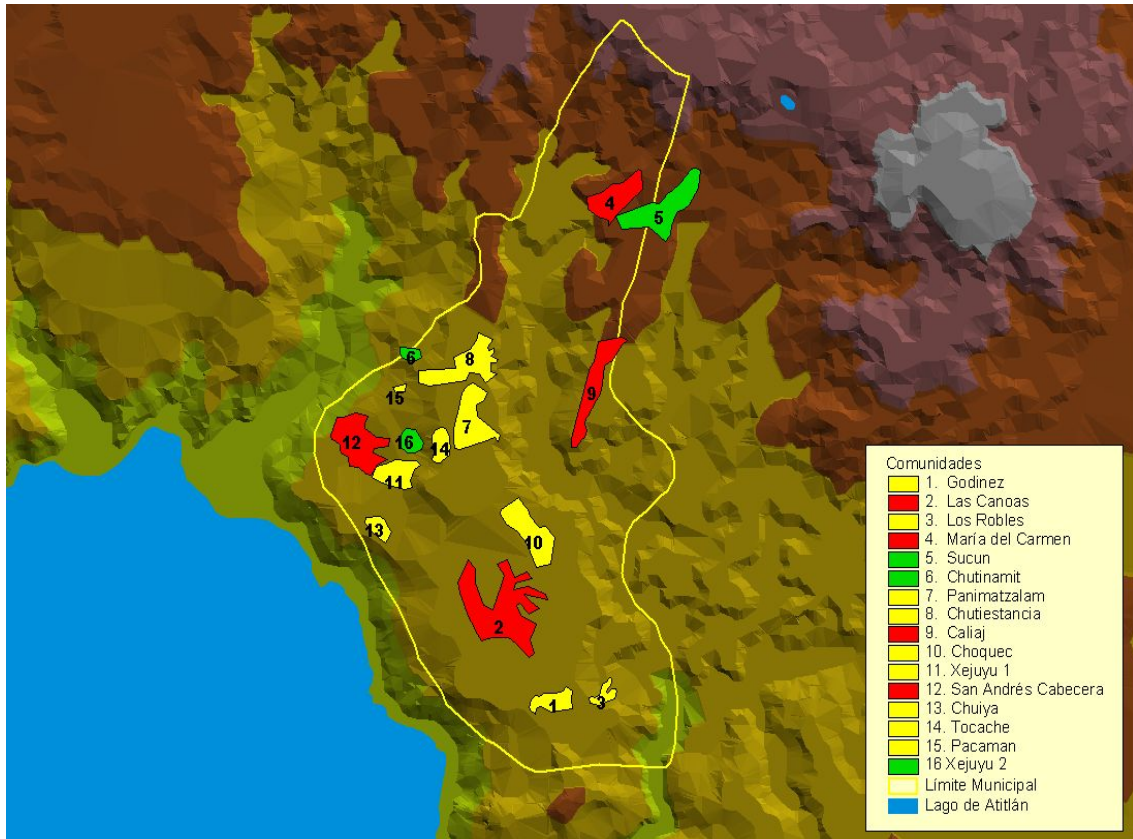
Código	Comunidad	Clasificación	Grado de emergencia	Color	Población	Fase de intervención
2	Las Canoas	C	Alta	Rojo	3,230	Primera fase
4	María del Carmen	C	Alta	Rojo	491	
9	Caliaj	C	Alta	Rojo	235	
12	San Andrés Cabecera	C	Alta	Rojo	2,198	
8	Chutiestancia	C	Media	Amarillo	1,130	Segunda fase
7	Panimatzalám	C	Media	Amarillo	680	
10	Choquec	C	Media	Amarillo	340	
14	Tocaché	B	Media	Amarillo	215	
3	Los Robles	B	Media	Amarillo	207	
13	Chuiyá	B	Media	Amarillo	132	
15	Pacamán	B	Media	Amarillo	38	
11	Xejuyú I	B	Media	Amarillo	398	
1	Godínez	B	Media	Amarillo	585	Tercera fase
5	Sucún	A	Baja	Verde	480	
16	Xejuyú II	A	Baja	Verde	168	
6	Chutinamit	A	Baja	Verde	84	

Fuente: Cooperación española, Sololá.



#### 4.4 Resultado según grados de urgencia de los sistemas de saneamiento

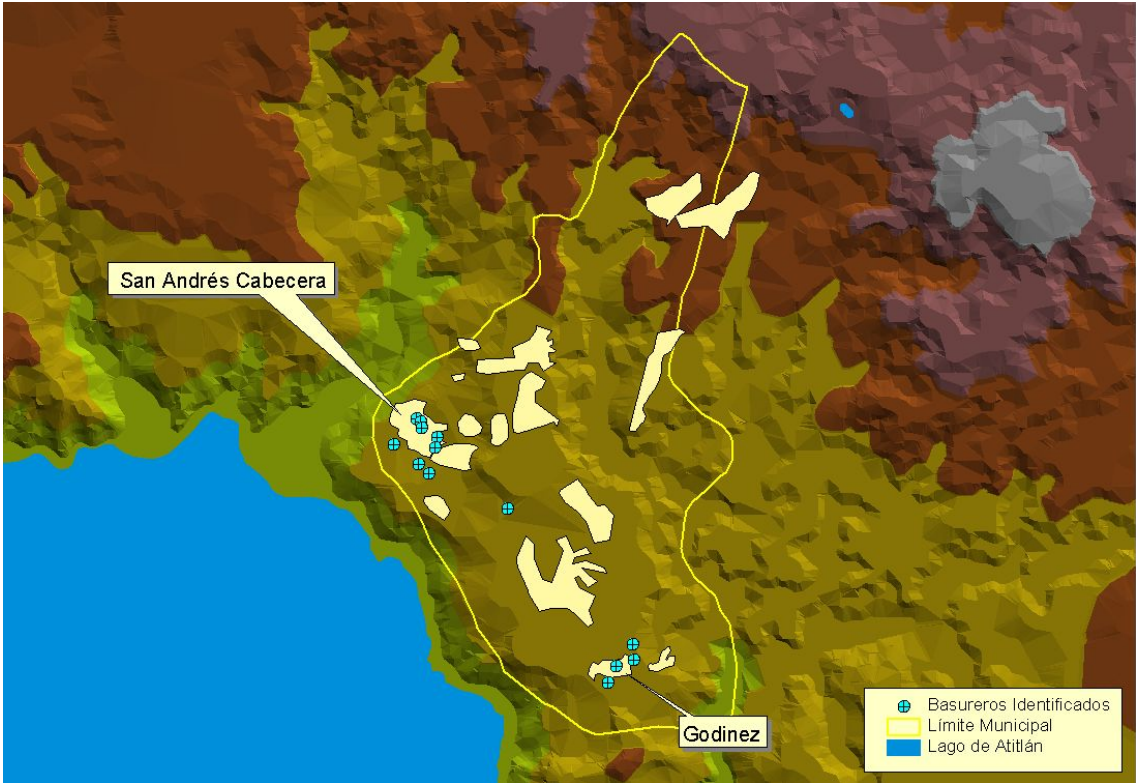
Figura 8: Mapa resultado según prioridad de intervención en sistemas de saneamiento



Fuente: Cooperación española, Sololá.

**4.5 Resultado de identificación de botaderos clandestinos**

**Figura 9. Mapa ubicación de botaderos clandestinos**



**Fuente: Cooperación española, Sololá.**



## 5. PRIORIZACIÓN Y ACCIONES REQUERIDAS PARA MEJORAR LOS SISTEMAS DE AGUA Y SANEAMIENTO BÁSICO

**Tabla XIX. Tipo de acciones en agua para consumo humano**

Código	Comunidad	Acción	Costo	Fase de intervención
2	Canoas	Ampliaciones y mejoras, propuesta de introducción de agua por pozo mecánico	Q 3,415,905.00	Primera fase
12	San Andrés Cabecera	Ampliaciones y mejoras	Q 1,508,586.18	
8	Chutiencia	Ampliaciones y mejoras, propuesta de introducción de agua por pozo mecánico	Q 2,139,196.00	Segunda fase
4	María del Carmen	Ampliaciones y mejoras, propuesta de introducción de agua por pozo mecánico	Q 626,125.00	
5	Sucún	Ampliaciones y mejoras, propuesta de introducción de agua por pozo mecánico	Q 1,916,820.00	
11	Xejuyú I	Ampliaciones y mejoras	Q 204,232.00	Tercera fase
10	Choquec	Ampliaciones y mejoras	Q 283,554.00	
9	Caliaj	Ampliaciones y mejoras	Q 175,987.00	
13	Chuiyá	Ampliaciones y mejoras, propuesta de introducción de agua por pozo mecánico	Q 319,441.00	
7.14	Panimatzalám + Tocaché	Ampliaciones y mejoras	Q 296,856.00	
1	Godínez	Ampliación mejoras y estudio de red	Q 545,568.00	
6,15,16	Chutinamit+ Pacamán+ Xejuyú 2	Ampliaciones y mejoras	Q 208,901.00	
3	Los Robles	Ampliaciones y mejoras	Q 134,869.00	
Total			Q 11,776,040.18	

**Fuente: Cooperación española, Sololá.**

**Tabla XX. Tipo de acciones en sistemas de disposición de excretas y aguas negras**

Código	Comunidad	Acción	Costo	Fase de intervención
2	Las Canoas	Construcción de 125 letrinas y 372 pozos sumideros	Q 1,641,721.50	Primera fase
4	María del Carmen	Construcción de 43 letrinas y 85 pozos sumideros	Q 328,097.00	
9	Caliaj	Construir 10 y 41 pozos sumideros	Q 227,406.20	
12	San Andrés Cabecera	Ampliación de red de drenaje y construcción de planta de tratamiento	Q 1,360,800.00	
8	Chutiestancia	Construcción de 31 letrinas y 196 pozos sumideros	Q 730,933.00	Segunda fase
7	Panimatzalám	Construcción de 31 letrinas y 121 pozos sumideros	Q 566,020.00	
10	Choquec	Mejoramiento de 56 letrinas, construcción de 8 letrinas nuevas, y construcción de 64 pozos sumideros	Q 253,904.64	
14	Tocaché	Construir 6 letrinas y 43 pozos sumideros	Q 200,986.80	
3	Los Robles	Construcción de 8 letrinas y 37 pozos sumideros	Q 119,210.00	
13	Chuiyá	Construir 7 letrinas y 28 pozos sumideros	Q 173,028.80	
15	Pacamán	Construcción de 5 pozos sumideros y mejoras a las letrinas.	Q 30,191.00	
11	Xejuyú I	Construir 25 letrinas nuevas y 32 pozos sumideros	Q 170,100.00	
1	Godínez	Ampliación de red de drenaje y construcción de 2 plantas de tratamiento	Q 624,800.00	Tercera fase
5	Sucún	Construcción 5 letrinas 5 pozos sumideros	Q 267,750.00	
16	Xejuyú II	Mejoras en el sistema	Q 2,800.00	
6	Chutinamit	Construcción de 2 letrinas nuevas	Q 563,220.00	
Total			Q 7,260,968.94	

Fuente: Cooperación española, Sololá.

**Tabla XXI. Tipo de acciones en sistemas de manejo de desechos sólidos**

Código	Comunidad	Acción	Costo	Fase de intervención
4	María del Carmen	Construcción de 90 basureros familiares	Q 99,720.00	Primera fase
9	Caliaj	Construcción de 41 basureros familiares	Q 45,428.00	
10	Choquec	Construcción de 62 basureros familiares	Q 68,696.00	Segunda fase
3	Los Robles	Construcción de 41 basureros familiares	Q 45,428.00	
15	Pacamán	Construcción de 5 basureros familiares	Q 5,540.00	
5	Sucún	Construcción de 57 basureros familiares	Q 63,156.00	Tercera fase
16	Xejuyú II	Construcción de 36 basureros familiares	Q 39,888.00	
6	Chutinamit	Construcción de 57 basureros familiares	Q 63,156.00	
		Total	Q 431,012.00	

Fuente: Cooperación española, Sololá.

### Tren de aseo y relleno sanitario

La municipalidad de San Andrés Semetabaj cuenta con un estudio de pre - factibilidad y diseño final de un tren de aseo y relleno sanitario para el Municipio; en este caso se manejará tanto material orgánico como inorgánico. Las comunidades beneficiadas son las que presentan vías de acceso adecuado para el vehículo de recolección y principalmente las comunidades donde se encuentran concentrados la mayor parte de botaderos clandestinos (Ver numeral 5.5). Este proyecto está planificado para ejecutarse en la primera fase del plan.

**Tabla XXII: Comunidades beneficiadas por el tren de aseo y relleno sanitario**

Código	Comunidad	Costo global	
1	Godínez		
2	Canoas		
7	Panimatzalám		
8	Chutiestancia		
11	Xejuyú I		
12	San Andrés Cabecera		
13	Chuiyá		
14	Tocaché		
			Q 2,000,000.00

**Fuente: Cooperación española, Sololá.**

**Tabla XXIII. Tipo acciones en control de humo intra domiciliar**

Código	Comunidad	Acción	Costo	Fase de intervención
2	Las Canoas	Construcción de 225 estufas Onil	Q 180,000.00	Primera fase
4	María del Carmen	Construcción de 45 estufas Onil	Q 36,000.00	
9	Caliaj	Construcción de 20 estufas Onil	Q 16,000.00	
12	San Andrés Cabecera	Construcción de 53 estufas Onil	Q 42,400.00	
8	Chutiencia	Construcción de 80 estufas Onil	Q 64,000.00	Segunda fase
7	Panimatzalám	Construcción de 62 estufas Onil	Q 49,600.00	
10	Choquec	Construcción de 31 estufas Onil	Q 24,800.00	
14	Tocaché	Construcción de 39 estufas Onil	Q 31,200.00	
3	Los Robles	Construcción de 41 estufas Onil	Q 32,800.00	
13	Chuiyá	Construcción de 25 estufas Onil	Q 20,000.00	
15	Pacamán	Construcción de 5 estufas Onil	Q 4,000.00	
11	Xejuyú I	Construcción de 45 estufas Onil	Q 36,000.00	
1	Godínez	Construcción de 18 estufas Onil	Q 14,400.00	
5	Sucún	Construcción de 5 estufas Onil	Q 4,000.00	Tercera fase
16	Xejuyú II	Construcción de 18 estufas Onil	Q 14,400.00	
6	Chutinamit	Construcción de 18 estufas Onil	Q 14,400.00	
Total			Q 584,000.00	

Fuente: Cooperación española, Sololá.





