

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN  
EVALUACIÓN DE TRES SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA,  
DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO LA  
LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR  
WIDMAN BRYAN SEY SIRÍN

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO  
EN  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

ING. M.Sc. MURPHY OLIMPO PAIZ RECINOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

|            |  |
|------------|--|
| DECANO     | ING. AGR. WALDEMAR NUFIO REYES           |
| VOCAL I    | DR. MARVIN ROBERTO SALGUERO BARAHONA     |
| VOCAL II   | DRA. GRICELDA LILY GUTIÉRREZ ALVAREZ     |
| VOCAL III  | ING. AGR. JORGE MARIO CABRERA MADRID     |
| VOCAL IV   | P. AGR. MARLON ESTUARDO GONZÁLEZ ALVAREZ |
| VOCAL V    | Br. SERGIO WLADIMIR GONZÁLEZ PAZ         |
| SECRETARIO | ING. AGR. WALTER ARNOLDO REYES SANABRIA  |

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019



Guatemala, octubre de 2019

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el Trabajo de Graduación realizado en **EVALUACIÓN DE TRES SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO LA LAGUNA, SOLOÁ, GUATEMALA, C.A.** como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Widman Bryan Sey Sirín



## ACTO QUE DEDICO

**A:**

**DIOS:** Por la vida y múltiples oportunidades que me puso en el camino durante este recorrido de estudio, principalmente por sus bendiciones, por ser el inspirador y darme fuerza para finalizar este proceso tan anhelado.

**MIS PADRES:** María Sirín y Lázaro Sey quienes con su amor me han permitido lograr cumplir un sueño, gracias por sus inigualables enseñanzas e inculcar en mí una fuente de inspiración, valentía y dedicación hacia todas las cosas. Por ser el pilar de vida, brindarme su apoyo económico, trabajo y sacrificio en todos estos años, motivo por el cual estoy cumpliendo un objetivo más en mi vida. Ha sido un privilegio ser hijo de ustedes.

**MIS HERMANOS:** Douglas, Jonathan y Brandon por estar presentes en todo momento y por el apoyo sincero.

**MIS ABUELOS:** Juliana Coroy (Q.E.P.D.), Alberto Sey, Olivia Patá y Sebastián Sirín (Q.E.P.D.) por sus sabios consejos y enseñanzas de perseverancia hacia todas las cosas.

**MI FAMILIA:** Por las muestras de aprecio y aliento que me brindaron todo el tiempo.

**AMIGOS Y COMPAÑEROS:** Por el apoyo mutuo que nos brindamos durante la carrera en los momentos adversos de felicidad, preocupaciones, retos y decepciones, especialmente a los miembros del gremio "Punto".

## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:** por haberme dado la oportunidad de formarme en esta prestigiosa universidad.

**FACULTAD DE AGRONOMÍA:** por abrirme las puertas hacia nuevos campos de conocimiento y hacer de mi vida universitaria más grata.

**CATEDRÁTICOS:** por sus enseñanzas durante toda la carrera.

**MI SUPERVISOR:** Dr. Silvel Elias por su apoyo, paciencia y valiosos aportes al presente trabajo y durante el Ejercicio Profesional Supervisado.

**MI ASESOR:** Dr. Marvin Salguero por compartir sus conocimientos durante el tiempo de estudio y su contribución al presente trabajo.

**CCDA:** a todo el personal de esta organización que puso su confianza en mí y hacerme formar parte de su equipo, en especial al equipo agrícola.

**PROYECTO H3000:** mi gratitud al equipo de este proyecto Jonhy, Lesbia y Nathaly que me apoyaron en todo momento.

**COMUNIDAD RURAL:** de manera muy especial a la población de San Pablo La Laguna por su amistad, colaboración e interés en todo lo realizado.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

|   | Página |
|---|--------|
| CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO GENERAL DEL MUNICIPIO SAN PABLO LA LAGUNA,<br>DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A..... | 1      |
| 1.1 PRESENTACIÓN .....  | 3      |
| 1.2 MARCO REFERENCIAL .....   | 5      |
| 1.2.1 Descripción .....   | 5      |
| 1.2.2 Macrolocalización.....  | 5      |
| 1.2.3 Mapa base del municipio.....  | 5      |
| 1.2.4 Idiomas.....  | 7      |
| 1.2.5 Migración.....  | 7      |
| 1.2.6 Actividades industriales.....   | 7      |
| 1.2.7 Artesanía.....  | 7      |
| 1.2.8 Infraestructura física y servicios .....  | 8      |
| 1.2.9 Clima .....   | 9      |
| 1.2.10 Suelos y tierras .....   | 10     |
| 1.2.11 Vegetación .....   | 10     |
| 1.2.12 Fauna .....  | 11     |
| 1.3 OBJETIVOS .....   | 12     |
| 1.3.1 Objetivo general .....  | 12     |
| 1.3.2 Objetivos específicos .....   | 12     |
| 1.4 METODOLOGÍA.....  | 13     |
| 1.4.1 Recopilación de información general sobre el área de estudio .....  | 13     |
| 1.4.2 Actualización de la información disponible.....   | 13     |
| 1.4.3 Análisis e interpretación de resultados.....  | 14     |
| 1.5 RESULTADOS .....  | 15     |
| 1.5.1 Condiciones socioeconómicas, ambientales e institucionales vinculados al agua....                           | 15     |
| 1.5.2 Recurso hídrico en el municipio .....   | 23     |
| 1.5.3 Situación del proyecto de sistemas de captación de agua de lluvia.....                                      | 26     |
| 1.5.3 Problemática del agua en San Pablo La Laguna .....  | 28     |

|   | Página |
|---|--------|
| 1.6 CONCLUSIONES .....  | 32     |
| 1.7 RECOMENDACIONES .....   | 33     |
| 1.8 BIBLIOGRAFÍA .....  | 34     |
| <br>CAPÍTULO II. EVALUACIÓN DE TRES SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.....       | <br>37 |
| 2.1 PRESENTACIÓN.....   | 39     |
| 2.2 MARCO TEÓRICO .....   | 41     |
| 2.2.1 Marco conceptual.....   | 41     |
| 2.2.2 Marco referencial .....   | 59     |
| 2.3 OBJETIVOS .....   | 77     |
| 2.3.1 Objetivo general.....   | 77     |
| 2.3.2 Objetivos específicos .....   | 77     |
| 2.4 METODOLOGÍA .....   | 78     |
| 2.4.1 Identificación de condiciones que generan vulnerabilidad a la variabilidad hídrica y acceso al agua .....                                       | 78     |
| 2.4.2 Descripción el proceso de implementación de los sistemas de captación de agua de lluvia.....  | 81     |
| 2.4.3 Determinación de los factores que favorecen el funcionamiento y adopción de los sistemas de captación de agua de lluvia .....                   | 84     |
| 2.4.4 Análisis de la contribución potencial de los sistemas de captación de agua en la reducción de la vulnerabilidad a la variabilidad hídrica ..... | 86     |
| 2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....  | 87     |
| 2.5.1 Condiciones que generan vulnerabilidad a la variabilidad hídrica y acceso al agua .....   | 87     |
| 2.5.2 Proceso de implementación de los sistemas de captación de agua de lluvia.....   | 98     |
| 2.5.3 Factores que favorecen el funcionamiento y adopción de los sistemas de captación de agua de lluvia.....   | 109    |

|   |         |
|---|---------|
| 2.5.4 Contribución potencial de los sistemas de captación de agua en la reducción de la vulnerabilidad a la variabilidad hídrica .....        | 122     |
| 2.6 CONCLUSIONES.....   | 126     |
| 2.7 RECOMENDACIONES .....   | 127     |
| 2.8 BIBLIOGRAFÍA .....  | 128     |
| 2.9 ANEXOS .....  | 134     |
| 2.9.1 Fotografías del área de estudio.....  | 134     |
| 2.9.2 Modelo uno de encuesta utilizada.....   | 136     |
| 2.9.3 Modelo dos de encuesta utilizada .....  | 138     |
| <br>CAPÍTULO III. INFORME DE SERVICIOS EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.....                                    | <br>141 |
| 3.1 PRESENTACIÓN .....  | 143     |
| 3.2 OBJETIVOS .....   | 144     |
| 3.2.1 Objetivo general .....  | 144     |
| 3.2.2 Objetivos específicos .....   | 144     |
| 3.3 SERVICIO 1: SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL Y USO DE FILTROS PURIFICADORES, COMO MEDIO DE CONTRIBUCIÓN A UNA MEJOR SALUD DE LOS HABITANTES..... | 144     |
| 3.3.1 Objetivos .....   | 144     |
| 3.3.2 Población objetivo .....  | 145     |
| 3.3.3 Metodología .....   | 145     |
| 3.3.4 Matriz de marco lógico y cronograma de actividades.....   | 147     |
| 3.3.5 Resultados .....  | 148     |
| 3.4 SERVICIO 2: REFORESTACIÓN DE ZONAS ALEDAÑAS AL NACIMIENTO XE'SAQAB'AAJ DEL MUNICIPIO DE SAN PABLO LA LAGUNA, PARA SU PRESERVACIÓN.....    | 155     |
| 3.4.1 Objetivos .....   | 155     |
| 3.4.2 Población objetivo .....  | 156     |

|  | Página |
|--|--------|
| 3.4.3 Metodología .....  | 156    |
| 3.4.4 Matriz de marco lógico y cronograma de actividades ..... | 157    |
| 3.3.5 Resultados .....   | 159    |

## ÍNDICE DE CUADROS

|   |     |
|---|-----|
| Cuadro 1. Datos climáticos de temperatura, precipitación y evapotranspiración media mensual de San Pablo La Laguna 2018. .... | 10  |
| Cuadro 2. Listado de especies de fauna presentes en el municipio. ....  | 11  |
| Cuadro 3. Crecimiento de la población del año 2002 a 2018 de San Pablo La Laguna. ...   | 15  |
| Cuadro 4. Población económicamente activa para el año 2018. ....  | 16  |
| Cuadro 5. Densidad poblacional de San Pablo La Laguna 2018. ....  | 16  |
| Cuadro 6. Número de habitantes por rangos de edad de San Pablo La Laguna 2018. ....   | 17  |
| Cuadro 7. Estudiantes distribuidos por nivel académico de San Pablo La Laguna 2018. .   | 17  |
| Cuadro 8. Matriz de causas y efectos. ....  | 28  |
| Cuadro 9. Número de habitantes por rangos de edad de San Pablo La Laguna 2018. ....   | 63  |
| Cuadro 10. Temperatura media mensual de San Pablo la Laguna. ....   | 68  |
| Cuadro 11. Precipitación media mensual de San Pablo la Laguna. ....   | 68  |
| Cuadro 12. Evapotranspiración promedio mensual de San Pablo la Laguna. ....   | 68  |
| Cuadro 13. Medición y datos básicos de las fuentes de agua del municipio de San Pablo La Laguna. ....                         | 71  |
| Cuadro 14. Presupuesto de diseño “A” de -SCAPT-. ....   | 105 |
| Cuadro 15. Presupuesto de diseño “B” de -SCAPT-. ....   | 106 |
| Cuadro 16. Presupuesto de diseño “C” de -SCAPT-. ....   | 107 |
| Cuadro 17. Tiempo de duración del agua almacenada para el sistema “B”. ....   | 123 |
| Cuadro 18. Tiempo de duración del agua almacenada para el sistema “C”. ....   | 124 |

|   |     |
|---|-----|
| Cuadro 19. Volúmenes de abastecimiento de las familias. ....                        | 125 |
| Cuadro 20. Matriz de marco lógico y cronograma de actividades servicio uno (1)..... | 147 |
| Cuadro 21. Matriz de marco lógico y cronograma de actividades servicio dos (2)..... | 157 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1. Mapa base del municipio de San Pablo La Laguna. La Laguna. .... | 6   |
| Figura 2. Ecuación de estimación poblacional para años futuros.....       | 15  |
| Figura 3. Árbol de problemas uno (1).....                                 | 30  |
| Figura 4. Árbol de problemas dos (2). ....                                | 31  |
| Figura 5. Opción "A" de sistema de captación de agua de lluvia.....       | 57  |
| Figura 6. Opción "B" de sistema de captación de agua de lluvia.....       | 58  |
| Figura 7. Opción "C" de sistema de captación de agua de lluvia. ....      | 58  |
| Figura 8. Macrolocalización San Pablo La Laguna. ....                     | 60  |
| Figura 9. Microlocalización San Pablo La Laguna.....                      | 61  |
| Figura 10. Cimadiagrama de estación utilizada.....                        | 69  |
| Figura 11. Problemas con la disponibilidad de agua en hogares. ....       | 72  |
| Figura 12. Frecuencia de agua en los hogares. ....                        | 73  |
| Figura 13. Tipo de almacenamiento de agua en los hogares.....             | 74  |
| Figura 14. Esquema de herramienta metodológica utilizada.....             | 79  |
| Figura 15. Mapa de uso de la tierra año 2012 de San Pablo La Laguna. .... | 92  |
| Figura 16. Mapa de uso de la tierra año 2018 de San Pablo La Laguna. .... | 93  |
| Figura 17. Gráfica de variación de la cobertura forestal 2012 - 2018..... | 95  |
| Figura 18. Mapa de riesgos de San Pablo La Laguna año 2015.....           | 97  |
| Figura 19. Diseño "A" de -SCAPT-.....                                     | 105 |
| Figura 20. Diseño "B" de -SCAPT-.....                                     | 106 |

|   | Página |
|---|--------|
| Figura 21. Diseño "C" de -SCAPT-.....   | 107    |
| Figura 22. Importancia de la disposición de agua en el hogar.....                                   | 110    |
| Figura 23. Problemas con la disponibilidad constante de agua en el hogar.....                       | 111    |
| Figura 24. Abastecimiento del sistema municipal de agua potable.....                                | 112    |
| Figura 25. Contribución de disponibilidad de agua para personas que no poseen un sistema.....       | 113    |
| Figura 26. Apoyo familiar del sistema.....  | 114    |
| Figura 27. Disponibilidad de espacio en el hogar para un sistema.....                               | 115    |
| Figura 28. Abastecimiento de agua para los hogares que cuentan con un sistema.....                  | 116    |
| Figura 29. Abastecimiento de agua para períodos de estiaje de usuarios que usan el sistema.....     | 116    |
| Figura 30. Disponibilidad de agua para las necesidades básicas del hogar.....                       | 117    |
| Figura 31. Disposición de tiempo de las familias para el manejo del sistema.....                    | 118    |
| Figura 32. Tiempo y períodos empleados para la limpieza de los sistemas.....                        | 119    |
| Figura 33. Facilidad de uso del sistema.....  | 120    |
| Figura 34. Tiempo de llenado de los sistemas.....   | 121    |
| Figura 35. Tiempo de duración del agua en uso de los sistemas.....                                  | 122    |
| Figura 36A. Encuesta a hogares.....   | 134    |
| Figura 37A. Visita de campo y fuentes de agua.....  | 134    |
| Figura 38A. Visita a sistemas productivos y zonas de deforestación.....                             | 135    |
| Figura 39A. Verificación de -SCAPT- en hogares y entrevista con inspectora del centro de salud..... | 135    |
| Figura 40A. Entrevista con grupos focales.....  | 135    |
| Figura 41A. Resultado de encuestas a usuarios de -SCAPT-.....                                       | 139    |
| Figura 42A. Resultados de encuestas a personas que no poseen un -SCAPT-.....                        | 140    |
| Figura 43. Capacitación sobre prácticas de higiene personal y familiar.....                         | 151    |
| Figura 44. Capacitación "usos adecuados del agua y situación actual 2018".....                      | 152    |
| Figura 45. Capacitación a madres sobre uso y manejo de filtros de agua.....                         | 154    |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 46. Entrega de filtros purificadores de agua.....   | 155 |
| Figura 47. Taller “importancia del recurso hídrico y manejo de cuencas”. .....                                   | 160 |
| Figura 48. Taller “función y dinámica de los bosques”. .....   | 161 |
| Figura 49. Esquema de formulación del proyecto de reforestación.....   | 163 |
| Figura 50. Taller “formulación, planificación de actividades y programación de<br>proceso de reforestación”..... | 164 |
| Figura 51. Estructuración del proyecto de reforestación. ....  | 165 |
| Figura 52. Cronograma de actividades para la reforestación. ....   | 166 |
| Figura 53. Reforestación del nacimiento Xe’saqab’aaj.....  | 167 |





# EVALUACIÓN DE TRES SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.

## RESUMEN

El presente documento de graduación constituye el informe final del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía –EPSA- realizado durante el período de febrero a noviembre del año 2018, en el municipio de San Pablo La Laguna, departamento de Sololá en coordinación con el Comité Campesino del Altiplano y la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el marco del proyecto Mejoramiento de medidas de higiene y acceso al agua, implementado y ejecutado por la organización. El documento se compone de tres capítulos; diagnóstico, investigación y servicios.

Se presenta el diagnóstico realizado del municipio de San Pablo La Laguna, en el que se describe el levantamiento de información socioeconómica del municipio, entrevistas de actores locales, actividades productivas, consulta de información primaria y secundaria enfocados a la situación del acceso al agua del municipio. Por medio del análisis de la información obtenida, se identificaron problemáticas de importancia, por lo que se elaboraron árboles de problemas en el cual se abordaron las causas y efectos principales, lo cual sirvió de base para el planteamiento y elaboración de los servicios con el fin de reducir los problemas identificados.

La investigación consistió en evaluar tres sistemas de captación de agua de lluvia, en el que se describieron aspectos que vulneran al municipio donde se emplearon, con el fin de sistematizar y evaluar el uso de los sistemas. Dentro de las condiciones que generan vulnerabilidad al acceso al agua se identificaron; el acceso limitado a la toma de decisiones, estructuras sanitarias, recursos y limitadas inversiones locales. El crecimiento poblacional del municipio, urbanización y variación de la cobertura forestal son aspectos que también pueden afectar al municipio en el acceso al agua, analizando el uso de la tierra se obtuvo

que existe una disminución considerable de la cobertura forestal, siendo de 68.8 % para el año 2012 y para el año 2018 de 38.9 %, implicando que en 6 años se ha disminuido el 30% de bosques del municipio.

Tomando en cuenta la crisis de acceso al agua que se presenta en algunos sectores, los resultados indican que puede haber un potencial para almacenamiento y abastecimiento de agua para hogares y períodos cortos de escasez de agua haciendo un uso eficiente del recurso. Para esto se realizaron mediciones de los sistemas en los hogares implementados, verificación del mantenimiento y funcionamiento; obteniendo que el sistema “B” empleado fue el que mayor abastecimiento de agua brindó con una capacidad de 1,100 l, proporcionando una disponibilidad de agua para una semana a dos semanas y media dependiendo del número de integrantes por familia, en el que se registraron familias desde 3 integrantes hasta 16 integrantes.

En el último capítulo del documento se integraron los servicios, los que consistieron en un proceso de capacitaciones sistemáticas para madres de familia sobre educación ambiental e higiene familiar para el primer servicio y en el segundo servicio se implementó una reforestación de un nacimiento del municipio para su preservación, en el que previamente se realizaron talleres para la formulación del proyecto y temas afines a la importancia del bosque.





## 1.1 PRESENTACIÓN

Con el fin de realizar un correcto diagnóstico del municipio se utilizaron herramientas técnicas y metodologías para tener una mejor base de intervención y toma de decisiones, en él se describen los aspectos generales del municipio, interpretación de datos y reconocimiento de problemáticas existentes.

El municipio de San Pablo La Laguna se ubica en la parte central del departamento de Sololá, rodeado de los municipios de San Juan La Laguna, Santa Clara La Laguna y San Marcos La Laguna.

El diagnóstico fue validado con actividades con actores locales, visitas de campo, recopilación de información secundaria, descripción de aspectos socioeconómicos del municipio como: demografía, niveles de escolaridad, condiciones climáticas, actividades productivas, entre otros; lo cual al final son datos de utilidad para conocer la dinámica situacional del lugar y de esta forma adentrarse en lo que pasa en la comunidad.

A manera de análisis se identificaron problemáticas que afectan al municipio, principales causas y efectos, mediante el uso de lluvia de ideas y elaboración de árbol de problemas.



## **1.2 MARCO REFERENCIAL**

### **1.2.1 Descripción**

San Pablo La Laguna es un municipio que pertenece al departamento de Sololá, este se encuentra a las orillas del lago de Atitlán y en la parte central del departamento, este cuenta con un área de 12 km<sup>2</sup>. Es un municipio pequeño que se compone únicamente por población urbana, no cuenta con aldeas ni caseríos. Pertenece a las tierras altas cristalinas del altiplano central, con bosques muy húmedos, de tipo montano subtropical.

### **1.2.2 Macrolocalización**

El municipio de San Pablo La Laguna se encuentra a una distancia de 167 km de la ciudad capital, debido a que pertenece al departamento de Sololá este se ubica en la región Sur occidental de Guatemala.

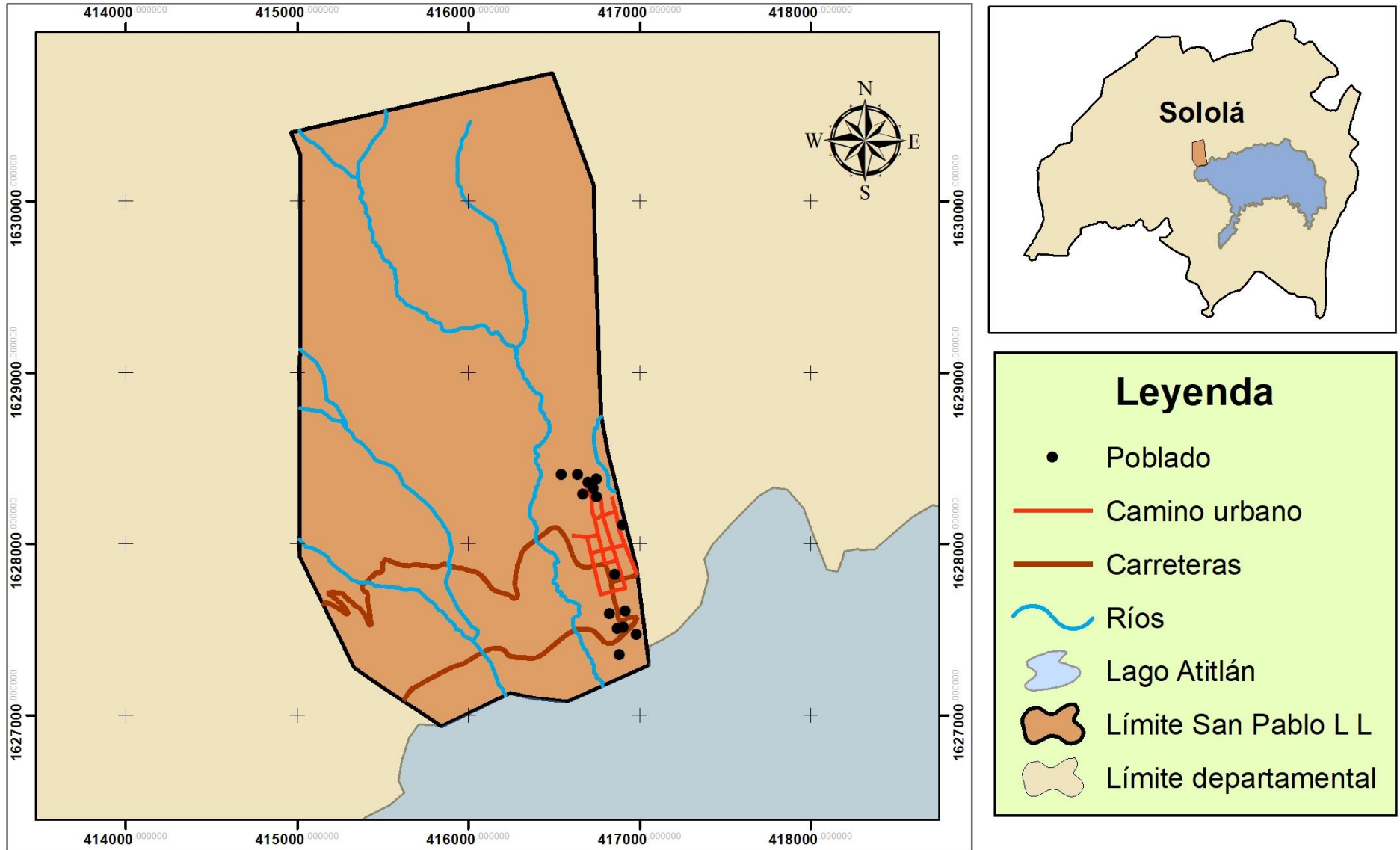
#### **A. Principales vías de acceso**

San Pablo La Laguna se ubica en la parte central de Sololá, dentro de estos se encuentra la carretera interamericana CA-1 con intersección en el kilómetro 148 hacia Santa Clara la cual se encuentra totalmente asfaltada la carretera se encuentra en buen estado siendo únicamente de un carril de ida y uno de vuelta por lo que el tiempo en llegar a la cabecera municipal es variado tomando en cuenta que antes de llegar a San Pablo existe mucha inclinación del camino debido a las montañas que rodean el municipio.

También existe la carretera C-14 que va desde San Lucas Tolimán hacia Santiago Atitlán, San Pedro y San Juan la Laguna la cual se encuentra asfaltada en un 95 % encontrándose únicamente un tramo de 2 km de terracería y tierra el cual se encuentra en muy mal estado dificultando el paso el cual se encuentra en las afueras de Santiago Atitlán hacia San Pedro La Laguna.

### **1.2.3 Mapa base del municipio**

Según la figura 1, el municipio de San Pablo La Laguna se localiza en la longitud 415,000 m - 417,000 m Oeste y latitud 1,627,000 m a 1,630,000 m Norte, con una elevación de 1,660 m s. n. m.



**Mapa base del municipio de San Pablo La Laguna, Sololá, Guatemala.**



Proyección: Guatemala Transversal Mercator -GTM-  
Datum: WGS 1.984, UTM Zona 15.

Unidad: Metros

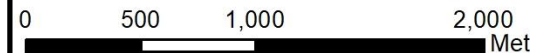
Elaborado por: Widman Bryan Sey Sirín 2018.

Fuente: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación -MAGA- 2010.



Figura 1. Mapa base del municipio de San Pablo La Laguna.

**Área: 12 km<sup>2</sup>**  
**Escala 1:30,000**





#### **1.2.4 Idiomas**

En el caso de idiomas, el total de la población del municipio habla el idioma Tz'utujil debido a que es el principal idioma del lugar y como idioma secundario se tiene el español el cual es empleado por la necesidad de comunicarse con personas que son de fuera del municipio (OAS Childrens' Corner, 2010).

#### **1.2.5 Migración**

En el municipio se presenta una migración pendular en el cual existe una movilización temporal de la población hacia municipios cercanos, se tiene que el 3 % de la población emigra hacia otros lugares principalmente para mejorar sus condiciones económicas, por la necesidad de comercializar sus productos en mercados cercanos y en una minoría la población se moviliza por motivos educativos (Leja, Causas de migración de la población y aspectos socioeconómicos San Pablo la Laguna [San Pablo la Laguna, Sololá, Guatemala; Comisión de Agua, Secretaria], 2018).

#### **1.2.6 Actividades industriales**

Dentro de las actividades industriales se puede contemplar la elaboración de muebles como sillones artesanales en donde los pobladores utilizan la madera de un árbol que denominan "Totol" debido a que este tiene una madera blanda junto con lianas que obtienen de las montañas del municipio, en el municipio se fabrican instrumentos musicales como tambores los cuales son elaborados de el árbol denominado "Choj". Cabe mencionar que los pobladores también elaboran lazos los cuales son de tejidos vegetales como el maguey.

#### **1.2.7 Artesanía**

El municipio de San Pablo la Laguna destaca por la elaboración de artículos artesanales los cuales son realizados por las mujeres en sus hogares ya que es una de las formas de obtener ingresos estos son hechos de lana donde se utilizan granitos de plástico que sirven para rellenar pelotas de lana tejidos con la técnica de croché, también elaboran figuras y muñequitos de lana. También se elaboran artículos como abanicos y alfombras elaborados con el trenzado de "Tul" los cuales son hechos a base de fibras vegetales de la planta *Thrinax morrissi* (Ixcayá, 2018).

## **1.2.8 Infraestructura física y servicios**

### **A. Puesto de salud**

En el municipio se cuenta con un centro de salud tipo B, el cual tiene también un centro de atención permanente dentro de las mismas instalaciones que atiende 24 h diarias durante los 365 días del año, dentro del personal que se encuentra en el centro de salud se puede mencionar; un médico que labora 4 h diarias, una enfermera profesional, 3 auxiliares de enfermería, una inspectora de saneamiento y un técnico en salud rural (Vásquez , Inspectora del Centro de Salud (Infraestructura y servicios) [San Pablo la Laguna, Sololá, Guatemala, Centro de Salud, Inspectora de Salud], 2018).

Este brinda atenciones primarias, consultas externas, jornadas de vacunación, capacitaciones de higiene y capacitaciones en escuelas.

### **B. Escuelas**

En el municipio de San Pablo La Laguna existen un total de 16 centros educativos (9 nivel primaria, 6 nivel básico y 1 nivel diversificado) todos ubicados en el sector urbano, de los cuales solamente dos escuelas primarias son nacionales. La mayoría de niños, niñas y adolescentes varones y mujeres finalizan sus estudios durante o al final de la primaria.

### **C. Salón municipales**

El municipio cuenta con un salón municipal el cual es utilizado para actividades de la comunidad y municipalidad. Existe también en el municipio un centro de capacitación a cargo de un conjunto de líderes comunitarios en el cual se realizan actividades como charlas informativas, talleres y actividades educativas (Galicia, 2009).

### **D. Energía eléctrica**

Dentro del municipio el 95 % de la población cuenta con el servicio de energía eléctrica, la cual es proporcionada en su totalidad por la Empresa Distribuidora de Energía de Occidente (DEOCSA) (Ortiz Toledo M. , 2008).

### **E. Drenajes**

Actualmente en el municipio no se cuenta con un sistema de drenajes ya que todas las aguas grises provenientes de los hogares son conducidas hacia las calles donde estas están

diseñadas con cunetas para conducir todas estas aguas hacia el lago debido a que no se cuenta una planta de tratamiento y ningún método de tratamiento de aguas, actualmente se encuentra en proceso de construcción una planta de tratamiento por parte de la municipalidad para reducir la contaminación del lago. En el caso de las letrinas estas se tienen en los hogares en su mayoría como fosas sépticas.

## **F. Mercado**

El municipio no cuenta con un mercado local por lo que los pobladores venden sus productos agrícolas, pesqueros y artículos para hogares en los alrededores de la municipalidad en donde colocan algunos puestos de venta, en otros casos colocan sus puestos en frente de sus hogares en donde se mantienen en disposición de vender sus productos todo el día (Culum, 2018).

## **G. Telefonía**

Debido a que existe únicamente un poblado, el total de la población posee acceso a telefonía celular, se cuenta con cobertura en su mayoría por las empresas Tigo y Movistar.

### **1.2.9 Clima**

El clima de San Pablo la Laguna es usualmente templado y húmedo en las partes bajas, la temperatura promedio del lugar es de 18.9 °C, el mes más seco resulta ser enero y el más húmedo junio generalmente (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala, (INSIVUMEH), 2018).

Con fines de cálculo se tomaron datos climáticos de la estación más cercana al municipio de San Pablo, a continuación se presentan los datos obtenidos sobre temperatura media, precipitación y evapotranspiración.

#### **A. Datos climáticos del municipio**

En el cuadro 1, se muestran los datos obtenidos según registros del (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala, (INSIVUMEH), 2018)

Cuadro 1. Datos climáticos de temperatura, precipitación y evapotranspiración media mensual de San Pablo La Laguna 2018.

| Mes          | E    | F    | M    | A    | M     | J     | J     | A     | S     | O     | N    | D    |
|--------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| T Media (°C) | 17.7 | 18.0 | 18.9 | 19.6 | 19.7  | 19.6  | 20.0  | 19.3  | 18.6  | 18.4  | 19.3 | 18.3 |
| PP (mm)      | 5.4  | 11.3 | 28.6 | 75.7 | 176.5 | 271.5 | 152.3 | 157.0 | 236.7 | 189.2 | 49.7 | 17.2 |
| ETo (mm/día) | 2.6  | 3.0  | 3.3  | 3.5  | 3.8   | 3.7   | 3.6   | 3.8   | 3.7   | 3.1   | 2.8  | 2.5  |

Fuente: elaboración propia, 2018.