## 6. ACCIONES Y PRESUPUESTO REQUERIDO POR FASES DE INTERVENCIÓN

### 6.1 Primera fase

**Tabla XXIV. Acciones en agua primera fase**

Código	Comunidad	Acción	Costo	
2	Canoas	Ampliaciones mejoras, propuesta de introducción de agua por pozo mecánico	Q	3,415,905.00
12	San Andrés Cabecera	Ampliaciones y mejoras	Q	1,508,586.18
Total			Q	4,924,491.18

Fuente: Cooperación española, Sololá.

**Tabla XXV. Acciones en disposición de excretas y aguas residuales primera fase**

Código	Comunidad	Acción	Costo	
2	Las Canoas	Construcción de 125 letrinas y 372 pozos sumideros	Q	1,641,721.50
4	María del Carmen	Construcción de 43 letrinas y 85 pozos sumideros	Q	328,097.00
9	Caliaj	Construir 10 y 41 pozos sumideros	Q	227,406.20
12	San Andrés Cabecera	Ampliación de red de drenaje y construcción de planta de tratamiento	Q	1,360,800.00
Total			Q	3,558,024.70

Fuente: Cooperación española, Sololá.

**Tabla XXVI. Acciones en manejo de desechos sólidos primera fase**

Código	Comunidad	Acción	Costo
4	María del Carmen	Construcción de 90 basureros familiares	Q 99,720.00
9	Caliaj	Construcción de 41 basureros familiares	Q 45,428.00
		Total	Q 145,148.00

**Fuente: Cooperación española, Sololá.**

**Tabla XXVII. Acciones en control de humo intra – domiciliar primera fase**

Código	Comunidad	Acción	Costo
2	Las Canoas	Construcción de 225 estufas Onil	Q 180,000.00
4	María del Carmen	Construcción de 45 estufas Onil	Q 36,000.00
9	Caliaj	Construcción de 20 estufas Onil	Q 16,000.00
12	San Andrés Cabecera	Construcción de 53 estufas Onil	Q 42,400.00
		Total	Q 274,400.00

**Fuente: Cooperación española, Sololá.**

## 6.2 Segunda fase

**Tabla XXVIII. Acciones en agua segunda fase**

Código	Comunidad	Acción	Costo
8	Chutiestancia	Ampliaciones mejoras, propuesta de introducción de agua por pozo mecánico	Q 2,139,196.00
4	María del Carmen	Ampliaciones mejoras, propuesta de introducción de agua por pozo mecánico	Q 626,125.00
5	Sucún	Ampliaciones mejoras, propuesta de introducción de agua por pozo mecánico	Q 1,916,820.00
Total			Q 4,682,141.00

**Fuente: Cooperación española, Sololá.**

**Tabla XXIX. Acciones en disposición de excretas y aguas residuales segunda fase**

Código	Comunidad	Acción	Costo
8	Chutiestancia	Construcción de 31 letrinas y 196 pozos sumideros	Q 730,933.00
7	Panimatzalám	Construcción de 31 letrinas y 121 pozos sumideros	Q 566,020.00
10	Choquec	Mejoramiento de 56 letrinas, construcción de 8 letrinas nuevas, y construcción de 64 pozos sumideros	Q 253,904.64
14	Tocaché	Construir 6 letrinas y 43 pozos sumideros	Q 200,986.80
3	Los Robles	Construcción de 8 letrinas y 37 pozos sumideros	Q 119,210.00
13	Chuiyá	Construir 7 letrinas y 28 pozos sumideros	Q 173,028.80
15	Pacamán	Construcción de 5 pozos sumideros y mejoras a las letrinas.	Q 30,191.00
11	Xejuyú I	Construir 25 letrinas nuevas y 32 pozos sumideros	Q 170,100.00
1	Godínez	Ampliación de red de drenaje y construcción de 2 plantas de tratamiento	Q 624,800.00
Total			Q 2,869,174.24

Fuente: Cooperación española, Sololá.

**Tabla XXX. Acciones en manejo de desechos sólidos segunda fase**

Código	Comunidad	Acción	Costo
10	Choquec	Construcción de 62 basureros familiares	Q 68,696.00
3	Los Robles	Construcción de 41 basureros familiares	Q 45,428.00
15	Pacamán	Construcción de 5 basureros familiares	Q 5,540.00
Total			Q 119,664.00

Fuente: Cooperación española, Sololá.

**Tabla XXXI. Acciones en control de humo intra - domiciliario segunda fase**

Código	Comunidad	Acción	Costo
8	Chutiencia	Construcción de 80 estufas Onil	Q 64,000.00
7	Panimatzalám	Construcción de 62 estufas Onil	Q 49,600.00
10	Choquec	Construcción de 31 estufas Onil	Q 24,800.00
14	Tocaché	Construcción de 39 estufas Onil	Q 31,200.00
3	Los Robles	Construcción de 41 estufas Onil	Q 32,800.00
13	Chuiyá	Construcción de 25 estufas Onil	Q 20,000.00
15	Pacamán	Construcción de 5 estufas Onil	Q 4,000.00
11	Xejuyú I	Construcción de 45 estufas Onil	Q 36,000.00
1	Godínez	Construcción de 18 estufas Onil	Q 14,400.00
Total			Q 276,800.00

Fuente: Cooperación española, Sololá.

### 6.3 Tercera fase

**Tabla XXXII. Acciones en agua tercera fase**

Código	Comunidad	Acción	Costo
11	Xejuyú I	Ampliaciones y mejoras	Q 204,232.00
10	Choquec	Ampliaciones y mejoras	Q 283,554.00
9	Caliaj	Ampliaciones y mejoras	Q 175,987.00
13	Chuiyá	Ampliaciones, mejoras, propuesta de introducción de agua por pozo mecánico	Q 319,441.00
7.14	Panimatzalám+Tocaché	Ampliación y mejoras	Q 296,856.00
1	Godínez	Ampliación mejoras y estudio de red	Q 545,568.00
6,15,16	Chutinamit+Pacamán+Xejuyú 2	Ampliaciones y mejoras	Q 208,901.00
3	Los Robles	Ampliaciones y mejoras	Q 134,869.00
Total			Q 2,169,408.00

Fuente: Cooperación española, Sololá.

**Tabla XXXIII. Acciones en disposición de excretas y aguas residuales tercera fase**

Código	Comunidad	Acción	Costo
5	Sucún	Construcción 5 letrinas 5 pozos sumideros	Q 267,750.00
16	Xejuyú II	Mejoras en el sistema	Q 2,800.00
6	Chutinamit	Construcción de 2 letrinas nuevas	Q 563,220.00
Total			Q 833,770.00

Fuente: Cooperación española, Sololá.

**Tabla XXXIV. Acciones en manejo de desechos sólidos tercera fase**

Código	Comunidad	Acción	Costo
5	Sucún	Construcción de 57 basureros familiares	Q 63,156.00
16	Xejuyú II	Construcción de 36 basureros familiares	Q 39,888.00
6	Chutinamit	Construcción de 57 basureros familiares	Q 63,156.00
Total			Q 166,200.00

Fuente: Cooperación española, Sololá.

**Tabla XXXV. Acciones en control de humo intra - domiciliario tercera fase**

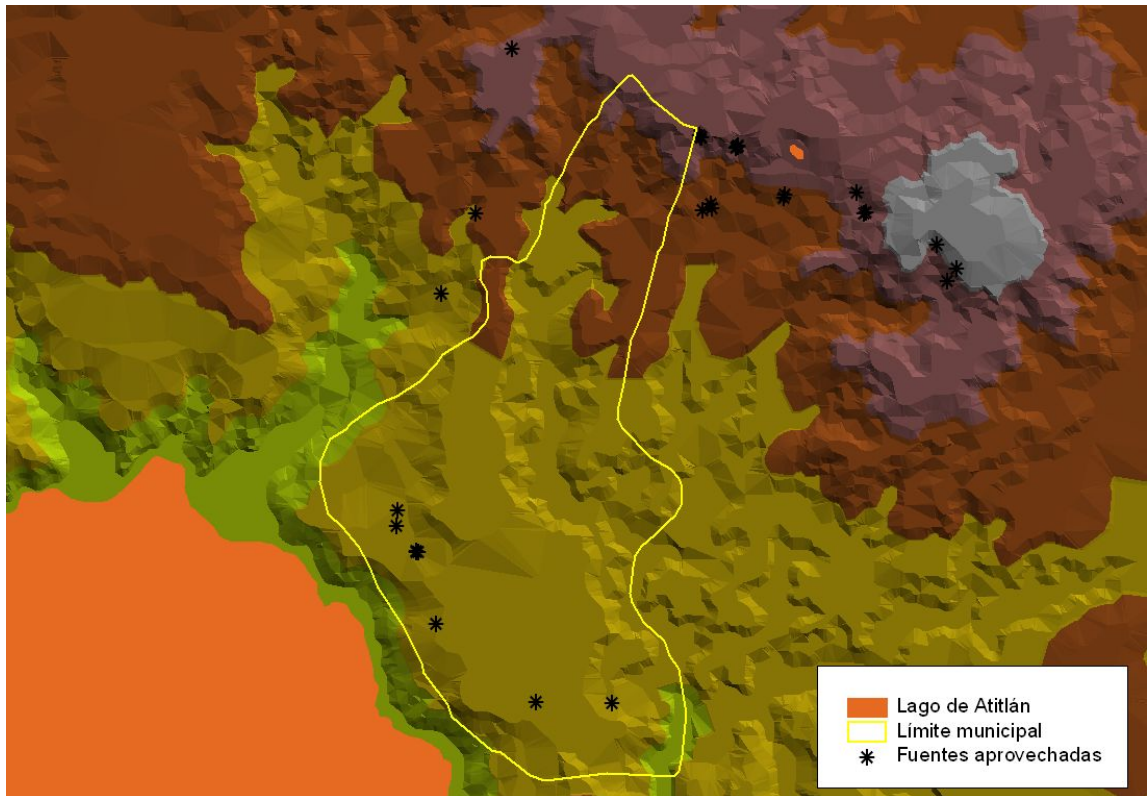
Código	Comunidad	Acción	Costo
5	Sucún	Construcción de 5 estufas ONIL	Q 4,000.00
16	Xejuyú II	Construcción de 18 estufas ONIL	Q 14,400.00
6	Chutinamit	Construcción de 18 estufas ONIL	Q 14,400.00
Total			Q 32,800.00

Fuente: Cooperación española, Sololá.

## 7. PROYECTOS ADICIONALES

### 7.1 Fuentes aprovechadas

Figura 10. Manantiales de agua aprovechados



Fuente: Cooperación española, Sololá.



## 7.2 Proyección de vida útil de las fuentes

**Tabla XXXVI. Proyección de vida útil de las fuentes de agua aprovechadas**

Código	Comunidad	Vida útil de la capacidad de la fuente		
		Terminada	Menor a 10 años	Mayor a 10 años
1	Godínez		x	
2	Canoas	x		
3	Los Robles			x
4	María del Carmen	x		
5	Sucún	x		
7,14	Panimatzalám+Tocaché		x	
8	Chutiestancia	x		
9	Caliaj		x	
10	Choquec			x
11	Xejuyú I			x
12	San Andrés Cabecera			x
13	Chuiyá		x	
6,15,16	Chutinamit+Pacamán+Xejuyú 2			x

**Fuente: Cooperación española, Sololá.**

En la tabla anterior se hace referencia a la vida útil de las fuentes que abastecen actualmente a las comunidades evaluadas.

El análisis de resultados es el siguiente:

- El promedio de vida en que las fuentes utilizadas pueden cubrir la demanda de la población es de 7 años, esto indica la clara necesidad de búsqueda de nuevas fuentes que atiendan la demanda actual y futura de las comunidades. Para el cálculo de vida útil de las fuentes se calcularon proyecciones con 90 litros/habitante/día y un crecimiento poblacional del 3.25%, el caudal de la fuente se tomó como constante.

Es necesario considerar que en este inciso se plantea la realización de un estudio que proporcione acciones para evitar el agotamiento de los caudales de los nacimientos explotados actualmente (ver anexo 2).

- Escasean manantiales aprovechables.
- Al tomar en cuenta la alta degradación del medio ambiente, con lo que se provoca el agotamiento acelerado de los caudales de las fuentes y el crecimiento poblacional, se presenta la clara necesidad de tomar acciones relacionadas a la búsqueda de una mejor forma de explotación y manejo del recurso.

Es necesario dar a conocer, además, los patrones culturales en los cuales se desenvuelve la población, los cuales influyen directamente en no prever estos problemas. Es decir, la población beneficiada considera que el recurso agua siempre existirá, no ponen atención al cuidado del ciclo hidrológico del agua y la utilizan desmedidamente.

Al referirse a la actual explotación de manantiales y tomar en cuenta que la cantidad de agua que la mayoría de estos producen según la tabla XXXVI, no cubre las dotaciones mínimas por habitante (60-100 litros/habitante/día) se hace necesario como siguiente alternativa la explotación del agua subterránea. Las fuentes subterráneas presentan variación en cuanto al comportamiento y ubicación de sus cauces, sin dejar de mencionar los caudales que cada una de ellas conducen; dichos aspectos van ligados muy fundamentalmente a la geología, hidrológica y el ecosistema del área, en Guatemala muy particulares para cada zona.

Si alguno de estos aspectos no se toma en cuenta al iniciar la explotación del recurso de agua subterránea se puede provocar desbalances catastróficos en el ambiente.

El agua es un recurso renovable, siempre y cuando se maneje y aproveche adecuadamente.

Es necesaria la implementación de un estudio hidrogeológico, del cual se obtenga información referente a la explotación del recurso agua, información que identificaría:

- Zonas de recarga hídrica: importantes para el mantenimiento del recurso, manejo adecuado de bosques y cultivos.
- Comportamiento de causas subterráneas: necesarios para identificación de zonas de explotación y de la ubicación de puntos de perforación
- Hidrología: importante para conocer el comportamiento de la escorrentía superficial y subterránea, la recarga de las fuentes como la principal etapa del ciclo hidrológico.
- Geología y Geofísica: conocimiento de los tipos de estratos de suelos que determinarían la capacidad de recarga de las fuentes, directamente relacionadas a la capacidad de infiltración. Y con ello la cantidad de recuperación de los pozos a explotar.

Este estudio beneficiaría a inmediato plazo a 5 comunidades identificadas según el plan maestro como prioridad de acción alta, donde los sistemas de agua han cumplido ya su vida útil. A corto plazo también beneficiaría a comunidades que a menos de 6 años se quedarán sin cantidad de agua suficiente en sus sistemas y a largo plazo al total del municipio que en este caso está delimitado por las cuencas hidrográficas del río Madre Vieja, el río Panajachel y propiamente la cuenca del Lago de Atitlán.

Este proyecto está planificado para ejecutarse en la primera fase del plan.

El costo de este estudio es de aproximadamente Q. 250,000.00, valor que incluye impuestos y costos directos e indirectos.



## 8. RESUMEN GENERAL DE INTERVENCIÓN

**Tabla XXXVII. Presupuesto general de intervención**

<b>Resumen general de intervencion</b>				
Componente	Primera fase	Segunda fase	Tercera fase	Total por tipo de acción
Agua para consumo humano	Q 4,924,491.18	Q 4,682,141.00	Q 2,169,408.00	Q 11,776,040.18
Disposición de excretas y aguas residuales	Q 3,558,024.70	Q 2,869,174.24	Q 833,770.00	Q 7,260,968.94
Disposición de desechos sólidos individuales	Q 145,148.00	Q 119,664.00	Q 166,200.00	Q 431,012.00
Tren de aseo y relleno sanitario	Q 2,000,000.00			Q 2,000,000.00
Control de humo intra domiciliario	Q 274,400.00	Q 276,800.00	Q 32,800.00	Q 584,000.00
Estudio hidrogeológico	Q 250,000.00			Q 250,000.00
Total de intervención por fase	Q11,152,063.88	Q 7,947,779.24	Q 3,202,178.00	

**Fuente: Cooperación española, Sololá.**

**Total de intervención Q 22,302,021.12.**



## **9. ACTUALIZACIÓN DE PLAN MAESTRO**

### **9.1 Procedimiento para la actualización y/o modificación del plan**

Se establece que el presente plan tendrá validez durante 6 años (2003-2008) a partir de su aprobación. Será evaluado cada año y según los resultados obtenidos de los planes operativos correspondientes, podrá ser reorientado. Al término del período validez deberá realizarse una revalidación, actualización y rediseño del mismo, mediante talleres de consulta, verificaciones de campo e informes de intervenciones realizadas en el municipio y será la municipalidad en conjunto con el departamento de agua el encargado de realizarlo.

### **9.2 Monitoreo de ejecución del plan**

Para determinar la operatividad y direccionalidad del Plan, se ha establecido el monitoreo de las acciones por medio de verificaciones de campo en materia de intervenciones en agua y saneamiento y la actualización de la información en la base de datos.

### **9.3 Proceso para elaboración del plan operativo anual**

Anualmente, junto con el consejo municipal de desarrollo, la corporación municipal, instituciones existentes y el departamento de agua coordinarán las acciones para obtener mejores resultados.

Todo se decidirá utilizando los criterios de priorización mencionados en el inciso 3.6 del presente plan maestro.



#### **9.4 Divulgación del plan maestro**

Al aprobar el plan maestro, se realizarán jornadas en cada comunidad del municipio donde se dará a conocer:

- El diagnóstico del sistema de agua y saneamiento de la comunidad.
- Criterios de priorización mencionados en el inciso 3.6 y su grado de intervención (Ver clasificación sugerida inciso 2).
- Las acciones en mejoras y/o implementación de nuevos proyectos en agua y saneamiento básico.

Esta información vendrá reforzada con jornadas anuales de educación sanitaria e información del avance de la ejecución de las acciones que la Municipalidad dará trimestralmente con el apoyo del Departamento de agua durante las reuniones de coordinación que realiza el consejo municipal de desarrollo.

## CONCLUSIONES

1. Debido a la elevada densidad de población, falta de conocimiento por muchos pobladores de medidas de higiene, salubridad, cuidado básico de los servicios y falta de diversificación de actividades productivas, se contempla como resultado la clara disminución del patrimonio natural.
2. El 100% de los sistemas de agua de las 16 comunidades que integran el Municipio se encuentran en mal estado, lo que provoca un gran riesgo de ser contaminadas por agentes patógenos externos que afecten directamente la calidad del agua.
3. Según las proyecciones realizadas para cada sistema de agua, más del 60% de las fuentes aprovechadas tienen una vida útil prevista de menos de 7 años para cubrir las demandas mínimas en la población. Además escasean fuentes de agua para su posible aprovechamiento.
4. El 80% de las comunidades no cuenta con sistemas adecuados para disposición de excretas y aguas residuales.
5. Aproximadamente el 31% de las familias del municipio cocina colocando tres piedras dentro de la cocina donde junta el fuego, un 20% tiene sus sistemas de cocimiento en mal estado, y el 49% tiene estufas adecuadas para el cocimiento de sus alimentos.

6. El 62% de las comunidades no le da ningún tratamiento adecuado a la basura, el 26% la bota en basureros clandestinos, y el 12% utiliza la basura orgánica para hacer compost.
7. No existe una adecuada administración, operación y mantenimiento en el 100% de los sistemas de agua y saneamiento por la falta de capacidad y preparación de los comités encargados.
8. La Municipalidad apoya directamente a las comunidades en la gestión y/o ejecución de los proyectos de agua y saneamiento y hasta el momento no tiene una intervención directa en gestión, operación y mantenimiento de los sistemas de las comunidades.
9. No se cuenta en la actualidad con personal técnico capacitado, infraestructura, mobiliario y equipo adecuado, que facilite el funcionamiento del departamento de agua municipal.
10. No existe un departamento de servicios públicos.

## RECOMENDACIONES

1. Elaborar planes y jornadas ambientales que concientizen a la población sobre el mejor aprovechamiento de los recursos naturales.
2. Utilizar hipocloradores en los sistemas de agua para garantizar la potabilización del agua.
3. Mejorar la cobertura e infraestructura de los sistemas existentes de agua y saneamiento básico.
4. Ejecutar un estudio hidrogeológico que presente información de mantos freáticos, zonas de recarga, cantidad de agua subterránea disponible y planes de manejo del recurso agua, información que será indispensable para la implementación de proyectos nuevos de agua potable.
5. Implementar letrinas de hoyo seco y pozos sumideros para la disposición final de excretas y aguas residuales.
6. Para el control de humo intra – domiciliar se recomienda la implementación de estufas tipo Onil.
7. Para el manejo de desechos sólidos, además de tomarse en cuenta el diseño del tren de aseo y relleno sanitario, es conveniente propiciar la construcción de basureros familiares.

8. Fortalecer el departamento de agua municipal por medio del equipamiento y capacitación de personal técnico y crear un departamento de servicios públicos.
  
9. Elaborar (con apoyo institucional presente en el municipio) políticas claras en materia de gestión de los sistemas de agua y saneamiento, por medio de estudios socioeconómicos del municipio y situación actual de la infraestructura de los sistemas.
  
10. Aplicar metodologías de diagnóstico y planificación de las áreas de agua y saneamiento como las utilizadas en este estudio.
  
11. Realizar la ejecución de los proyectos en base a la priorización contemplada en este plan, ya que con ello se puede obtener mayor impacto en la población.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia Española de Cooperación Internacional. **I Jornada Iberoamericana sobre enfoques integrados de la problemática del agua.** CYTED. 2001.
2. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). **Mitigación de desastres en sistemas de agua potable y saneamiento.** s.l. s.e. 2002.
3. Hernández Muñoz, Aurelio. **Vertido de aguas residuales.** España: Editorial Piscegraf. 2001.
4. Instituto Nacional de sismología, vulcanología, meteorología e hidrología. **Boletín hidrológico.** Guatemala. 2002.
5. Instituto Nacional de sismología, vulcanología, meteorología e hidrología. **Boletín metereológico.** Guatemala. 2002.
6. Instituto Nacional de Estadística (INE). **Diccionario Geográfico Nacional.** Guatemala. 2001.
7. Instituto Geográfico Nacional (IGN). **Diccionario Geográfico Nacional.** Guatemala. 2001.
8. Instituto Geográfico Nacional (IGN). **Mapa cartográfico.** Hoja número 1960 II. 1ra ed. Guatemala: IGN. s.a.
9. Instituto Geográfico Nacional (IGN). **Mapa geológico.** Hoja Guatemala. 1ra ed. 2001. Guatemala: IGN. s.a.

10. Microsoft. **Enciclopedia Encarta**. Estados Unidos de América. 2003.
11. Organización Panamericana de la Salud (OPS). **Manual para la mitigación de desastres naturales en sistemas rurales de agua potable**. Quito: s.e. 1998.
12. Organización Panamericana de la Salud (OPS). **Tecnologías apropiadas en agua potable y saneamiento básico**. 2da. ed. Colombia: Editorial TAb. 1999.
13. Polo Ferrer, José. **Abastecimiento, distribución y saneamiento de agua**. 1ra. ed. Valencia: Editorial UPV. 2002.
14. Proyecto Fortalecimiento Municipal y Desarrollo Humano Integral Sololá. **Plan de Desarrollo Municipal**. Sololá. s.e. 2002.
15. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. **Guía sobre el control de calidad de agua potable**. Perú. s.e. 1999.

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1**

# **FUNDAMENTOS, CRITERIOS Y BASES MATEMÁTICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ACUEDUCTOS Y SISTEMAS DE SANEAMIENTO**

## **Diseño y construcción de sistemas de agua potable**

### **1.1. Información preliminar**

Esta información es presentada inicialmente en los informes de evaluación de cada sistema, identifica la situación actual de la comunidad en cuanto al sistema evaluado, de ella se obtiene información relacionada con: población, vivienda, accesos, abastecimiento actual de agua, disposición de excretas, otros servicios existentes, fuentes disponibles de agua, organización comunitaria etc.

Dicha información identifica las necesidades más sentidas de la población y da un criterio para proponer soluciones al problema encontrado.

Se levanta mediante boletas de encuesta y fotografías aéreas del área en estudio.

### **1.2. Aforo de nacimientos**

Los aforos a los nacimientos se realizan en época de estiaje (temporada seca), por un método práctico y fácil de comprender, el volumétrico, el cual es realizado de la siguiente manera.



Se limpia toda el área que comprenda el nacimiento, luego se reúne en un sólo cauce y se procede a aforarlo. Se debe utilizar un recipiente del cual se conozca su volumen, después de ello se toma el tiempo en el que se llena el recipiente, el proceso se realiza 3 veces, el resultado dará el aforo, que se realiza dividiendo el volumen del recipiente en litros dentro del tiempo promedio establecido en segundos, el dato final será dado en litros/segundo.

### **1.3. Levantamiento topográfico**

Parte del proceso de planificación de un sistema de agua se refiere a la medición de la proyección de la línea de conducción o distribución, como de su nivelación, la que dependerá de la exactitud del método topográfico. El mejor método para levantamiento topográfico es el que usa teodolito (planimetría, proyección sobre un plano horizontal) y nivel de precisión (altimetría, diferencias de nivel).

### **1.4. Cálculo hidráulico**

Para el caso de sistemas de agua potable por gravedad, se utiliza la fórmula de Hazen Williams, que tiene una relación entre diámetro caudal coeficiente de rugosidad y longitud.

$$H_f = \frac{1743811141 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

Donde:

H<sub>f</sub> = Pérdida de energía por fricción o pérdidas de carga

L = Longitud de tramo en metros

Q = Caudal

D = Diámetro nominal

C = Coeficiente de rugosidad

Para PVC el valor de C es igual a 140 y para Hg. El valor de C es igual a 100.

Para el caso de sistemas de bombeo se utilizan las siguientes fórmulas.

Caudal de bombeo:  $Q_b = \frac{Q_{md} * 24 \text{hrs}}{\text{Tiempo de bombeo}} = \text{litros/segundo.}$

Diámetro de impulsión:  $D_e = 1.8675 * Q_b^{1/2} = \text{pulgadas.}$

Para el cálculo de pérdida de carga se utiliza la fórmula de Hazen Williams.

Potencia de la bomba:

$$\text{Pot} = (Q_b * CDT) / 76 * e = \text{hp}$$

En el cálculo hidráulico se maneja el concepto de cota piezométrica y ésta se define como la presión que existen en cada punto del terreno y se representa por la línea piezométrica.