En el cuadro anterior se puede observar que se agrupan los valores de precipitación, evapotranspiración y temperatura; mostrándose que los períodos de época seca corresponden a los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo y la época lluviosa la que comienza a partir del mes de abril a octubre, con un período de canícula el cual eventualmente es de julio a agosto. La temperatura media va desde 17 °C a 20 °C; se han registrado también valores máximos con temperaturas que van de 24 °C a 26 °C.

### 1.2.10 Suelos y tierras

Dentro del municipio se encuentran dos series de suelos según (Pacheco, 2008), los cuales se describen a continuación:

- Tonicapán (Tp): material original cenizas volcánicas, encontrado arriba de los 2,400 m s.n.m., relieve suave, buen drenaje, color negro o café muy oscuro, textura moderadamente fina, profundidad efectiva promedio 90 cm, Ph ácido (5.95), riesgo de erosión alto, potencial de fertilidad regular.
- Tolimán (Tn): originado de ceniza volcánica, en altitudes entre 1,650 m a 2,250 m s.n.m., relieve ondulado a inclinado, buen drenaje, color café oscuro, textura media, profundidad efectiva promedio de 100 cm, Ph ácido (6.00), alto riesgo de erosión, regular a bajo potencial de fertilidad.

### 1.2.11 Vegetación

El área boscosa que se puede apreciar en el municipio se pueden identificar partes con especies de pino (*Pinus spp.*) y encino (*Quercus spp.*), como también bosques con especies de hoja ancha siendo las más abundantes. Según la oficina de ambiente del municipio de San Pablo la Laguna se necesitan promover actividades de reforestación dentro del municipio para disminuir la deforestación debido a la necesidad de consumo energético

(Ratzam F. , Situación ambiental, Unidad Municipal de Gestión Ambiental Rural (UMGAR). [San Pablo la Laguna, Sololá, Guatemala, Minucipalidad, Técnico Ambiental], 2018).

### 1.2.12 Fauna

La fauna ha sido siempre un elemento importante de los ecosistemas a los que pertenece, ya que forman parte del de las interrelaciones que existen con el ambiente y medio natural. Cabe mencionar que algunas especies forman parte del medio de subsistencia en algunos casos (Ortiz Toledo , 2008).

De acuerdo con (Galicia, 2009), las especies identificadas que se encuentran en el municipio son las que se enlistan a continuación en el cuadro 2:

Cuadro 2. Listado de especies de fauna presentes en el municipio.

| <b>Nombre científico</b>     | <b>Nombre común</b> |
|------------------------------|---------------------|
| <i>Lepus cuaniculus</i>      | Conejo de monte     |
| <i>Procyon lotos</i>         | Mapache             |
| <i>Canis vulgaris</i>        | Perro domestico     |
| <i>Mus musculus lin</i>      | Ratón               |
| <i>Didelphis marsupialis</i> | Tacuazín            |
| <i>Claucomys volans</i>      | Ardilla             |
| <i>Buteo harini god</i>      | Gavilán             |
| <i>Ameiva undlata cope</i>   | Lagartija           |
| <i>Columba livia</i>         | Paloma              |
| <i>Hirundo rustica</i>       | Golondrina          |
| <i>Quiscalus mexicanus</i>   | Zanate              |
| <i>Felis domesticus</i>      | Gato                |

Fuente: elaboración propia, 2018.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo general**

Conocer la situación del acceso al agua en el municipio San Pablo La Laguna, Sololá, Guatemala; con énfasis en los beneficiarios del proyecto de sistemas de captación de agua de lluvia.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Identificar las condiciones socioeconómicas, ambientales e institucionales vinculados al agua.
2. Describir la situación del proyecto de sistemas de captación de agua de lluvia.
3. Conocer la problemática del agua en el municipio de San Pablo la laguna.

## **1.4 METODOLOGÍA**

Para el cumplimiento de los objetivos planteados en este diagnóstico, fue necesario llevar a cabo la metodología que se describe a continuación:

### **1.4.1 Recopilación de información general sobre el área de estudio**

#### **A. Revisión de información secundaria**

- Se indagaron tesis de postgrado relacionados al municipio, documentos científicos, documentos legales, identificación de documentos útiles para reforzar el marco referencial del municipio.
- Shapes de centros poblados, límites municipales y departamentales, zonas de vida, series de suelos, los cuales serán necesarios para utilizarlos mediante ArcGis 10.3.
- Se utilizaron hojas cartográficas.

#### **B. Recolección de información primaria e identificación de actores locales vinculados al agua**

Para esto se realizó un sondeo de informantes clave, siendo estos los siguientes:

- Integrantes de la comisión de agua e higiene.
- Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM).
- Municipalidad de San Pablo La Laguna.
- Inspectora del centro de salud.
- Directores de escuelas del municipio.
- Registros de información de los pobladores.

### **1.4.2 Actualización de la información disponible**

Posterior a la recopilación de información se procedió a la unificación de la información primaria y secundaria encontrada con el fin de realizar un análisis objetivo de la situación del municipio de San Pablo La Laguna.

### **1.4.3. Análisis e interpretación de resultados**

Basándose en la información recabada se procedió a la interpretación de los resultados encontrados unificándolos según objetivos planteados, lo cual se realizó de la siguiente manera:

Por medio del análisis de la información recabada, tanto primaria como secundaria, se procedió a lo siguiente:

- Lluvia de ideas: en el cual se enlistaron de forma general diferentes aspectos identificados del municipio.
- Árbol de problemas: en este se realizó un análisis de la lluvia de ideas elaborado, para identificar problemas, al colocar causas y efectos, en donde se obtuvo un problema principal y causas que estaban vinculados a este según situaciones encontradas en la obtención de información con los pobladores y entidades.
- Se desarrollaron dos árboles tomando en cuenta las causas y efectos identificados, se definieron concretamente con el objetivo de que estas pudieran ser atacadas de forma más directa y de esta manera se pudieran afrontar los problemas principales desarrollados.



## 1.5 RESULTADOS

### 1.5.1 Condiciones socioeconómicas, ambientales e institucionales vinculados al agua

#### A. Demografía

Para el aspecto demográfico se realizó una proyección de la población según los datos del censo nacional del 2002 por el Instituto Nacional de Estadística (INE). En este se ubica el centro poblado de San Pablo La Laguna el cual se detalla a continuación. Se puede observar en el mapa base que este consta únicamente de un centro poblado.

Según la figura 2, en base a esta ecuación se obtuvo una tasa de crecimiento poblacional nacional de 2.34 % según INE 2002, para luego realizar la proyección para el año 2018.

|                     |   |
|---------------------|---|
| $P_o = P_i (1+r)^n$ | <p>Dónde:</p> <p><math>P_o</math> = Población proyectada.</p> <p><math>P_i</math> = Población inicial.</p> <p><math>r</math> = Tasa de crecimiento poblacional</p> <p><math>n</math>: es el número de años que se calculan.</p> |
|---------------------|---|

Figura 2. Ecuación de estimación poblacional para años futuros.

#### a. Población total

La población señala la cantidad de personas que viven en un determinado lugar en un momento en particular.

En el cuadro 3, se presentan los datos poblacionales proyectados para el año 2018 del municipio.

Cuadro 3. Crecimiento de la población del año 2002 a 2018 de San Pablo La Laguna.

| Poblado             | Categoría política | Población 2002 | Población 2018 | Tasa de crecimiento (%) |
|---------------------|--------------------|----------------|----------------|-------------------------|
| San Pablo La Laguna | Pueblo             | 5,674          | 8,215          | 2.34                    |

Fuente: elaboración propia, 2018.

La población total se constituía de 5,674 habitantes para el año 2002, con un crecimiento del 2.34 %, en el año 2018 se tiene una proyección según el INE (2018) de 8,215 habitantes en total dentro del municipio (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala, (INE), 2002).

## b. Población económicamente activa

La población económicamente activa es conformada por personas de 15 años o más, que en la semana de referencia realizaron algún tipo de actividad económica, y las que estaban disponibles para trabajar y hacen gestiones para encontrar trabajo. Incluye las que durante la semana de referencia no buscaron trabajo pero estaban dispuestas a iniciar un trabajo.

En el cuadro 4, se da a conocer la distribución por género de la población económicamente activa.

Cuadro 4. Población económicamente activa para el año 2018.

| Poblado             | Económicamente activa |         |         |
|---------------------|-----------------------|---------|---------|
|                     | Total 2018            | Hombres | Mujeres |
| San Pablo La Laguna | 2,444                 | 1,984   | 460     |

Fuente: elaboración propia, 2018.

La población económicamente activa está compuesta por 2,444 personas, donde el 81.18 % son hombres y el 18.82 % son mujeres siendo 1,984 personas y 460 personas respectivamente.

## c. Densidad de población

La densidad poblacional es definida como la población por unidad de superficie terrestre, supone una distribución uniforme de la población en el territorio, así mismo expresa el número de habitantes por kilómetro cuadrado

En el cuadro 5, se presentan los datos poblacionales sobre la densidad del municipio.

Cuadro 5. Densidad poblacional de San Pablo La Laguna 2018.

| Poblado             | Extensión total del municipio (km <sup>2</sup> ) | Población total | Densidad (Hab/km <sup>2</sup> ) |
|---------------------|--|-----------------|---------------------------------|
| San Pablo La Laguna | 12   | 8,215           | 685                             |

Fuente: elaboración propia, 2018.

Acorde al cuadro anterior, se puede observar que la densidad que existe dentro del municipio utilizando la extensión que ocupa el municipio, esta resulta ser de resulta ser de (685 hab/km<sup>2</sup>).

#### d. Población por edades

La población por edad es de mucha importancia, puesto que la estratificación por edades establece en donde existe mayor cantidad de habitantes en un rango de edad en específico.

En el cuadro 6, se presenta el número de habitantes del municipio por edad.

Cuadro 6. Número de habitantes por rangos de edad de San Pablo La Laguna 2018.

| Poblado             | Población total | 0 - 4 | 5 - 14 | 15 - 34 | 35 - 64 | mayor a 65 |
|---------------------|-----------------|-------|--------|---------|---------|------------|
| San Pablo La Laguna | 8,215           | 1,242 | 2,361  | 2,666   | 1,643   | 303        |

Fuente: elaboración propia, 2018.

En el cuadro anterior, se observa que la mayor cantidad de población del municipio corresponde al rango de 15 años a 34 años de edad con 2,666 personas, seguida del rango de 5 años a 14 años con una cantidad de 2,361 personas. Es evidente que los habitantes del municipio son jóvenes, puestos que en los rangos anteriormente mencionados es donde se concentra la mayor cantidad de personas.

#### e. Población por género

La población por género dentro del municipio se distingue cuanto a la cantidad de hombres y mujeres según la proyección realizada. De acuerdo, a los datos analizados, a nivel de género el 50.70 % de la población son hombres (4,165 personas) y el 49.30 % son mujeres (4,050 personas), en el que se representa un balance en la distribución por género.

### B. Educación

#### a. Nivel educativo por nivel académico

En el cuadro 7, se dan a conocer la distribución de la población académica que se encuentra en el municipio.

Cuadro 7. Estudiantes distribuidos por nivel académico de San Pablo La Laguna 2018.

| Poblado             | Preprimaria | Primaria | Básico | Diversificado | Superior |
|---------------------|-------------|----------|--------|---------------|----------|
| San Pablo La Laguna | 185         | 2860     | 311    | 152           | 9        |

Fuente: elaboración propia, 2018.

Al observar el cuadro anterior, se puede demostrar la baja dinámica que existe en cuanto a la educación como tal dentro del municipio, ya que en la mayoría de población que la conforma tiende a llegar hasta un nivel primario únicamente; un factor resulta ser la poca diversidad de unidades académicas respecto a nivel básico, diversificado y superior del municipio, puesto que los centros educativos con un nivel básico y diversificado que usualmente se encuentran en los municipios de San Juan y San Pedro la Laguna.

## **C. Factor productivo**

### **a. Tenencia de la tierra**

Este constituye uno de los factores más importantes del municipio puesto que es un factor para la producción agrícola, en donde existe una variación en el tamaño de unidades de tierra y forma de tenencia de estos.

#### **i. Tamaño promedio de unidades productivas**

La estructura agraria del municipio se reconoce principalmente por la tenencia de la tierra. Misma que es de vital importancia para el desarrollo de la población, debido a que estos influyen en la economía, capacidad y rendimiento productivo de la población (Instituto Nacional de Estadística; Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala, (INE, MAGA), 2004).

En el municipio en promedio se tienen terrenos que van desde  $\frac{1}{4}$  de cuerda hasta 10 cuerdas (se comprende que en la población se maneja una cuerda con las medidas de 26.7 m de longitud x 26.7 m de ancho), en una minoría se presentan casos en los que propietarios poseen tierras con extensiones de 32 cuerdas, se encuentran desde micro fincas hasta fincas familiares, en los últimos años se ha originado la reducción del tamaño de terrenos principalmente por la cultura de la población de heredar sus propiedades a hijos y familiares, por lo cual existe una predominancia de minifundio en el municipio (Culum, 2018).

#### **ii. Forma de tenencia**

Evaluando información del censo agropecuario del año 2003 presentan en el siguiente cuadro, datos sobre la condición jurídica de la tenencia de la tierra de los propietarios de las fincas que no solamente abarca las características específicas de tipo de producción sino que también diferencia el control administrativo en que se tienen las fincas.

De acuerdo a los datos del censo agropecuario realizado en el año 2003, se tiene que hay un 24.42 % del total de superficie del municipio destinadas a actividades productivas en el municipio, siendo la mayoría de propiedad privada, quienes son personas que poseen tierras desde “microfincas” (menores a 1 ha), hasta fincas “subfamiliares” (1 ha a 7 ha) en su mayoría las cuales están distribuidas en todo el municipio (Instituto Nacional de Estadística; Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala, (INE, MAGA), 2004).

## **b. Actividades productivas**

Dentro de estas se pueden considerar todas aquellas actividades que se realizan en el municipio que conllevan a proporcionar bienes y servicios que se requieren para satisfacer las necesidades de los habitantes.

La agricultura es una de las actividades económicas más importantes del municipio, puesto que dependen de esta actividad para su sustento en algunos casos; otra actividad muy importante que en el municipio se practica es la elaboración de artículos artesanales lo cual es una característica que tienen los pobladores, otras pocas a actividades realizadas en el municipio son pecuarias, el comercio y servicios; en pequeña escala se puede encontrar la ganadería.

### **i. Principales cultivos**

Dentro de los principales cultivos que se encuentran en el municipio se pueden mencionar; cebolla, café, maíz y frijol, los cuales son cultivos que tienen mayor comercialización. También se cuentan con cultivos de hortalizas como repollo, brócoli y lechuga que son producidos en las orillas del lago.

En pequeñas zonas del municipio se tienen la producción de cítricos, banano y tomate que usualmente es producido en huertos familiares. Cabe mencionar que en la mayoría de los hogares se producen plantas como cilantro, hierba buena, apio, apazote, ruda y otras plantas medicinales en pequeños huertos que se tienen en los hogares o botes reciclables que se tienen en pequeños espacios de los hogares (Ixcayá, 2018).

### **ii. Ganadería**

En cuanto a la ganadería el municipio de San Pablo la Laguna no cuenta con mayores potenciales, dentro de estas actividades se tiene principalmente la mantención avícola en donde las condiciones y recursos de la población permite que en la mayoría de hogares se

tenga la producción de aves como gallinas de engorde y ponedoras, patos y pavos, existiendo una cantidad promedio de 4 aves por hogar.

En menor cantidad se tiene la mantención de ganado vacuno en donde su cuidado lo combinan con actividades agrícolas los pobladores tienen una dos o si al caso tres vacas lo cual depende principalmente del espacio que posean en el hogar. Por último se tiene la producción de ganado porcino solo en algunos casos y este en menor escala (Ixcajá, 2018).

### **iii. Mercados**

Respecto a la comercialización de los productos agrícolas que los pobladores obtienen se utiliza para consumo propio y también se venden principalmente en los mercados aledaños del municipio como San Juan la Laguna, San Pedro la Laguna, Santiago Atitlán y ciudad capital puesto que estos lugares cuentan con mercado que tiene mayor movimiento durante la semana (Ixcajá, 2018).

Se presenta el caso que en el municipio no cuenta con un mercado local, por lo que los pobladores se han visto en la necesidad de colocar algunos puestos en los alrededores de la municipalidad y en su mayoría los pobladores colocan puestos de venta de productos agrícolas en las afueras de sus hogares los cuales atienden todo el día.

La mayor producción de aves es comercializada dentro del mismo municipio entre vecinos o auto consumo, en algunos casos son comercializadas en el mercado de San Pedro la Laguna, en el caso de los cerdos estos son comercializados por intermediarios que llegan periódicamente al municipio a comprarlos.

## **D. Situación institucional vinculada al agua**

Para esto fue necesario recabar datos sobre todos los actores que tienen intervención en el municipio, con el fin de conocer su relación con el tema del agua, en el cual se dan a conocer los siguientes:

### **a. Organizaciones gubernamentales**

#### **i. Municipalidad**

Se tiene que en el municipio existen dos tanques con una capacidad de 50,000 l cada uno, los cuales han venido funcionando; así mismo 2 nuevos tanques de almacenamiento con una capacidad de 100,000 l cada uno.

Según revisión de los tanques en el año 2014 la sumatoria de litros en el punto observado asciende a la cantidad de 300,000.00 l es decir 300 m<sup>3</sup>. Viendo desde este punto de vista, la capacidad de almacenaje como la dotación de 100 l diarios por persona, puede decirse que hay una capacidad para 3,000 personas en uno de los sectores observados.

La municipalidad ha ejecutado obra civil con el objetivo de mejorar las condiciones en el sistema de abastecimiento. De los cuales se pueden mencionar algunos trabajos realizados como:

- Mejoramiento de algunos brotes cercanos.
- Mejoramiento en la línea de conducción, con pasos aéreos con tubería HG.
- Protección de tubería de PVC vulnerable, con recubrimiento de concreto.
- Construcción de Tanques de almacenamiento de agua.
- Implementación de 2 filtros lentos.
- Protección con muro perimetral en tanques de almacenamiento.

## **ii. Departamento de agua y saneamiento**

Dentro del papel principal de este departamento respecto al tema del agua del municipio, es velar por el acceso de este recurso a sus habitantes en cantidad y calidad, como también tener las mejores condiciones de la infraestructura que se tiene (Culúm, 2018).

En su mayoría las infraestructuras que se tienen elaboradas por parte de la municipalidad corresponden únicamente a captación de agua superficial, sin embargo en los últimos años se ha implementado la captación directa de tres nacimientos del municipio.

Uno de los problemas principales que se tiene en el municipio es que no se ha logrado realizar una correcta distribución de agua a los habitantes, los técnico municipales atribuyen que una de las causas que dificulta el mejoramiento del sistema de agua potable es la falta de recursos considerando que únicamente el 15 % del total de la población realiza el pago anual de agua el cual es de Q.10.00 (Culúm, 2018).

### **iii. Consejo nacional de áreas protegidas (CONAP)**

Se encuentra en procesos para implementar proyectos para el cuidado de las zonas boscosas, ríos, protección de nacimientos que se encuentran en las partes altas, especies de flora y fauna del lugar, quienes trabajan en conjunto con la municipalidad y personas de la sociedad civil.

### **iv. Comité municipal de desarrollo (COMUDE)**

Se encarga de promover, facilitar y apoyar el funcionamiento de los consejos comunitarios de desarrollo (COCODE), mediante la elaboración de reuniones de diálogo a cada mes, con el propósito de facilitar la participación de las comunidades en el desarrollo integral del municipio mediante la solución de problemas que se tienen con las necesidades de la población.

### **v. Unidad municipal de gestión ambiental y riesgo (UMGAR)**

Esta unidad se encarga de la coordinar actividades para el bienestar ambiental de la población e infraestructura del municipio relacionada a esto, se tiene un programa de limpieza de calles y limpieza de taponamiento de cunetas. Actualmente se encuentra trabajando en el proceso de implementación de un sistema de tratamiento de aguas negras y grises.

## **b. Organizaciones no gubernamentales**

### **i. Fundación cristiana**

Esta fundación en conjunto con los rectores de la educación del municipio y entidades escolares, se encargan de realizar actividades con el fin de contribuir al sistema educativo del municipio.

### **ii. Visión mundial**

Esta entidad trabaja en conjunto con la sociedad civil, trabajando temas sobre el agua, contribuye en mejoras alimentarias de los pobladores, brindando víveres y capacitaciones sobre nutrición.



### **iii. Comité campesino del altiplano (CCDA)**

Se encarga de gestionar actividades y proyectos relacionados al tema de agua y mejora de la calidad de este, conjuntamente con representantes de la sociedad civil, en coordinación con otras instancias del municipio.

En el año 2017 esta institución, implemento un proyecto el cual consistió en instalar sistemas de captación de agua de lluvia a nivel domiciliario, la municipalidad brinda el total respaldo a este accionar, debido a que se muestra el interés de otras instituciones por el mejorar la calidad de vida de los pobladores, en este caso al contribuir al acceso al agua.

#### **1.5.2. Recurso hídrico en el municipio**

En lo respecta al recurso hídrico el municipio cuenta con nacimientos de agua que abastecen en todo el año a los habitantes, actualmente se tienen 13 nacimientos los cuales están debidamente georreferenciados, debido al deterioro ambiental que se ha generado en los últimos años las dos corrientes que tenían contempladas dentro del municipio han llegado a convertirse en corrientes periódicas puesto que han llegado a secarse mostrando afluencia únicamente en la temporada de lluvia (Comité Campesino del Altiplano, Guatemala, (CCDA), 2016).

#### **A. Usos**

Dentro de los usos del agua la mayoría de estos se tiene el aprovechamiento del recurso para el consumo humano, en donde la municipalidad ha hecho captación de agua superficial en su mayoría, en los últimos años se ha hecho captación directa de tres nacimientos con el fin de brindar un agua de mejor calidad para los pobladores y que este no tenga mayor incidencia directa de contaminantes, a diferencia de las captaciones de agua superficial (Culúm, 2018).

El total de la población utiliza el agua principalmente para actividades domiciliarias vitales como el lavado de ropa, trastos, ducha, consumo humano (con su debido tratamiento, cloración o hervido), cocina, entre otros. En una pequeña escala la población utiliza el agua como riego para cultivos como el tomate en invernaderos, cebolla, repollo, remolacha, maíz, frijol y brócoli con riego por aspersión y riego por goteo.

## **B. Calidad física, química y bacteriológica**

Debido a la necesidad de conocer el estado y calidad que posee el agua de los nacimientos según análisis de laboratorios realizados en el año 2016, 6 nacimientos fueron muestreados para el análisis de potabilidad de agua con el fin de evaluar el aprovechamiento que se les puede dar a estos para el bien de los pobladores de la comunidad, de estos nacimientos muestreados todos resultan no aptos para consumo humano (Comité Campesino del Altiplano, Guatemala, (CCDA), 2016).

## **C. Fuentes de contaminación**

Según evaluación, dentro de las principales fuentes de contaminación para el recurso hídrico que se tiene en el municipio se puede mencionar lo siguiente:

### **a. Los drenajes**

Debido a que en el municipio no se cuenta con un sistema de drenaje como tal ya que la totalidad de tuberías domiciliarias están diseñadas para conducir las aguas grises (producto de actividades domiciliarias) hacia las calles las cuales están diseñadas con cunetas para conducir el agua hacia el lago.

### **b. La basura**

Este constituye otra fuente de contaminación ya que en el municipio no se cuenta con un tren de aseo que se realice adecuadamente, lo cual provoca que las calles de los alrededores contenga una alta cantidad de basura.

Cabe mencionar que en el año 2012 se realizó muestreo de los tanques de captación, determinándose que el 60 % estaba contaminado por organismos provenientes de agua fecales, se considera que se debe a que los tanques se encuentran a nivel del suelo, no poseen zanjas sanitarias, hay infiltración de aguas superficiales o los tanques se encuentran deteriorados (Pacheco, 2008).

## **D. Problemas ambientales vinculados al agua**

A continuación se enlistan algunos problemas ambientales que se han visto en los últimos años en el municipio.

### **a. Deforestación**

La deforestación con el paso del tiempo va incrementando y volviéndose un problema ambiental, esto se debe a que el total de viviendas del municipio usa leña con fines energéticos, esto significa que existe un alto consumo de leña, lo cual genera un impacto negativo al medio ambiente. Aunado a esto la deforestación conlleva una serie de efectos más, así como lo son las escorrentías superficiales y a su vez deslaves, lo que aumenta la probabilidad de derrumbes debido a las inclinaciones que se presentan en algunas zonas del municipio siendo estas mayores al 50 % de inclinación y las características de los suelos.

Se pudieron observar restos de aserrín y tala de árboles en la parte alta del municipio aledaño a las fuentes de agua; evidenciando que los árboles son talados ilegalmente debido a que en estos sectores la densidad del bosque es mayor y por lo mismo fácil el derribe de árboles para poder aprovecharlos como leña o madera. Cabe mencionar que en la actualidad no se realiza ningún tipo de actividad de reforestación para compensar las áreas deforestadas.

### **b. Erosión**

Tomando en cuenta las características topográficas que se presentan en el municipio las cuales van desde inclinaciones del 5 % hasta mayores al 50 % por lo que se presentan terrenos muy irregulares y debido a la influencia de distintos factores que provocan la pérdida de cobertura vegetal.

La erosión del suelo también radica en la expansión del área agrícola, dejando de lado la vocación real de las áreas, intensificando el uso de la tierra y provocando erosión en los mismos, el uso inadecuado de los suelos tiene repercusiones en la pérdida o degradación de los mismos, provocando pérdida de la capacidad productiva del suelo, la pérdida de retención de humedad del suelo, el deterioro de la estructura y la reducción en la producción agrícola.

### **c. Desechos sólidos**

Los desechos sólidos tanto orgánicos como inorgánicos producidos por los pobladores representan un problema el cual va en ascenso, principalmente a la creación de basureros clandestinos, ya que en la actualidad no se cuenta con un servicio de recolección específico, por lo tanto optan por incinerar sus desechos o dejarlos en zonas baldías.

Los habitantes botan sus desechos en montes o barrancos, lo cual genera contaminación del lago al momento de arrastre en épocas lluviosas y por último esto provoca que no se

presente un ambiente sano debido a que no se cuenta con un sistema de reciclaje, lo que provoca que se deseche todo tipo de material.

### **1.5.3 Situación del proyecto de sistemas de captación de agua de lluvia**

El proyecto surge pese a la situación que presenta el municipio con el fin de mejorar la calidad de vida. Analizando la problemática considerando que hay una falta de servicios básicos para las familias de San Pablo La Laguna se plantea la implementación de los sistemas de captación de agua de lluvia con el fin de facilitar el acceso a agua potable (Juracan, 2018).

Con el financiamiento de HORIZONT3000 coordina desde sus oficinas regionales de Managua y con personal ubicado en Guatemala el proyecto “Contribución a la provisión de agua de consumo humano y mejoramiento de hábitos en el manejo de agua en las familias de los cantones del municipio de San Pablo La Laguna, Sololá, Guatemala”. Con esta iniciativa se ha procurado contribuir al aumento en la calidad de vida y por ende al mejoramiento del estado de la salud de las familias indígenas a partir del año 2016 (Juracan, 2018).

A partir de esto es que se realiza el proyecto, los sistemas fueron implementados en el año 2016, en donde a los usuarios se les dio la opción de escoger que sistema utilizar tomando en cuenta el área que ocupaba cada sistema y el área que tenían disponibles en el hogar. Cabe mencionar que se implementaron únicamente las opciones de sistemas B y C, correspondiendo a estos 45 % y 55 %.

#### **A. Entrevista de funcionamiento de sistemas**

Con el fin de conocer la experiencia de los usuarios que utilizan el sistema, se entrevistaron a 3 personas para que dieran a conocer criterios sobre el funcionamiento de los sistemas, los cuales se describen a continuación:

1. Son muchos los beneficios que se pueden obtener al hacer uso de los sistemas, al usarlos se tiene un amplio almacenamiento de agua, cabe mencionar que el sistema que fue instalado en el hogar abastece no solamente a la familia sino que también a la familia de un vecino según acuerdo establecido (Culum, 2018).

Los principales usos que se le dan agua son: en general para todo, tanto para ducha, como para el lavado de ropa, trastos, cocción de alimentos y consumo humano con su respectivo tratamiento (Culum, 2018).

Con un adecuado mantenimiento del sistema, este puede llegar a durar 10 años, dentro del mantenimiento del sistema, se ha contemplado la ampliación del techo de la zona donde se encuentra el sistema con el fin de colocarle sombra y de esta manera evitar que la radiación solar desgaste el material de las tuberías y tanque. En el mantenimiento cotidiano se emplea la limpieza mensual del sistema en el interior, por el diseño del sistema se ha facilitado la utilización de este por lo que solamente se realizan los cuidados adecuados (Culum, 2018).

**2.** Uno de los beneficios principales del sistema es la captación de agua de lluvia y el almacenamiento diario, el sistema se puede adaptar a una conexión del agua potable funcionando de almacenamiento y aprovechar los horarios agua del hogar (Ujpan, 2018).

La utilización del agua consiste principalmente en las necesidades básicas del hogar en el que se usa para el lavado de ropa, trastos, lavado de alimentos y consumo humano debidamente hervido (Ujpan, 2018).

Con un correcto mantenimiento el sistema puede llegar a tener 8 años de vida útil. Dentro de los cuidados del sistema se ha contemplado elaborar una sombra de nilón y pitas, con el fin de proteger las instalaciones de los rayos directos del sol, respecto al manejo, se realiza una limpieza interior a cada 15 días, la versatilidad del sistema permite que se desarmen algunas partes del sistema para poder realizar la limpieza (Ujpan, 2018).

**3.** La principal función del sistema, fue mejorar el acceso al agua, este brinda un mayor almacenaje de agua y abastecimiento cuando hay problemas de escases de agua, por ejemplo, cuando el agua potable municipal no llega al hogar o cuando tiene colapsos el sistema (Ixcayá, 2018).

El agua se utiliza básicamente para las necesidades del hogar, en los que se pueden mencionar; ducha, lavado de ropa, lavado de utensilios de cocina, lavado de alimentos y también para el consumo humano (Ixcayá, 2018).

Realizando el mantenimiento adecuado del sistema, este puede llegar a durar 6 años. En el manejo del sistema se contempla la limpieza interna a cada 15 días, los futuros cambios de tuberías que canalizan el agua desde el techo del hogar al tanque de almacenamiento (Ixcayá, 2018).

### 1.5.3 Problemática del agua en San Pablo La Laguna

#### A. Matriz de causas y efectos

Mediante repetidos monitoreos de campo las cuales sirvieron para reconocer el área, identificar problemas y factores aún más detallados como lo son las causas que los ocasionan; se realizó la matriz de causas y efectos, justificado con referencias bibliográficas e investigaciones pasadas realizadas en el lugar.

En el cuadro 8, se muestra la matriz realizada sobre la identificación de causas y efectos del municipio, analizando las situaciones que se presentaron.

Cuadro 8. Matriz de causas y efectos.

| Causas   | Efectos   |
|--|---|
| Deficiente organización municipal                                      | Desorden dentro de la institución                     |
|  | Mal manejo de los recursos                            |
|  | Poca gestión de proyectos                             |
|  | Ausencia de promoción participativa para la población |
| Población asistencialista  | No colabora si no hay un beneficio a cambio           |
|  | Apatía social   |
| Mercado laboral limitado   | Migración   |
| Bajos ingresos familiares  | Empleo informal                                       |
| Escasa oportunidad de empleo   | Conformismo   |
| Deficiencia en el nivel académico                                      | Inestabilidad social                                  |
| Poco interés académico   | Aumento en la tasa de analfabetismo                   |
| Pobreza  | Priorización de trabajo sobre el estudio              |
| Bajos ingresos familiares  | Abandono de estudios                                  |
| Ausencia de alimentación adecuada                                      | Bajo rendimiento por parte del estudiante             |
| Competencia en el campo laboral  | Búsqueda de mejores remuneraciones económicas         |
| Deficiente educación ambiental   | Mal uso del agua                                      |
|  | Contaminación del ambiente                            |
|  | Deterioro de áreas verdes                             |
|  | Deterioro del paisaje visual                          |
| Planta de tratamiento sin finalizar                                    | Sanidad del agua incompleta                           |
| Estructuras de agua sin mantenimiento                                  | Enfermedades infecto contagiosas                      |
|  | Contaminación de agua potable                         |
|  | Aguas no aptas para consumo                           |
|  | Baja disponibilidad de agua potable                   |
| Establecimiento de parcelas agrícolas en las partes altas de la cuenca | Degradación del suelo                                 |

| <b>Causas</b>   | <b>Efectos</b>         |
|---|------------------------|
| Deficiente uso de prácticas de conservación del Suelo | Sobre uso de la tierra |
| Minifundio dentro del municipio                       | Deforestación          |

Fuente: elaboración propia, 2018.