### **1.5. Datos de diseño para sistemas de agua potable por gravedad**

Los datos para el hacer el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable son los siguientes:

**Crecimiento de la población:** permite conocer el número de habitantes a servir y el crecimiento de la población con el tiempo.

Los acueductos se calculan para un período de 15 a 20 años y es necesario saber cómo se incrementa la población en este tiempo para hacer este cálculo se utiliza el “Método geométrico”.

$$Pf = Pa (1+r)^n$$

Donde:

Pf = Número de habitantes al final del período de diseño correspondiente.

Pa = Número de habitantes actuales.

R = Tasa de crecimiento geométrico, determina con base en censos de población.

n = Período de diseño correspondiente en años.

**Consumo de agua potable:** la dotación es la cantidad de agua asignada en un día a cada habitante. Se expresa en litros por habitante por día (Lts./Hab./día).

Rango de dotaciones para el área:

Dotación = 40-60 Lts./Hab./día para llenar cantaros.

60-90 Lts./Hab./día para conexión domiciliar.

**Consumo medio diario: CMD.** El consumo medio diario será el producto de la dotación adoptada por el número de habitantes que se estimen al final del período de diseño.

$$Q_m = \frac{Pf \cdot \text{dotación}}{86400} = \text{Lts./seg.}$$

**Caudal máximo diario: (caudal de conducción) CMS.** El consumo máximo en un día observado en un período de un año.

$$Q_m = Q_m * \text{factor día máximo}$$

Para comunidades rurales el factor de día máximo utilizado es de 1.2, según normas del Instituto de Fomento Municipal.

**Caudal máximo horario: (caudal de distribución) CMH.** El consumo máximo en una hora observado en un período de un día.

$$Q_d = Q_m * \text{factor hora máxima}$$

Para comunidades rurales el factor de día máximo utilizado es de 2.2, según normas del Instituto de Fomento Municipal.

Para diseño de proyectos menores de 55 viviendas se empleará la fórmula de caudal instantáneo, que es  $0.15(n-1)^{0.5}$  con dotaciones de 90 Lts./Hab./día o el caudal mayor de distribución.

**Tanque de distribución:** se utilizará 25%, 40% y 45% del caudal medio diario para clima frío, templado y cálido respectivamente. Para este estudio se estima un factor de almacenamiento del 40%.

**Criterios de diseño en conducción:** se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Instalar tuberías de PVC y HG. cuando las presiones lo requieran, en zanjones o pasos aéreos se utilizará tubería HG.
- Se instalarán tuberías PVC y HG. con base en las siguientes presiones:  
De 0 – 90 metros columna de agua tubería PVC de 160 PSI.  
De 90 – 175 metros columna de agua tubería PVC de 250 PSI.  
De 175 o más metros columna de agua tubería HG.

- Se instalará válvulas de aire en lugares altos e inicios de pendientes prolongadas.
- Se instalarán válvulas de limpieza en las partes más bajas donde haya cambio de pendiente de negativa a positiva (sifones).
- En cada elemento del sistema la cota piezométrica será mayor a la cota del terreno.

**Criterios de diseño en distribución:**

- Se instalarán válvulas de aire en lugares altos, siempre y cuando las viviendas no sean concentradas.
- Se instalarán válvulas de limpieza en sifones donde no existe mucha concentración de viviendas.
- La presión mínima será de 6 metros.
- Las cajas rompe presión se ubicarán entre 40 a 60 metros de desnivel, con válvula de flote del diámetro que entra a la caja.
- Cuando la presión en la entrada de una caja rompe presión exceda los 6 metros sobre la cota de terrenos se instalará una válvula de globo de ½” para bajar la piezométrica.
- Los criterios anteriores pueden tomarse en casos especiales y cuando las condiciones hidráulicas lo permitan.

## **Especificaciones:**

- **Elementos del sistema**

Captación: esta estructura recibirá el agua proveniente del brote por medio de un tubo PVC y se construirá para una capacidad de 1 m<sup>3</sup>.

Los muros se harán de mampostería de piedra, con un espesor de 0.25 m, con sello sanitario (losa) y tapadera de concreto reforzado. Además se cercarán con alambre espigado, puerta y candado.

Línea de conducción: es la tubería, en su mayoría PVC, que sale de la captación hacia el tanque de distribución, en ésta se la caja de válvula de limpieza, caja de válvula de aire, pasos de zanjón, pasos aéreos con tubería Hg.

Caja rompe presión: obra utilizada para colocar la presión al nivel de la presión atmosférica.

Tanque de distribución: depósito para cubrir la demanda de agua en las horas de mayor consumo, su volumen es igual al 40% del caudal medio diario.

Red de distribución: son las tuberías que distribuyen el agua a los puntos de toma que pueden ser llena cántaros, conexiones domiciliarias o prediales, según se especifique en cada proyecto. Las tuberías de la red de distribución salen del tanque de distribución formando una red de ramales abiertos.

- **Calidad del agua**

- 

El análisis de muestra estará regido bajo las normas COGUANOR. Tanto para análisis bacteriológicos como físicos químicos.

- **Memoria de diseño**

La memoria de diseño es un documento en el que se encuentran anotados todos los cálculos para la solución de problemas de abastecimiento de agua. En ella se encuentra ordenada la información sobre el tipo de tubería y su calidad, la cantidad de tubos, ubicación de obras, pasos aéreos y zanjones y todos los datos que se necesitan para interpretar los planos en cualquier fase de planificación o ejecución.

## **2. Instalación de letrinas y pozos sumideros**

La disposición segura de excretas humanas y aguas grises provenientes principalmente de lavado de ropa y aseo de la vivienda, acompañadas de una adecuada educación sanitaria son actividades fundamentales en el control de la propagación y disminución de gran parte de las enfermedades diarreicas del tipo fecal – oral. Salvo la cabecera municipal y aldea Godínez (las cuales cuentan con red de drenaje), las comunidades pueden ser atendidas en forma económica, higiénica y confiable por medio de letrinas y pozos sumideros.

En este aspecto, es necesario mencionar porqué no se propusieron fosas sépticas, campos de oxidación o algún otro tipo de sistema con tratamiento primario para aguas residuales. La principal razón es falta de educación sanitaria y ambiental de la población.

Entonces antes de implementar proyectos más tecnificados es necesario realizar programas que cubran estos temas en las comunidades con lo que se podrá obtener mejores resultados.

### **2.1. Ubicación y tipo de letrina:**

Se ha propuesto instalar la letrina de hoyo seco utilizada generalmente por los beneficios técnicos y económicos que presenta.

Dicha letrina está compuesta por, el agujero, el brocal, la loza, la caseta y el ducto de ventilación. Para la ubicación de letrinas de hoyo seco ventilada, es necesario que el terreno sea estable y que el agua subterránea se encuentre profunda.

La ubicación de la letrina es muy importante por lo que se debe cumplir con lo siguiente.

- La letrina debe estar por lo menos a 5 metros de la vivienda, para su acceso en la noche, el mal olor, etc.
- Debe colocarse de tal manera que el viento predominante no arrastre malos olores hacia la vivienda.
- La letrina no debe ubicarse a menos de 15 metros de distancia de una fuente de agua, manantial o pozo y localizarse aguas debajo de los mismos. Además, debe estar por lo menos a 5 metros del nivel freático.
- La profundidad de la letrina es de 2 a 3 metros.



## **2.2. Ubicación y tipo de pozo:**

Se propone la construcción de pozos sumideros para comunidades de zonas rural y sub – urbanas con abastecimiento intradomiciliario de agua, carentes de alcantarillado, dichas comunidades presentan aislamiento en la ubicación de sus viviendas. Además de no tener una topografía adecuada para sistemas de redes de drenaje.

Los pozos sumideros son utilizados para infiltración del agua a través de las paredes piso permeables, proveniente de las cocinas y lavaderos de ropa . Dichos pozos están compuestos por pozo de recepción, brocal de mampostería, tapadera de registro, paredes filtrantes construidas con ladrillos y lecho filtrante de grava de diferente diámetro.

- El pozo debe estar por lo menos a 6 metros de la vivienda.
- El pozo no debe ubicarse a menos de 15 metros de distancia de una fuente de agua, manantial o pozo. Además debe estar por lo menos a 1.5 metros del nivel freático.
- Las dimensiones y número de pozos necesarios dependerán de la permeabilidad del terreno y se diseñarán de acuerdo con la experiencia que se tenga en la región donde se construya.

## **3. Instalación de basureros familiares**

Para las comunidades que generan niveles de basura bajos 0.42 kilogramos por persona, no tienen un acceso apropiado para el vehículo de recolección y el costo de uso y mantenimiento provocaría incremento elevado en las tarifas del servicio de relleno sanitario y tren de aseo de la Municipalidad.

Se recomienda la construcción de un basurero unifamiliar mediante enterramiento cubierto. Esta opción se recomienda antes de un basurero comunal debido a su bajo nivel de aceptación por los problemas que supone para la comunidad la cesión del terreno donde se ubicaría el basurero.

Dichos basureros están compuestos de:

1. Foso de 2m<sup>3</sup> excavado.
2. Brocal que evitará, junto con un chaflán, la entrada de agua al foso.
3. Losa y tapadera de concreto armado el cual protegerá la abertura del foso y evitará los malos olores y la concentración de vectores.

Sólo se depositará en el basurero material inorgánico cubierto y apisonado con tierra cada 10 centímetros de espesor de basura. Cuando la altura de la basura llegue a una distancia de 50 centímetros con respecto al nivel de suelo se quitará la tapadera y se construirá un nuevo foso donde el material excavado servirá para cubrir el pozo anterior y la tapadera se reutilizará en el nuevo foso.

El material orgánico se reutilizara enterrándolo en el suelo para su fácil descomposición y aprovechamiento como abono orgánico.

#### **4. Instalación de estufas onil**

Se propone la instalación de estufas Onil en las cocinas y viviendas que no tienen un sistema adecuado para cocer los alimentos.

Estufas Onil, es una estufa prefabricada, que consiste en bloques modulares entre los que se mencionan:

Rampa para plancha de calentamiento.

Plancha de calentamiento.

Discos de calentamiento.

Cámara de combustión.

Tubo de chimenea.

Sombrero para chimenea.

Agarrador de discos de calentamiento.

Esta estufa se puede desmontar y transportar hacia otro lugar; en solamente 45 minutos es posible montarla de nuevo, y tiene la ventaja de ser utilizada nuevamente.

## **ANEXO 2**

### **EJEMPLO DE UN INFORME DE AGUA POTABLE**

#### **Informe de evaluación del sistema de agua**

Municipio: **San Andrés semetabaj**

Comunidades: **Panimatzalám y Tocaché**

#### **1. Datos de las comunidades**

##### **Panimatzalám**

La aldea Panimatzalám se encuentra a 7 kilómetros de la cabecera municipal, a 24 kilómetros de la cabecera departamental, 112 kilómetros de la ciudad capital, vía Patzún y a 127 Kilómetros vía Las Trampas. Colinda al norte con la aldea Chutiencia, al sur con la aldea Las Canoas, al oeste con Tocaché y al este con el caserío Caliaj.

Tiene una altitud de 2,325 metros sobre el nivel del mar, longitud de de 91° 06´ 42” y latitud de 14° 44´ 34”.

La aldea Panimatzalám cuenta con 680 habitantes entre hombres, mujeres y niños.

## Tocaché

El caserío Tocaché se encuentra a 8 kilómetros de la cabecera, a 25 kilómetros de la cabecera departamental, a 113 kilómetros de la ciudad capital, vía Patzún o a 128 kilómetros, vía Las Trampas. Colinda al Norte con el caserío Chutiencia y finca Tzarayá, al Sur con la aldea Las Canoas, al Oeste con el caserío Xejuyú II, al Este con la aldea Panimatzalám.

Tiene una altitud de 2,275 metros sobre el nivel del mar, longitud de de 91° 07' 09" y latitud de 14° 44' 34".

El caserío Tocaché cuenta con 215 habitantes entre hombres, mujeres y niños.

## **2. Descripción del sistema**

Ambas comunidades comparten un sistema de agua entubada a domicilio desde 1994, servicio que beneficia a las 121 viviendas de Panimatzalám y a 37 de las 43 que conforman Tocaché. Por lo tanto, el sistema cubrirá a un 98% del total de las viviendas de ambas comunidades. El sistema se abastece de 2 nacimientos ubicados en la comunidad de Chichoy Tecpán a una distancia de 12 kilómetros del tanque de distribución que abastece a las 2 comunidades con una línea de conducción de PVC en que predomina el diámetro de 2".

El agua es utilizada para el consumo humano, lavado de ropa y para higiene personal. Existe un comité conformado el cual aplica la administración, operación y mantenimiento del sistema de una forma empírica, el sistema cuenta con un reglamento de uso del agua, No se tiene implementado en el sistema ninguna unidad de tratamiento del agua. La tarifa que actualmente aportan es de Q5.00 mensual por usuario.

Panimatzalám cuenta también con un pozo manual que tiene una profundidad de 60 metros, el mantenimiento del pozo lo realizan por medio de la contratación de un fontanero; esta agua es utilizada para el riego de cultivos y para consumo humano en caso de fallos en el sistema de agua entubada domiciliar.

Tocaché también cuenta con 4 pozos manuales y un nacimiento cercano a la comunidad que se encuentran a una profundidad de 17 metros, los cuales son utilizados cuando falla el sistema de agua entubada domiciliar; al igual que Panimatzalám el mantenimiento lo realizan por medio de la contratación de un fontanero.

### **3. Planteamiento del problema**

El principal problema que presenta este sistema es el mal estado de algunos de sus componentes y la falta de implementación de algunos elementos como la unidad de tratamiento, un problema que se generaliza en todo el municipio. La falta de estos elementos produce principalmente irregularidades en el funcionamiento del sistema.

### **4. Evaluación de los componentes del sistema**

#### **4.1. Captación de chichoy tecpán**

- Riesgos detectados

Cerco perimetral en malas condiciones.

Cerco perimetral sin candado.

Total de riesgos identificados: 2

Total de riesgos evaluados: 14

- Recomendaciones

Construcción de un cerco perimetral 15 metros lineales con puerta y candado.

El aforo de la captación es de 1.18 litros/segundo.

#### **4.2. Línea de conducción**

- Riesgos detectados

Existen fugas.

Tramos de tubería de PVC expuesta.

Las crecidas de los río cubren la tubería.

Total de riegos identificados: 2

Total de riegos evaluados: 12

- Recomendaciones

Construir paso de zanjón de 30 metros.

Cambio de 600 m de tubería PVC por Hg. de 2 pulgadas.

Recubrir tramos de tubería PVC expuesta.

### **4.3. Tanque de distribución**

- Riesgos detectados

Cerco perimetral en malas condiciones y sin candado de seguridad.

Losa a nivel de piso.

Existe defecación en un radio de 50 metros.

Total de riesgos identificados: 3

Total de riesgos evaluados: 17

- Recomendaciones

Construir cerco perimetral 40 metros lineales con candado y puerta.

Evitar el pastoreo de animales en un radio no menor a 50 metros por medio de la construcción del cerco perimetral y la concientización de los comunitarios que practican esta actividad.

Construcción de 25 metros de cuneta para desvío de agua pluvial

Volumen del tanque 50 m<sup>3</sup>.

### **4.4. Sistema de desinfección**

- Riesgos detectados

No existe sistema de desinfección.

Total de riesgos identificados: 7

Total de riesgos evaluados: 7



- Recomendaciones

Construcción de un hipoclorador en el tanque de distribución.

#### **4.5. Red de distribución**

- Riesgos detectados

1 Caja rompe presión no opera adecuadamente.

Fugas en conexiones domiciliarias.

6 viviendas sin conexión.

No existen contadores.

Total de riesgos identificados: 3

Total de riesgos evaluados: 14

- Recomendaciones

Comprar válvula de flote para la caja rompe presión.

Reparación de las fugas de las conexiones comprando y cambiando las llaves de chorro en mal estado, las cuales son las principales fuentes de fugas en el sistema.

Construcción de 5 conexiones domiciliarias.

Instalación de 164 contadores.

#### **4.6. Capacidad de administración, operación, mantenimiento y sostenibilidad**

- RIESGOS DETECTADOS

No existe fontanero.

No existe reglamento de agua.

No se cuenta con herramientas y equipo para fontanero.

No hay bodega con existencia materiales para reparaciones.

No tienen planos del proyecto.

No todas las viviendas están al día en el pago de su tarifa mensual.

No han recibido capacitaciones en educación sanitaria.

La tarifa no cubre los gastos de mantenimiento del sistema estimado, la cual es hasta el momento de Q5.00 mensual por cada usuario.

Total de riesgos identificados 6

Total de riesgos evaluados 10

- Recomendaciones

Desarrollar programa de capacitación, operación y mantenimiento.

Crear un reglamento de agua.

Desarrollar programa de educación sanitaria.

Implementar la figura del fontanero en la comunidad.

Proveer al fontanero de la herramienta y equipo necesario para efectuar las actividades de mantenimiento y operación.

Después de realizar las mejoras en el sistema aumentar la tarifa para cubrir los costos de administración y mantenimiento.

## **5. Cálculo de parámetros evaluados en el sistema**

### **5.7. Cálculo de la cantidad de agua existente o dotación actual en litros por habitante por día.**

El caudal que ingresa a la red es de 1.18 litros por segundo.

La población abastecida en el año 2003 con este sistema entre las 2 comunidades es de 859 habitantes.

La dotación existente en Panimatzalám-Tocaché es:

Caudal que ingresa a la red \* 86400 / población abastecida

$$1.18 * 86400 / 859 = 118.7 \text{ litros por habitante por día.}$$

Capacidad de las fuentes para atender la demanda futura.

Se considera una tasa de crecimiento poblacional del 3.25% y una dotación de 90 litros/habitante/día, el caudal actual de las fuentes del sistema de 1.18 l/s tiene capacidad de atender la demanda actual y la futura a 8 años vista.

**Tabla XXXVIII. Proyección de vida útil de la fuente**

Año	Población	Caudal actual de la fuente (litros/segundo)	Caudal requerido (litros/segundo)	Balance de caudal (litros/segundo)
2003	859	1.18	0.89	0.29
2004	887	1.18	0.92	0.26
2005	916	1.18	0.95	0.23
2006	946	1.18	0.98	0.20
2007	976	1.18	1.02	0.16
2008	1,008	1.18	1.05	0.13
2009	1,041	1.18	1.08	0.10
2010	1,075	1.18	1.12	0.06
2011	1,109	1.18	1.16	0.02
2012	1,146	1.18	1.19	-0.01
2013	1,183	1.18	1.23	-0.05

Fuente: Cooperación española, Sololá.

## Conclusión

La dotación existente (118.7 litros por habitante por día), indica que el caudal que ingresa a la red de distribución es suficiente y aceptada para atender la demanda actual ya que la demanda recomendada se encuentra entre 70 y 100 litros por habitante por día.

A largo plazo, sería recomendable la realización de un estudio hidrogeológico para la posible ubicación de un nuevo nacimiento o de un pozo con bomba.

## **5.8. CALIDAD DEL AGUA**

Según un reporte del Laboratorio Nacional de Salud del mes de julio del 2003, en la red de distribución de Panimatzalám-Tocaché no se detectaron colonias de coliformes fecales por muestra de 100 mililitros.

## Conclusión

Según normas de COGUANOR NGO 29001, el agua que se distribuye en las comunidades de Panimatzalám y Tocaché, es apta para el consumo humano, ya que no se reporta la presencia de coliformes fecales en la red de distribución, sin embargo se requiere que se implemente la unidad de desinfección, exigencia del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

## **5.9. Continuidad del servicio**

Según el diagnóstico tomado mediante muestras de diferentes viviendas que forman parte de la comunidad, las 24 horas del día durante todo el año la población es abastecida con agua del sistema de agua entubada.

## Conclusión

Para asegurar esta continuidad se mejorarán tanto las líneas de conducción como la red de distribución con las recomendaciones indicadas en el punto 4 de este informe.

### **5.10. Cobertura del sistema**

La cobertura del sistema es del 98 %, sólo 6 viviendas no disponen de chorro domiciliar.

#### Conclusión:

Es necesario, antes de realizar las 6 nuevas conexiones domiciliarias, reparar y mejorar la red de distribución, según recomendaciones indicadas en el inciso 4 de este informe. Se instalarán contadores para todas las viviendas de las 2 comunidades, en total 164 contadores.

### **5.11. Volumen de almacenamiento**

El volumen 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 (90 litros/habitante/día). En la siguiente tabla se puede evaluar para cuántos años vista, el volumen del tanque tomando en cuenta un factor de almacenamiento del 45% cubre las necesidades del mismo.

**Tabla XXXIX. Proyección de volumen del tanque de distribución**

Año	Población	Volumen actual del tanque (m <sup>3</sup> )	Volumen del tanque requerido (m <sup>3</sup> )	Balace de volumen del tanque (m <sup>3</sup> )
2003	859	50	27.06	22.94
2004	887	50	27.94	22.06
2005	916	50	28.85	21.15
2006	946	50	29.78	20.22
2007	976	50	30.75	19.25
2008	1,008	50	31.75	18.25
2009	1,041	50	32.78	17.22
2010	1,075	50	33.85	16.15
2011	1,109	50	34.95	15.05
2012	1,146	50	36.08	13.92
2013	1,183	50	37.26	12.74
2014	1,221	50	38.47	11.53
2015	1,261	50	39.72	10.28
2016	1,302	50	41.01	8.99
2017	1,344	50	42.34	7.66
2018	1,388	50	43.72	6.28
2019	1,433	50	45.14	4.86
2020	1,480	50	46.61	3.39
2021	1,528	50	48.12	1.88
2022	1,577	50	49.68	0.32
2023	1,629	50	51.30	-1.30
2024	1,681	50	52.97	-2.97

**Fuente: Cooperación española, Sololá.**

### Conclusión

Se dispone de un volumen en el tanque de distribución del sistema de 50 metros cúbicos el cual atenderá la demanda del sistema a 20 años plazo.

## 5.12. Capacidad en administración, operación, mantenimiento y sostenibilidad

Los ingresos mensuales que se registran en las comunidades por la prestación del servicio son de Q470.00 y los egresos ascienden a Q550.00 existe un balance negativo de Q80.00 mensuales; no todas las viviendas están al día en el pago de las tarifas mensuales. Por otra parte la capacidad instalada es deficiente y no existen planes de capacitación por medio de la Municipalidad en educación sanitaria.

### Conclusión

Ver recomendaciones indicadas en el punto 4 de este informe para el criterio de administración, operación y mantenimiento.

## 6. Clasificación del sistema

**Tabla XL. Clasificación del sistema de agua según grado de emergencia**

	Riesgos evaluados	Parámetros
Riesgos sanitarios	18,51%	1
Calidad	0 unidades de coniforme fecal por 100 mililitros	1
Cobertura	98%	1
Continuidad	24 horas/día/año	1
Dotación	118,7 l/hab.día	1
Administración, operación y mantenimiento	Insuficientes recursos humanos y económicos	3
<b>TOTAL</b>		<b>8</b>
CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA	<b>B</b>	
GRADO DE EMERGENCIA	<b>MEDIA</b>	
COLOR	<b>AMARILLO</b>	

Fuente: Cooperación española, Sololá.

## **7. Conclusiones y recomendaciones**

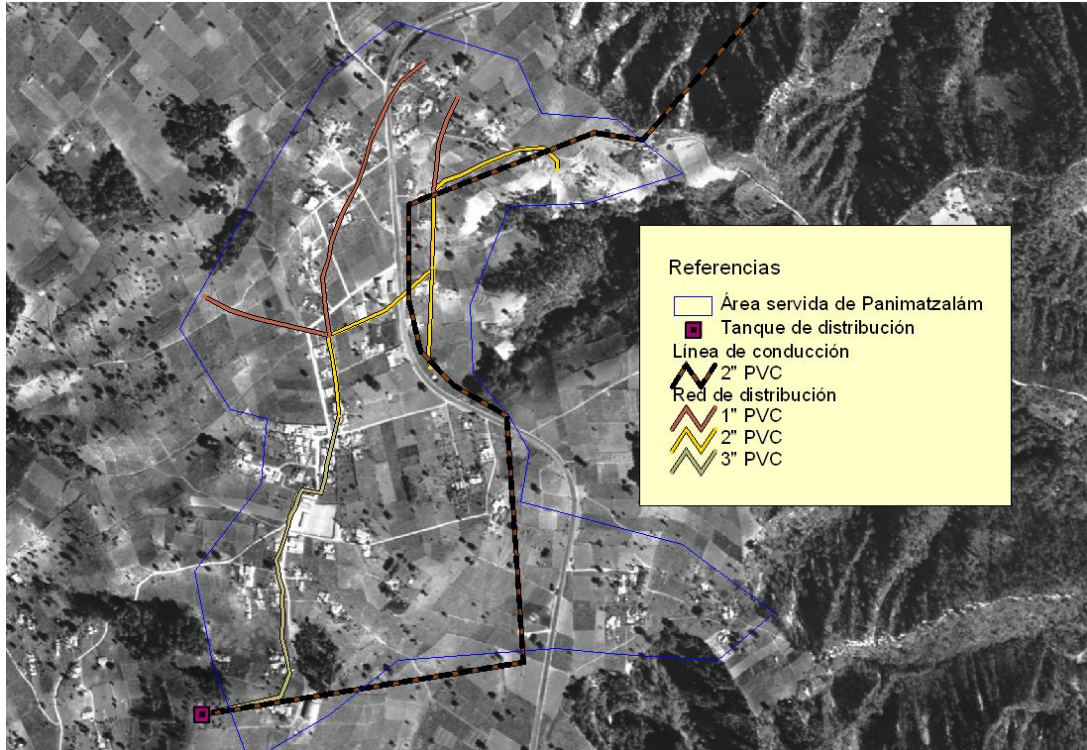
El servicio de agua de las comunidades de Panimatzalám y Tocaché está clasificado en el sistema como B:

1. Requiere implementación de la unidad de cloración.
2. Mejoras y reparaciones del sistema definidas en el punto 4 de este informe y ampliación de la cobertura.
3. Desarrollar la capacitación local para administración, operación, mantenimiento, educación sanitaria y ambiental.
4. Posterior a la ejecución del proyecto, seguirán evaluaciones periódicas del sistema según la planificación del Departamento de agua municipal para dichas acciones.