En la matriz de causas y efectos se tiene una base del cual se lograron identificar problemas englobando varias circunstancias y sus efectos presentes o futuros; para así poder realizar el árbol de causas y efectos y poder hacer su respectivo análisis.

Analizando las situaciones según información recabada en campo como también otras fuentes de información, a continuación se presenta la matriz de causa y efectos relacionados al tema del agua, San Pablo La Laguna.

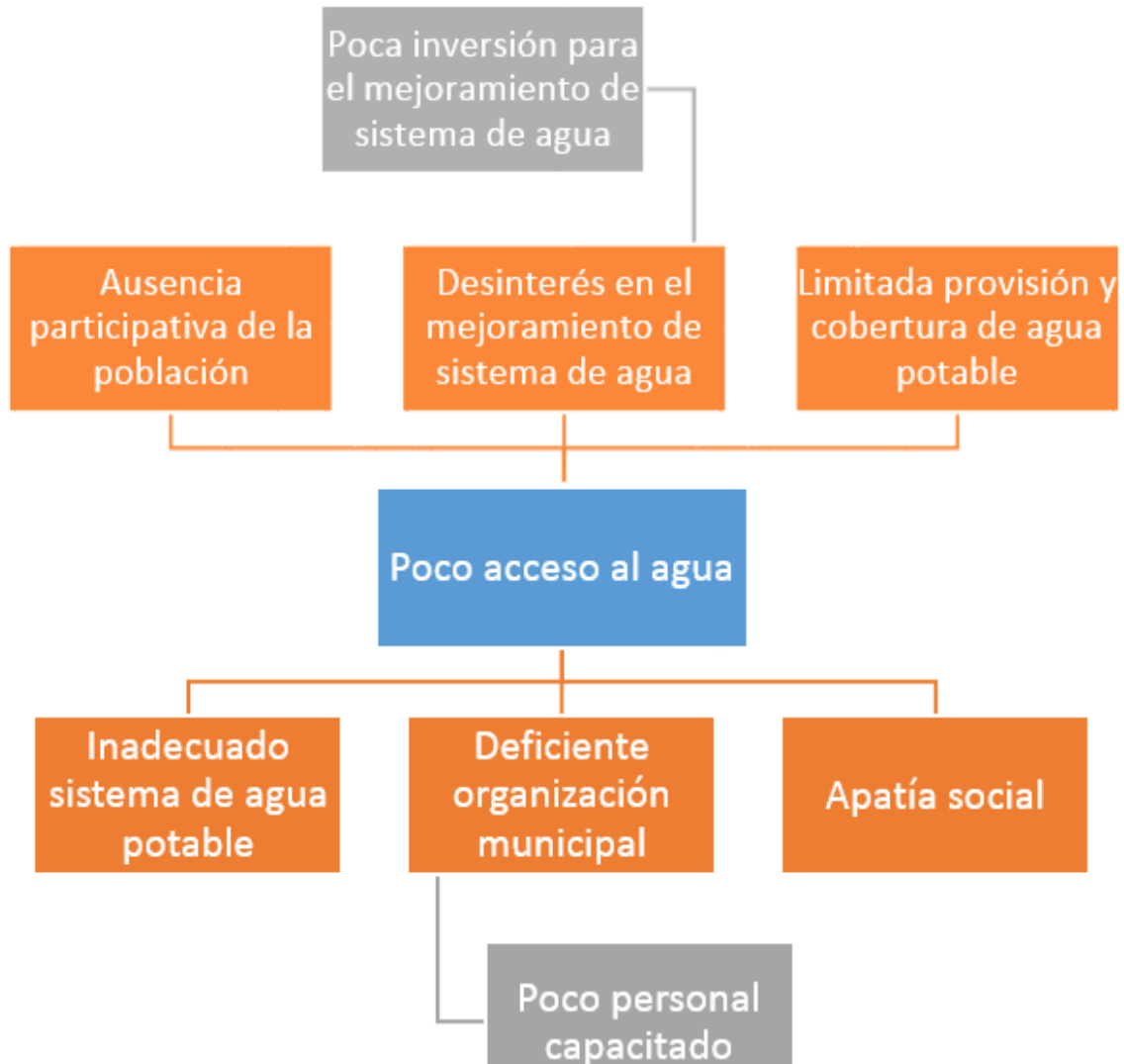
## **B. Problemas identificados**

Tomando en cuenta todas las causas y efectos a continuación se presentan los problemas identificados que tienen mayor realce según lo analizado.

- Poco acceso al agua.
- Deficiente educación ambiental.

### a. Árbol de problemas uno (1)

En la figura 3, se presenta el árbol de problemas, en el que se muestra el problema principal, desglosado con las causas y efectos mediante su análisis.



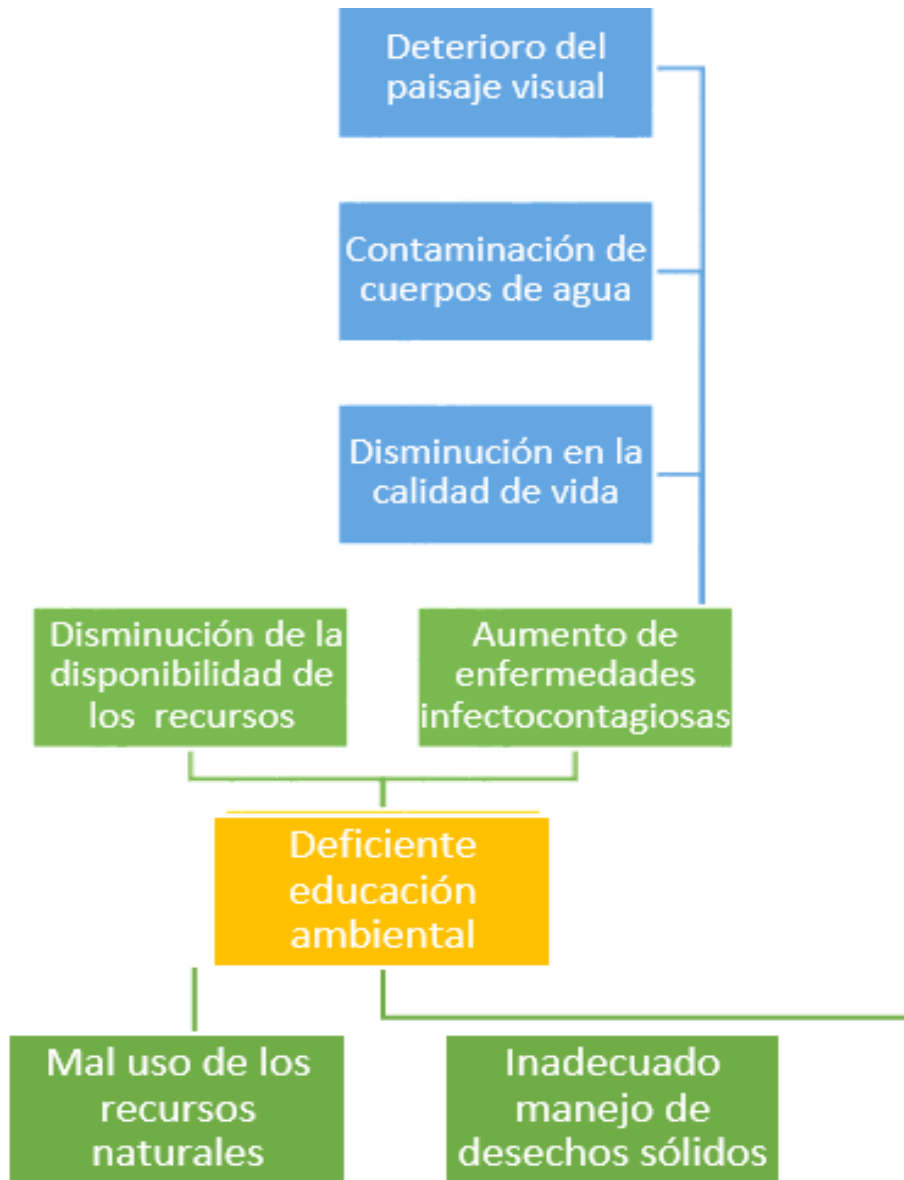
Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 3. Árbol de problemas uno (1).



### b. Árbol de problemas dos (2)

En la figura 4, se da a conocer el árbol de problemas, en el que se muestra el problema principal, con las causas y efectos respectivamente.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 4. Árbol de problemas dos (2).

## 1.6 CONCLUSIONES

1. Uno de los principales problemas que se presenta en el municipio de San Pablo La Laguna resulta ser el limitado acceso al agua, lo cual está influenciado por una serie de factores, tanto socioeconómicos, ambientales e institucionales, dentro de estos se puede mencionar la desorganización que existe de parte de la municipalidad, lo cual provoca que no se dé un adecuado manejo de los sistemas de agua potable.
2. La deficiente educación ambiental de los pobladores del municipio es un problema muy resaltante, ya que esto ha propiciado que se genere un deterioro del paisaje como también que se origine una serie de puntos de contaminación por medio de los basureros clandestinos que afecta la salud de la población.

## 1.7 RECOMENDACIONES

1. Evaluar la necesidad de realizar inversiones significativas para poder cubrir la demanda de los pobladores respecto al agua potable, ya sea por medio del mantenimiento continuo de las instalaciones o el mejoramiento de estos.
2. Considerar la implementación de obras de construcción para la captación directa de nacimientos, con el fin de garantizar la potabilidad del agua que llega a los usuarios, puesto que las captaciones de agua superficial tienen una alta probabilidad de contaminarse por agentes del medio exterior.
3. Considerar la implementación de jornadas de limpieza para reducir la generación de basureros clandestinos y de esta manera sensibilizar a la población joven hacia un cambio de actitud que beneficie la salud e higiene de la población.

## 1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Comité Campesino del Altiplano, Guatemala, (CCDA). (2016). *Diagnóstico de la situación del agua*. San Lucas Tolimán, Sololá, Guatemala: CCDA.
2. Culum, D. (22 de 02 de 2018). Tenencia de la tierra, Aspectos socioeconómicos San Pablo la Laguna [San Pablo la Laguna, Sololá, Guatemala; Comisión de Agua, Presidente]. (W. B. Sey Sirín, Entrevistador)
3. Galicia, A. (2009). *Diagnóstico socioeconómico San Pablo la Laguna*. Obtenido de Potencialidades productivas y propuestas de inversión: [http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03\\_0692v.10.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0692v.10.pdf)
4. Instituto Nacional de Estadística, Guatemala, (INE). (2002). *XI censo nacional de población y VI de habitación: Lugares poblados*. Obtenido de INE: <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/02/20/jZqeGe1H9WdUDngYXkWt3GIhUUQCukcg.pdf>
5. Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE), & Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA). (2004). *IV Censo nacional agropecuario*. Obtenido de INE / MAGA: <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/01/16/cv9H2R2CyhS1n0c1XfKqXVf4pLlxONTg.pdf>
6. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala, (INSIVUMEH). (02 de 2018). *Normas climáticas*. Obtenido de INSIVUMEH: <http://www.insivumeh.gob.gt/normas-climaticas/>
7. Ixcayá, J. (18 de 03 de 2018). Aspectos socioeconómicos San Pablo la Laguna [San Pablo la Laguna, Sololá, Guatemala; Comisión de Agua, Vicepresidente]. (W. B. Sey Sirín, Entrevistador)
8. Leja, R. (16 de 02 de 2018). Causas de migración de la población y aspectos socioeconómicos San Pablo la Laguna [San Pablo la Laguna, Sololá, Guatemala; Comisión de Agua, Secretaria]. (W. B. Sey Sirín, Entrevistador)
9. OAS Childrens' Corner. (2010). *Idiomas de Guatemala*. Obtenido de OAS Childrens' Corner: [https://www.oas.org/children/members/guatemala\\_idiomas.html](https://www.oas.org/children/members/guatemala_idiomas.html)
10. Ortiz Toledo , M. (10 de 2008). *Financiamiento de unidades agrícolas (producción de café) y proyecto: producción de nuez de macadamia*. Obtenido de (Tesis Lic. Cont. Pub. Aud., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas: Guatemala): [http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03\\_0692\\_v2.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0692_v2.pdf)

11. Pacheco, R. (2008). *Organización empresarial (tejidos típicos) y proyecto: producción de nuez de macadamia*. Obtenido de (Tesis Lic. Admon. Emp., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas: Guatemala): [http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03\\_0692\\_v9.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0692_v9.pdf)
12. Ratzam, F. (20 de 03 de 2018). Situación ambiental, Unidad Municipal de Gestión Ambiental Rural (UMGAR). [San Pablo la Laguna, Sololá, Guatemala, Municipalidad, Técnico Ambiental]. (W. B. Sey Sirín, Entrevistador)
13. Ujpan, P. (15 de 05 de 2018). Funcionamiento de los SCAPT (Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techo) de San Pablo la Laguna [San Pablo la Laguna, Sololá, Guatemala; SCAPT, Usuario]. (W. B. Sey Sirín, Entrevistador)
14. Vásquez , M. (20 de 03 de 2018). Infraestructura y servicios de las fuentes de agua y su calidad) [San Pablo la Laguna, Sololá, Guatemala, Centro de Salud, Inspectoría de Salud]. (W. B. Sey Sirín, Entrevistador)



The seal of the Academia Carolina is a circular emblem. It features a central shield with a figure holding a staff, surrounded by various heraldic symbols including a crown, a lion, and a castle. The shield is set against a background of a landscape with mountains and a river. The text "ACADEMIA CAROLINA" is written in a semi-circle at the top, and "CATHEDRAS GRIBIS CONSPICUA" is written in a semi-circle at the bottom. The Latin motto "INTER CATHEMATALENSIS" is also visible at the bottom.

**CAPÍTULO II**

**INVESTIGACIÓN**

**EVALUACIÓN DE TRES SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.**

**EVALUATION OF THREE RAINWATER COLLECTION SYSTEMS IN THE MUNICIPALITY OF SAN PABLO LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.**





## 2.1 PRESENTACIÓN

La vulnerabilidad ante factores físicos naturales y sociales en áreas rurales es un fenómeno que ha mostrado múltiples amenazas en los últimos años debido a que afecta a la población y sus sectores productivos. Los cambios de temperatura en un corto lapso de tiempo, las variaciones drásticas del clima, las formas de sistemas sociales, culturales y económicos, han contribuido a que los sistemas naturales y humanos lleguen a tener daños y en algunos casos, hasta el punto que estos no han tenido la capacidad de recuperarse. Tal es el caso de registro de sequías muy marcadas, prolongadas y la inadecuada distribución de la precipitación que se ha visto en varias regiones del mundo, afectando la disponibilidad y acceso al agua.

San Pablo La Laguna un municipio del departamento de Sololá ha sido afectado en sus recursos naturales por actividades antropogénicas, las cuales propician que sea más vulnerable, en el que se pueden involucrar aspectos socioeconómicos cambiantes que provocan que la sensibilidad de la zona de estudio aumente, especialmente en los aspectos de servicios sanitarios, toma de decisiones a nivel local, sistema económico, crecimiento poblacional y degradación ambiental.

Estas repercuten en el acceso y distribución del agua, es por ello que fue necesario evaluar las condiciones que vulneran al municipio y la implementación de los sistemas de captación de agua pluvial en techo -SCAPT- como un método que ayude a la población a adaptarse en momentos de escasas de agua.

Los sistemas de captación de agua de lluvia a nivel familiar surgen como una estrategia de aprovechamiento de agua y su utilización en época de estiaje, por lo que en este estudio se determinaron aspectos del proceso de implementación de estos, que van desde el planteamiento de la propuesta, los estudios previos realizados, aspectos sociales y económicos tomados en cuenta de los usuarios, tiempo de implementación y diseños elaborados.

También se dan a conocer puntos importantes sobre la funcionalidad de los sistemas respecto al manejo, cuantificación del tiempo de llenado, costos, usos del agua, limpieza, facilidad de uso, y la duración del agua almacenada con el fin de evaluar la viabilidad de estos sistemas tanto en su aceptación, utilización y posibilidad de replicación.



## **2.2 MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1 Marco conceptual**

#### **A. Situación del acceso al agua en Guatemala**

En el país cerca de la mitad de la población no tiene servicio de agua en su vivienda y del restante, más del 60 % de ellos no aplican ningún tratamiento al agua para consumo humano, del año 2000 al 2007 murieron alrededor de 200,000 personas por problemas digestivos relacionados directamente con la contaminación del agua. A pesar de que se ha tratado de mejorar los sistemas de agua en distintos puntos del país para la población solamente entre el año 2000 y 2006 se presentó una mejora significativa del 61.71 % en los hogares a 78.65 %, sin embargo esto no se pudo mantener ya que disminuyó en el año 2011 a 75.27 % de agua entubada a los hogares (Aceituno, 2013).

#### **a. Acceso al agua**

El acceso al agua en diferentes sectores del país es variable, la mala gestión y limitaciones en la administración del agua en zonas rurales y urbanas ha generado que exista una menor calidad y cantidad de este recurso, como consecuencia se registra la muerte de niños relacionado con el agua sucia y saneamiento insuficiente (Watkins, 2006).

#### **i. Demanda y usos**

En Guatemala el uso del agua es diverso, se tiene que el sector agropecuario que corresponde al 23 % del PIB depende totalmente de este recurso, para el riego de los cultivos manejo de animales y de esta manera abastecer a la ganadería, el uso de agua es vital para las viviendas tanto para consumo humano como para las actividades fisiológicas de la población (Quevedo Castillo, 2013).

Según el balance hídrico nacional elaborado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales se tiene que entre 2007 y 2010 se habrían destinado más de 20 mil millones de m<sup>3</sup>/año para usos consuntivos y no consuntivos.

De los aproximadamente 20,000 millones de m<sup>3</sup> utilizados en 2010, alrededor de 7,000 millones fueron empleados por la industria, incluyendo la agroindustria, lo que representó el 37.5 % del agua utilizada, las actividades agropecuarias y silviculturales demandaron el 31.9 % de los recursos hídricos utilizados en el país, es decir más de 6,000 millones de m<sup>3</sup>, otro usuario importante es la generación de energía eléctrica con base al movimiento hidráulico

(siendo este un uso no-consuntivo), la cual se estimó que utilizó poco más de 5 mil millones de m<sup>3</sup>, lo que representó el 24.82 % del total empleado; por último los hogares habrían utilizado 461.68 millones de m<sup>3</sup> (2.3 %) (Aceituno, 2013).

## **ii. Consumo familiar de agua para uso domestico**

El suministro de agua es una necesidad esencial para todas las personas, la determinación de la cantidad necesaria es uno de los primeros pasos para proveer el suministro. Las personas usan el agua para una amplia gama de actividades, algunas de ellas son más importantes que otras, por ejemplo, tener unos pocos litros diarios de agua para beber es más importante que lavar ropa, pero las personas deben lavarla si se quieren prevenir enfermedades de la piel y cumplir con las necesidades fisiológicas (OMS, USA, 2009).

La dotación por persona hace referencia a la cantidad de agua que necesita una persona diariamente para cumplir con sus funciones físicas y biológicas de su cuerpo, esta necesidad puede variar teniendo como mínimo 25 l/día hasta 80 l/día según (FAO, Chile, 2013).

## **b. Agua en áreas rurales**

En términos generales, aproximadamente el 61 % de la población del país que vive en zonas rurales tiene acceso a agua potable para el año 2008, aunque internamente el recurso hídrico por departamento difiere, la disminución de este recurso se presenta debido a la distribución espacial de la población, lo que genera que exista poco acceso al agua en regiones rurales, agregado a esto la limitante en la infraestructura y limitante económica de la administración local (Lentini, 2010).

Cada comunidad es responsable por su propio suministro de agua, en su mayoría las encargadas del abastecimiento de agua y para mantener la calidad de este es la municipalidad, si en algún caso el agua no cumple con la calidad requerida, la municipalidad es la obligada a corregir el problema siendo este monitoreado por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPyAS). Según registros únicamente el 10 % de las municipalidades utilizan el cloro para el tratamiento de agua, sin embargo todas están obligadas a usarlo, en esto se evidencia la falta de estrategias claras, políticas y programas de inversión por las autoridades locales (Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos de América, (CIUSA), 2000).

### **c. Marco legislativo**

A lo largo del tiempo en el país se ha tratado de regular el recurso hídrico, hasta el momento no existe una política respecto al agua que regule y maneje adecuadamente el uso y suministro de este recurso. La supervisión de este recurso actualmente se encuentra en responsabilidades distintas lo cual provoca que exista poca coordinación de las diferentes agencias.

El hecho de que no exista una correcta aplicación de la ley para el tratamiento de aguas negras ha generado que exista un abuso desmedido de los ríos, causando contaminación de estos a lo largo del país.

Una ley nacional para el uso del agua se ha estado negociando durante los últimos 20 años sin tener avance alguno, esta ley propone el establecimiento de una comisión del recurso agua y a la vez el establecimiento de políticas que enfoquen áreas críticas de deforestación, manejo de las cuencas, tratamiento de aguas negras (está habiendo surgido como 236-2006 tratamiento de aguas residuales), suministro de agua y sanitarización (Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos de América, (CIUSA), 2000).

### **B. Situación del recurso hídrico en Guatemala**

Las principales fuentes de agua del país corresponden a cuerpos superficiales de agua los cuales constituyen lagos y arroyos, sin embargo este recurso se está agotando debido al incremento de su demanda a cada año, siendo más difícil la capacidad de suministrarla por la limitación de recursos, disminución de fuentes y la capacidad limitada de los sistemas de distribución (GWP, Situación de los recursos hídricos en Centroamérica; Guatemala., 2015).

Este recurso es afectado adversamente por la alta deforestación que se ha presentado en el país durante décadas, tanto los sectores privados y públicos han contribuido para que este problema aumente, la remoción de los árboles y la vegetación ha permitido que exista un aumento y rapidez en los escurrimientos de lluvia y que exista menos infiltración de agua en el suelo para la recarga de los acuíferos, la deforestación ha sido también asociada con los cambios de patrones de las lluvias.

La deforestación constituye un problema social y económico, en el que combinada con la presión agrícola se acelera la erosión de suelo, generando un aumento en los volúmenes de sedimento cargada por los arroyos y corrientes, degradando de esta manera la calidad de agua en las áreas altas y aguas abajo (Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos de América, (CIUSA), 2000).

## **a. Recurso hídrico**

El agua es un elemento vital para todo ser vivo del planeta, según registros el 97 % pertenece al mar y es salada, el 2 % se encuentra en los polos en forma de hielo y solamente el 1 % se considera aprovechable el cual se encuentra presente en los ríos, lagos y corrientes subterráneas. Este puede ser considerado como un recurso renovable, cuando se controla cuidadosamente su uso, de lo contrario es un recurso no renovable, limitado por las cantidades que se mueven en el sistema natural (Aceituno, 2013).

### **i. Precipitación**

La precipitación no es uniforme a lo largo del año, este presenta una gran variabilidad anual, estacional, mensual y diurna con grandes oscilaciones de unos años a otros y de unos lugares a otros aunque estén próximos y cercanos, e incluso la intensidad y duración varían según sea de día o noche. La precipitación es vital para la agricultura su papel es muy complejo, su presencia en invierno controla las condiciones invernales de los cultivos, distribución de temperatura en el suelo y la profundidad del suelo helado (Ledesma Jimeno, 2004).

### **ii. Ciclo hidrológico**

Consiste en una sucesión de etapas que el agua atraviesa de pasar de la tierra a la atmosfera y volver a la tierra; el agua pasa por todos sus estados desde la lluvia, al caer sobre la tierra, proporciona el agua a los nacimientos y ríos, quienes al final de su recorrido alimentan a los lagos y mares. Por medio de la acción de calor los cuerpos de agua se evaporan, es decir, se convierten en partículas de agua que suben a la atmósfera, cuando estas se reúnen forman las nubes y estas a su vez se condensan, debido a cambios bruscos en la temperatura el vapor se convierte nuevamente en agua, cayendo a la tierra en forma de lluvia o bien en forma de granizo o de nieve (Ordoñez Gálvez, 2011).

El ciclo presenta diferencias cuantitativas y cualitativas en sus diversos componentes y fases, conforme la región o zona y hay que aprender a convivir con sus características naturales. Por esta razón es importante revisarlo e indicar los posibles cambios provocados por el manejo y uso de las tierras (FAO, Chile, 2013).

### **iii. Escasez del agua**

Según aumenta la demanda humana de agua y se intensifica la competencia entre los distintos sectores que la usan, su escasez se hace aparente de formas muy distintas, los

informes nos recuerdan que el agua tiene un importante papel en todos los sectores de la economía y que es esencial para alcanzar un desarrollo sostenible y para cumplir los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas (ONU-DADES), 2014).

El consumo de agua a nivel mundial ha crecido al doble que el crecimiento poblacional, tanto que en diferentes regiones ya no es posible el suministro confiable del servicio de agua. Los principales factores relacionados a esto son la presión demográfica, la forma de desarrollo económico, el aumento de urbanización y sobre todo la contaminación de este recurso lo cual causa que exista una mayor escasez de este (FAO, Italia, 2013).

## **C. Agua y vulnerabilidad**

### **a. Variabilidad hídrica**

De acuerdo con el Perfil Ambiental de Guatemala, el país presenta un importante deterioro en sus indicadores ambientales con respecto al informe del 2006. Siendo las zonas rurales las que mayormente han sido afectadas (Comisión Presidencial Coordinadora de la Política del Ejecutivo en materia de Derechos Humanos, Guatemala, (COPREDEH), 2008).

A continuación se muestran unos datos resaltantes relacionados a causas sobre la disminución de disponibilidad de agua:

- El 25 % de las tierras de vocación forestal se utiliza para cultivos tradicionales, a la par de que el 63.9 % del territorio nacional presenta un nivel alto de degradación.
- Los bosques continúan desapareciendo. En los últimos 50 años se perdió casi el 69 % de los bosques y la cobertura forestal se pierde a razón de 73,000 ha/año.
- Como mínimo, el 18 % de la totalidad de especies de vida silvestre identificadas en el país se encuentra amenazada por destrucción de tierras y bosques, y por explotación intensiva.
- La distribución del recurso hídrico es irregular con respecto al consumo y las fuentes de agua presentan una contaminación generalizada.
- El 80 % de los desechos sólidos recolectados se depositan a cielo abierto.

Cabe resaltar que la mayoría de estos fenómenos se da en las áreas rurales del país, principalmente en las áreas agropecuarias, por lo que en algunos casos se han generado eventos extremos como; sequías, inundaciones, heladas, ondas cálidas y granizadas;

cambios en los patrones del clima de los cuales se pueden mencionar; mayor concentración de precipitaciones en tiempo y espacio, períodos de sequía marcados y prolongados. Lo cual al final viene a afectar la dinámica de producción que principalmente se da en zonas rurales, provocando que exista un menor rendimiento por la disminución de la lluvia, aumento en la vulnerabilidad de razas y variedades de plantas poco resistentes (Díaz Figueroa , 2010).

## **b. Agua en relación al cambio climático**

Las lluvias a nivel mundial han incrementado o disminuido en algunos casos, y en otros han incrementado su intensidad, se han reportado sequias más intensas y prolongadas a nivel mundial. El calentamiento de los océanos y de la superficie terrestre, derretimiento de glaciares, desplazamiento de hielo marino en el ártico y disminución de la capa de nieve en el hemisferio norte son evidencias del cambio climático ya que son fenómenos observados que no ocurren de forma uniforme alrededor del planeta (Cifuentes Jara , 2010).

A nivel del país esto ha tenido implicaciones en los sistemas humanos en donde se ha llegado a reflejar en el aumento de enfermedades, en la disminución de la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos, en la reducción de la producción de alimentos y su calidad, y en los impactos en la infraestructura básica y de servicios, lo cual ha llegado a ocasionar serios impactos económicos y socio-ambientales (Mora, Ramírez, Ordaz, Acosta, & Serna, 2010).

Por esta razón dentro del territorio nacional se prevé el aumento en la magnitud y frecuencia de fenómenos naturales, tales como, tormentas, sequías y heladas, que al final resultan impactando a las poblaciones más vulnerables del país, lo que generará una carga anormal y desproporcionada sobre la población y la producción de alimentos, con los consecuentes efectos económicos (Mora, Ramírez, Ordaz, Acosta, & Serna, 2010).

## **c. Vulnerabilidad**

Resulta ser una situación latente en donde existe una convergencia de circunstancias que de alguna manera aumentan la probabilidad de que personas y hogares estén más propensos a sufrir daños que disminuyen su bienestar. El cuál está en función de la exposición de un sistema ante un fenómeno físico o social que se manifiesta, que al final afecta la sensibilidad o capacidad adaptativa de una comunidad (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala, (MARN), 2009).



La vulnerabilidad se origina principalmente de factores internos y externos de una sociedad que configuran una situación respecto al espacio y tiempo. Al mencionar los factores internos se hace énfasis a los recursos que disponen los individuos y hogares y las diversas estrategias para accionar lo cual les permitirá hacer frente a factores externos, siendo estos de origen natural o social. Cuanta mayor cantidad y diversidad de recursos un individuo y hogar pueda movilizar para responder a las modificaciones de su entorno, menor será el nivel de vulnerabilidad (Pettengrell, 2010).

El término de vulnerabilidad se puede comprender desde distintos puntos lo cual varía con el enfoque que se visibilice, “en algunos casos se puede tomar la vulnerabilidad como un hecho relacionado con los sistemas físicos y en otros puntos de vista de un problema de desarrollo” (Lampis, 2012).

Tomando como base las posturas del término vulnerabilidad se pueden encontrar dos maneras de percepción de esta las cuales son:

- Como resultado de un proceso, y por ende como un elemento externo (natural o social) al sistema.
- Como característica interna del sistema (condiciones del lugar) que lo expone a la amenaza y lo hace susceptible al daño.

Estos dos enfoques hacen que la medición de la vulnerabilidad sea divergente, tanto en la forma de medición como el tipo de intervención para su medición.

#### **d. Vulnerabilidad en Guatemala**

El perfil ambiental de Guatemala indica en términos físicos que el país es afectado ocurrentemente por una serie de fenómenos que en algún momento se pueden traducir en amenazas, la cual se origina por la combinación de distintos factores, uno de ellos es la ubicación del país en el istmo centroamericano en una faja afectada por la convergencia intertropical que afecta en la incidencia de eventos hidrometeorológicos como; huracanes, lluvias intensas, temporales, deslizamientos e inundaciones (Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, Guatemala (IARNA), 2005).

Otro factor es por la influencia de tres placas tectónicas, placa de Cocos, del Caribe y la de Norteamérica, que convergen en el territorio nacional por lo que se presenta una abrupta topografía como al constante reacomodamiento de estas (Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, Guatemala (IARNA), 2005).

## **i. Fenómenos hidrometeorológicos**

En este se incluyen elementos del ambiente que en algún momento afectan a distintos puntos del país.

### **- Sequias**

Guatemala presenta el 5 % de su territorio con categoría de sequía “muy alta” y “extremadamente alta”, encontrándose con mayor grado de amenaza los valles orientales y de la región central desde Jutiapa, Chiquimula, Zacapa, el Progreso y Baja Verapaz hasta llegar a Quiche (Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, Guatemala (IARNA), 2005).

### **- Heladas**

El 7 % del territorio del país corresponden a áreas por encima de los 2,200 m s.n.m. que tienen probabilidad anual superior al 50 % de sufrir heladas (Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, Guatemala (IARNA), 2005), el perfil ambiental de Guatemala indica que la población que se ubica en las categorías “alta” y “muy alta”, se afectan aproximadamente a 6,400 personas por incidencia de heladas, se tiene que en total hay una población estimada de 16,500 personas viviendo en las zonas de mayor riesgo a heladas distribuidos en los departamentos de Sololá, Quetzaltenango, San Marcos, Huehuetenango y Totonicapán.

### **- Inundaciones**

Estos son los fenómenos más frecuentes que se presentan en el país los cuales dependen directamente de la pendiente que exista en la zona de inundación, mientras más baja sea la pendiente mayor será la probabilidad de inundación de la zona, la cual se relaciona directamente con las corrientes cercanas de agua o la escorrentía que se genera al momento de presentarse lluvias intensas. Las poblaciones más propensas a inundaciones son los centros poblados que se ubican en las cercanías de los ríos de la vertiente del pacífico y las poblaciones de la cuenca del medio y bajo Motagua (Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, Guatemala (IARNA), 2005).