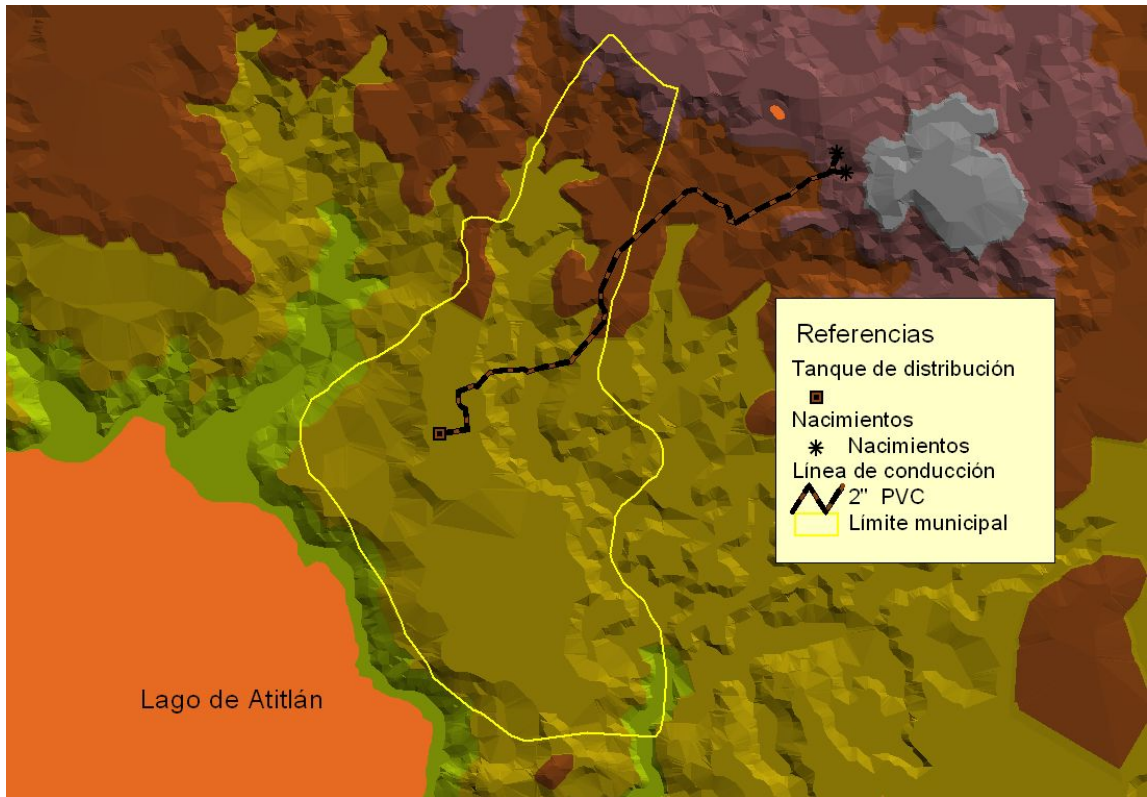
## 8. Diagramas del sistema de agua potable

Figura 11. Mapa temático de la red de distribución del sistema de agua potable



Fuente: Cooperación española, Sololá.

**Figura 12. Mapa temático de los nacimientos y línea de conducción del sistema de agua potable**



Fuente: Cooperación española, Sololá.

## 9. Acciones y presupuesto

A continuación se muestra tabla de costos globales por componentes para la mejora del sistema de agua de las comunidades de Panimatzalmám y Tocaché.

**Tabla XLI. Resumen del presupuesto**

Componente	Costo total
Captación	Q 5,440.00
Línea de conducción	Q 103,500.00
Red de distribución	Q 46,600.00
Tanque de distribución	Q 19,000.00
Hipoclorador	Q 3,500.00
Administración, operación, mantenimiento, educación sanitaria y ambiental	Q 32,000.00
Sub - total	Q 212,040.00
Gastos indirectos	Q 73,514.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q 283,554.00</b>

**Fuente: Cooperación española, Sololá.**

**Tabla XLII. Presupuesto desglosado para el sistema de agua**

Acciones	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo
<b>Captación</b>				
Cerco perimetral	15	Metros	Q 350.00	Q 5,250.00
Candados	2	Unidad	Q 95.00	Q 190.00
<b>Conducción</b>				
Tubería Hg 3"	600	Metros	Q 150.00	Q 90,000.00
Pasos aéreos				
20-30 metros	1	Unidad	Q 13,500.00	Q 13,500.00
<b>Tratamiento</b>				
Hipoclorador	1	Unidad	Q 3,500.00	Q 3,500.00
<b>Tanque de distribución</b>				
Cerco perimetral	40	Metros	Q 400.00	Q 16,000.00
Cuneta	25	Metros	Q 120.00	Q 3,000.00
<b>Red de distribución</b>				
Conexiones domiciliarias	5	Unidad	Q 300.00	Q 1,500.00
Contadores	164	Unidad	Q 275.00	Q 45,100.00
<b>Administración operación y mantenimiento</b>				
Herramientas	1	Global	Q 8,000.00	Q 8,000.00
Tubería y accesorios PVC	1	Global	Q 1,000.00	Q 1,000.00
Tubería y accesorios Hg.	1	Global	Q 3,000.00	Q 3,000.00
Accesorios bronce	1	Global	Q 2,000.00	Q 2,000.00
Capacitación en administración	6	Unidad	Q 1,000.00	Q 6,000.00
Capacitación, operación y mantenimiento	6	Unidad	Q 1,000.00	Q 6,000.00
Capacitación en educación sanitaria y ambiental	6	Unidad	Q 1,000.00	Q 6,000.00
<b>Subtotal</b>				<b>Q 210,040.00</b>
<b>Gastos indirectos</b>				
<b>Imprevistos</b>				<b>Q 31,506.00</b>
<b>Supervisión</b>				<b>Q 16,803.20</b>
<b>Gastos administrativos</b>				<b>Q 25,204.80</b>
<b>Total intervención</b>				<b>Q 283,554.00</b>

Fuente: Cooperación española, Sololá.

## 10. Estrategia de ejecución

**Tabla XLIII: Aportes para la ejecución**

Institución	Acción	Costo
Municipalidad	Compra de materiales de construcción, pago de mano de obra calificada	Q127,599.30
Institución nacional o extranjera	Compra de materiales de construcción, pago de programa de capacitaciones	Q 70,888.50
Comunidad	Aporte de materiales locales, y aporte mano de obra no calificada	Q 85,066.20
Total de intervención		Q283,554.00

Fuente: Cooperación española, Sololá.

## 11. Cronograma de ejecución en agua

**Tabla XLIV: Cronograma**

Actividad	Tiempo de ejecución en meses					
	1	2	3	4	5	6
Captación	■					
Pasos de zanjón 20-30 m	■	■	■			
Tanque de distribución		■	■			
Hipoclorador			■			
Conexiones domiciliarias			■			
Capacitación en administración operación y mantenimiento (3 anuales)					■	
Educación sanitaria y ambiental (3 anuales)					■	
Evaluación y supervisión del sistema ejecutado	■	■	■	■	■	■

Fuente: Cooperación española, Sololá.

## **ANEXO 3**

### **EJEMPLO DE UN INFORME DE SANEAMIENTO**

#### **1. Informe de evaluación de los sistemas de saneamiento**

##### **1.1. Disposición de excretas y aguas negras**

Municipio: **San Andrés Semetabaj**

Comunidad: **Panimatzalám**

##### **1.1.1. Datos de la comunidad**

El caserío Choquec pertenece al Municipio de San Andrés Semetabaj, del Departamento de Sololá, se encuentra ubicado a 4 kilómetros de la Cabecera Municipal, a 21 Km. de la cabecera departamental, a 109 kilómetros de la ciudad capital, vía Patzún y a 132 Km. vía las trampas. Colinda al norte con Aldea Las Canoas, al sur con Panimatzalám, al oeste con San Andrés Semetabaj y al este con Caserío Tablón de Tecpán.

Tiene una altitud de 2,250 metros sobre el nivel del mar, una longitud de 91° 06´ 06” y una latitud de 14° 43´ 58”.

La población es de 340 habitantes entre hombres mujeres y niños, y cuenta con 64 viviendas.

### **1.1.2. Planteamiento del problema**

El 87 % de las viviendas cuenta con letrina, el 13 % que no cuentan con este servicio y tienden a realizar sus necesidades a flor de tierra, la mayor parte de las letrinas son inadecuadas ya que se encuentran en estado precario.

El sistema de letrinización fue construido en 1994.

Las aguas residuales que generan las familias en esta comunidad son producto del lavado de ropa, lavado de utensilios de cocina e higiene personal que realizan desde las viviendas y en las pilas propias, no existe en la comunidad ningún sistema de deposición de aguas residuales.

### **1.1.3. Evaluación de los componentes del sistema de disposición de excretas y aguas grises**

#### **1.1.3.1. Disposición de excretas, sistema de letrinización**

##### **1.1.3.1.1. Riesgos sanitarios**

El 100 % de las letrinas sin tubo de ventilación.

El 100 % de las letrinas sin tapadera adecuada para adultos y niños.

El 50 % de las letrinas con caseta en estado regular.

El 50 % de las letrinas con taza y plancha en estado regular.

Total de riesgos identificados: 36

Total de riesgos evaluados: 160

##### **1.1.3.1.2. Cobertura**

De las 64 viviendas 8 no cuentan con sistema de disposición de excretas, (letrinas), la cobertura indica el 87%.

### 1.1.3.1.3. Tiempo de construcción

El sistema que cubre a las 64 viviendas fue construido en 1995 lo que significa que al día de hoy el sistema tiene a 6 años.

### 1.1.3.1.4. Recomendaciones

Construcción de 8 letrinas ventiladas.

Habilitación de 56 puertas de plycem.

Habilitar 56 techos de lámina.

Construcción de 10 casetas de plycem.

Habilitación de 56 tubos de PVC 3”.

**Tabla XLV: Clasificación del sistema de excretas**

Parámetros	Riesgos evaluados	Punteo
Riesgos sanitarios	23%	1
Cobertura	87%	2
Tiempo de construcción	6 años	2
<b>Total</b>		<b>5</b>
Clasificación del sistema	<b>B</b>	
Grado de emergencia	<b>Media</b>	
Color	<b>Amarillo</b>	

**Fuente: Cooperación española, Sololá.**



### **1.1.3.2. Disposición de aguas residuales**

#### **1.1.3.2.1. Riesgos sanitarios**

La comunidad no tiene implementado ningún sistema de disposición de aguas residuales.

Total de riesgos identificados: 40

Total de riesgos evaluados: 40

#### **1.1.3.2.2. Cobertura**

No existe sistema para disposición de aguas grises por lo tanto la cobertura es del 0%.

#### **1.1.3.2.3. Tiempo de construcción**

No existe sistema para disposición de aguas grises por lo tanto este dato no presenta ningún valor.

#### **1.1.3.2.4. Recomendaciones**

Construcción de 64 pozos sumideros con una distancia mínima de 2 metros entre el fondo del mismo y el nivel freático, con caja trampa de grasa 80\*40\*50, conexión de tubería 3" PVC y 2 codos de 3" de 90 grados PVC.

**Tabla XLVI: Clasificación del sistema de aguas residuales**

PARÁMETROS	RIESGOS EVALUADOS	PUNTEO
Riesgos sanitarios	100%	3
Cobertura	0%	3
Año de construcción	0 años	3
<b>Total</b>		<b>9</b>
Clasificación del sistema	<b>C</b>	
Grado de emergencia	<b>Alta</b>	
Color	<b>Rojo</b>	

Fuente: Cooperación española, Sololá.

#### **1.1.4. Conclusiones y recomendaciones generales en excretas y aguas residuales**

Conclusiones:

- La comunidad de Choquec cuenta con un servicio precario de letrización, aunque el 87 % de las viviendas cuentan con este servicio.
- Actualmente 8 viviendas no cuentan con letrina.
- No existe sistema adecuado de disposición de aguas residuales.

Recomendaciones:

- Mejoramiento de 56 letrinas y construcción de 8 nuevas.
- Como parte del plan de saneamiento para infiltrar las aguas residuales se propone la construcción de 64 pozos sumideros con cajas trampa grasa.

**1.1.5. Acciones y presupuesto para disposición de excretas y aguas residuales**

**Tabla XLVII. Presupuesto desglosado para disposición de excretas y aguas residuales**

ACCIONES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
<b>Letrina</b>				
Letrina ventilada	8	Global	Q 1,500.00	Q 12,000.00
<b>Mejoras</b>				
Puertas plycem	56	Unidad	Q 80.00	Q 4,480.00
Techo lámina	56	Unidad	Q 200.00	Q 11,200.00
Caseta plycem	10	Unidad	Q 800.00	Q 8,000.00
Tubería de 3"	56	Unidad	Q 40.00	Q 2,240.00
<b>Caja trampa de grasas</b>				
Cajas	64	Unidad	Q 150.00	Q 9,600.00
<b>Red de drenaje</b>				
Tubería PVC 3"	768	Unidad	Q 32.00	Q 24,576.00
Codo 3"*90 PVC	192	Unidad	Q 43.00	Q 8,256.00
<b>Pozo sumidero</b>				
Pozo sumidero	64	Global	Q 1,750.00	Q 112,000.00
<b>Operación y mantenimiento</b>				
Tubería y accesorios PVC	1	Global	Q 2,000.00	Q 2,000.00
<b>Subtotal</b>				<b>Q 192,352.00</b>
<b>Gastos indirectos</b>				
<b>Imprevistos</b>				<b>Q 23,082.24</b>
<b>Supervisión</b>				<b>Q 15,388.16</b>
<b>Gastos administrativos</b>				<b>Q 23,082.24</b>
<b>Total intervencion</b>				<b>Q 253,904.64</b>

Fuente: Cooperación española, Sololá.

## **1.2. Disposición de desechos sólidos**

### **1.2.1. Planteamiento del problema**

La carencia de un sistema adecuado de manejo de desechos sólidos tienen una incidencia directa en la aparición de enfermedades a través focos de contaminación de los recursos naturales del suelo, agua, aire y agentes transmisores de enfermedades como las moscas, animales y las propias personas.

Los desechos sólidos son también uno de los factores de la estructura epidemiológica de la comunidad sobre la incidencia de enfermedades como factor indirecto, ya que muchos vectores como artrópodos, moscas, mosquitos, zancudos, cucarachas, ratas, etc., encuentran en los desechos sólidos, alimento y condiciones especiales para proliferar.