## **ii. Fenómenos de geodinámica interna**

### **- Sismos**

En el país se presenta una mayor afluencia de sismos originados por la placa de Cocos, derivado del movimiento de las placas debido a que el centro de origen de este se encuentra en el territorio nacional. Las regiones mayormente afectadas corresponden a las del litoral del Pacífico y los departamentos más vulnerables corresponden a Guatemala, Escuintla, Chimaltenango, Santa Rosa y Sacatepéquez (Maldonado, 2012).

### **- Deslizamientos**

Según la topografía de Guatemala se presentan múltiples zonas con altas pendientes en el que los deslizamientos tienen una correlación particular con la red vial, geología susceptible y el sobreuso que se le da a los terrenos, principalmente por usos agrícolas y deforestación. Se presenta un problema respecto al transporte y comunicación de poblaciones ya que el 9 % de las carreteras asfaltadas presenta un grado “medio” a “alto” de deslizamiento y las carreteras de terracería un 4 % (Maldonado, 2012).

## **iii. Amenazas antrópicas**

### **- Deforestación e incendios**

En el caso de deforestación, este fenómeno es mayormente evidente en las zonas altas del país, los que presentan zonas críticas debido a que son el origen de la mayor parte de los ríos que forman el sistema hídrico del país, son las zonas que se encuentran en áreas con mayor precipitación por lo que dependen de eso y por último son las regiones que presentan mayor densidad poblacional (Comisión Presidencial Coordinadora de la Política del Ejecutivo en materia de Derechos Humanos, Guatemala, (COPREDEH), 2008).

Las principales causas de incendios forestales que se presentan en el país son: quema agrícola, quema intencional y no determinada, los departamentos mayormente afectados son Peten y el Norte de Alta Verapaz.

#### **iv. Vulnerabilidad social**

##### **- Pobreza, desnutrición y disponibilidad alimentaria**

Según análisis realizado en el perfil ambiental de Guatemala, como datos generales 45 municipios se clasifican como “muy alta” respecto a la población socialmente vulnerable en pobreza, desnutrición y disponibilidad alimentaria, los cuales se distribuyen en los departamentos de San Marcos (12), Quetzaltenango (3), Quiché (8), Huehuetenango (11), Sololá (6) y Totonicapán (5), siendo Totonicapán el que se encuentra en las peores condiciones ya que todos sus municipios se encuentran en esa categoría (Magrin, 2015).

#### **e. Medición de la vulnerabilidad**

Gran parte de los estudios destinados a identificar las necesidades de adaptación se han basado en el análisis del riesgo climático centrándose en las causantes de los impactos (lluvias, temperaturas, huracanes) y las opciones para moderarlos. Sin embargo, existen causas subyacentes de la vulnerabilidad o determinantes socioeconómicos como: la disponibilidad de información y el acceso a la misma, el acceso a los recursos, la capacidad financiera, las capacidades institucionales y las necesidades tecnológicas que constituyen una parte esencial de las necesidades de adaptación (Magrin, 2015).

#### **i. Enfoque de construcción social de la vulnerabilidad y el riesgo**

Respecto a este se puede tener un enfoque del principio de exposición y sensibilidad de una unidad de análisis y su causa (amenaza física) en el que se interrelacionan entre sí, por lo que de esta forma se puede unificar el análisis de vulnerabilidad social en el que este ve como un proceso que incluye tanto la exposición como la sensibilidad (Lampis, 2012).

En este se puede generar un modelo en el que se representa una conceptualización en la cual el riesgo se determina en la unificación de vulnerabilidad y la amenaza, en donde estas no resultan ser únicamente variables sino que también un proceso. Por lo tanto la vulnerabilidad se puede visualizar como una progresión desde sus causas principales, a las presiones dinámicas que finalmente generan las condiciones inseguras (Lampis, 2012).

#### **f. Adaptación**

Debido a los cambios observados en los últimos años cada vez se encauzan más esfuerzos hacia las medidas de adaptación, en los cuales se pueden entender las modificaciones a

los sistemas naturales y humanos con el fin de disminuir o evitar los posibles daños hacia una sociedad (Ministerio de Relaciones Exteriores de Guatemala (MINEX), 2016).

Debido a la serie de fenómenos (sequías prolongadas, lluvias intensas, aumentos de temperatura, entre otros), surge la necesidad de adoptar medidas las cuales deben ser tomadas por las personas y las instituciones para responder de forma preventiva o reactiva hacia los más vulnerables. La adaptación incluye cambiar las acciones o el modo de llevarlas a cabo, esto implica también que exista una capacidad de adaptarse en donde se pueda mostrar el potencial de las personas, comunidades y sociedades para participar de forma activa en los procesos de cambio con el fin de minimizar los impactos negativos y maximizar cualquier beneficio resultante de los cambios de su entorno (Pettengrell, 2010).

### **i. Capacidad adaptativa**

Al momento de hablar sobre capacidad se puede hacer mención la habilidad de un sistema en particular para enfrentar, prepararse, ajustarse a disturbios y tomar ventaja de las oportunidades que se puedan presentar.

Para un mejor análisis de esta capacidad de los sistemas estos pueden ser distribuidas a través de tres niveles organizacionales: unidades familiares, municipios y región; cabe mencionar que la capacidad adaptativa no es lo mismo que el término adaptación, ya que esta última hace referencia al hecho de que ya existió una capacidad adaptativa por lo tanto es una expresión de esta en donde se reflejan acciones para reducir la vulnerabilidad. En otros términos la capacidad adaptativa es la que ofrece insumos para crear estrategias de reducción de vulnerabilidad (Gómez , 2015).

Como se ha mencionado para contrarrestar los efectos que vulneran a un sistema, es mediante la implementación de prácticas y tecnologías, si se habla en términos de disponibilidad de agua para uso doméstico o productivo, una salida sería la utilización de herramientas innovadoras que nos permitan asegurar la disponibilidad de agua durante el periodo de escases, mediante la implementación de conservación de áreas de recarga o fuentes de agua, técnicas para la cosecha de agua de lluvia o escorrentía, almacenamiento y conservación, los cuales son métodos adaptativos (Martínez Guzmán, 2013).

### **ii. Adopción de tecnología**

Existen numerosas alternativas de adaptación las cuales pueden ser mediante la adopción basada en tecnologías que se pueden ajustar a la necesidad o crisis que se esté pasando, como se pueden mencionar; métodos más eficientes de riego, fertilización, cosecha y

almacenaje de agua, cartografías de riegos, difusión de información (pronósticos, alertas, mercados, respuesta de desastres), mapeos de zonas de riesgos, entre otros. Las cuales pueden ser utilizadas para la vulnerabilidad que depende en gran parte de la capacidad humana para reducir y manejar los impactos climáticos siendo los factores socioeconómicos una de las causas más destacadas de la vulnerabilidad (Magrin, 2015).

Para que se generen adopciones de tecnologías se deben identificar primero las necesidades y opciones de adaptación para que de esta manera se puedan propiciar las capacidades, para lo que es necesario contar con la información necesaria sobre riesgo y vulnerabilidad. Las necesidades de adaptación “surgen cuando los impactos observados en el entorno requieren acciones que garanticen la seguridad de la población y sus bienes” (Magrin, 2015), en los que se incluyen los ecosistemas y sus bienes, debido a esto en algunos casos se plantea la intervención externa y planificadas para reducir los daños generados.

## **D Técnicas para el acceso al agua**

### **a. Cambio tecnológico**

El cambio tecnológico surge principalmente por las innovaciones que facilitan de cierta manera la forma de realizar actividades que se originan acorde a las necesidades de la sociedad, son una resultante de los avances técnicos que cambian la vida de las personas con el fin de sufragar aspectos específicos en el entorno de un individuo o varios individuos en los ámbitos; salud, entretenimiento, modos productivos, intercomunicación, infraestructura, entre otros (Novales, 2018).

### **b. Implicaciones del cambio tecnológico**

En este se revela un importante elemento respecto a la dinámica de aceptación de nuevas tecnologías por la sociedad, debido a que el manejo y adaptación de los individuos a la tecnología no será de la misma manera para todos. (Huesca, Castro, & Rodríguez, 2010) Evidencian empíricamente que un cambio tecnológico esta sesgado hacia aquellos individuos con mayor educación y capacidades para el uso y adquisición de estos.

Un aspecto importante es el manejo de la tecnología, lo cual constituye una fuente importante de poder para la humanidad debido a que al realizar un manejo adecuado de la innovación se estaría cumpliendo con el fin de dicha tecnología independientemente para el ámbito que se haya elaborado; comunicación, infraestructura, entretenimiento y otros anteriormente mencionados (Huesca, Castro, & Rodríguez, 2010).

### **i. A nivel general**

- Se han incrementado la elaboración tecnológica para la satisfacción de las necesidades de la sociedad.
- La sociedad se ha vuelto dependiente de ciertas tecnologías que se han integrado en su entorno.

### **ii. A niveles particulares**

- Surgen necesidades específicas en una sociedad debido a los cambios de su entorno.
- La elaboración de nuevas tecnologías conforman un punto clave para la adaptación de una sociedad ante cierta problemática.

## **E. Tecnologías para el acceso al agua**

Estas resultan ser opciones tecnológicas para aplicarlas en comunidades donde se presenten problemas sobre la disponibilidad de agua, ampliamente desarrolladas en diversas partes del mundo y utilizadas principalmente donde se presentan poblaciones dispersas (OPS, Perú, 2005).

Existen diferentes sistemas para la recolección y aprovechamiento de agua de lluvia las cuales se han impulsado particularmente para garantizar el suministro de agua en poblaciones vulnerables en donde el acceso al agua es limitado, las aplicaciones de estos métodos son varios, generalmente para abastecimiento de agua para consumo humano, uso para riego agrícola y actualmente la implementación de estos a nivel institucional (escuelas, colegios y universidades) para las actividades de mantenimiento de instalaciones (Sanchez Rodriguez, 2016).

### **a. Captación de aguas subterráneas**

Es una metodología común, utilizada dependiendo de las condiciones del lugar, las más conocidas son:

- Bombas manuales.
- Protección de vertientes.

Dependiendo de la disponibilidad de agua se pueden utilizar las bombas para la obtención de suministros de agua, las cuales pueden ser de pozos artesanales los cuales se elaboran para tener un abastecimiento de agua. La protección de las fuentes de agua resulta ser la aplicación de diferentes prácticas con el fin de mejorar las condiciones de protección de agua, en términos de cantidad y calidad.

A continuación se describen las prácticas mayormente empleadas:

- Prácticas en el área de recogimiento de la fuente, con el propósito de aumentar la infiltración de agua en el suelo y recargar la capa freática que la sostiene y evitar la contaminación.
- Prácticas en el área de afloramiento del agua, con el objetivo de mejorar la captación y almacenamiento y eliminar la contaminación local.
- Prácticas de uso y manejo, con el objetivo de evitar los desperdicios y la contaminación, tanto local como aguas abajo.

## **b. Para aguas superficiales**

Los métodos de esta índole necesitan siempre de un proceso de desinfección para asegurar que el agua sea potable, están regidos por principios básicos como la sedimentación, filtración o tamizado y clarificación con coagulantes y floculantes químicos o naturales que en la mayoría de casos remueven ya sea en mayor o menor grado la turbidez que arrastra consigo, un porcentaje importante de bacterias y parásitos; claro que esto no asegura que el agua sea potable, es por ello que necesita desinfectarse antes de su consumo (OPS, Perú, 2005).

### **i. Almacenamiento y sedimentación (tres ollas)**

Consiste en almacenar el agua en condiciones no contaminantes por un día se puede conseguir la eliminación de más del 50 % de la mayoría de las bacterias. Los períodos más largos de almacenamiento conducirán a reducciones aún mayores. Durante el almacenamiento, los sólidos en suspensión y algunos de los patógenos se depositarán en el fondo del recipiente. El sistema de tratamiento de tres ollas en las que se echa agua sin tratar a la primera olla, donde se decanta en la segunda olla después de 24 h y se echa en la tercera olla después de 24 h adicionales, aprovecha los beneficios del almacenamiento y la sedimentación (OPS, Perú, 2005).



## **ii. Tamizado**

Este método se lleva a cabo mediante pasar el agua a través de un paño de algodón limpio eliminará una cierta cantidad de sólidos en suspensión o turbidez. Se han construido telas de filtro de monofilamento especial para uso en las zonas en las que prevalece la enfermedad del nematodo de Guinea. Las telas filtran los copépodos que son los huéspedes intermedios de las larvas del nematodo de Guinea (OPS, Perú, 2005).

## **c. Los sistemas de captación de agua pluvial en techo (SCAPT)**

Este sistema resulta es uno de los métodos más sobresaliente en el caso de captar o almacenar agua con fines de uso doméstico y/o producción en traspatio. Este sistema se refiere a que el agua de lluvia es interceptada, colectada y almacenada en depósitos para su posterior uso (Pedroza Sandoval, Chávez Rivero, & Trejo Calzada, 2014).

Esta es una tecnología empleada para el abastecimiento de agua ya sea para consumo humano o agrícola, siendo esta implementada en diferentes partes del mundo en donde no se dispone agua con la calidad y cantidad suficiente, en captaciones de abastecimiento domiciliar se utiliza el modelo conocido como sistemas de captación de agua pluvial en techos (SCAPT), en el cual se utilizan canaletas para conducir el agua a un tanque de almacenamiento brindando un beneficio adicional en el que su ubicación minimiza la contaminación del agua (Quevedo Castillo, 2013).

### **i. Características**

En zonas donde hay largos períodos de sequía es preferible construir lo suficientemente amplios para almacenar el agua, los techos son elaborados de distintos materiales: tejas galvanizadas, de arcilla, de plástico, láminas de hierro y paja.

Los modelos de SCAPT resultan adecuados para el caso de poblaciones que se encuentran dispersas, estos sistemas se deben constituir por los siguientes elementos: captación, recolección-conducción, interceptor y almacenamiento (OPS, Perú, 2005).

### **ii. Calidad de agua de los sistemas**

Esta forma de recolección de agua brinda un beneficio directo para el consumo humano cuando se trata de uso domiciliar ya que el tratamiento previo para el consumo es mínimo, aunque de mucha importancia debido a que de esta manera se pueden eliminar partículas que pueden atravesar el dispositivo de intercepción de las primeras aguas por lo que se le

debe dar un tratamiento bacteriológico mediante la desinfección, la forma más general para el tratamiento es mediante la utilización de filtros de mesa de arena y posteriormente por medio de cloro (OPS, Perú, 2005).

### **iii. Antecedentes**

Según (Torres Hugues, 2019), la captación de agua de lluvia es una solución del pasado y el presente, se tienen registros de la utilización de estos sistemas en antiguos palacios europeos, estructuras romanas, estructuras asiáticas los cuales han sido empleados por diferentes culturas para la captura y almacenamiento de agua, en la actualidad se ha convertido en una estrategia para la gestión y el uso eficiente del agua.

En Antioquia se han elaborado metodologías para aprovechar y captar el agua de lluvia en zonas donde se presentan media o alta precipitación, en el que se indica que la cosecha de esta es un medio fácil para obtener agua para consumo humano y uso agrícola (Rojas, Vélez, Vergara, & Macías, 2011).

En Guatemala se han elaborado propuestas de instalaciones para cosecha de agua de lluvia, desde métodos muy simples como el típico barril bajo el final del canalón como propuestas bien elaboradas con sistemas de filtración de agua y diferentes tanques de almacenamientos subterráneos o superficiales. Tal es el caso del proyecto de apoyo a la reforma de sector salud APRESAL con la dotación de 640 aljibes de almacenamiento de captación de agua de lluvia en Alta Verapaz (Tejeiro Vidal, 2002).

## **F. Sistemas de captación de agua de lluvia en San Pablo La Laguna**

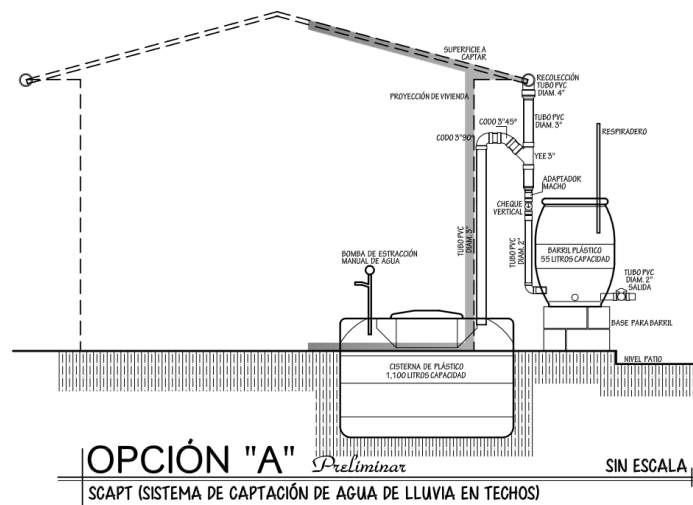
Debido a la situación que presenta el municipio con el fin de mejorar la calidad de vida surge el proyecto de SCAPT en San Pablo La Laguna, debido a que los pobladores generalmente viven en condiciones precarias, es decir que viven en situación de pobreza y pobreza extrema en donde las fuentes dignas de trabajo son escasos o mal pagados. Analizando la problemática considerando que hay una falta de servicios básicos para las familias de San Pablo se plantea la implementación de los sistemas de captación de agua de lluvia con el fin de facilitar el acceso a agua potable (Comité Campesino del Altiplano, Guatemala, (CCDA), 2016).

Con el financiamiento de HORIZONT3000 coordina desde sus oficinas regionales de Managua y con personal ubicado en Guatemala el proyecto “Contribución a la provisión de agua de consumo humano y mejoramiento de hábitos en el manejo de agua en las familias de los cantones del municipio de San Pablo La Laguna, Sololá, Guatemala”. Con esta

iniciativa se ha procurado contribuir al aumento en la calidad de vida y por ende al mejoramiento del estado de la salud de las familias indígenas a partir del año 2016 (Comité Campesino del Altiplano, Guatemala, (CCDA), 2016).

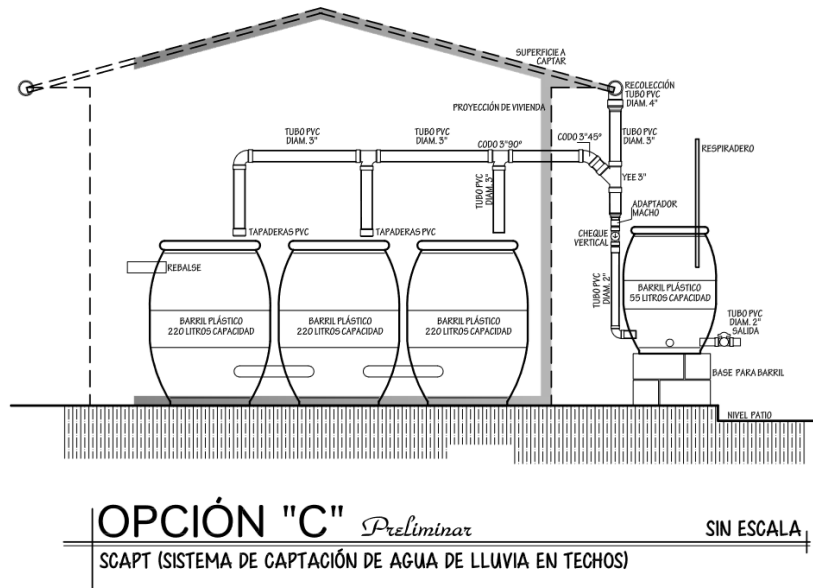
### a. Diseños de SCAPT implementados

A partir de esto es que se realizan tres propuestas de sistemas de cosecha de agua de lluvia, las cuales se muestran en las figuras 5, 6 y 7, que se presentan a continuación:



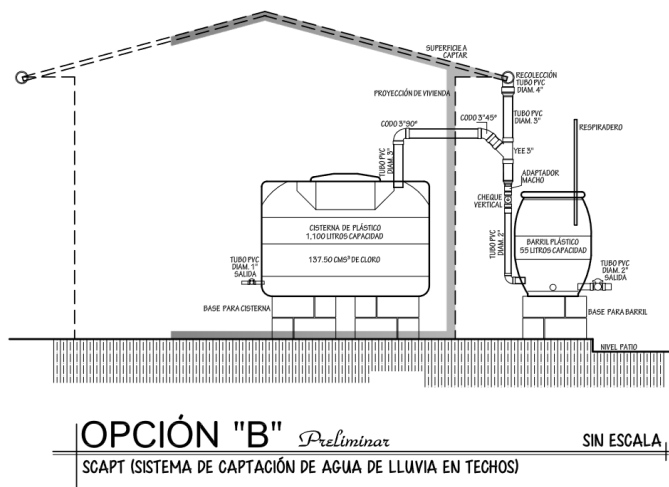
Fuente: CCDA, 2018.

Figura 5. Opción "A" de sistema de captación de agua de lluvia.



Fuente: CCDA, 2018.

Figura 6. Opción "B" de sistema de captación de agua de lluvia.



Fuente: CCDA, 2018.

Figura 7. Opción "C" de sistema de captación de agua de lluvia.

Dichos sistemas fueron implementados en el año 2017, en donde a los usuarios se les dio la opción de escoger que sistema utilizar tomando en cuenta el área que ocupaba cada sistema y el área que tenían disponibles en el hogar. Cabe mencionar que se implementaron únicamente las opciones de sistemas B y C, correspondiendo a estos 55 % y 45 %.

## **2.2.2 Marco referencial**

### **A. Descripción**

San Pablo La Laguna es un municipio que pertenece al departamento de Sololá, este se encuentra a las orillas del lago de Atitlán y en la parte central del departamento, este cuenta con un área de 12 km<sup>2</sup>. Es un municipio pequeño que se compone únicamente por población urbana, no cuenta con aldeas ni caseríos. Pertenece a las tierras altas cristalinas del altiplano central, con bosques muy húmedos, de tipo montano subtropical.

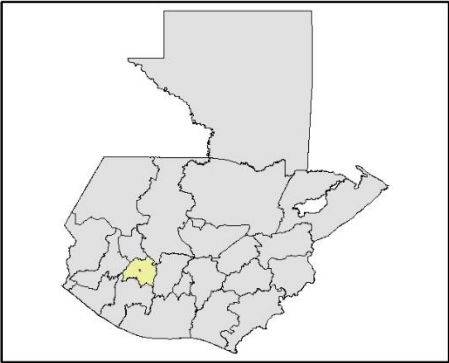
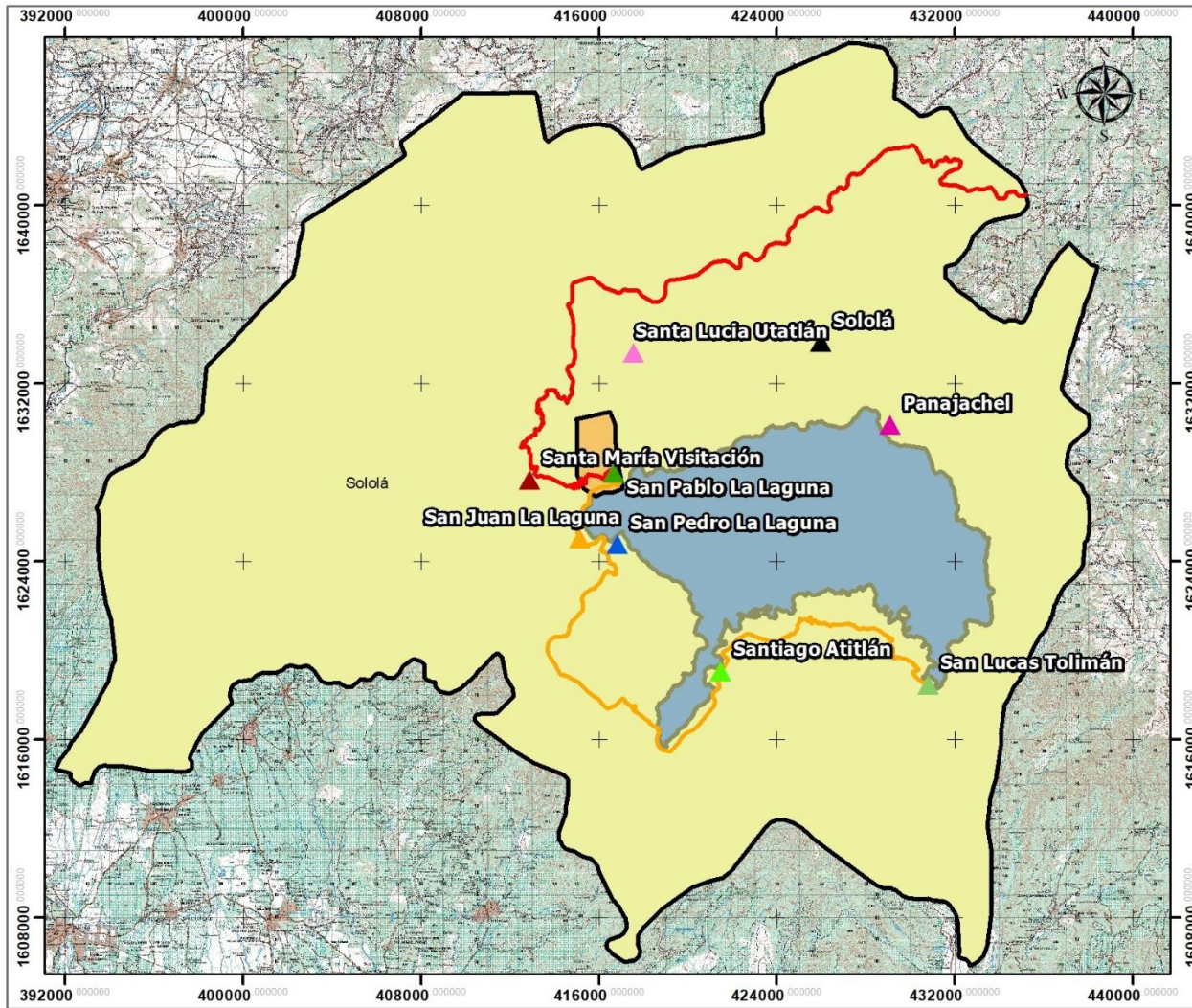
#### **a. Macrolocalización**

San Pablo La Laguna se encuentra a una distancia de 167 km de la ciudad capital, es un municipio del departamento de Sololá que se ubica en la región Sur occidental de Guatemala, pertenece a la región fisiográfica de tierras altas volcánicas y al gran paisaje de caldera del Lago de Atitlán en donde se incluyen los volcanes de Tolimán y San Pedro. En estas zonas se presentan zonas escarpadas con pendientes mayores a 40 %, con altitudes de 500 m sobre el espejo de agua del lago hasta 3,537 m s.n.m. correspondientes a los conos volcánicos del lugar.

En la figura 8, se muestra un mapa de macrolocalización del municipio en el que se indican las vías de acceso, municipios aledaños y la delimitación del municipio.

#### **b. Microlocalización**

En la figura 9, se encuentra la microlocalización, en el que se muestra la delimitación, vías de acceso, caminos urbanos, cuerpos de agua y centro poblado, municipio de San Pablo La Laguna se localiza entre las coordenadas GTM longitud 415,000 - 417,000 Oeste y latitud 1,627,000 – 1,631,000 Norte, con elevaciones desde 1,560 m hasta 2,530 m s.n.m.



**Leyenda**

- ▲ Sololá
- ▲ Santiago Atitlán
- ▲ Sta Maria Visitación
- ▲ Santa Lucia Utatlán
- ▲ Sn Pedro La Laguna
- ▲ Sn Pablo La Laguna
- ▲ Sn Lucas Tolimán
- ▲ Sn Juan La Laguna
- ▲ Panajachel
- Carretera C-14
- Carretera CA-1
- Lago Atitlán
- Delimitación San Pablo
- Delimitación Sololá

**Macrolocalización San Pablo La Laguna, Sololá, Guatemala.**

Proyección: Guatemala Transversal Mercator -GTM-  
 Datum: WGS84 1.984, UTM Zona 15  
 Unidad: Metros

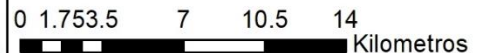
Elaborado por: Widman Bryan Sey Sirín 2018.

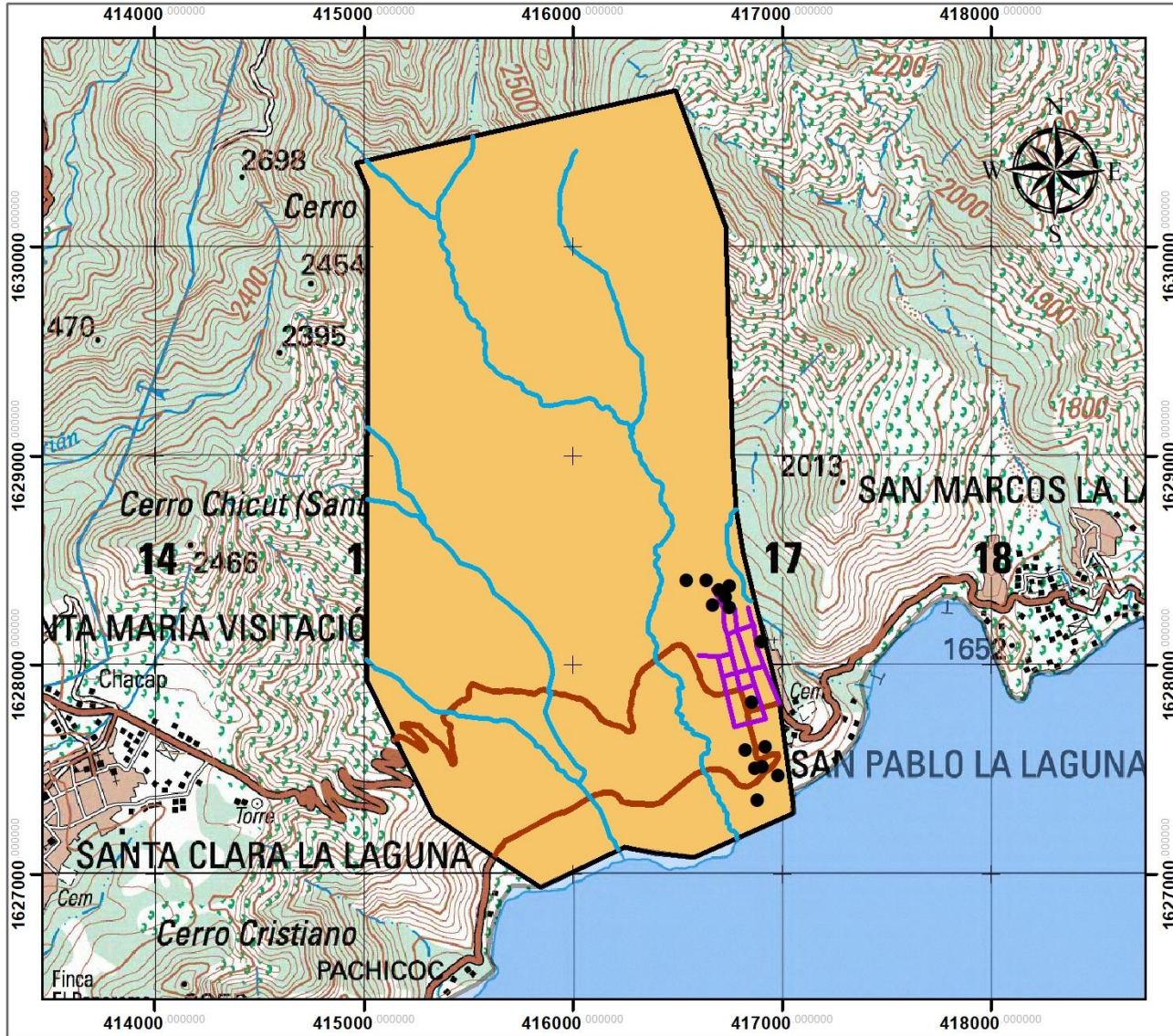
Fuente: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación -MAGA- 2010.

Figura 8. Macrolocalización San Pablo La Laguna.



**Escala: 1:250,000**





## Microlocalización San Pablo La Laguna, Sololá, Guatemala.

Proyección: Guatemala Transversal Mercator -GTM-  
 Datum: WGS 1.984, UTM Zona 15.  
 Unidad: Metros

Elaborado por: Widman Bryan Sey Sirín 2018.

Fuente: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación -MAGA- 2010.

Figura 9. Microlocalización San Pablo La Laguna.