También importante un buen manejo de la basura en relación al bienestar. Esto se refiere al punto de vista higiénico y de confort; es suficiente señalar que el aspecto físico de los desechos sólidos es desagradable, además produce malos olores. La principal causa del manejo inadecuado de los desechos sólidos es la falta de educación sanitaria y ambiental en la población, la cual propicia a no tener conocimiento ni conciencia alguna sobre la importancia del manejo de estos.

Existen 14 basureros clandestinos concentrados principalmente en la Cabecera Municipal y en la Aldea Godínez, el contenido de ellos presenta el 45% de materia orgánica y el 55% de materia inorgánica.

## RECOMENDACIONES

Las condiciones de insalubridad, resultantes del manejo inadecuado de la basura, siguen en importancia a aquellas causadas por los desechos humanos constituyendo con esto un serio peligro para la salud física.

Para un adecuado manejo sanitario de la basura, se propone implementar las tres fases más importantes:

1. Almacenamiento en las viviendas, establecimientos comerciales.
2. Recolección y clasificación.
3. Tratamiento o eliminación.

Existe un estudio de pre factibilidad y diseño final de un tren de aseo y relleno sanitario para el municipio, en este caso se manejarán tanto material orgánico como inorgánico. Las comunidades beneficiadas son las que presentan principalmente vías de acceso adecuado para el vehículo de recolección. Estas comunidades son:

1. Canoas Altas y Bajas
2. Godínez
3. San Andrés Cabecera
4. Panimatzalám
5. Xejuyú I
6. Chuiyá
7. Tocaché

El costo de implementación de este tren de aseo y relleno sanitario asciende a Q2.000.000.00.

## Propuesta de basureros individuales para el caserío Choquec

La producción de desechos sólidos en las comunidades rurales y semiurbanas, en cuanto a volumen per cápita es considerablemente bajo producen un promedio de 0.35 Kg. diarios, donde el 90% del contenido es orgánica.

Para estas comunidades que generan niveles de basura inorgánica no significativos, no tienen un acceso apropiado para el vehículo de recolección, y el costo de uso y mantenimiento provocaría incremento en tarifas, se recomienda la construcción de un basurero unifamiliar mediante un enterramiento cubierto.

**Tabla XLVIII. Clasificación del sistema de manejo de desechos sólidos**

Parámetros	Riesgos evaluados	Punteo
Riesgos sanitarios	0%	3
Cobertura	0%	3
Año de construcción	0 años	3
<b>Total</b>		<b>9</b>
Clasificación del sistema	<b>C</b>	
Grado de emergencia	<b>Alto</b>	
Color	<b>Rojo</b>	

Fuente: Cooperación española, Sololá.

**Tabla XLIX. Presupuesto para la disposición de desechos sólidos**

CÓDIGO	COMUNIDAD	ACCIÓN	PRECIO UNITARIO	COSTO
10	Choquec	Construcción de 62 basureros familiares	Q 1,108.00	Q 68,696.00

Fuente: Cooperación española, Sololá.

### **1.3. Control de humo intra - domiciliario**

#### **1.3.1. Planteamiento del problema**

Actualmente no existe un sistema adecuado para la cocción de alimentos en las viviendas, ya que los usuarios, en este caso las mujeres de las comunidades, cocinan por lo general en sistemas denominados de 3 piedras o en estufas no adecuadas. lo que provoca el acumulamiento del humo producido por la combustión de la leña dentro de las viviendas.

Este humo en gran parte es causante de enfermedades de origen respiratorio, también se han atendido casos de quemaduras en las cuales se pueden mencionar los siguientes datos:

- Quemaduras de 1° a 3° grados especialmente en los niños y las madres por medio del fuego a cielo abierto, o en el sistema denominado de 3 piedras.
- Infecciones en los ojos.

Se puede mencionar los datos de morbi – mortalidad presentados por el centro de salud por medio de la jefatura de área de Panajachel donde uno de los principales problemas de salud en las comunidades de San Andrés Semetabaj es el de tipo respiratorio.

#### **1.3.2. Evaluación de los componentes del sistema**

##### **1.3.2.1. Riesgos sanitarios**

El 100 % de las estufas evaluadas se encuentra en estado aceptable.

Total de riesgos identificados:	0
Total de riesgos evaluados:	10

#### **1.3.2.1.1. Cobertura**

De las 64 viviendas 31 no cuentan con estufa mejorada, la cobertura indica el 48%.

#### **1.3.2.1.2. Tiempo de construcción**

El sistema que cubre a las 33 viviendas fue construido en 1995 lo que significa que al día de hoy el sistema tiene 6 años.

#### **1.3.3. Recomendaciones**

Entre las acciones que se recomienda la implementación de las estufas está la instalación de estufas Onil, que presenta las siguientes ventajas:

Son económicas.

Fáciles y de rápido montaje tomando en cuenta que se pueden instalar en las cajas de estufas mejoradas, o encima de block.

Se pueden utilizar inmediatamente después de montadas.

Se puede cambiar de lugar, son desmontables.

Incluye una estufa para Nixtamal.

Esta estufa es prefabricada y su costo unitario es de Q800.00 este precio incluye transporte, capacitación para la instalación de la estufa y capacitación para el mantenimiento de la misma.



**Tabla L. Clasificación del sistema de control de humo intra – domiciliar**

Parámetros	Riesgos evaluados	Punteo
Riesgos sanitarios	0%	1
Cobertura	48%	2
Año de construcción	6 años	2
<b>Total</b>		<b>5</b>
Clasificación del sistema	<b>B</b>	
Grado de emergencia	<b>Media</b>	
Color	<b>Amarillo</b>	

Fuente: Cooperación española, Sololá.

**Tabla LI. Presupuesto para el control del humo intra - domiciliar**

Código	Comunidad	Acción	Precio unitario	Total
10	Choquec	Construcción de 31 estufas Onil	Q 800.00	Q 24,800.00

Fuente: Cooperación española, Sololá.

**1.4. Clasificación de los 4 sistemas de saneamiento según grado de urgencia para la prioridad de acción**

**Tabla LII. Clasificación de los 4 sistemas de saneamiento**

Sistema de saneamiento	Punteo
Disposición de excretas	5
Disposición de aguas grises	9
Manejo de desechos sólidos	9
Control de humo intra - domiciliar	5
<b>Total</b>	<b>28</b>

Clasificación del sistema	<b>C</b>
Grado de emergencia	<b>Alta</b>
Color	<b>Rojo</b>

Fuente: Cooperación española, Sololá.

## 1.5. RESUMEN DE INTERVENCIÓN DE LOS CUATRO SISTEMAS DE SANEAMIENTO EVALUADOS

**Tabla LIII. Resumen general de intervención en saneamiento**

COMPONENTE	COSTO	
Disposición de excretas y aguas residuales	Q	253,904.64
Manejo de desechos sólidos	Q	24,800.00
Control de humo intra - domiciliar	Q	68,696.00
Total	Q	347,400.64

Fuente: Cooperación española, Sololá.

**Tabla LIV: Cronograma de intervención en saneamiento**

COMPONENTE	MESES				
	1	2	3	4	5
<b>Disposición de excretas y aguas residuales</b>	■	■	■	■	■
Letrinización	■				
Pozos sumideros	■	■			
<b>Manejo de desechos sólidos</b>				■	■
<b>Control de humo intra - domiciliar</b>				■	■
Educación sanitaria	■		■		■

Fuente: Cooperación española, Sololá.



## ANEXO 4

### BOLETAS DE EVALUACIÓN

#### 1 Boletas de evaluación para sistemas de agua potable

##### 1.1 Información general

###### “AGUA POTABLE”

###### A. Ubicación geográfica

Nombre del sistema: \_\_\_\_\_ Aldea: \_\_\_\_\_  
Municipio: \_\_\_\_\_ Distrito de salud: \_\_\_\_\_  
Inspector responsable: \_\_\_\_\_ Fecha de inspección: \_\_\_\_\_

###### B. Generalidades

###### Servicios existentes:

Estufas mejoradas: \_\_\_\_\_

Población: \_\_\_\_\_

Número total de viviendas \_\_\_\_\_

Viviendas con estufas \_\_\_\_\_

Cobertura \_\_\_\_\_

Puesto o centro de salud si ( ) no ( ) Teléfono \_\_\_\_\_

Escuela: si ( ) no ( ) Energía eléctrica si ( ) no ( ) otro: \_\_\_\_\_

###### C. Sistema de mantenimiento de agua

Tiene sistema de abastecimiento de agua: si ( ) no ( )

###### Tipo de servicio:

Conexión domiciliaria ( ) Llena cántaro ( ) Bomba manual ( )

Pluvial ( ) Camión cisterna ( ) Pozo artesano ( )

###### Tipo de sistema existente:

- Sistema entubado por gravedad o bombeo.
- Sistema por medio de pozo con bombas manuales.
- Sistema por medio de pozos artesanos.
- Sistema de captación de agua de lluvia.
- Sistema de distribución por camión cisterna.

###### Autoridad administrativa del agua potable:

Municipalidad ( ) Comité de Agua ( ) Comité Pro – Mejoramiento ( )

Otros: \_\_\_\_\_ No hay ( )

###### Sistema construido por:

División de saneamiento del medio ( ) UNEPAR ( )

Municipalidad ( ) Comunidad ( ) Otro: \_\_\_\_\_

Año: \_\_\_\_\_

Cuentan con información del proyecto (planos, informe final) especifique: \_\_\_\_\_

Población: \_\_\_\_\_

Número total de viviendas: \_\_\_\_\_

Viviendas con el servicio: \_\_\_\_\_

Cobertura: \_\_\_\_\_

D. Comunidades o zonas que abastece el sistema

No.	Comunidad	Habitantes	Viviendas	Municipio y departamento
1				
2				
3				
TOTAL				

## 1.2 Evaluación del sistema

**Tabla LV. Boleta de evaluación de captación de brote definido**

EVALUACIÓN DE CAPTACIÓN DE BROTE DEFINIDO O GALERÍA DE INFILTRACIÓN

1

	RIESGO		RIESGO		RIESGO		RIESGO			
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO		
1	Tiene cerco perimetral	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
2	El cerco está en buenas condiciones	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
3	El cerco tiene candado de seguridad	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
4	La captación tiene sello sanitario	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
5	La captación tiene caja de reunión	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
6	Las tapaderas tienen candados	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
7	La captación tiene rebalse adecuado	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
8	Existe zanja para desvío de agua pluvial	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
9	Puede ingresar agua desde el exterior		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
10	Existe defecación en un radio de 50 metros		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
11	La tubería de salida tiene pichacha	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
12	Se practica la fumigación de cultivos cerca de la captación		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
13	La captación tiene fugas		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
14	La captación esta sucia		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
15	Aforo de fuente en l/s									
16	Total de riesgos identificados									
17	Total de riesgos evaluados									

Acciones recomendadas

Fuente: Cooperación española, Sololá.

**Tabla LVI. Boleta de evaluación de pozo mecánico**

EVALUACIÓN DE UN POZO MECÁNICO

2

RIESGO	POZO No.1		POZO No.2		POZO No.3		POZO No.4		
	RIESGO		RIESGO		RIESGO		RIESGO		
1 Existe letrinas a menos de 10 m	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
2 Existen drenajes a flor de tierra cerca del pozo	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
3 El pozo tiene sello sanitario	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
4 Existe cerco perimetral	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
5 El cerco esta en buenas condiciones	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
6 El cerco tiene candado de seguridad	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
7 Puede ingresar grúa al área del pozo	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
8 Puede ingresar agua al interior del pozo		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
9 Existe caseta para acometida eléctrica	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	

Acciones recomendadas

**Fuente: Cooperación española, Sololá.**

**Tabla LVII. Boleta de evaluación de pozo excavado a mano**

EVALUACIÓN DE UN POZO EXCAVADO A MANO

3

RIESGO	POZO No.1		POZO No.2		POZO No.3		POZO No.4		
	RIESGO		RIESGO		RIESGO		RIESGO		
1 Tiene brocal	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
2 Tiene tapadera	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
3 Tiene techo	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
4 Existe letrina a menos de 10 m.		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
5 Existe deposito de aguas residuales cerca del pozo		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
6 Es posible la contaminación del lazo y cubeta		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
7 El pozo esta revestido en su interior	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
8 Se desinfecta frecuentemente	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
9 Total de riesgos identificados									
10 Total de riesgos evaluados	8		8		8		8		

Acciones recomendadas

**Fuente: Cooperación española, Sololá.**

## Tabla LVIII. Boleta de evaluación de línea de bombeo

### EVALUACIÓN DE UNA LÍNEA DE BOMBEO

4

RIESGO	LINEA No.1		LINEA No.2		LINEA No.3	
	RIESGO		RIESGO		RIESGO	
1 Existen fugas	SI	NO	SI	NO	SI	NO
2 Existe tubería PVC expuesta	SI	NO	SI	NO	SI	NO
3 Existen conexiones domiciliarias	SI	NO	SI	NO	SI	NO
4 Existen pasos aéreos	SI	NO	SI	NO	SI	NO
5 Los pasos aéreos tienen tubería Hg.	SI	NO	SI	NO	SI	NO
6 Las crecidas de los ríos cubren la tubería	SI	NO	SI	NO	SI	NO
7 Existen tramos con tubería HG.	SI	NO	SI	NO	SI	NO
8 La tubería HG. se encuentra anclada	SI	NO	SI	NO	SI	NO
9 Existe caseta de bombeo	SI	NO	SI	NO	SI	NO
10 La bomba está sobre nivel del piso	SI	NO	SI	NO	SI	NO
11 El equipo de bombeo cuenta con pararrayos	SI	NO	SI	NO	SI	NO
12 El equipo opera automáticamente	SI	NO	SI	NO	SI	NO
13 El sistema cuenta con guarda niveles	SI	NO	SI	NO	SI	NO
14 horas de bombeo por día						
15 potencia de bomba en HP						
16 caudal de bombeo						
17 Total de riesgos identificados						
18 Total de riesgos evaluados						

Las casillas 4 y 7 no son riesgos

si no existen pasos aéreos, no tomar en cuenta numeral 5 y si no existe tubería HG., no tomar en cuenta numeral 8

Acciones recomendadas

**Fuente: Cooperación española, Sololá.**

## Tabla LIX. Boleta de evaluación línea de conducción

### EVALUACIÓN DE UNA LINEA DE CONDUCCIÓN

5

RIESGO		RIESGO		RIESGO		RIESGO		RIESGO	
1	Existen fugas	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
2	Existe tubería PVC expuesta	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
3	Existen conexiones domiciliarias	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
4	Valvulas de aire y limpieza operan adecuadamente	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
5	Cajas para valvulas en buen estado	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
6	Existen cajas rompedresion	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
7	Las cajas rompedresion estan en buen estado	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
8	Existen pasos aereos	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
9	Los pasos aereos tienen tubería HG	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
10	Las crecidas de los ríos cubren la tubería	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
11	Existen tramos con tubería HG	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
12	La tubería HG se encuentra anclada	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
13	Total de riesgos identificados								
14	Total de riesgos evaluados								

Las casillas 6, 8 y 11 no son riesgos

si no existen cajas rompedresion, no incluir el numeral 7. Si no existen pasos aereos, no incluir numeral 9

Si no existen tramos de tubería HG, no incluir numeral 12

Acciones recomendadas

**Fuente: Cooperación española, Sololá.**



## Tabla LX. Boleta de evaluación tanque de distribución

### EVALUACIÓN DEL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

6

RIESGO	TANQUE DE 1996		TANQUE DE 1962		TANQUE No.3		
	RIESGO		RIESGO		RIESGO		
1 Tiene cerco perimetral	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
2 El cerco esta en buenas condiciones	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
3 El cerco tiene candado de seguridad	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
4 La tapadera de visita tiene candado	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
5 La tapadera de visita cerca de tubería de entrada	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
6 La tapadera de visita permite ingreso de agua al tanque		SI	NO	SI	NO	SI	NO
7 Válvulas de compuerta en buen estado	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
8 Cajas para válvulas en buen estado	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
9 Las tapaderas de las cajas de válvulas tienen candados	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
10 La losa esta a nivel de piso		SI	NO	SI	NO	SI	NO
11 Tiene rebalse adecuado	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
12 Existen fugas		SI	NO	SI	NO	SI	NO
13 Existe defecación en un radio de 50 metros		SI	NO	SI	NO	SI	NO
14 El tanque esta sucio		SI	NO	SI	NO	SI	NO
15 La tubería de salida tiene pichacha	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
16 Existe respiradero	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
17 El respiradero tiene cedazo	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
18 Volumen del Tanque de Distribución en m3	100		50				
19 aforo de entrada a tanque en l/s	4.15		*				
20 Aforo de rebalse en tanque en l/s	0*		0				
21 Total de riesgos identificados	7		7				
22 Total de riesgos evaluados	17		17		17		

\* El Tanque de 1996 rebalsa en el Tanque de 1962, pero este ultimo no recibe agua directamente de ninguna captación.

Acciones recomendadas

Fuente: Cooperación española, Sololá.

**Tabla LXI. Boleta de evaluación unidad de cloración**

EVALUACIÓN DE UNIDAD DE CLORACION POR MEDIO DE HIPOCLORITO DE CALCIO O DE SODIO

7

RIESGO	UNIDAD No.1		UNIDAD N.2		UNIDAD No.3		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1 Existe unidad de cloracion	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
2 La unidad de cloracion esta operando	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
3 Hay stock de cloro	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
4 Existe comparador de cloro libre residual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
5 Existen reactivos para cloro libre residual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
6 La frecuencia de preparación de solución es mayor de 3 días		SI	NO	SI	NO	SI	NO
7 El operador está capacitado para preparar solución	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
8 Total de riesgos identificados	7						
9 Total de riesgos evaluados	7		7		7		

Acciones recomendadas

Fuente: Cooperación española, Sololá.

**Tabla LXII. Boleta de evaluación red de distribución**

EVALUACIÓN DE RED DE DISTRIBUCIÓN

8

RIESGO	RED DE 1996		RED DE 1962		RED No.3	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1 Existen fugas en la red	SI	NO	SI	NO	SI	NO
2 Existe tubería PVC expuesta	SI	NO	SI	NO	SI	NO
3 Existen conexiones domiciliars ilícitas	SI	NO	SI	NO	SI	NO
4 Existen válvulas de compuerta	SI	NO	SI	NO	SI	NO
5 las válvulas de compuerta operan adecuadamente	SI	NO	SI	NO	SI	NO
6 Existen cajas rompe presión	SI	NO	SI	NO	SI	NO
7 Las cajas rompe presión están en buen estado	SI	NO	SI	NO	SI	NO
8 Las cajas rompe presión tienen válvula de flote	SI	NO	SI	NO	SI	NO
9 Existen pasos aéreos	SI	NO	SI	NO	SI	NO
10 Los pasos aéreos tienen tubería Hg.	SI	NO	SI	NO	SI	NO
11 Las crecidas de los ríos cubren la tubería de los pasos aéreos	SI	NO	SI	NO	SI	NO
12 Existe manipuleo de válvulas	SI	NO	SI	NO	SI	NO
13 Existen fugas en las conexiones domiciliars	SI	NO	SI	NO	SI	NO
14 Total de riesgos identificados	3		6			
15 Total de riesgos evaluados	8		8			

Las casillas 6 y 9 no son riesgos

si no existen cajas rompe presión, no incluir el numeral 7 y 8. Si no existen pasos aéreos, no incluir numeral 10

Acciones recomendadas

Fuente: Cooperación española, Sololá.

### Tabla LXIII. Boleta de evaluación para continuidad

ESTIMACIÓN DE LA CONTINUIDAD DEL SERVICIO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

9

RECOLECCION DE DATOS						
REFERENCIA	COORDENADAS	NUMERO DE VIVIENDAS POR SECTOR O COMUNIDAD O ZONA	CONTINUIDAD DEL SERVICIO			HABITANTES POR VIVIENDA
			HORAS POR DIA	DIAS POR MES	MESES POR AÑO	
		INVERNO				
		VERANO				
		INVERNO				
		VERANO				
		INVERNO				
		VERANO				
		INVERNO				
		VERANO				
		INVERNO				
		VERANO				

Fuente: Cooperación española, Sololá.

**Tabla LXIV. Boleta de evaluación para capacidad instalada**

10

**EVALUACIÓN CAPACIDAD DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

NOMBRE							
REFERENCIA							
RIESGO		RIESGO		RIESGO		RIESGO	
1	Existe fontanero	SI	NO	SI	NO	SI	NO
2	El fontanero esta capacitado	SI	NO	SI	NO	SI	NO
3	El fontanero cuenta con herramientas y equipo	SI	NO	SI	NO	SI	NO
4	Se practican acciones preventivas	SI	NO	SI	NO	SI	NO
5	Existe en bodega stock de materiales para reparaciones	SI	NO	SI	NO	SI	NO
6	Se cobra tarifa por el servicio de agua	SI	NO	SI	NO	SI	NO
7	Existen planos del proyecto	SI	NO	SI	NO	SI	NO
8	Existe cuenta bancaria	SI	NO	SI	NO	SI	NO
9	La tarifa cubre los gastos por mantenimiento del sistema	SI	NO	SI	NO	SI	NO
10	Total de riesgos identificados						
11	Total de riesgos evaluados						

CALCULO DE INGRESOS (MENSUALES) Q.	
1	VIVIENDAS AL DIA EN EL PAGO DE SU TARIFA MENSUAL
2	TARIFA MENSUAL
3	INGRESO MENSUAL (VIVIENDAS AL DIA * TARIFA)
4	OTROS INGRESOS (Pago por servicio de alcantarillado)
5	INGRESO MENSUAL TOTAL

CALCULO DE EGRESOS (MENSUALES) Q.	
1	PAGO MENSUAL DE FONTANERO
2	PAGO DE TESORERO
3	PAGO A OTRAS PERSONAS
5	GASTOS POR VIATICOS
6	GASTOS POR COMPRA DE PAPELERIA
7	GASTOS POR COMPRA DE CLORO
8	GASTOS POR COMPRA DE MATERIALES, EQUIPO, HERRAMIENTA
9	OTROS GASTOS
10	TOTAL DE EGRESOS

acciones recomendadas

SI LOS INGRESOS SON SUPERIORES A LOS EGRESOS, LA TARIFA CUBRE LOS COSTOS DE ADMON, O Y M  
 SI LOS INGRESOS SON MENORES QUE LOS EGRESOS, LA TARIFA NO CUBRE LOS COSTOS DE ADMON, O Y M

**Fuente: Cooperación española, Sololá.**

**2 Boletas de evaluación para sistemas de saneamiento**

**2.1 Información general y evaluación de los sistemas**

**2.1.1 Letrinización**

Coordenadas: \_\_\_\_\_ E \_\_\_\_\_ msnm  
 \_\_\_\_\_ N

Tipo de letrina:  
 Abonera ( ) Pozo ciego ( ) Letrina mejorada con pozo ventilado ( )

Inodoro de agua con drenaje ( ) Sin servicio ( )  
 Practicas de uso y mantenimiento:  
 Utiliza la letrina: si ( ) no ( )  
 Si tiene letrina y no la utiliza que uso le da: \_\_\_\_\_  
 Ha recibido capacitación de uso de letrinas. si ( ) no ( )  
 Le da mantenimiento a el servicio: si ( ) no ( ) Número de veces al año \_\_\_\_\_  
 Si tiene letrina abonera en que tiempo vacía los depósitos: \_\_\_\_\_  
 Existe defecación alrededor de la letrina: si ( ) no ( )  
 Ubicación de letrina:  
 Distancia a pozo o fuente de agua:  
 Menos de 15 metros ( ) 15 metros o más ( )  
 Distancia a Casa:  
 Menos de 5 metros. ( ) 5 metros. o más ( )  
 Profundidad aproximada de letrina:  
 2 a 3 metros ( ) 3 metros. o más ( )  
 Estado de letrina:  
 Caseta:  
 Tiene techo: si ( ) no ( )  
 Material \_\_\_\_\_  
 Estado: Bueno ( ) Regular ( ) Malo ( )  
 Tiene Paredes: si ( ) no ( )  
 Material \_\_\_\_\_  
 Estado: Bueno ( ) Regular ( ) Malo ( )  
 Tiene puerta: si ( ) no ( )  
 Material \_\_\_\_\_  
 Estado: Bueno ( ) Regular ( ) Malo ( )  
 Tasa:  
 Material \_\_\_\_\_  
 Estado: Bueno ( ) Regular ( ) Malo ( )  
 Plancha:  
 Material \_\_\_\_\_  
 Estado: Bueno ( ) Regular ( ) Malo ( )  
 Mingitorio:  
 Material \_\_\_\_\_  
 Estado: Bueno ( ) Regular ( ) Malo ( )  
 Tubo de ventilación:  
 Material \_\_\_\_\_  
 Estado: Bueno ( ) Regular ( ) Malo ( )  
 Viviendas con el servicio \_\_\_\_\_  
 Cobertura \_\_\_\_\_

### 2.1.2 Pozos sumideros

Coordenadas: \_\_\_\_\_ E \_\_\_\_\_ msnm  
 \_\_\_\_\_ N

Cuenta con fosa:  
 si ( ) no ( )  
 Cuenta con pozo de absorción:  
 si ( ) no ( )  
 Mantenimiento a cuanto tiempo en años limpian la fosa \_\_\_\_\_  
 Ubicación de pozo sumidero:  
 Distancia a pozo o fuente de agua:

menos de 5 metros ( ) 5 metros o más ( )  
Distancia a Casa:  
Menos de 2 metros ( ) 2 metros o más ( )  
Profundidad aproximada de pozo de absorción:  
3 a 6 metros ( ) 6 metros o más ( )  
Ubicación de Fosa:  
Distancia a Pozo o fuente de agua:  
menos de 15 metros ( ) 15 metros o más ( )  
Distancia a Casa:  
Menos de 3 metros ( ) 3 metros o más ( )  
Profundidad aproximada de fosa:  
1 a 1.50 metros ( ) 1.50 metros o más ( )

### 2.1.3 Desechos sólidos

Coordenadas: \_\_\_\_\_ E \_\_\_\_\_msnm  
\_\_\_\_\_ N

Que hacen con la basura que producen:

1. La queman: \_\_\_\_\_
2. La entierran: \_\_\_\_\_
3. La tiran al predio: \_\_\_\_\_
4. La tiran al barranco: \_\_\_\_\_
5. Otros: \_\_\_\_\_

Cantidad de muestra recibida: \_\_\_\_\_

Porcentaje de basura orgánica: \_\_\_\_\_  
Porcentaje de basura inorgánica: \_\_\_\_\_

Cuentan con servicio de extracción de Basura:

Si ( ) no ( )

Se cuenta con terreno en la vivienda para la ejecución de una fosa para enterramiento de basura:

Si ( ) no ( )

Estaría dispuesto a ceder parte del predio de la vivienda para ejecutar una fosa cubierta para enterramiento de basura:

Si ( ) no ( )

### 2.1.4 Control de humo intra - domiciliario

Coordenadas: \_\_\_\_\_ E \_\_\_\_\_msnm  
\_\_\_\_\_ N

Tiene algún sistema adecuado para cocimiento de alimentos

Si ( ) no ( )

Que tipo de sistema tiene:

Estufa Lorena \_\_\_\_\_ Estufa Onil \_\_\_\_\_

Se encuentra en buen estado su estufa

Si ( ) no ( )