**Área: 1 12 km<sup>2</sup>**

**Escala 1:30,000**



## **B. Demografía**

Para el aspecto demográfico se realizó una proyección de la población según los datos del censo nacional del 2002 por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

### **a. Población total**

La población señala la cantidad de personas que viven en un determinado lugar en un momento en particular. El municipio de San Pablo La Laguna se constituye de un único centro poblado siendo este el casco urbano del lugar. La población total se constituía de 5,674 habitantes para el año 2002, con un crecimiento del 2.34 %, en el año 2018 se tiene una proyección según el INE (2018) de 8,215 habitantes en total dentro del municipio.

### **b. Población económicamente activa**

Según el INE (2014), la población económicamente activa es conformada por personas de 15 años o más, que en la semana de referencia realizaron algún tipo de actividad económica, y las que estaban disponibles para trabajar y hacen gestiones para encontrar trabajo. Incluye las que durante la semana de referencia no buscaron trabajo pero estaban dispuestas a iniciar un trabajo.

La población económicamente activa está compuesta por 2,444 personas, el 81.18 % son hombres y el 18.82 % son mujeres siendo 1,984 personas y 460 personas respectivamente.

### **c. Densidad de población**

La densidad poblacional es definida según el INE (2018) como la población por unidad de superficie terrestre, supone una distribución uniforme de la población en el territorio, así mismo expresa el número de habitantes por kilómetro cuadrado. En el municipio la densidad poblacional que se presenta, en donde solo se utilizó la extensión que ocupa el municipio resulta ser de 685 habitantes/km<sup>2</sup>.

### **d. Población por edades**

La población por edad es de mucha importancia, puesto que la estratificación por edades establece en donde existe mayor cantidad de habitantes en un rango de edad en específico.



En el cuadro 9, se muestran los datos proyectados del (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE), 2002).

Cuadro 9. Número de habitantes por rangos de edad de San Pablo La Laguna 2018.

| Poblado             | Población total | 0 – 4 | 5-14  | 15 - 34 | 35 - 64 | mayor a 65 |
|---------------------|-----------------|-------|-------|---------|---------|------------|
| San Pablo La Laguna | 8,215           | 1,242 | 2,361 | 2,666   | 1,643   | 303        |

Fuente: elaboración propia, 2018.

Se observa en el cuadro anterior que la mayor cantidad de personas corresponden al rango de 15 años a 34 años de edad con 2,666 personas, seguida del rango de 5 años a 14 años con una cantidad de 2,361 personas. Es evidente que los habitantes del municipio son jóvenes, puestos que en los rangos anteriormente mencionados es donde se concentra la mayor cantidad de personas.

#### **e. Población por género**

La población por género dentro del municipio se distingue cuanto a la cantidad de hombres y mujeres según la proyección realizada. En el municipio a nivel de género el 50.70 % de la población son hombres (4,165 habitantes) y el 49.30 % son mujeres (4,050 habitantes), en el que se representa un balance en la distribución por género.

#### **C. Idiomas**

San Pablo la Laguna pertenece al pueblo maya Tz'utujil, por lo que en el caso de idiomas el total de la población del municipio habla el Tz'utujil debido a que es el principal idioma del lugar, debido a la cultura del lugar aún existen costumbres, hábitos y actividades relacionadas con la cosmovisión de sus orígenes. Como idioma secundario se tiene el español el cual es empleado por la necesidad de comunicarse con personas que son de fuera del municipio (OAS Chindren's Corner, 2010).

#### **D. Migración**

En el municipio se presenta una migración pendular en el cual existe una movilización temporal de la población hacia municipios cercanos, se tiene que el 3 % de la población emigra hacia otros lugares principalmente para mejorar sus condiciones económicas, por la

necesidad de comercializar sus productos en mercados cercanos y en una minoría la población se moviliza por motivos educativos (Leja, 2018).

### **E. Actividades industriales**

Dentro de las actividades industriales se puede contemplar la elaboración de muebles como sillones artesanales en donde los pobladores utilizan maderas blandas junto con lianas que obtienen de las montañas del municipio, se fabrican instrumentos musicales como tambores los cuales son elaborados del árbol denominado “Choj”. Cabe mencionar que los pobladores también elaboran lazos los cuales son de tejidos vegetales como el maguey.

### **F. Artesanía**

El municipio de San Pablo la Laguna destaca por la elaboración de artículos artesanales los cuales expresan la identidad del pueblo Tz’utujil, estos son realizados por hombres y mujeres en sus hogares ya que es una de las formas de obtener ingresos, consisten en artículos elaborados de lana donde se utiliza como material residuos de plástico de fábricas que sirve para rellenar pelotas de lana tejidos con la técnica de croché, elaboran figuras y muñequitos de lana. También se elaboran artículos como abanicos y alfombras elaborados con el trenzado de “Tul” los cuales son hechos a base de fibras vegetales de la planta *Thrinax morrissi* (Ixcayá, 2018).

### **G. Actividades productivas**

Dentro de estas se pueden considerar todas aquellas actividades que se realizan en el municipio que conllevan a proporcionar bienes y servicios que se requieren para satisfacer las necesidades de los habitantes.

#### **a. Agricultura**

La agricultura es una de las actividades económicas más importantes del municipio, ya que dependen de esta actividad para su sustento en algunos casos; otra actividad muy importante que en el municipio se practica es la elaboración de artículos artesanales lo cual es una característica que tienen los pobladores, otras pocas actividades realizadas en el municipio son pecuarias, el comercio y servicios; en pequeña escala se puede encontrar la ganadería (Galicia, 2009).

Dentro de los principales cultivos que se encuentran en el municipio se pueden mencionar; cebolla, café, maíz y frijol, los cuales son cultivos que tienen mayor comercialización. También se cuentan con cultivos de hortalizas como repollo, brócoli y lechuga que son producidos en las orillas del lago (Galicia, 2009).

En pequeñas zonas del municipio se tienen la producción de cítricos, banano y tomate que usualmente es producido en huertos familiares. Cabe mencionar que en la mayoría de los hogares se producen plantas como cilantro, hierba buena, apio, apazote, ruda y otras plantas medicinales en pequeños huertos que se tienen en los hogares o botes reciclables que se tienen en pequeños espacios de los hogares (Galicia, 2009).

### **i. Mercados**

Respecto a la comercialización de los productos agrícolas que los pobladores obtienen se utiliza para consumo propio y también se venden principalmente en los mercados aledaños del municipio como San Juan la Laguna, San Pedro la Laguna, Santiago Atitlán y ciudad capital puesto que estos lugares cuentan con mercado que tiene mayor movimiento durante la semana (Ixcajá, 2018).

Se presenta el caso que en el municipio no cuenta con un mercado local, por lo que los pobladores se han visto en la necesidad de colocar algunos puestos en los alrededores de la municipalidad y en su mayoría los pobladores colocan puestos de venta de productos agrícolas en las afueras de sus hogares los cuales atienden todo el día incluso de noche (Ixcajá, 2018).

### **b. Ganadería**

En cuanto a la ganadería el municipio de San Pablo la Laguna no cuenta con mayores potenciales, dentro de estas actividades se tiene principalmente la mantención avícola en donde las condiciones y recursos de la población permite que en la mayoría de hogares se tenga la producción de aves como gallinas de engorde y ponedoras, patos y pavos, existiendo una cantidad promedio de 4 aves por hogar (Ixcajá, 2018).

En menor cantidad se tiene la mantención de ganado vacuno en donde su cuidado lo combinan con actividades agrícolas los pobladores tienen una dos o si al caso tres vacas lo cual depende principalmente del espacio que posean en el hogar. Por último se tiene la producción de ganado porcino solo en algunos casos y este en menor escala (Ixcajá, 2018).

## **i. Mercados**

La mayor producción de aves es comercializada dentro del mismo municipio entre vecinos o auto consumo, en algunos casos son comercializadas en el mercado de San Pedro la Laguna, en el caso de los cerdos estos son comercializados por intermediarios que llegan periódicamente al municipio a comprarlos (Ixcayá, 2018).

## **H. Infraestructura física y servicios**

### **a. Puesto de Salud**

En el municipio se cuenta con un centro de salud tipo B, el cual tiene también un centro de atención permanente dentro de las mismas instalaciones que atiende las 24 h diarias durante los 365 días del año, dentro del personal que se encuentra en el centro de salud se puede mencionar; un médico que labora 4 h diarias, una enfermera profesional, 3 auxiliares de enfermería, una inspector de saneamiento y un técnico en salud rural María Vásquez (Inspectora en salud) (Galicia, 2009).

Este brinda atenciones primarias, consultas externas, jornadas de vacunación, capacitaciones de higiene y capacitaciones en escuelas.

### **b. Escuelas**

En el municipio de San Pablo La Laguna existen un total de 16 centros educativos (9 nivel primaria, 6 nivel básico y 1 nivel diversificado) todos ubicados en el sector urbano, de los cuales solamente dos escuelas primarias son nacionales. La mayoría de niños, niñas y adolescentes varones y mujeres finalizan sus estudios durante o al final de la primaria (Galicia, 2009).

### **c. Salones municipales o comunales**

El municipio cuenta con un salón municipal el cual es utilizado para actividades de la comunidad y municipalidad. Existe también en el municipio un centro de capacitación a cargo de un conjunto de líderes comunitarios en el cual se realizan actividades como charlas informativas, talleres y actividades educativas (Galicia, 2009).

#### **d. Energía eléctrica**

Dentro del municipio el 95 % de la población cuenta con el servicio de energía eléctrica, la cual es proporcionada en su totalidad por la Empresa Distribuidora de Energía de Occidente -DEOCSA- (Ortiz Toledo, 2008).

#### **e. Drenajes**

Actualmente en el municipio no se cuenta con un sistema de drenajes ya que todas las aguas grises provenientes de los hogares son conducidas hacia las calles donde estas están diseñadas con cunetas para conducir todas estas aguas hacia el lago debido a que no se cuenta una planta de tratamiento y ningún método de tratamiento de aguas, actualmente se encuentra en proceso de construcción una planta de tratamiento por parte de la municipalidad para reducir la contaminación del lago. En el caso de las letrinas estas se tienen en los hogares en su mayoría como fosas sépticas (Galicia, 2009).

#### **f. Mercado**

El municipio no cuenta con un mercado local por lo que los pobladores venden sus productos agrícolas, pesqueros y artículos para hogares en los alrededores de la municipalidad en donde colocan algunos puestos de venta, en otros casos colocan sus puestos en frente de sus hogares en donde se mantienen en disposición de vender sus productos todo el día (Culum, 2018).

#### **I. Clima**

El clima de San Pablo la Laguna es usualmente templado y húmedo en las partes bajas, la temperatura promedio del lugar es de 18.9 °C, el mes más seco resulta ser enero y el más húmedo junio generalmente (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala, (INSIVUMEH), 2018).

Con fines de cálculo se tomaron datos climáticos de la estación más cercana al municipio de San Pablo La Laguna, a continuación se presentan los datos obtenidos sobre temperatura media mensual, precipitación media mensual y evapotranspiración mensual del lugar:

### a. Temperatura media

En el cuadro 10, se presentan los datos de temperatura media mensual del municipio, obtenidos de los registros del (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala, (INSIVUMEH), 2018).

Cuadro 10. Temperatura media mensual de San Pablo la Laguna.

| Mes          | E    | F    | M    | A    | M    | J    | J    | A    | S    | O    | N    | D    |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T media (°C) | 17.7 | 18.0 | 18.9 | 19.6 | 19.7 | 19.6 | 20.0 | 19.3 | 18.6 | 18.4 | 19.3 | 18.3 |

Fuente: elaboración propia, 2018.

### b. Precipitación

A continuación en el cuadro 11, se muestran los datos de precipitación media mensual según registros del (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala, (INSIVUMEH), 2018) para el municipio.

Cuadro 11. Precipitación media mensual de San Pablo la Laguna.

| Mes           | E   | F    | M    | A    | M     | J     | J     | A     | S     | O     | N    | D    |
|---------------|-----|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| PP media (mm) | 5.4 | 11.3 | 28.6 | 75.7 | 176.4 | 271.5 | 152.3 | 157.0 | 236.7 | 189.2 | 49.7 | 17.2 |

Fuente: elaboración propia, 2018.

### c. Evapotranspiración

En el cuadro 12, se presentan los datos de evapotranspiración mensual del municipio, elaborados mediante datos del INSIVUMEH y la utilización de Cropwat.

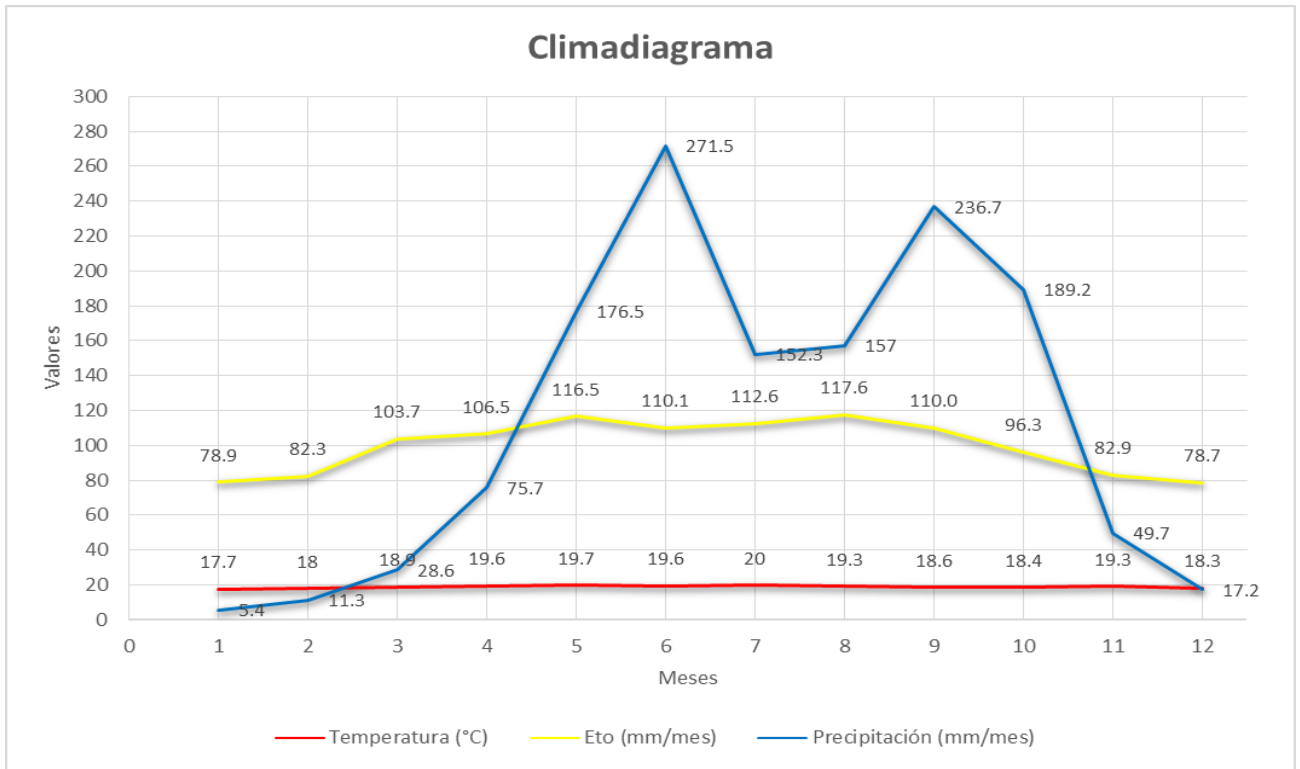
Cuadro 12. Evapotranspiración promedio mensual de San Pablo la Laguna.

| Mes          | E    | F    | M     | A     | M     | J     | J     | A     | S     | O    | N    | D    |
|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| ETo (mm/mes) | 78.9 | 82.3 | 103.7 | 106.4 | 116.5 | 110.1 | 112.6 | 117.6 | 109.9 | 96.2 | 82.9 | 78.7 |

Fuente: elaboración propia, 2018.

#### d. Climadiagrama

A continuación en la figura 10, se muestran gráficamente los datos sobre temperatura media mensual, precipitación y evaporación, para observar el comportamiento de estos parámetros climáticos durante el año.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 10. Climadiagrama de estación utilizada.

En la gráfica anterior se puede observar el climadiagrama donde se agrupan valores de precipitación, evapotranspiración y temperatura; mostrándose que los períodos de época seca corresponden a los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo y la época lluviosa la que comienza a partir del mes de abril a octubre, con un período de canícula el cual eventualmente es de julio a agosto.

La temperatura media va desde 17 °C a 20 °C; con temperaturas máximas que van desde 24 °C a 26 °C, notándose que en el lugar se presenta un ambiente cálido y templado.

## **J. Suelos y tierras**

Dentro del municipio se encuentran dos series de suelos según (Pacheco, 2008), los cuales se describen a continuación:

Series de suelos que se presentan:

- Tonicapán (Tp); material original cenizas volcánicas, encontrado arriba de los 2,400 m s.n.m., relieve suave, buen drenaje, color negro o café muy oscuro, textura moderadamente fina, profundidad efectiva promedio 90 cm, Ph ácido (5.95), riesgo de erosión alto, potencial de fertilidad regular.
- Tolimán (Tn); originado de ceniza volcánica, en altitudes entre 1,650 m a 2,250 m s.n.m., relieve ondulado hasta inclinado, buen drenaje, color café oscuro, textura media, profundidad efectiva promedio de 100 cm, Ph ácido (6.00), alto riesgo de erosión, regular a bajo potencial de fertilidad.



## K. Antecedentes de la situación del agua en San Pablo La Laguna

### a. Fuentes de agua

A continuación en el cuadro 13, se dan a conocer las fuentes de agua existentes en el municipio, en el cual se agrupan mediante sistemas, los usos que se le dan, tarifas municipales, coordenadas de las fuentes, población beneficiada y el registro de caudales de estos de los años 2017 y 2018 respectivamente, dichos datos fueron obtenidos mediante registros del centro de salud del municipio y datos obtenidos en campo.

Cuadro 13. Medición y datos básicos de las fuentes de agua del municipio de San Pablo La Laguna.

| Número | Nombre del sistema | Tipo del sistema |        |       | Conexión   |         | Caudal 2017 (LPS) | Caudal 2018 (LPS) | Tarifa mensual por el servicio de agua (Q.) | Datos de fuentes de agua utilizada |                |           |     |        |   |         | Población beneficiada | Viviendas beneficiadas |      |
|--------|--------------------|------------------|--------|-------|------------|---------|-------------------|-------------------|---|------------------------------------|----------------|-----------|-----|--------|---|---------|-----------------------|------------------------|------|
|        |                    | Gravedad         | Bombeo | Mixto | Domiciliar | Pública |                   |                   |   | Nombre de la fuente(descripción)   | Tipo de fuente |           |     |        | Coordenadas en GTM<br>X (longitud)<br>Y (latitud) |         |                       |                        |      |
|        |                    |                  |        |       |            |         |                   |                   |   |                                    | Pozo           | Manantial | Río | Lago   | X   | Y       |                       |                        | Z    |
| 1      | A                  | X                |        |       | X          |         | 10.16             | 16.27             | 0.83  | Parutz'am k'oy No. 1               |                |           | X   |        | 684862  | 1630720 | 2186                  | 4754                   | 1056 |
|        |                    |                  |        |       |            |         |                   |                   |   | Parutz'am k'oy No. 2               |                |           | X   |        | 684043  | 1630801 | 2171                  |                        |      |
|        |                    |                  |        |       |            |         |                   |                   |   | Parutz'am k'oy No. 3               |                |           | X   |        | 684096  | 1630614 | 2156                  |                        |      |
|        |                    |                  |        |       |            |         |                   |                   |   | Pak'ib No.1                        |                |           | X   |        | 684266  | 1630583 | 2113                  |                        |      |
|        |                    |                  |        |       |            |         |                   |                   | Pak'ib No.2                                 |                                    |                | X         |     | 684351 | 1630426   | 2066    |                       |                        |      |
| 2      | B                  | X                |        |       | X          |         | 0.66              | 0.17              | 0.83  | Tzanq'anaq' No. 1                  |                | X         |     | 685649 | 1629555   | 1851    | 573                   | 127                    |      |
|        |                    |                  |        |       |            |         |                   |                   |   | Tzanq'anaq' No. 2                  |                | X         |     | 685726 | 1629467   | 1844    |                       |                        |      |
|        |                    |                  |        |       |            |         |                   |                   |   | Xetrampoj No. 1                    |                | X         |     | 685798 | 1629238   | 1818    |                       |                        |      |
| 3      | C                  | X                |        |       | X          |         | 1.97              | 1.65              | 0.83  | Panimajuyub                        |                | X         |     | 684650 | 1630712   | 2139    | 179                   | 39                     |      |
|        |                    |                  |        |       |            |         |                   |                   |   | Xesaqaab'aj                        |                | X         |     | 685401 | 1636306   | 2111    |                       |                        |      |
| 4      | D                  | X                |        |       | X          |         | 1.66              | 1.89              | 0.83  | Chirij b'atzb'al                   |                | X         |     | 686000 | 1630053   | 2133    | 1699                  | 376                    |      |
| 5      | E                  | X                |        |       | X          |         | 2.46              | 1.84              | 0.83  | Chirij ab'aj No.1                  |                | X         |     | 683529 | 1628220   | 2131    | 1103                  | 244                    |      |
|        |                    |                  |        |       |            |         |                   |                   |   | Chirij ab'aj No.2                  |                | X         |     | 683605 | 1628499   | 2115    |                       |                        |      |

Fuente: elaboración propia, 2018.

## b. Agua potable del municipio

San Pablo la Laguna se ubica dentro de del centro de la cuenca del lago de Atitlán por lo que constituye un lugar donde la humedad es relativamente baja como otros municipios que se ubican en las orillas del lago, esto es debido a que existe una barrera natural representada por los volcanes Atitlán, Tolimán y San Pedro que evitan el paso del mayor aporte de humedad proveniente del océano Pacífico y de la transpiración de la vegetación en la costa sur del país.

En lo respecta al recurso hídrico el municipio cuenta con nacimientos de agua que abastecen en todo el año a los habitantes, actualmente se tienen 13 nacimientos los cuales están debidamente georreferenciados, debido al deterioro ambiental que se ha generado en los últimos años las dos corrientes que tenían contempladas dentro del municipio han llegado a convertirse en corrientes periódicas puesto que han llegado a secarse mostrando afluencia únicamente en la temporada de lluvia (Comité Campesino del Altiplano, Guatemala, (CCDA), 2016).

## c. Situación del acceso al agua

En la figura 11, se muestran resultados de encuestas realizadas al azar a la población del municipio en el que se enfatizan los factores más importantes relacionados a la condición de los hogares de las familias del municipio en el tema de agua respecto a la disponibilidad de este, el almacenamiento, la forma de obtención de esta y los problemas que generalmente se presentan en el hogar.

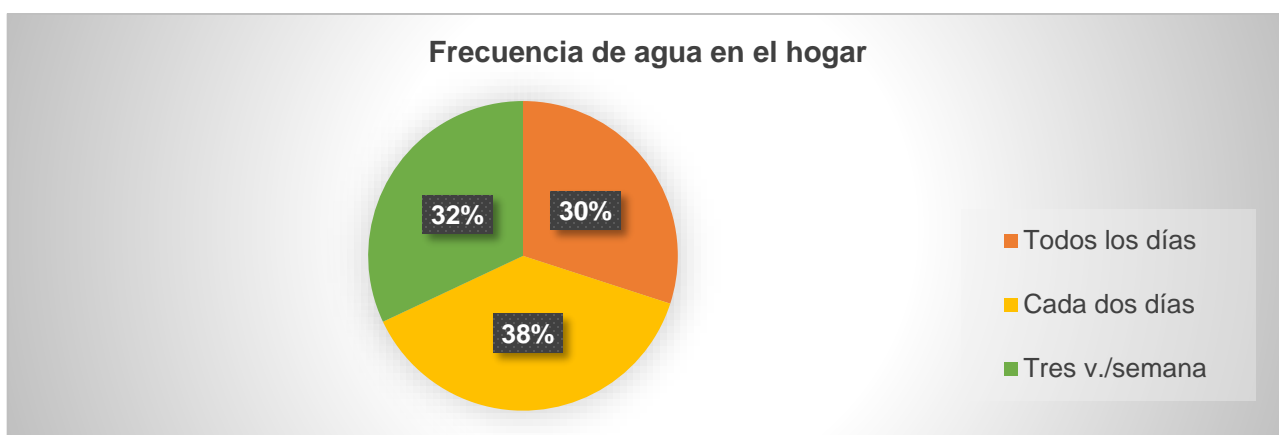


Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 11. Problemas con la disponibilidad de agua en hogares.

Según las respuestas obtenidas, la mayoría de las personas presenta problemas con la disponibilidad de agua en el hogar siendo este el 82 %, esto hace referencia a que estas personas no cuentan con un abastecimiento suficiente de agua para el hogar, por lo que deben buscar alternativas para abastecerse de agua, recurriendo a los chorros públicos o tanques para obtener este recurso, el 18 % no presenta problemas de agua en el hogar ya que estas personas cuentan con abastecimiento de agua para su uso diario.

En la figura 12, se dan a conocer las respuestas obtenidas sobre la frecuencia de agua en el hogar del sistema municipal.

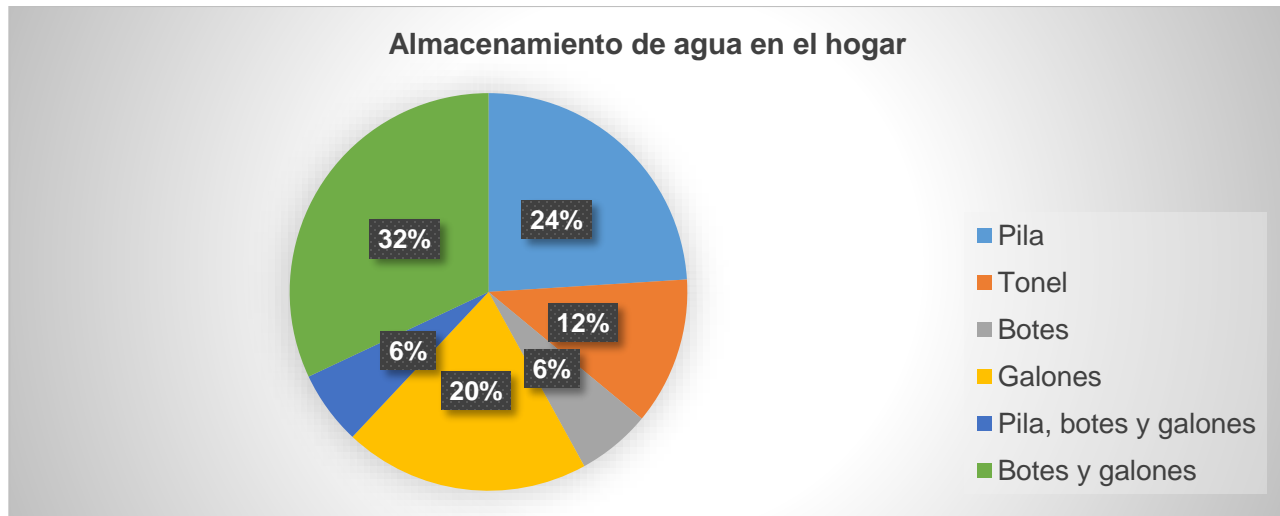


Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 12. Frecuencia de agua en los hogares.

Según la figura 12, analizando el sistema de abastecimiento municipal se obtuvo que el 30 % de las personas encuestadas cuenta con disponibilidad de agua diariamente, el 38 % cuenta con la disponibilidad de agua cada dos días y por último el 32 % cuenta con agua en el hogar hasta cada 3 días. Sin embargo cabe mencionar que el contar con la disponibilidad de agua todos los días no garantiza que las familias tengan un abastecimiento suficiente para las actividades del hogar debido a que según entrevistas realizadas, las familias no cuentan con un almacenamiento adecuado y suficiente para suministrar las necesidades del hogar.

En la figura 13, se dan a conocer las respuestas obtenidas de la población sobre el tipo de almacenamiento que las familias poseen en el hogar.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 13. Tipo de almacenamiento de agua en los hogares.

Acorde a los datos de la figura 13, se muestra una gráfica en que la mayoría de las personas utilizan para el almacenamiento de agua en su hogar botes y galones siendo este el 32 %, el 24 % utiliza pilas tradicionales siendo estos los que mayor capacidad poseen para almacenar agua en el hogar, el 20 % usa galones, el 12 % cuenta con toneles para almacenar agua, un 6 % utiliza botes para almacenar y un 6 % tiene la capacidad para almacenar agua en pila, botes y galones.

#### **d. Aspecto institucional municipal**

Se tiene que en el municipio existen dos tanques con una capacidad de 50,000 l cada uno, los cuales han venido funcionando; así mismo 2 nuevos tanques de almacenamiento con una capacidad de 100,000 l cada uno.

Según revisión de los tanques en el año 2014 la sumatoria de litros en el punto observado asciende a la cantidad de 300,000 l es decir 300 m<sup>3</sup>. Viendo desde este punto de vista, la capacidad de almacenaje como la dotación de 100 l diarios por persona, puede decirse que hay una capacidad para 3,000 personas en uno de los sectores observados (Culúm, 2018).

La municipalidad ha ejecutado obra civil con el objetivo de mejorar las condiciones en el sistema de abastecimiento.

De los cuales se pueden mencionar algunos trabajos realizados como:

- Mejoramiento de algunos brotes cercanos.
- Mejoramiento en la línea de conducción, con pasos aéreos con tubería HG.
- Protección de tubería de PVC vulnerable, con recubrimiento de concreto.
- Construcción de tanques de almacenamiento de agua.
- Implementación de 2 filtros lentos.
- Protección con muro perimetral en tanques de almacenamiento.

#### **e. Departamento de agua y saneamiento**

Dentro del papel principal de este departamento respecto al tema del agua del municipio, es velar por el acceso de este recurso a sus habitantes en cantidad y calidad, como también tener las mejores condiciones de la infraestructura que se tiene (Culúm, 2018).

En su mayoría las infraestructuras que se tienen elaboradas por parte de la municipalidad corresponden únicamente a captación de agua superficial, sin embargo en los últimos años se ha implementado la captación directa de tres nacimientos del municipio (Culúm, 2018).

Sin embargo se menciona que uno de los problemas principales que se tiene en el municipio se atribuye a que una de las causas que dificulta el mejoramiento del sistema de agua potable es la falta de recursos considerando que únicamente el 15 % del total de la población realiza el pago anual de agua el cual es de Q.10.00 (Culúm, 2018).

#### **f. Usos**

Dentro de los usos del agua la mayoría de estos se tiene el aprovechamiento del recurso para el consumo humano, en donde la municipalidad ha hecho captación de agua superficial en su mayoría, en los últimos años se ha hecho captación directa de tres nacimientos con el fin de brindar un agua de mejor calidad para los pobladores y que este no tenga mayor incidencia directa de contaminantes, a diferencia de las captaciones de agua superficial (Culúm, 2018).

El total de la población utiliza el agua principalmente para actividades domiciliarias vitales como el lavado de ropa, trastos, ducha, consumo humano (con su debido tratamiento, cloración o hervido), cocina, entre otros. En una pequeña escala la población utiliza el agua

como riego para cultivos como el tomate en invernaderos, cebolla, repollo, remolacha, maíz, frijol y brócoli con riego por aspersión y riego por goteo (Culum, 2018).

### **g. Calidad físico, químico y bacteriológica**

Debido a la necesidad de conocer el estado y calidad que posee el agua de los nacimientos según análisis de laboratorios realizados en el año 2016, 6 nacimientos fueron muestreados para el análisis de potabilidad de agua con el fin de evaluar el aprovechamiento que se les puede dar a estos para el bien de los pobladores de la comunidad, de estos nacimientos muestreados todos resultan no aptos para consumo humano (Comité Campesino del Altiplano, Guatemala, (CCDA), 2016).

### **h. Fuentes de contaminación**

Según (Pacheco, 2008), dentro de las principales fuentes de contaminación para el recurso hídrico que se tiene en el municipio se pueden mencionar;

- Los drenajes no están en un sistema como tal ya que la totalidad de tuberías domiciliarias están diseñadas para conducir las aguas grises (producto de actividades domiciliarias) hacia las calles las cuales están diseñadas con cunetas para conducir el agua hacia el lago.
- La basura constituye otra fuente de contaminación ya que en el municipio no se cuenta con un tren de aseo que se realice adecuadamente, lo cual provoca que las calles de los alrededores contenga una alta cantidad de basura.

## **2.3 OBJETIVOS**

### **2.3.1 Objetivo general**

Analizar el proceso de implementación y funcionamiento de los sistemas de captación de agua de lluvia, como método adaptativo a la variabilidad hídrica.

### **2.3.2 Objetivos específicos**

1. Identificar las condiciones que generan vulnerabilidad a la variabilidad hídrica y acceso al agua.
2. Describir el proceso de implementación de los sistemas de captación de agua de lluvia.
3. Conocer los factores que favorecen el funcionamiento y adopción de los sistemas de captación de agua de lluvia.
4. Analizar la contribución potencial de los sistemas de captación de agua en la reducción de la vulnerabilidad a la variabilidad hídrica.

## **2.4 METODOLOGÍA**

### **2.4.1 Identificación de condiciones que generan vulnerabilidad a la variabilidad hídrica y acceso al agua**

Esto en base a visitas de campo realizadas y entrevistas personas para recabar información social, económica, ambiental, institucional y natural. Se determinaron las razones causales que hacen que el municipio de San Pablo La Laguna sea vulnerable, basados en el esquema Blaikie 1994.

A continuación se dan a conocer las técnicas, cualitativas empleadas:

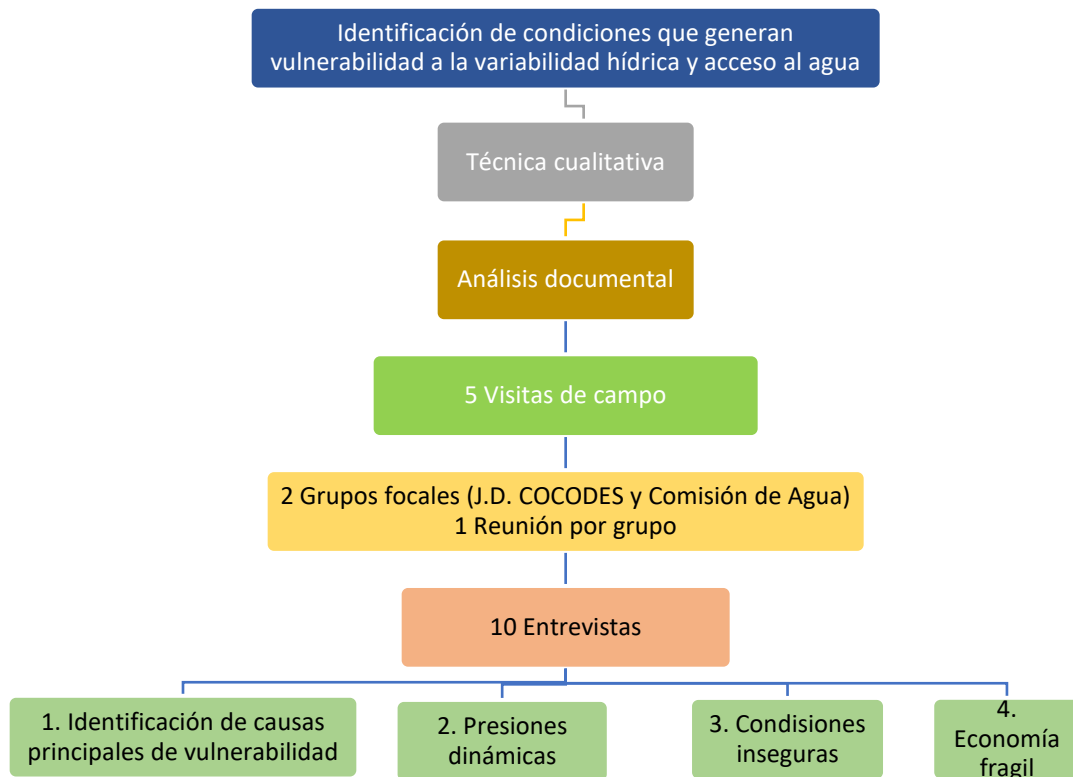
- Entrevistas: se desarrollaron entrevistas estructuradas hacia las entidades no gubernamentales del municipio; departamento de agua y saneamiento municipal, departamento de medio ambiente, departamento agrícola, centro de salud, técnicos de monitoreo de fuentes de agua y fontaneros de mantenimiento del sistema municipal. Se realizaron un total de 10 entrevistas.
- Grupos focales y visitas de campo: se realizaron 2 grupos focales con personas que representan el municipio, en las cuales se realizó una reunión con 2 juntas directivas de COCODES, 1 reunión grupal con la comisión de agua e higiene del municipio y visitas de monitoreo de campo; sistema de aguas grises del municipio, fuentes de agua, zonas productivas y bosques del municipio.
- Análisis documental y unificación de información: se realizaron revisiones bibliográficas de documentos anteriormente elaborados en las que se sintetizó la información más relevante.

### **A. Identificación de causas principales de vulnerabilidad**

#### **a. Esquema de herramienta aplicada**

En la figura 14, se da a conocer la herramienta metodológica aplicada para la recopilación de datos de interés acorde a los objetivos planteados.





Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 14. Esquema de herramienta metodológica utilizada.

Esto se realizó en base a revisión documental de información del lugar, análisis de antecedentes del lugar y el empleo de entrevistas personales como se describió anteriormente, en el cual se obtuvieron los aspectos siguientes:

- Acceso limitado a poder.
- Acceso limitado a estructuras.
  - Sistema de drenaje inadecuado.
  - Sistema municipal de agua potable disfuncional.
  - Captaciones de agua inadecuadas.
  - Tratamiento de aguas.
- Acceso limitado a recursos.

- Ideología del sistema político.
- Ideología del sistema económico.

## **B. Presiones dinámicas**

Esto se obtuvo mediante la revisión documental de información sobre el municipio, elaboración de información base (mapas) para comparar cambios generados en 6 años, en los cuales se obtuvieron los aspectos siguientes:

- Ausencia de instituciones locales.
- Ausencia de inversiones locales.
- Macro-fuerzas.

### **a. Datos para la justificación de macrofuerzas identificadas**

- Descripción del mapa de uso de la tierra año 2012 y 2018

Se elaboró un mapa de uso de la tierra a escala 1:30,000 del año 2012 y año 2018, estos fueron elaborados en base a la línea de tiempo de imágenes satelitales de Google Earth-Pro, la estratificación utilizada que se presentan es según la clasificación de la Unión Geográfica Internacional (UGI) mediante ArcGIS 10.5.

- Rápido crecimiento poblacional, mediante análisis de las proyecciones demográficas realizadas en diagnóstico elaborado.
- Rápida urbanización.
- Deforestación: comparación de cambios en base a mapas elaborados.

## **C. Condiciones inseguras**

Se obtuvieron mediante la visita de campo en el municipio, revisión de datos históricos y comparación de estos, en los cuales se determinaron los aspectos siguientes:

- Ambiente físico frágil.

- Ecosistemas degradados.
- Asentamientos en zonas de alto riesgo.

#### **D. Economía local frágil**

Para esto se elaboró un análisis de las actividades productivas del municipio mediante la revisión de los datos obtenidos en el diagnóstico elaborado.

#### **2.4.2 Descripción el proceso de implementación de los sistemas de captación de agua de lluvia**

Para el estudio de los sistemas de captación de agua pluvial en techo (SCAPT) a nivel domiciliar se realizó una revisión documental de antecedentes, por lo tanto se dan a conocer los datos que se utilizaron para estos, los sistemas diseñados, modelos, cálculos tomados en cuenta, el enfoque de los sistemas y el tiempo de implementación, se describen las técnicas cualitativas empleadas:

- Reuniones con los involucrados (financiadores, junta directiva de usuarios y empleados contratados).
- Entrevistas personales a los trabajadores de obras grises.
- Entrevista a las personas financiadoras (coordinadores de proyecto, arquitecto y contadores).
- Entrevista a personas que monitorearon este proceso (técnicos de campo).
- Entrevista a personas a quienes se les otorgo un sistema.
- Verificación en campo de los sistemas.
- Revisión de documentos elaborados (diagnósticos, informes, memoria de actividades, actas de reuniones y diseños elaborados).

#### **A. Estudios iniciales realizados**

Para la obtención de los datos necesario la revisión y síntesis de documentos que se elaboraron por las personas que implementaron los sistemas. Se realizó una síntesis de los

documentos iniciales que se tomaron en cuenta previa a la implementación de los sistemas, siendo los siguientes:

- Diagnóstico de la situación del municipio 2016.
- Diagnóstico de la situación del agua 2016.
- La definición de la población objetivo.

## **B. Verificación de espacios en los hogares**

Esto se obtuvo mediante la revisión de lo siguiente;

- Revisión de memoria de actividades.
- Revisión de actas de reuniones con la junta directiva que estuvo a cargo de coordinar la visita a hogares.
- Entrevista con el coordinador del proyecto y el técnico de campo.

## **C. Planteamiento del proyecto a la población**

Se realizó una síntesis documental de las actividades previas que se realizaron a la implementación de los sistemas, en el que se analizó lo siguiente:

- Actas elaboradas de las reuniones que se tuvieron con los pobladores del municipio de San Pablo.
- Memoria de actividades relacionadas a estos.
- Verificación de los acuerdos elaborados conjuntamente con el equipo del proyecto y las personas a beneficiar.

## **D. Diseños de SCAPT**

Para eso se hizo una síntesis de un documento que se elaboró por parte de los encargados del proyecto y arquitecto, describiendo lo siguiente:

- Se describieron los aspectos importantes de los SCAPT.

- Los principios utilizados para estos.
- Las Propuestas diseñadas.
- Se describieron aspectos detallados de los sistemas implementados (capacidad de almacenamiento, componentes básicos, espacios que ocupa cada diseño y número de familias que opto por diseño).

#### **E. Respuesta de la población ante el proyecto**

Esto consistió en la revisión de los informes elaborados por los técnicos de campo que monitorearon los sistemas ya implementados, en el que se describe lo siguiente:

- Primeras verificaciones del funcionamiento de los sistemas.
- Verificación de usos del agua.
- Manejo de los sistemas.
- Análisis general de la contribución de los sistemas.
- Informes de visitas a hogares.

#### **F. Colaboración de los beneficiados**

En este se describe la labor social que se tuvo al momento de implementar los sistemas y la inclusión participativa que se tuvo de la población, mediante lo siguiente:

- Entrevista a la junta directiva representante de la población.
- Revisión de actas de conformación de actividades elaboradas.
- Revisión de acuerdos entre encargados del proyecto y la junta directiva.
- Revisión de informes de campo.

#### **G. Tiempo de implementación de los sistemas**

Para la descripción del tiempo de implementación se realizaron entrevistas personales a las personas involucradas en los aspectos siguientes:

- Entrevista al coordinador, equipo administrativo y financiadores que realizaron la propuesta del proyecto y revisión documental.
- Entrevista del coordinador y técnico de campo, que realizaron el planteamiento del proyecto a la población.
- Entrevista a los encargados de obras grises que implementaron los sistemas en campo.

### **2.4.3 Determinación de los factores que favorecen el funcionamiento y adopción de los sistemas de captación de agua de lluvia**

En esta parte de la investigación se realizó una serie de cuestionamientos utilizando el método de encuestas de likert a los 100 usuarios de los SCAPT, para conocer los principales factores de funcionamiento de los sistemas de captación que favorecen la utilización de este en los hogares de las familias implementadas, enfocándolo a el espacio en el hogar, la importancia del recurso hídrico, las facilidades o dificultades que presenta el sistema. También se realizó una encuesta a personas que no poseen los sistemas, con el fin de evaluar la importancia del recurso y la funcionalidad que podría tener el sistema.

#### **A. Evaluación de la situación de personas que no cuentan con SCAPT**

Se realizaron cuestionamientos a las personas que no utilizan los sistemas de captación con el fin de tener información relevante sobre la situación de los hogares y que esto pudiera servir como dato comparativo con las familias que si lo utilizan, los cuestionamientos se realizaron bajo los siguientes enfoques:

- Importancia del agua en el hogar.
- Si se presentan problemas en el hogar al no haber agua.
- Evaluación del abastecimiento del sistema municipal.
- Evaluación de abastecimiento de agua en el hogar.
- Apoyo social familiar que brindaría el sistema.
- Espacios disponibles en el hogar.

## **B. Contribución de los sistemas**

Con el fin de evaluar los SCAPT que están siendo utilizados, se realizó una serie de preguntas con el apoyo del método de Likert para que de esta manera se pueda verificar el tiempo de mantenimiento, tiempo de llenado, las contribuciones reales de los sistemas, la versatilidad en el uso y su funcionamiento, se realizaron también entrevistas para la determinación de datos relevantes en base a la experiencia de las personas que la utilizan. La encuesta se elaboró para determinar los aspectos siguientes de los sistemas:

### **a. Evaluación del abastecimiento de los sistemas**

- Abastecimiento de agua (verificación de mejora de disponibilidad de agua en el hogar).
- Provisión de agua en períodos de escasez (mediante respuesta de los usuarios que usan el sistema).
- Disponibilidad de uso familiar de agua (abastecimiento para necesidades básicas).

### **b. Evaluación del mantenimiento de los sistemas**

Las interrogantes se realizaron en base a los siguientes aspectos:

- Disponibilidad de tiempo de limpieza por usuarios (si las familias cuentan el tiempo suficiente para el manejo básico de limpieza de los sistemas).
- Tiempo de limpieza de los sistemas: en este se evaluó el tiempo y período de mantenimiento de los sistemas, evaluando el tiempo en horas (1/2 hora hasta 2 horas) y periodo en semanas (una semana hasta más de cuatro semanas).
- Facilidad de uso: en este se evaluó el uso de los dos sistemas empleados en el que se obtuvieron dificultades en el uso y facilidades.

### **c. Funcionamiento de los sistemas**

Para determinar la operatividad de los sistemas, se realizó una encuesta a los 100 usuarios que utilizan el sistema, respecto al funcionamiento de cada uno, basándose en los aspectos siguientes:

- Tiempo de llenado de los sistemas: mediante la encuesta a los usuarios y toma de tiempo (tomando datos en horas desde 1 hora a 5 horas).
- Duración del agua en uso: esto determinado en la toma de datos en campo desde los 3 días, 5 días, 1 semana, semana y media, 2 semanas y más de dos semanas.

#### **2.4.4 Análisis de la contribución potencial de los sistemas de captación de agua en la reducción de la vulnerabilidad a la variabilidad hídrica**

Para comprender la capacidad de abastecimiento de agua en el tiempo de cada uno de los sistemas utilizados, por lo que se realizó una síntesis de resultados tomando como base lo obtenido en los puntos anteriores, resaltando lo siguiente:

- Datos importantes sobre el funcionamiento.
- Contribución que este tipo de tecnología brinda a las familias al propiciar un mejor acceso al agua.

#### **A. Eficiencia de los sistemas en su abastecimiento**

Evaluación del abastecimiento de agua de los sistemas B y C en cuanto al tiempo, lo cual se obtuvo mediante mediciones periódicas, en el que se determinaron datos comparativos sobre los siguientes aspectos;

- Número de integrantes por familia que usa el sistema.
- Duración del agua en días y semanas.
- Capacidad de cada sistema.
- Determinación de caudal de consumo familiar.

$$Q_{familiar} = \frac{\text{Capacidad de sistema (litros)}}{\text{Duración de agua (día)}}$$

#### **B. Contribución de los SCAPT en la crisis de acceso al agua del municipio**

Mediante datos obtenidos en el diagnóstico se realizaron comparaciones sobre los volúmenes de abastecimiento que tienen las familias y la contribución de los sistemas de captación.



## **2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **2.5.1 Condiciones que generan vulnerabilidad a la variabilidad hídrica y acceso al agua**

La variabilidad hídrica hace referencia a los cambios de disponibilidad de agua que se puede presentar por diversos factores, en donde uno de los efectos puede ser la carencia a un acceso básico de agua y saneamiento seguro, los impactos que se pueden originar por la disminución de este recurso hacen que la sociedad sea vulnerable. Siendo adversos las causas que vulneran a un sistema, en los que se mencionan; transformaciones de la cobertura del uso del suelo, deficiente infraestructura, degradación ambiental, cambio de patrones climáticos, entre otros. Por lo que deben existir capacidades de los sistemas humano-naturales para hacer frente a estos cambios y adaptarse a las amenazas que se presenten.

En lo que se presenta a continuación se describe el enfoque de construcción social de la vulnerabilidad y el riesgo, en el que se expone la sensibilidad de la población del municipio de San Pablo La Laguna, se sistematizaron las consecuencias de los eventos producidos por la dinámica de vulnerabilidad en términos de impactos sobre este grupo social.

#### **A. Causas principales de vulnerabilidad**

San Pablo La Laguna es un municipio de 12 km<sup>2</sup>, que cuenta con un único centro poblado, esta conforma el casco urbano, con una población de 8,215 habitantes según proyección realizada basándose en una tasa de crecimiento del 2.34 % (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE), 2002).

Mediante la implementación de entrevistas personales, realizadas con diferentes actores institucionales y organizaciones; se pudieron determinar condiciones que generan vulnerabilidad y acceso al agua del municipio de San Pablo La Laguna, mediante la utilización del modelo Blaikie 1994. Todo esto justificado mediante la revisión bibliográfica de documentos del lugar.

##### **a. Acceso limitado a toma de decisiones**

Esto hace referencia a lo administrativo y político del municipio el cual es un punto de partida muy importante en la toma de decisiones a nivel local. Tomando en cuenta que en el municipio la mayor autoridad es la representación municipal, por parte de los pobladores se limitan a la dependencia de este para solventar las necesidades de las familias, lo cual

provoca que los servicios por parte de la municipalidad sean deficientes, evidenciándose en la escasa infraestructura en el servicio de agua y drenaje.

## **b. Acceso limitado a estructuras sanitarias**

La inversión en infraestructura es una evidencia de una correcta administración pública lo cual es importante para que un sector en particular tenga un desarrollo económico y social.

Los servicios de agua e instalaciones sanitarias son una parte fundamental del aspecto de salud de una población objetivo, el no poseer adecuadamente estos servicios afecta negativamente la salud la cual causa una mayor sensibilidad al cambio climático (Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), 2014). A continuación se describen aspectos sobre los servicios de agua e instalaciones sanitarias del municipio, este presenta problemas en sus servicios públicos e infraestructura debido a la falta del cumplimiento de los derechos de los pobladores por parte de la autoridad municipal, por lo que se pueden mencionar:

### **i. Sistema de drenaje inadecuado**

Se presentan condiciones insalubres en el municipio debido a que el sistema que se utiliza es mediante la implementación de cunetas expuestas para la evacuación de aguas grises de los hogares, lo que provoca contaminación a la población y medio ambiente interno del municipio.

### **ii. Sistema municipal de agua potable disfuncional**

Debido a que no se tiene la capacidad de abastecimiento para toda la población tomando en cuenta que es un municipio relativamente pequeño, en el que se presentan problemas de distribución de agua potable, en este también hay problemas con la sanidad del agua potable, ya que según registros de análisis de agua del centro de salud en la mayoría de hogares el agua presenta problemas con presencia de contaminantes bacteriológicos siendo estas *Escherichia coli* (Vásquez, 2018).

### **iii. Captaciones de agua inadecuadas**

Se cuentan con 13 captaciones naturales de agua en las que el 80 % no poseen la adecuada infraestructura (cajas de captación, protección y cunetas de protección) (Chavajay, 2015), lo cual genera problemas de saneamiento del agua para los pobladores respecto a las

condiciones físicas y bacteriológicas del agua, en la actualidad solo se han mejorado dos captaciones más.

#### **iv. Tratamiento de aguas**

En el municipio se presenta un acceso restringido a saneamiento esto verificado mediante las visitas de campo, no hay instalaciones sanitarias adecuadas para el tratamiento de aguas residuales lo cual es una situación que repercute en la salud de la población debido que al presentarse menores niveles de salubridad en el municipio se puede generar un mayor aumento de la sensibilidad general de la población.

#### **c. Acceso limitado a recursos**

Respecto a esto, el municipio posee poco recurso económico para solventar los principales problemáticas que se presentan en el municipio y brindar los servicios públicos adecuados, existe poco recurso humano por parte de las autoridades municipales para atender a las necesidades del municipio por lo que en algunos casos los cargos de los departamentos municipales se duplican (Culúm, 2018).

#### **d. Sistema político**

Tomando en cuenta que es un municipio en el que se emplean políticas sociales de base asistencialista (Comité Campesino del Altiplano, Guatemala, (CCDA), 2016), con el enfoque de mejorar las condiciones de vida y no las capacidades de las personas, la mayoría de la población resulta afectada en su desarrollo debido a que se han vuelto muy dependientes de esta forma de sistema político.

#### **e. Sistema económico**

Según el diagnóstico elaborado se tiene que el sistema económico que posee el municipio actualmente no permite que los pobladores sobresalgan en el aspecto de producción, la distribución y producción de servicios ya que la dinámica de comercio es muy deficiente en el municipio, no se cuenta con mercado local, las actividades pecuarias son muy pocas, limitándose algunas a la producción familiar de aves de corral y en muy pocos casos ganado vacuno y porcino, se presenta una situación de no priorizar la asignación de recursos para satisfacer necesidades de la población, incluso dentro de las familias no se presenta una priorización de las necesidades básicas para vivir.

## **B. Presiones dinámicas**

Estas se definen según la población social que se esté evaluando, a este se atribuyen los cambios que se generan en una población los cuales tienen un efecto en el tiempo indefinido, en donde se puede incluir la variabilidad natural que puede influenciar de cierta manera la capacidad de resiliencia de una zona en específico.

### **a. Ausencia de instituciones locales**

Se han realizado esfuerzos para que existan instituciones de ámbito local que contribuyan a la solución de problemáticas y necesidades del municipio, sin embargo las que han existido no llegan a cumplir a cabalidad con su función como lo son los departamentos de la autoridad municipal (Ratzam R. , 2018); en los temas de agricultura, saneamiento de agua, acceso al agua, protección de recursos naturales y contribución económica.

### **b. Ausencia de inversiones locales**

Respecto a esto, por parte de las autoridades estatales se han realizado esfuerzos para mejorar el sistema económico del municipio mediante la inserción del turismo comunitario.

### **c. Macro-fuerzas**

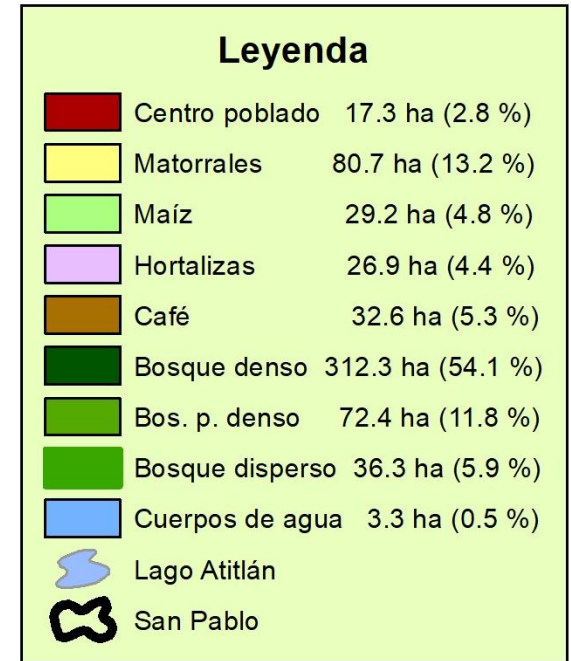
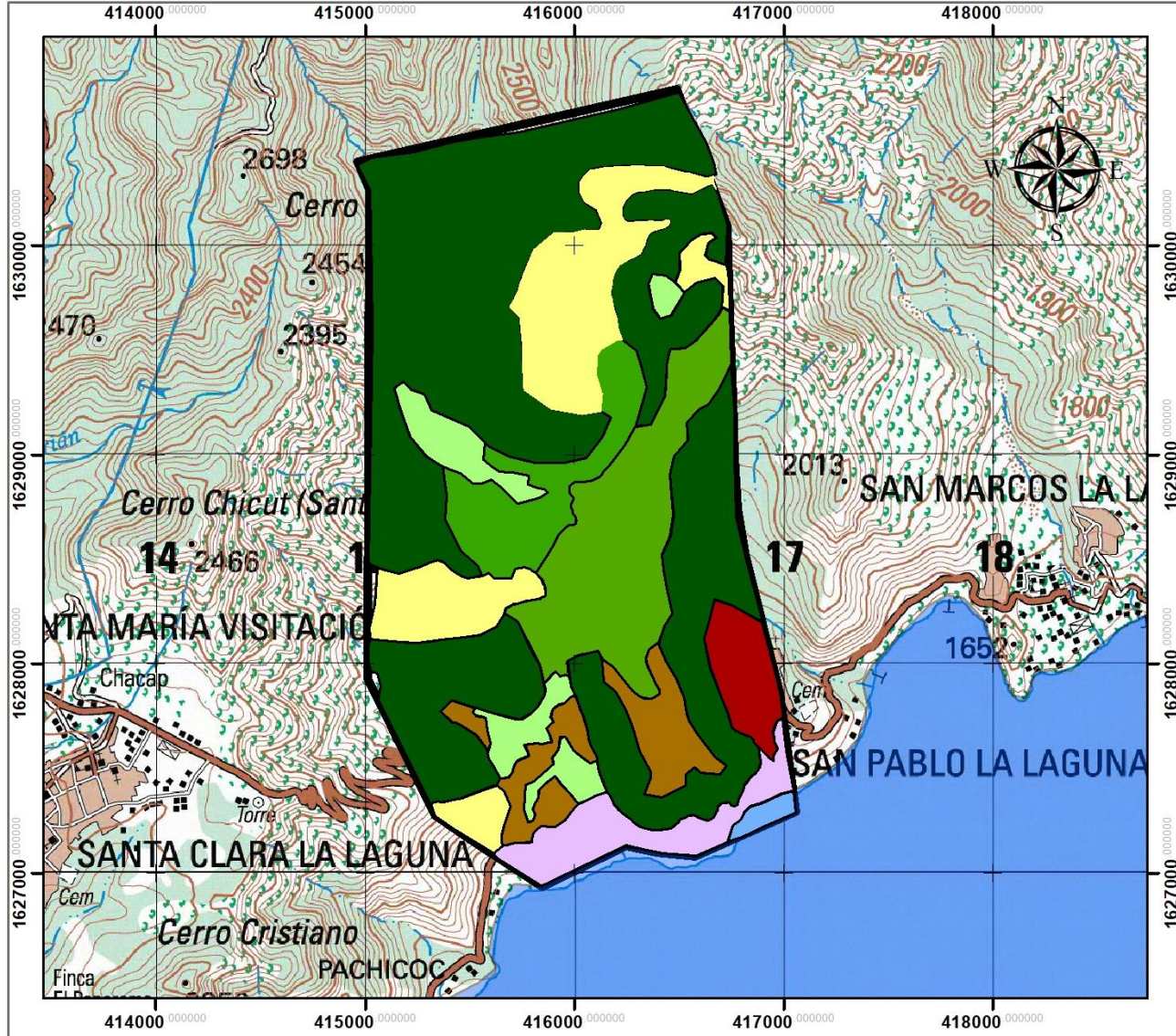
Este hace referencia a fuerzas impulsoras que indirectamente generan efectos negativos en una determinada área cuando estas un cambio considerable. Lo cual en el tiempo puede llegar a generar un incremento en la sensibilidad de la población y que sean más vulnerables ante la variabilidad hídrica.

En el municipio se identifican 3 macro-fuerzas que tienen mayor influencia en este grupo de estudio, para un mejor análisis se elaboró un mapa de uso de la tierra a escala 1:30,000 del año 2012 y año 2018, estos fueron elaborados en base a la línea de tiempo de imágenes satelitales de Google Earth-pro y ArcGIS 10.5, con el fin de realizar las comparativas de los cambios que se han generado en tan solo 6 años, principalmente para el aspecto de deforestación la cual es una de las mayormente afectadas.

En la figura 15, se muestra el mapa de uso de la tierra del año 2012, se presenta la estratificación utilizada según la clasificación de la Unión Geográfica Internacional (UGI), mediante los cuales fue posible identificar los usos en el mapa siguiente del municipio de San Pablo La Laguna.

El uso de la tierra para el año 2018 del municipio de San Pablo La Laguna, presentan la distribución de usos empleando la metodología UGI, línea de tiempo de Google earth-pro y shapes del MAGA 2010.

En la figura 16, se muestran los usos identificados en el municipio que existen para el año 2018, en el cual algunos usos aumentan (áreas de cultivo y centro poblado) y otros disminuyen (áreas boscosas).



## Mapa de uso de la tierra año 2012 de Sn Pablo La Laguna.

Proyección: Guatemala Transversal Mercator -GTM-  
Datum: WGS 1.984, UTM Zona 15.  
Unidad: Metros

Elaborado por: Widman Bryan Sey Sirín 2018.  
Fuente: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación -MAGA- 2010.


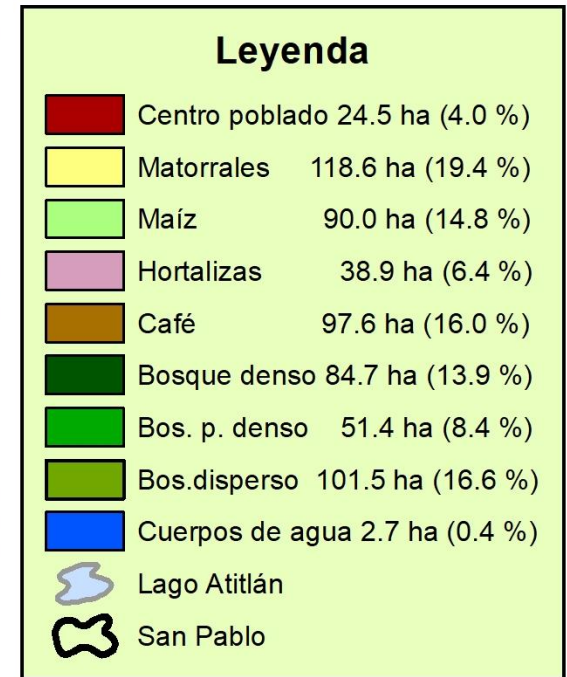
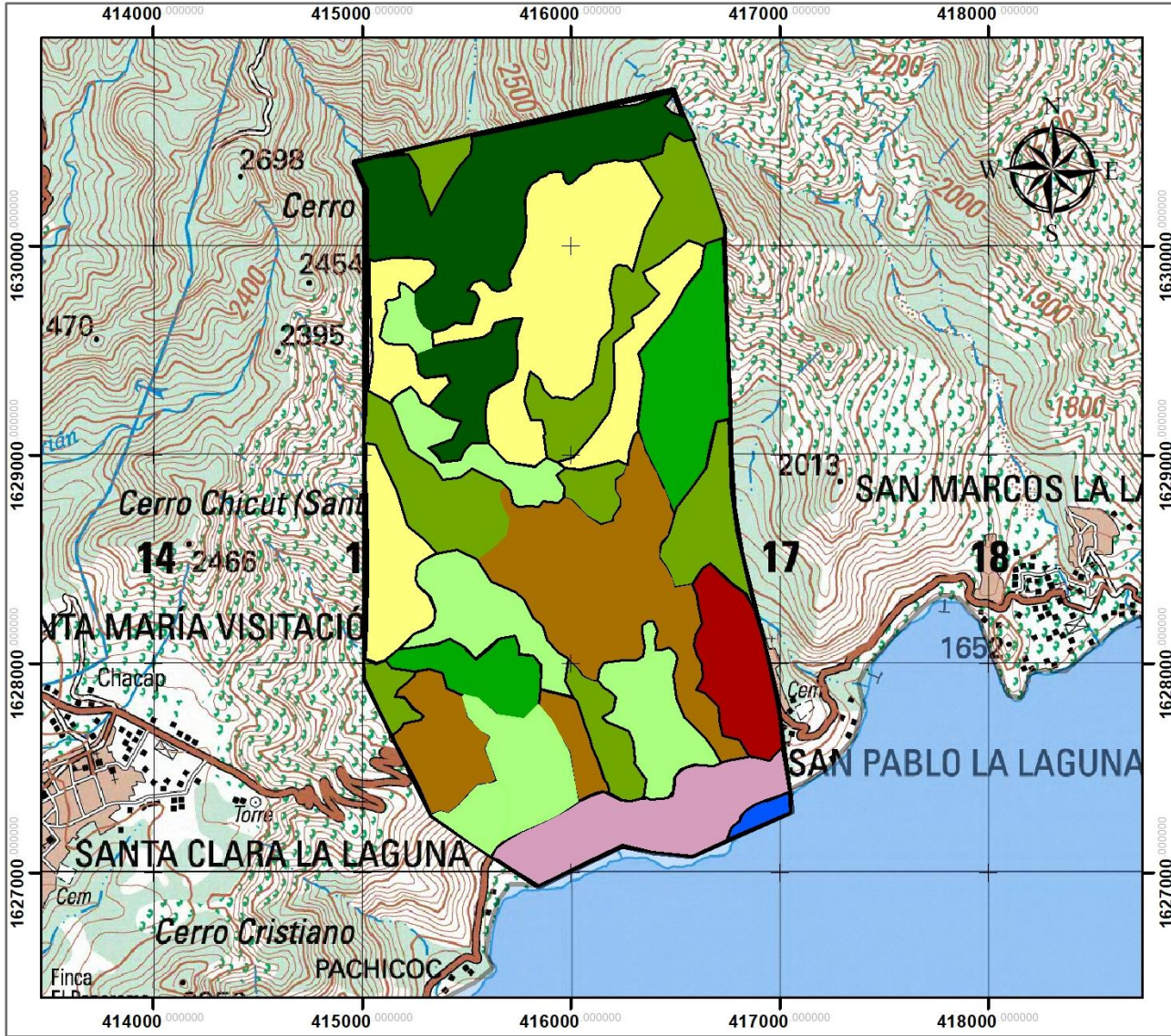



Figura 15. Mapa de uso de la tierra año 2012 de San Pablo La Laguna.

**Área: 12 km<sup>2</sup>**

**Escala 1:30,000**





**Mapa de uso de la tierra año 2018 de Sn Pablo La Laguna.**

Proyección: Guatemala Transversal Mercator -GTM-  
 Datum: WGS 1.984, UTM Zona 15.  
 Unidad: Metros

Elaborado por: Wdman Bryan Sey Sirín 2018.  
 Fuente: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación -MAGA- 2010.

Figura 16. Mapa de uso de la tierra año 2018 de San Pablo La Laguna.



En base a lo determinado anteriormente mediante la cuantificación de cambios existentes en el uso de la tierra del municipio y la digitalización de los mapas elaborados, a continuación se describen mediante análisis los efectos que estos cambios han generado en el municipio respecto a las 3 macro-fuerzas que vulneran al municipio en general.

### **i. Rápido crecimiento poblacional**

De acuerdo a los datos obtenidos mediante el diagnóstico se puede afirmar que el municipio de San Pablo La Laguna presenta una sobrepoblación, tomando en cuenta que ha tenido un incremento de 31 % de población en 16 años según proyección realizada, basándose en la población del 2002, cabe mencionar que debido a eso presenta una alta densidad poblacional siendo este de 685 habitantes/km<sup>2</sup> a comparación de la media nacional la cual es de 155 habitantes/km<sup>2</sup> (Datosmacro, 2017). El crecimiento poblacional de la localidad genera a que exista una mayor presión sobre los recursos naturales por lo tanto provocando una mayor vulnerabilidad social y demográfica, ya que se origina un mayor impacto de actividades sobre el sector.

### **ii. Rápida urbanización**

La rápida urbanización implica un mayor espacio de ocupación de tierras, lo cual genera que el casco urbano del municipio se extienda aún más hacia sus alrededores, tomando en cuenta los datos de los mapas anteriores se presenta un aumento de área urbana de 7.2 ha en seis años siendo esto un crecimiento de 1.2 ha/año, resulta ser un dato relevante ya que así como existe mayor ocupación de áreas también se presenta una mayor concentración de población en el casco urbano que es el único centro poblado del municipio, como se describió anteriormente esto implica una mayor presión por los recursos energéticos, mayor demanda de recursos hídricos y demás recursos naturales de los alrededores.

### **iii. Deforestación**

La deforestación se considera un proceso provocado por la actividad humana centrada en la tala parcial o total de árboles y quemas; en la mayoría de los casos durante este proceso se va destruyendo toda la superficie forestal de cualquier tipo de medio ambiente, ya sea por motivos de obtención de suelos para la agricultura y recursos energéticos.

Según análisis de los resultados obtenidos mediante los mapas elaborados (figuras 15 y 16), se obtuvo que existe una alta disminución de la cobertura forestal del municipio, siendo esta de 68.8 % de cobertura forestal del total del municipio en el año 2012 y para el año



2018 de 38.9 %, esto implica que del total de bosques existentes en 6 años se ha disminuido el 30 % de bosques del municipio.

En la figura 17, se muestra una gráfica elaborada sobre la variación de la cobertura forestal del municipio, resultado de los mapas elaborados.

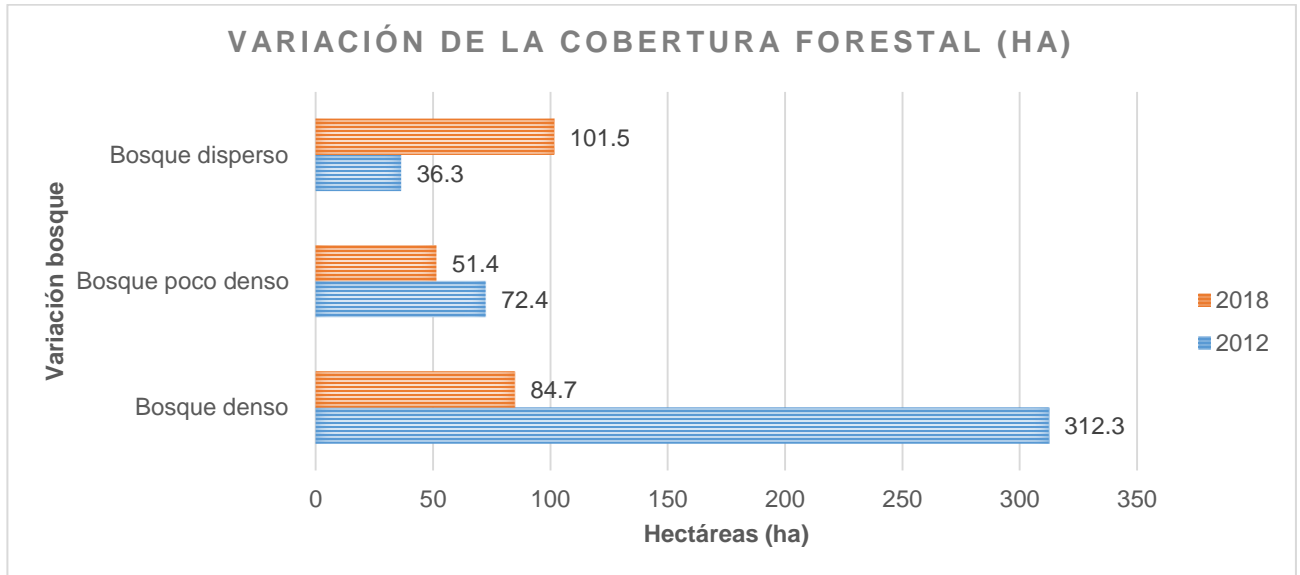


Figura 17. Gráfica de variación de la cobertura forestal 2012 - 2018.

Analizando la figura 17, sobre la variación de la cobertura forestal del municipio en base a mapas elaborados, según la gráfica se puede observar que de las 312.3 ha de bosque denso existentes para el año 2012 estas se han reducido a 84.7 ha, en el caso de los bosques poco densos de las 72.4 ha estas se han reducido a 51.4 ha y por último el bosque disperso presenta un aumento de 36.3 ha a 101.5 ha para el año 2018.

Mediante esto se puede determinar que existe una presión alta de la población sobre el bosque para la extracción de recurso energético, cambio de uso de la tierra para usos agrícolas, lo cual se puede apreciar en el mapa de uso del año 2018 ya que en este se muestra un aumento en el uso de la tierra para la producción de maíz siendo esta de 90 ha, cultivo de café 97.6 ha y uno de los cambios más resaltantes es el aumento de matorrales con 118.6 ha.

Estos cambios drásticos de uso del suelo pueden generar grandes repercusiones debido a que según la clasificación de serie de suelos del municipio estos pertenecen a Totonicapán (Tp) y Tolimán (Tn) los cuales son suelos con alto riesgo de erosión (Pacheco, 2008), agregando a esto también se puede afectar la disminución de la capacidad de recarga

hídrica de las zonas que poseen cobertura forestal, reducción de caudal de manantiales y de ríos.

## **C. Condiciones inseguras**

### **a. Ambiente físico frágil**

Cuando se habla de un ambiente frágil se hace referencia a un espacio geográfico que “en función de sus condiciones, capacidad de uso del suelo o ecosistemas que lo conforman, o particularidad sociocultural posee una capacidad de carga limitada para la realización de proyectos, obras, industrias o actividades” (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala, (MARN), 2016).

En este caso el municipio de San Pablo presenta algunas limitantes físicas haciendo referencia a la aptitud de los suelos que posee debido que estas en su mayoría son forestales limitando a los productores realizar actividades agrícolas intensivas y actividades industriales, sin embargo en los últimos 6 años se han generados grandes cambios en la aptitud del suelo con uso forestal a la implementación de cultivos en su mayoría maíz y en otros casos café lo cual puede generar un deterioro del suelo, evidenciándose esto en los mapas elaborados, las cuales se pueden apreciar de mejor manera en las figuras 11 y 12.

### **b. Ecosistemas degradados**

Los ecosistemas son reservorios naturales de diversidad de especies que se encuentran en una determinada zona los cuales interactúan entre si formando de esta manera un sistema, tomando en cuenta que la degradación de una zona se nota cuando se presenta un crecimiento demográfico y esto ejerce una presión cada vez mayor sobre la tierra y la falta de opciones económicas (FAO, Italia, 2012).

En el municipio de San Pablo debido a la necesidad de la gente que cada día va en aumento se ha generado una mayor explotación de los ecosistemas para abastecer la creciente demanda de los granos que constituyen el alimento básico de los pobladores del municipio lo cual se evidencia en el aumento de la superficie de cultivos de maíz el cual ha tenido un crecimiento de un 10 % de la cobertura del municipio en tan solo 6 años. Esto ha generado que los espacios que poseen diversidad de especies de flora y fauna se vean afectados por el cambio de uso de la tierra, la tala de especies energéticas y los incendios forestales que se generan por malas prácticas agrícolas, en el año 2018 se registró un incendio en las zonas altas del municipio afectando a 50 ha de bosques.

### c. Asentamientos en zonas de alto riesgo

Esto hace referencia a viviendas que se establecen en lugares irregulares los cuales resultan ser zonas peligrosas en los que la población se asienta, cuando existen situaciones de este tipo las evaluaciones de prevención a desastres juegan un papel muy importante (Keare & Castro, 2011).

En la figura 18, se muestra un mapa por deslizamientos e inundaciones del municipio (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, Guatemala (CONRED), 2015).

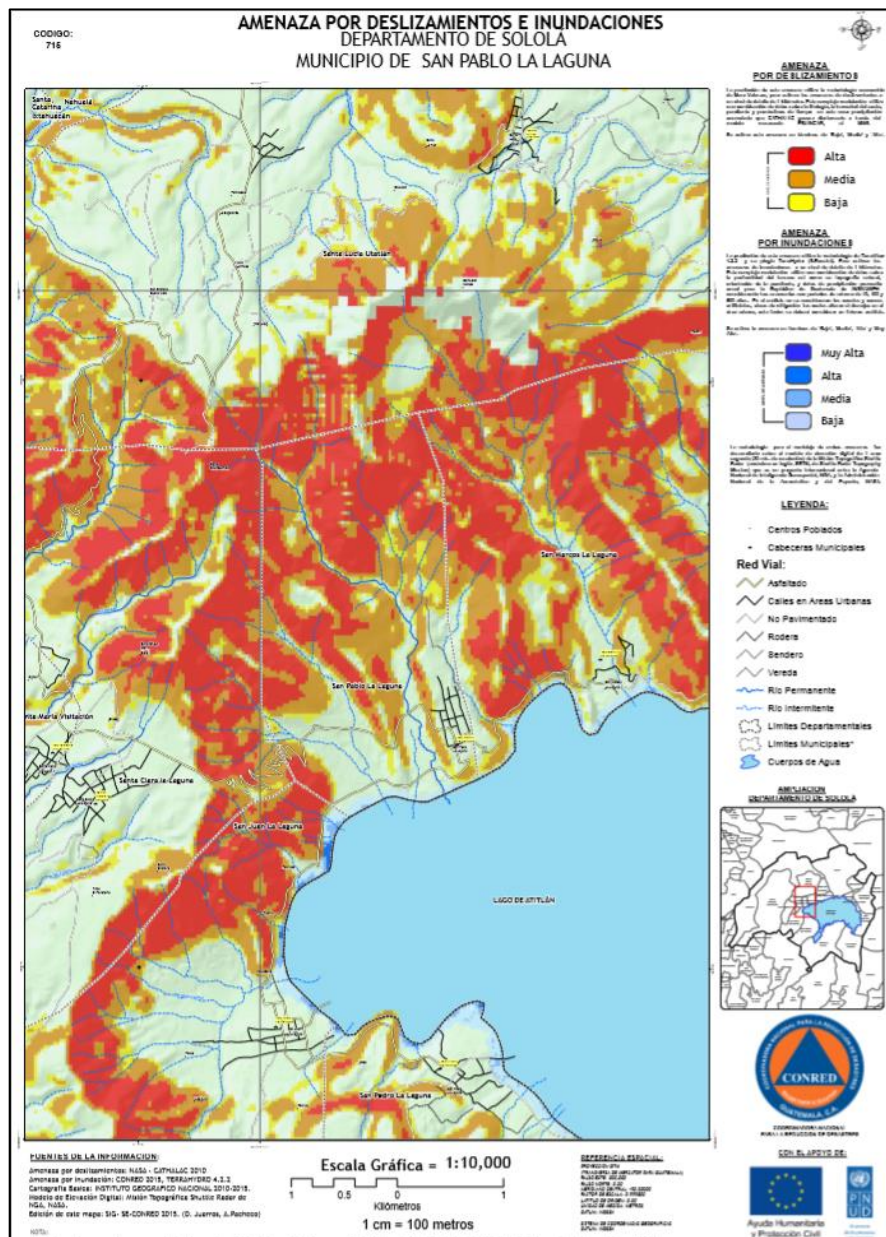


Figura 18. Mapa de riesgos de San Pablo La Laguna año 2015.

Acorde al mapa que se muestra en la figura 18, se puede observar que el casco urbano del municipio se encuentra cercano a zonas de riesgo a deslizamientos siendo estos clasificados de nivel “medio a alto”, los cuales se identifican con los colores anaranjado y rojo. Al evaluar la situación del municipio este carece de estudios previos realizados y tampoco existe una regionalización por parte de las autoridades municipales en donde se indique las zonas aptas para el establecimiento de viviendas.

En el municipio se presenta una topografía accidentada en las que existen pendientes desde el 10 % a 50 % de inclinación (Pacheco, 2008), en algunas zonas aledañas al casco urbano los suelos tienen un alto contenido de arenas lo cual en algunos casos los pobladores extraen para la venta y uso de construcción de obras grises, esto puede llegar a afectar fuertemente a las viviendas que están establecidas en las orillas y en zonas inapropiadas, ya que en algunos casos se han presentado derrumbes. Se puede evidenciar que no existe una adecuada administración urbana por lo que en algunos casos los niveles de riesgo pueden aumentar y esto provocar problemas por pérdidas y daños a los pobladores.

## **D. Economía local frágil**

### **a. Bajos niveles de ingreso**

Según informe (PNUD, Guatemala., 2011), el índice de desarrollo humano de San Pablo La Laguna es el tercer más bajo del departamento con 0.506, en donde este es conformado por tres subíndices los cuales son; salud, educación y niveles de ingresos, este último es el más bajo del departamento en donde el municipio se ubica en el puesto número 19 con un índice de ingresos de 0.532.

Haciendo mención a los ingresos económicos del municipio estos resultan ser considerablemente bajos, debido a que sus actividades económicas se centran en la agricultura para las personas que poseen propiedades en zonas aledañas al lago en las que se producen hortalizas, producción de granos básicos como maíz y frijol para las familias que poseen tierras en zonas más altas del casco urbano. Dentro de otras actividades que generan ingresos están las actividades pecuarias sin embargo estas son a pequeña escala y por último la elaboración de artesanías la cual es muy mal remunerada (Culum, 2018).

## **2.5.2 Proceso de implementación de los sistemas de captación de agua de lluvia**

### **A. Estudios iniciales realizados**

En estos se describen los aspectos tomados en cuenta en el tema de los sistemas de captación de agua pluvial en techo SCAPT a nivel domiciliario, por lo tanto se dan a conocer

los datos que se utilizaron, los sistemas diseñados, modelos, cálculos tomados en cuenta, los costos, el enfoque de los sistemas y el tiempo de implementación. Para la obtención de los datos que se presentan a continuación fue necesario la revisión y síntesis de documentos que se elaboraron por las personas que implementaron los sistemas, entrevista a los trabajadores de obras grises que lo implementaron, entrevista a las personas financiadores y a quienes monitorearon este proceso como también a las personas a quienes se les otorgo un sistema.

#### **a. Diagnóstico de la situación del municipio 2016**

En la implementación de los sistemas de captación de agua de lluvia en el municipio de San Pablo La Laguna, se realizó un diagnóstico de las condiciones del municipio, en este fue necesario la revisión de aspectos socioeconómicos de la localidad por lo que se elaboró este diagnóstico por parte de los financiadores de los sistemas (Comité Campesino del Altiplano, Guatemala, (CCDA), 2016), en el cual se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Situación sociocultural.
- Situación económica.
- Situación de salud.
- Recursos hídricos.
- Situación ambiental.
- Servicios públicos del municipio.
- Actividades productivas.
- Organización comunitaria.

Dentro de los resultados obtenidos mediante la evaluación de los aspectos anteriormente descritos en el diagnóstico inicial se identificó una problemática relacionada principalmente con el tema de agua potable, en el que según el diagnóstico realizado se presentó una disminución de las fuentes de agua del municipio, tomando en cuenta que el 32 % de las familias del lugar no cuentan con disponibilidad de agua en el hogar, teniendo la necesidad de abastecerse únicamente con el agua de lluvia en pequeños recipientes en los períodos de lluvia (Comité Campesino del Altiplano, Guatemala, (CCDA), 2016).

## **b. Diagnóstico de la situación del agua 2016**

Debido a que en el diagnóstico inicial elaborado uno de los problemas resaltantes fue el agua, se elaboró un diagnóstico específicamente con ese tema con el fin de evaluar a mayor profundidad esta situación en el municipio. Para la obtención de los datos que se describen a continuación se elaboraron encuestas a la población del municipio en donde se evaluó la situación de las familias en el tema de agua, se realizaron también entrevistas a las autoridades municipales, centro de salud, departamento de agua y COCODES del municipio (Comité Campesino del Altiplano, Guatemala, (CCDA), 2016).

Respecto a los aspectos generales del municipio la situación de infraestructura y servicios fueron resaltantes, los cuales se utilizaron para la identificación de las causas de los problemas relacionados al agua en el municipio (Comité Campesino del Altiplano, Guatemala, (CCDA), 2016).

En este se contabilizaron 13 captaciones municipales de agua sin embargo no se realizaron mediciones de los caudales de cada uno de estos, se identificó que el sistema de distribución de agua potable se encontraba en colapso, que la mayoría de captaciones son artesanales en las cuales los pasos aéreos y de zanjón no se encontraban adecuadamente, 8 de 13 captaciones de nacimientos presenta una poca cobertura vegetal y forestal en sus alrededores por lo que se indicó que esto podría causar la disminución de los caudales tomando en cuenta que se ha generado un aumento en la deforestación en los últimos años (Comité Campesino del Altiplano, Guatemala, (CCDA), 2016).

Dentro de los resultados obtenidos se registró que el 84 % de las personas encuestadas posee disposición de agua municipal domiciliar, sin embargo la disponibilidad de esta no es diaria ya que en la mayoría de los casos el agua llega 3 veces por semana, de las cuales el 78 % usa el agua para consumo humano y el 22 % compra agua purificada (Comité Campesino del Altiplano, Guatemala, (CCDA), 2016).

El rol de las autoridades municipales respecto a las problemáticas identificadas debió ser mediante el desarrollo de acciones para solventar los problemas con la distribución del agua principalmente, sin embargo se identificó que los encargados tenían una respuesta pasiva ante esa situación y otras encontradas, limitándose solamente a acciones para apaciguar dichas problemáticas y la priorización de otras más severas (Morales Sicán, 2018).

## **c. Definición de la población objetivo**

Se tiene un total de 100 personas beneficiadas con los sistemas de captación de agua pluvial en techo (SCAPT), en el cual para que estas personas pudieran optar a cada uno de

estos sistemas se tomaron en cuenta una serie de factores para que este proceso tuviese una correcta contribución a la problemática identificada (Morales Sicán, 2018).

A continuación se describen los criterios mínimos tomados en cuenta en el sistema domiciliar de captación de agua:

### **i. Factores sociales**

La definición de factores sociales de una población es comúnmente utilizado para la identificación de la incidencia que estos tienen en una determinada situación de la sociedad (Guzman Miranda & Caballero Rodríguez, 2012). Con el fin de que los sistemas tuviesen una mejor contribución a la población a beneficiar, se definieron aspectos específicos para las familias a quienes se les otorgaría un sistema. Dentro de estos factores se tomaron en cuenta aspectos resaltantes en el diagnóstico del municipio enfocándose principalmente la situación de integración de las familias, los cuales se enlistan a continuación:

- Madres solteras.
- Presencia de niños menores.
- Presencia de ancianos.
- Cantidad de integrantes.
- Integrantes con capacidades diferentes.
- Disponibilidad de adoptar el modelo de abastecimiento de agua.

### **ii. Factores económicos**

El aspecto económico de una sociedad brinda una idea de la situación del alto o bajo desarrollo que se posee, por lo que otro de los aspectos de las personas a beneficiar con los sistemas, fue priorizar a las personas con recursos monetarios deficientes en la familia. En este factor se enfocó principalmente en la verificación de la capacidad económica de las personas seleccionadas, en el cual se priorizaron a las personas que tuviesen precariedades económicas como se describen a continuación:

- Familias que no tenían capacidad económica de mejorar sus condiciones de abastecimiento de agua según el sondeo realizado.

- Familias que no contaban con un abastecimiento suficiente del sistema municipal de agua.

### **iii. Factores físicos del hogar**

Este factor fue tomado en cuenta para que el sistema pudiese ser implementado en el hogar sin problemas de espacio, por lo que se tuvieron que tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Que tuvieran el espacio mínimo o necesario para la captación, interceptor y almacenamiento del agua pluvial el cual era de 1.69 m<sup>2</sup> para los sistemas A y B, y 2.04 m<sup>2</sup> para el sistema C.
- Que el lugar donde se pretendía implementar fuese un lugar seguro, con el fin de evitar accidentes en el futuro, en zonas donde se presente mucha inclinación.
- Que se tuviera evacuación de aguas pluviales cercanas a calles y de esta manera evitar inundación en el hogar al momento en el que los tanques de almacenamiento estén a su máxima capacidad y estas tengan que evacuar el exceso de agua.

### **B. Verificación de espacios en los hogares.**

Esta no se realizó con un tiempo adecuado previo a la implementación de los sistemas, por lo que se tuvo que basar en la toma de criterios de deducción por comunitarios en su mayoría, sin embargo antes de realizar la implementación de estos se lograron realizar algunas rondas de verificación de espacios físicos de los hogares que se iban a tomar en cuenta, no en todos los hogares de las familias que iban a optar los sistemas se verificaron los espacios disponibles para el área de ocupación de los sistemas (Morales Sicán, 2018).

Para la verificación de los espacios en los hogares se realizó un sondeo en las casas que se pretendía implementar el sistema de captación, por lo que por parte de las personas que estaban a cargo en los diseños de los sistemas, acompañados del grupo en representación de la población del municipio se visitaron los hogares para tener una idea en el campo de las áreas disponibles en hogares (Morales Sicán, 2018).

Esta consto en la toma de medidas de las áreas mínimas, verificación de espacios en los que existiera salida del exceso de agua, la ubicación del sistema acorde a los techos de los hogares y por último el aspecto de riesgo de los hogares (zonas con alta inclinación, mejoras de albañilería, zonas propensas a deslaves, entre otros) (Morales Sicán, 2018).



### **C. Planteamiento del proyecto a la población**

La elaboración del planteamiento del proceso de sistemas de captación fue implementada por parte de los técnicos a cargo de este proyecto, en el cual se realizaron 2 reuniones como primer acercamiento en el cual se les dio a conocer a 10 participantes del municipio las problemáticas identificadas en el diagnóstico inicial, del cual una de las problemáticas que surgió fue la deficiencia en el acceso al agua de la población (Juracan, 2018).

Se realizó una asamblea comunitaria para dar a conocer este proyecto a las personas seleccionadas. En esta se indicó que el proyecto buscaría beneficiar de manera directa a cada uno de los involucrados como respuesta a la necesidad de tener un adecuado abastecimiento de agua para el hogar, asegurando de esta manera el acceso a una mayor capacidad de almacenamiento de las familias, en este proceso también se implementaron capacitaciones con cada una de las personas sobre el saneamiento y uso correcto del agua a almacenar (Juracan, 2018).

### **D. Diseños de SCAPT**

Con el objetivo de replicarlo en 100 familias dispuestas en adoptar la medida del mejoramiento de sus propias condiciones de abastecimiento de agua, en los hogares de la población del municipio, se realizaron 3 diseños de SCAPT. Estos diseños se elaboraron correspondientemente a la OPS/CEPIS (Organización Panamericana de la Salud/Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria) (Morales Sicán, 2018).

#### **a. Aspectos importantes de los SCAPT**

Según (Comité Campesino del Altiplano, Guatemala, (CCDA), 2016), cada opción se realizó basándose en 4 componentes básicos los cuales son; captación, recolección, interceptación y almacenamiento.

##### **i. Captación**

Se encuentra conformada por superficies impermeables que hagan posible la captación, en este caso los techos de los hogares, los cuales son los puntos altos que facilitan la recolección y conducción. A manera de proyección, se contempla 1 l de captación por m<sup>2</sup> de superficie.

## **ii. Recolección y conducción**

Este está conformado por canales para recolección y distribución a través de tubería. Los materiales que se utilizaron son de PVC para garantía en la calidad del agua.

## **iii. Interceptor**

Esta parte es el punto de descarga de primeras aguas pluviales que tienen como finalidad impedir que materiales indeseables lleguen al punto de almacenamiento. Cada sistema cuenta con un tanque de sedimentación de 55 l como interceptor.

## **iv. Almacenamiento**

Es la parte final de la captación del agua de manera limpia, en donde cada depósito es hermético y oscuro, para que el agua pueda permanecer fresca o en buenas condiciones para consumo.

## **b. Propuestas diseñadas y presupuesto de los SCAPT**

Las propuestas diseñadas con el presupuesto de cada uno se muestran a continuación:

### **i. Diseño “A”**

En la figura 19, se da a conocer el diseño A elaborado por (Comité Campesino del Altiplano, Guatemala, (CCDA), 2016), para la captación de agua.

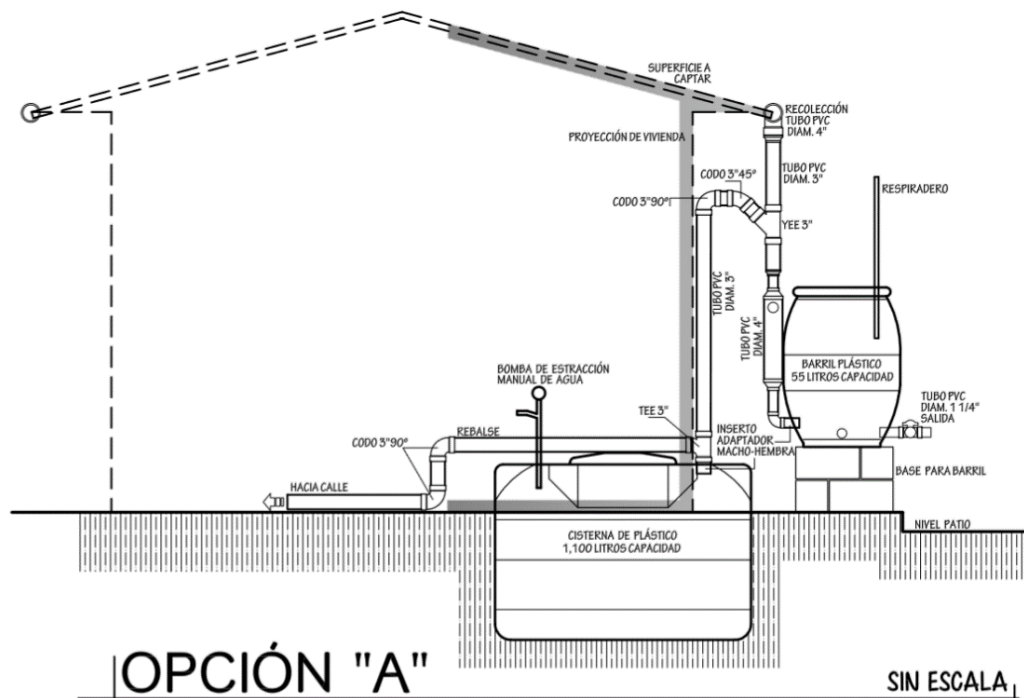


Figura 19. Diseño "A" de -SCAPT-.

En el cuadro 14, se presenta el presupuesto para el diseño A de captación de agua, en el que se da a conocer el total de materiales y mano de obra por cada unidad.

Cuadro 14. Presupuesto de diseño "A" de -SCAPT-.

| <b>Diseño A</b>    |                      |
|--------------------|----------------------|
| <b>Descripción</b> | <b>Subtotal (Q.)</b> |
| Materiales         | 277.60               |
| Recolección        | 858.00               |
| Almacenamiento     | 1,610.00             |
| Mano de obra       | 500.00               |
| <b>Total</b>       | <b>3,245.60</b>      |

En el cuadro 14, se muestra el presupuesto del de la primera opción, esta fue diseñada con el fin ocupar menos espacio superficial, en la cual el tanque de almacenamiento con una capacidad de 1,100 l, la que estaría por debajo de la tierra el cual contaría únicamente con una bomba de extracción de agua manual, el barril de sedimentación, las canaletas en el techo y las tuberías de conducción. Esta opción diseñada no fue adoptada por ninguna de las familias.

## ii. Diseño "B"

En la figura 20, se muestra un sistema en funcionamiento instalado en uno de los hogares.



Figura 20. Diseño "B" de -SCAPT-.

En el cuadro 15, se da a conocer el presupuesto empleado por cada unidad de diseño B elaborado.

Cuadro 15. Presupuesto de diseño "B" de -SCAPT-.

| Diseño B       |                 |
|----------------|-----------------|
| Descripción    | Subtotal (Q.)   |
| Materiales     | 277.60          |
| Recolección    | 858.00          |
| Almacenamiento | 1,338.50        |
| Mano de obra   | 500.00          |
| <b>Total</b>   | <b>2,954.10</b> |

En el cuadro 15, se muestra el presupuesto del diseño B, esta opción fue diseñada para implementarla superficialmente en los hogares que contaran con un espacio más amplio, teniendo un tanque de almacenamiento de 1,100 l, base del tanque, barril de sedimentación,

canaletas en el techo y tubos de conducción. Este sistema fue adoptado por 45 familias el cual ocupa 1.30 m de longitud y 1.30 m de ancho, para un área total a ocupar de 1.69 m<sup>2</sup>.

### iii. Diseño "C"

En la figura 21, que se presenta a continuación, se ejemplifica el diseño C instalado en un hogar, en el que se verifica su funcionamiento.



Figura 21. Diseño "C" de -SCAPT-.

En el cuadro 16, que se presenta a continuación, se describe el presupuesto para el diseño C implementado en los hogares.

Cuadro 16. Presupuesto de diseño "C" de -SCAPT-.

| <b>Diseño C</b>    |                      |
|--------------------|----------------------|
| <b>Descripción</b> | <b>Subtotal (Q.)</b> |
| Materiales         | 277.60               |
| Recolección        | 812.00               |
| Almacenamiento     | 1,043.50             |
| Mano de obra       | 500.00               |
| <b>Total</b>       | <b>2,633.10</b>      |

En el cuadro 16, se muestra el presupuesto de la tercera opción, el cual fue elaborado para los hogares que tuviesen un espacio reducido, ya que este fue diseñado con 3 barriles de 220 l cada uno conformando un total de 660 l de almacenamiento, el barril de sedimentación, canaletas en el techo y tubos de conducción. Fue adoptado por 55 familias, el cual ocupa 2.40 m de longitud y 0.85 m de ancho para un área rectangular a ocupar de 2.04 m<sup>2</sup>.

### **E. Respuesta de la población ante el proyecto**

La respuesta de las familias involucradas respecto a la adopción de los sistemas de captación de agua fue positiva, se contribuyó a que las familias tuviesen mayor almacenamiento de agua en sus hogares, en el proceso de implementación también se realizaron capacitaciones a los involucrados sobre los usos adecuados del agua, talleres de concientización sobre el uso racional del agua, capacitaciones sobre el uso y mantenimiento de los SCAPT, capacitaciones sobre métodos de saneamiento del agua almacenada en los sistemas adoptados mediante la enseñanza de aplicación de dosis de cloro granulado por volumen de agua dependiendo del sistema que cada persona adopto.

En el ámbito de intervención se tienen familias con sistemas de captación de agua, se aumentó la capacidad de abastecimiento de agua en los hogares, las familias aseguran tener agua en términos de cantidad, cubriendo de esta manera las necesidades y actividades domésticas, evidenciándose lo anteriormente descrito en las visitas domiciliarias de monitoreo realizados y en las entrevistas hacia los usuarios.

### **F. Colaboración de los beneficiados**

Respecto a la colaboración de las personas beneficiadas esta fue enfocada a la conformación de una comisión de 15 personas a la cual se le dio a conocer inicialmente el proyecto de SCAPT, mediante este grupo de colaboradores se evaluaron en conjunto las opciones de sistemas que se pretendían implementar, tomando en cuenta los criterios de la población sobre la disponibilidad de áreas en hogares por lo que se realizaron visitas con el fin de verificar las viviendas, la accesibilidad de calles, espacios, dificultades y materiales necesarios.

Como parte de la contribución del grupo formado y la aseguración de una mejor sostenibilidad de los sistemas por parte de la comisión formada se realiza un monitoreo mensual en los hogares para la verificación del funcionamiento y uso de los sistemas de captación.

## **G. Tiempo de implementación de los sistemas**

Esto hace referencia a los tiempos que se utilizaron elaboración de propuestas, planteamientos, construcción y utilización; por lo que a continuación se describen estos procesos.

Según (Morales Sicán, 2018) el tiempo total desde la elaboración hasta la finalización de la implementación de estos sistemas fue de 9 meses, los cuales se describen a continuación:

### **a. Elaboración de propuesta**

Esta llevo el tiempo de 3 meses en el cual se elaboraron los diseños de cada uno de los sistemas, la definición de los criterios a tomar en cuenta sobre la población objetivo a quienes iba estar enfocado el proyecto, la definición de materiales a utilizar, cotización de materiales, presupuesto de gastos de materiales y mano de obra, contratación de empleados para la construcción de estos.

### **b. Planteamiento**

Este se llevó a cabo en 3 meses, en el cual se realizaron las reuniones con las con la comisión inicial conformada, la elección de las personas a beneficiar, las asambleas correspondientes para informar a los usuarios sobre el proyecto, dar a conocer los objetivos que se pretendían alcanzar con este proyecto, los espacios mínimos necesarios en los hogares para la implementación de estos y los compromisos que iban adquirir para el uso, mantenimiento y participación en las capacitaciones a implementar.

### **c. Construcción**

Esto llevo un lapso de 3 meses, con la contratación de 3 obradores de albañilería que estuvieron a cargo de estos y el apoyo de 3 integrantes de la comisión; se realizó el proceso de implementación de los sistemas en los hogares, en el cual fue necesario la remoción de algunos techos de hogares para adaptar los canales y tubos de conducción.

## **2.5.3 Factores que favorecen el funcionamiento y adopción de los sistemas de captación de agua de lluvia**

En esta parte de la investigación se realizó una serie de cuestionamientos utilizando el método de encuestas de likert a los 100 usuarios de los SCAPT, para conocer los principales factores de funcionamiento de los sistemas de captación que favorecen la utilización de este

en los hogares de las familias implementadas, enfocándolo al espacio en el hogar, la importancia del recurso hídrico, las facilidades o dificultades que presenta el sistema.

Hay numerosas experiencias en el tema de captación y almacenamiento de agua de lluvia, sin embargo en esta investigación se intenta dar a conocer los factores que propician la adopción de los sistemas diseñados y empleados a nivel familiar para que existan posibilidades de replicación y aplicación de estos en otras zonas del país en donde exista escasez de agua. Esta parte del documento por lo tanto da a conocer la experiencia de las personas que utilizan el sistema, con el fin de dar a conocer de mejor manera la aceptación de estos sistemas por los usuarios se realizó la encuesta a personas que utilizan el sistema y a personas que no la usan.

### A. Importancia del agua

Esto hace referencia a la importancia del recurso que las personas que no usan el sistema le atribuyen al recurso hídrico, por lo que a continuación se muestran una serie de gráficas que contienen los resultados de las respuestas obtenidas. A continuación se muestra resultados de las encuestas de las respuestas obtenidas de personas que no poseen un sistema, respecto a la disposición de agua, frecuencia de agua en el hogar y el abastecimiento municipal.

En la figura 22, se muestran las respuestas obtenidas sobre la importancia de disponer agua en los hogares de las personas encuestadas.

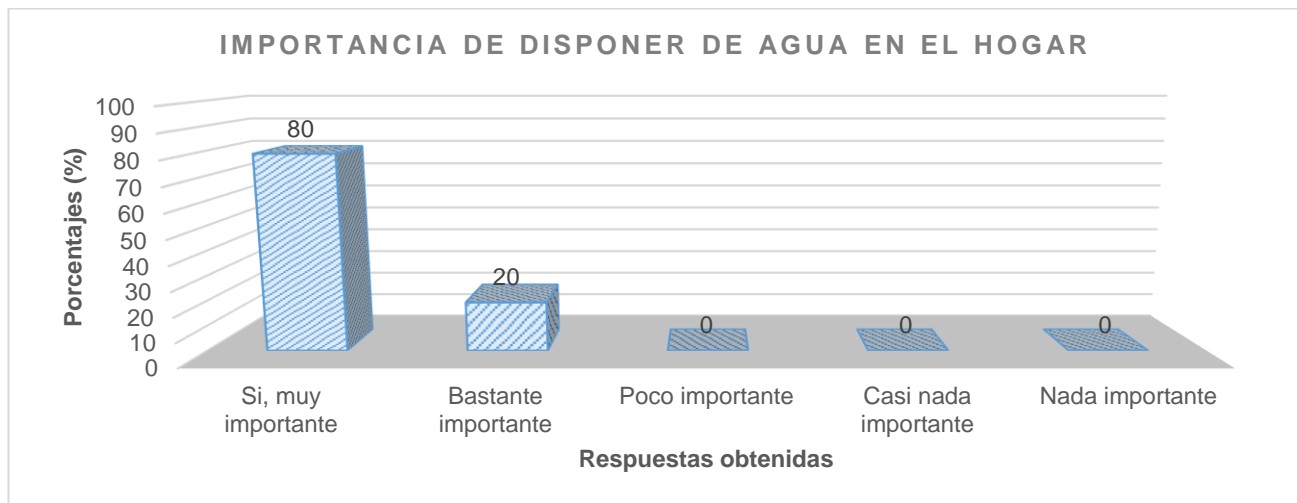


Figura 22. Importancia de la disposición de agua en el hogar.



Según respuestas obtenidas en la figura 22, se muestra que el tener suficiente agua en el hogar es un aspecto muy importante para los usos diarios, ya que cada familia tiene un consumo de agua que aumenta o disminuye según el número de integrantes por familia ya que este es utilizado principalmente para las necesidades del hogar, habiendo respondido el 80 % que es un factor “muy importante” y el 20 % “bastante importante”.

A continuación en la figura 23, se da a conocer la afirmación ante la problemática de no tener agua constantemente en el hogar.

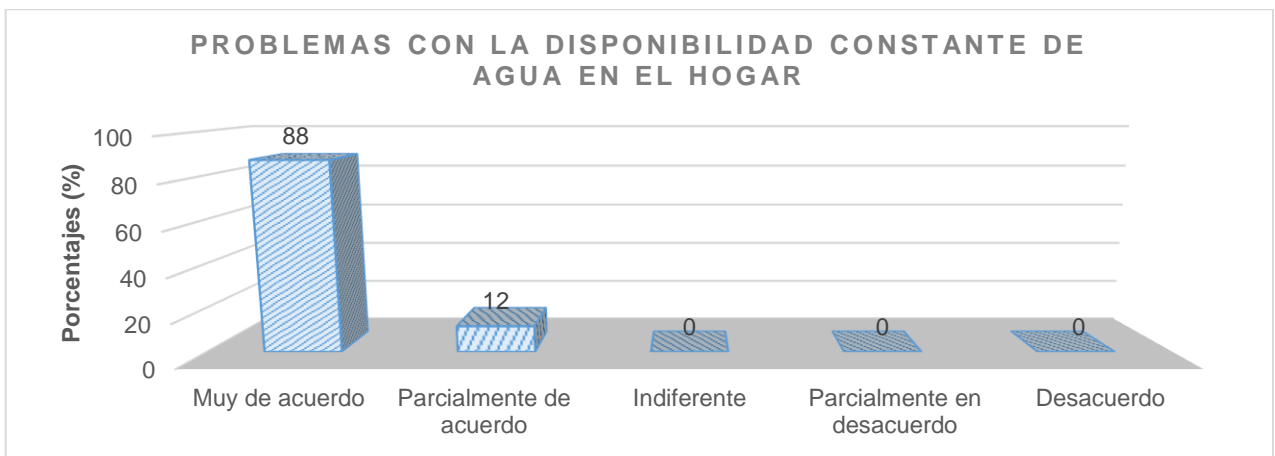


Figura 23. Problemas con la disponibilidad constante de agua en el hogar.

Según la gráfica anterior, las familias encuestadas al no poseer disponibilidad de agua constantemente, resulta ser un problema en el que el 88 % respondió estar “muy de acuerdo” y el 12 % “parcialmente de acuerdo”. Tomando en cuenta que en la gráfica de frecuencia de agua en el hogar la mayoría las familias tienen acceso a agua cada dos días o dos veces por semana.

En la figura 24, que se muestra a continuación, se da a conocer el abastecimiento del sistema municipal para las familias.

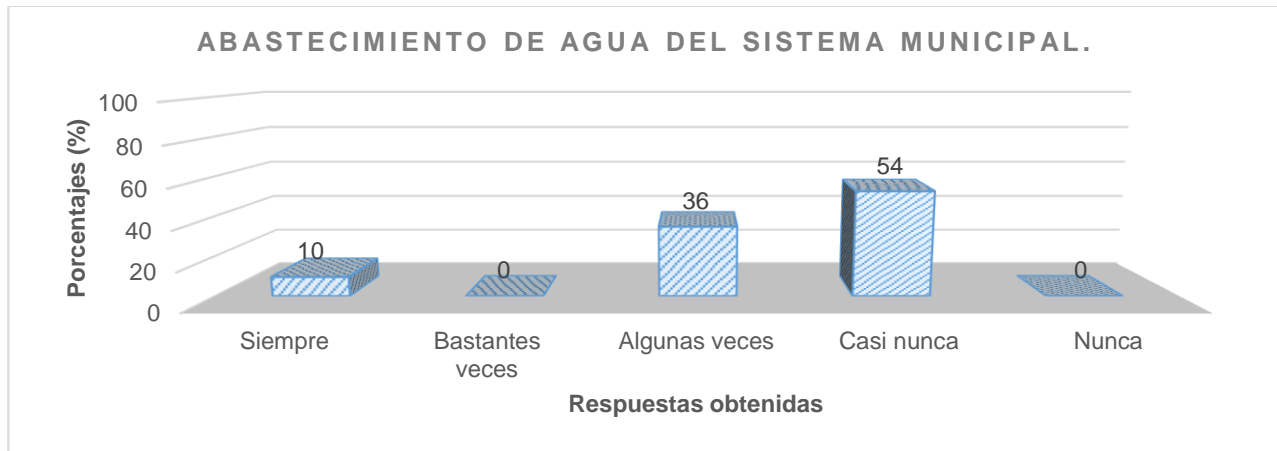


Figura 24. Abastecimiento del sistema municipal de agua potable.

Acorde a la gráfica anterior el 54 % de familias encuestadas respondió que el agua obtenida del sistema municipal “casi nunca” es suficiente para sufragar las necesidades del hogar, el 36 % indicó que “algunas veces” es suficiente y únicamente el 10 % respondió que es suficiente, la información calculada de demografía y la verificación en campo evidencia que algunas familias son numerosas por lo que estas necesitan mayor abastecimiento de agua para sus hogares, las familias entrevistadas tienen un promedio de 6 integrantes por familia, encontrándose familias de hasta 12 y 13 integrantes. Agregando a esto también la poca capacidad de almacenamiento de agua que se tienen en las familias limitándose esto a pilas, toneles y en la mayoría de los casos botes y galones.

## B. Contribución de los sistemas

Con el fin de evaluar los SCAPT que están siendo utilizados, se realizó una serie de preguntas utilizando también el método de likert para la verificación del tiempo de mantenimiento, tiempo de llenado, las contribuciones reales de los sistemas, la versatilidad en el uso y su funcionamiento en base a la experiencia de las personas que la utilizan.

En esta parte se describen los resultados obtenidos en términos de abastecimiento de agua que los sistemas brindan, por lo que se presentan respuestas de personas encuestadas que utilizan y no utilizan los sistemas.

## a. Personas que no poseen el sistema

### i. Abastecimiento de agua

Los resultados de la figura 25, son derivados del cuestionamiento subjetivo, para conocer la respuesta respecto a si contarán con un sistema de captación.

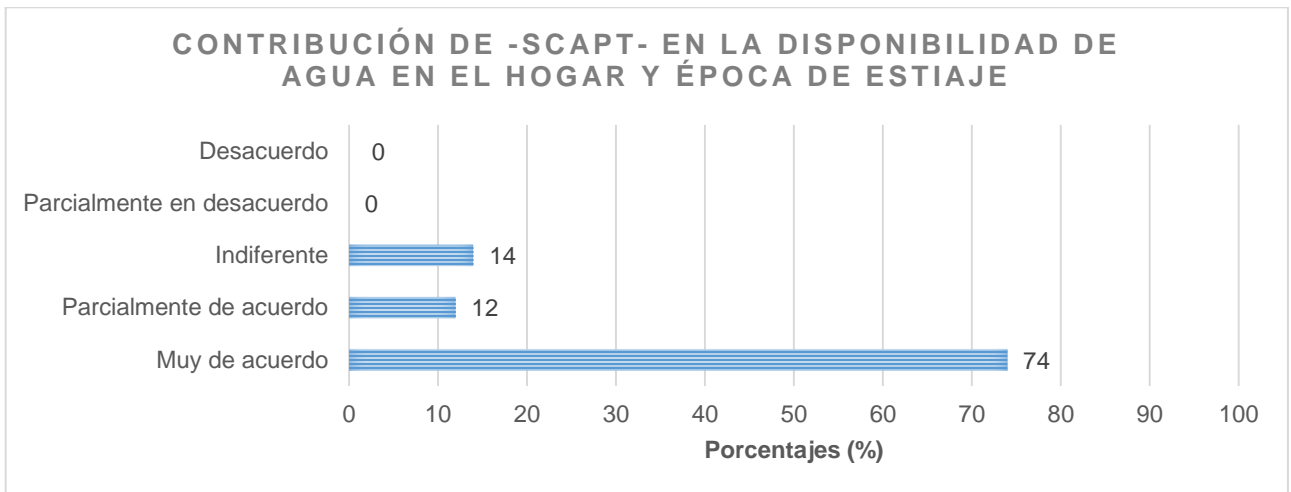


Figura 25. Contribución de disponibilidad de agua para personas que no poseen un sistema.

De acuerdo a las respuestas obtenidas, el 74 % respondió que estaba “muy de acuerdo” en que un SCAPT ayudaría a tener disponibilidad de agua en el hogar en los períodos de escasez, el 12 % respondió que estaban “parcialmente de acuerdo” y el 14 % respondió “indiferente”, tomando en cuenta que los períodos de época seca corresponden a los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo, con un período de canícula que eventualmente es de julio a agosto durante el período de lluvia.

### ii. Apoyo social familiar

Respecto a esto se trata de hacer referencia a que este sistema brindaría un soporte social en el tema de acceso al agua para las familias que tuviesen precariedad de recursos económicos tal y como se describieron en los factores sociales familiares tomados en cuenta para la selección de personas beneficiadas en el punto anterior.

En la figura 26, se muestran resultados del apoyo que brindaría un SCAPT a una familia según respuestas.

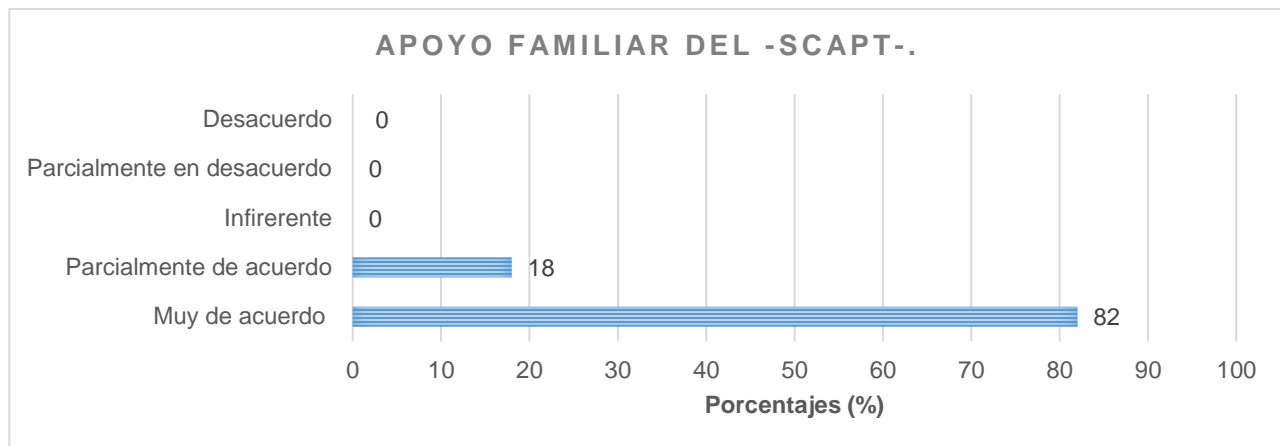


Figura 26. Apoyo familiar del sistema.

En la figura 26, se muestra una gráfica en el que se da a conocer la contribución de los SCAPT según los criterios de las familias entrevistadas, se obtuvo que el 82 % de las familias estaba “muy de acuerdo” en que poseer uno de estos sistemas sería de gran ayuda para la familia en el almacenamiento y abastecimiento de agua, y el 18 % respondió estar “parcialmente de acuerdo” en la contribución de estos sistemas, tomando en cuenta el espacio en los hogares, la accesibilidad de los materiales y las remodelaciones que se deberían hacer.

### iii. Espacio en el hogar

A continuación en la figura 27, se presentan resultados sobre la disponibilidad de espacios en hogares de personas encuestadas. Dicho cuestionamiento fue elaborado de forma general a las personas encuestadas, en el que se tomó como base a los espacios mínimos y máximos que puede llegar a ocupar un sistema.

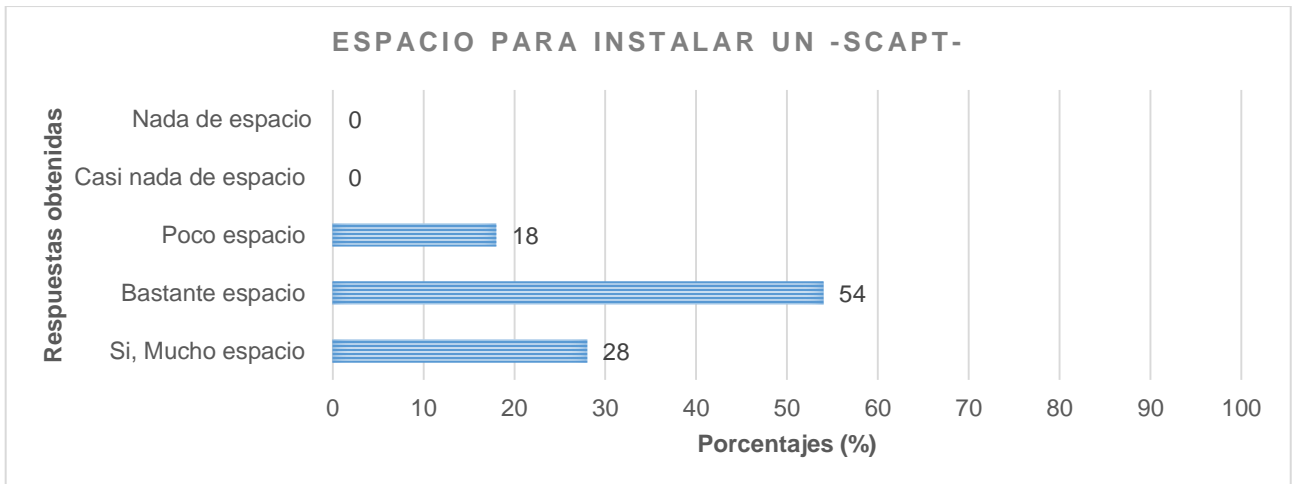


Figura 27. Disponibilidad de espacio en el hogar para un sistema.

Según las respuestas obtenidas, las familias indican poseer el espacio suficiente para poder optar para uno de los diseños de SCAPT, el 28 % indicó tener “mucho espacio”, el 54 % “bastante espacio” y el 18 % de las familias respondió tener “poco espacio”, siendo esto suficiente para adecuar uno de los sistemas, el área que ocupan los sistemas van desde 1.69 m<sup>2</sup> a 2.04 m<sup>2</sup>.

## **b. Personas que poseen el sistema**

### **i. Abastecimiento de agua**

Como resultados palpables de la contribución de los sistemas empleados, se muestran a continuación las respuestas obtenidas de las personas que poseen y utilizan los sistemas.

En la figura 28, se dan a conocer las respuestas de los usuarios sobre la contribución del SCAPT en la disponibilidad de agua en el hogar.

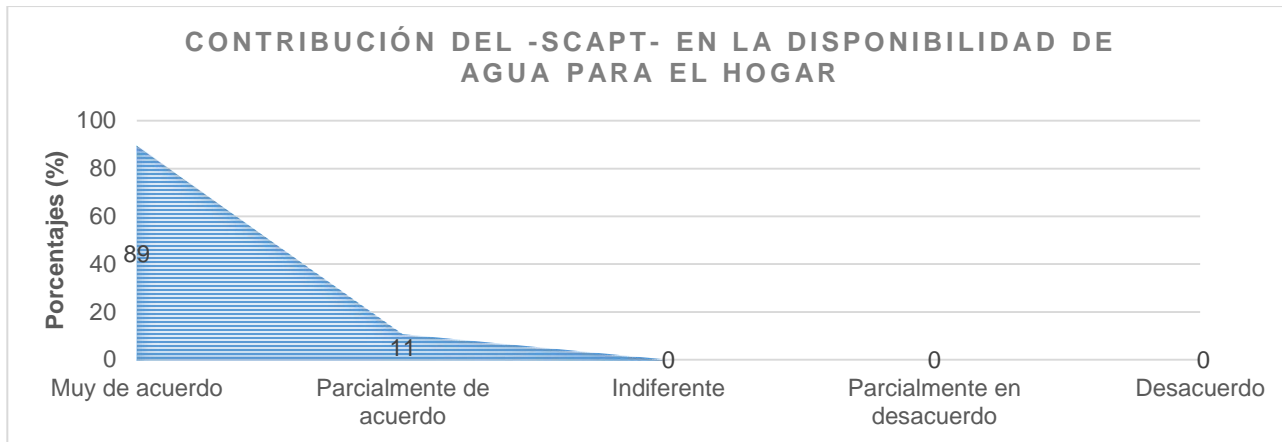


Figura 28. Abastecimiento de agua para los hogares que cuentan con un sistema.

Como se puede observar en la figura 28, el utilizar los sistemas de captación de agua en techo, contribuyen a mejorar la disponibilidad de agua en el hogar por lo que el 89 % de usuarios respondió estar “muy de acuerdo” con la contribución de los sistemas y el 11 % respondió estar “parcialmente de acuerdo”.

## ii. Provisión de agua en períodos de escasez

En la figura 29, se muestra un punto significativo en la calidad del funcionamiento que brindan los sistemas, es su contribución en el período de sequía y el tiempo de canícula que se presenta en la área donde se ubica el municipio el cual generalmente es de 15 días. Los usuarios dieron su punto de vista de la forma siguiente:

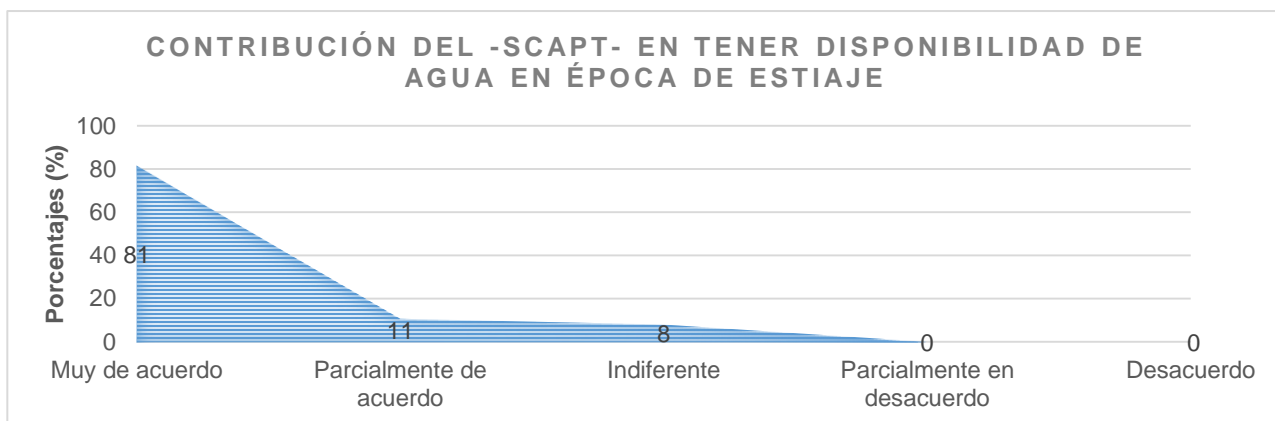


Figura 29. Abastecimiento de agua para períodos de estiaje de usuarios que usan el sistema.

El 81 % de usuarios respondió estar “muy de acuerdo” en el aumento en la disponibilidad de agua que brindan los sistemas durante estos períodos de escasez de agua, el 11 % respondió estar “parcialmente de acuerdo” respecto a esto y el 8 % respondió de forma “indiferente”.

### iii. Disponibilidad de uso familiar de agua

Se da a conocer a continuación en la figura 30, la provisión de los sistemas empleados, mediante la afirmación de los usuarios.

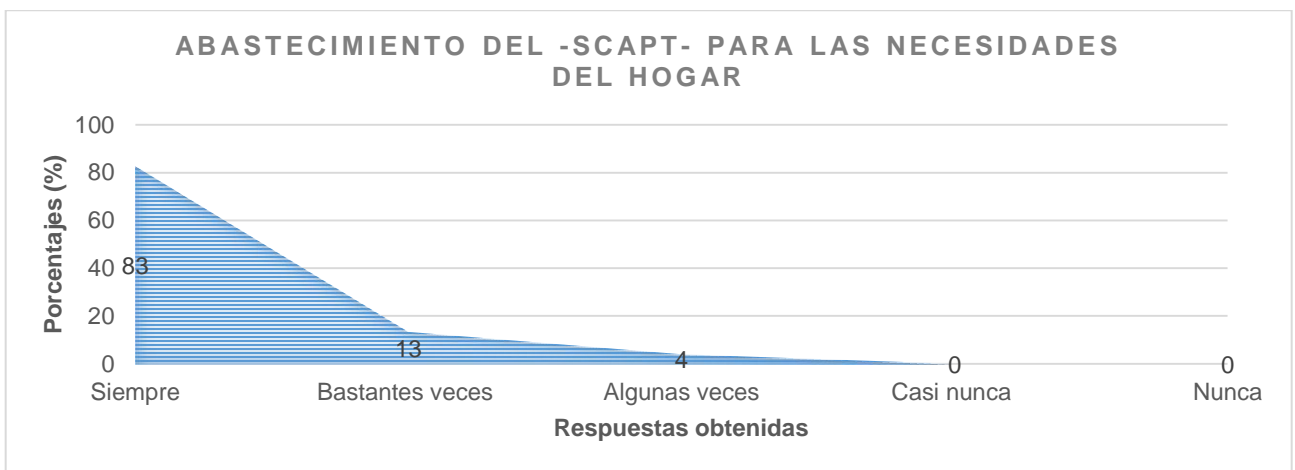


Figura 30. Disponibilidad de agua para las necesidades básicas del hogar.

Respecto a la provisión de agua de los sistemas para las necesidades del hogar, las respuestas indican que el 83 % de familias siempre cuenta con agua suficiente para el hogar mediante la utilización de los sistemas, el 13 % indicó que el agua les alcanza para el hogar “bastantes veces” y el 4 % respondió que solo “algunas veces” el agua alcanza para para los usos del hogar lo cual varía mucho del tamaño de la familia que utiliza el sistema.

### c. Mantenimiento

En esta sección se presentan gráficamente los resultados que se obtuvieron en las encuestas, en el cual se puede tener la idea sobre el mantenimiento básico de los sistemas de captación, los cuales van desde el tiempo de limpieza hasta el tiempo de llenado de los mismos.

### i. Disponibilidad de tiempo de limpieza por usuarios

En la figura 31, se muestran los resultados de un punto muy importante a tomar en cuenta para la evaluación de los sistemas y la calidad de estos, siendo este conocer funcionamiento para atender sus necesidades diarias y los resultados que se obtuvieron se muestran a continuación:

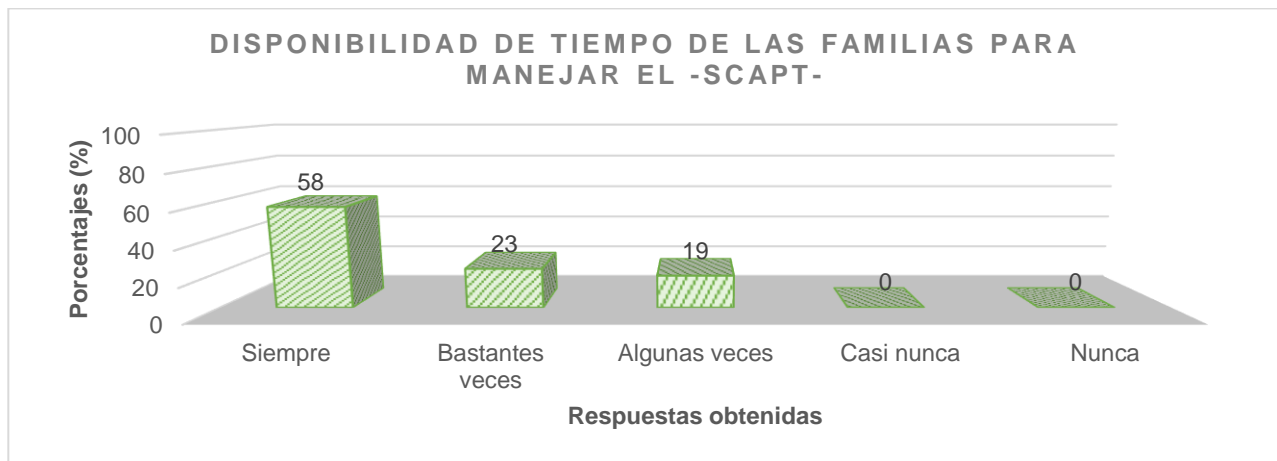


Figura 31. Disposición de tiempo de las familias para el manejo del sistema.

Según las respuestas obtenidas, el 58 % de las familias cuenta con el tiempo necesario para manejar el sistema quienes son las personas que realizan la limpieza de este constantemente ya sea a cada semana o cada 15 días, el 23 % cuenta con el tiempo “bastantes veces” para realizar la limpieza del sistema y por último el 19 % “algunas veces” tiene el tiempo para mantener el sistema realizándolo a cada mes o más.

### ii. Tiempo de limpieza de los sistemas

Esta pregunta de la encuesta fue enfocada para analizar el tiempo que los usuarios emplean para realizar la limpieza de estos y los períodos de limpieza para mantener el sistema en buenas condiciones.

En la figura 32, se dan a conocer las respuestas de los usuarios respecto al tiempo que emplean para la limpieza de los sistemas y la frecuencia de esto.



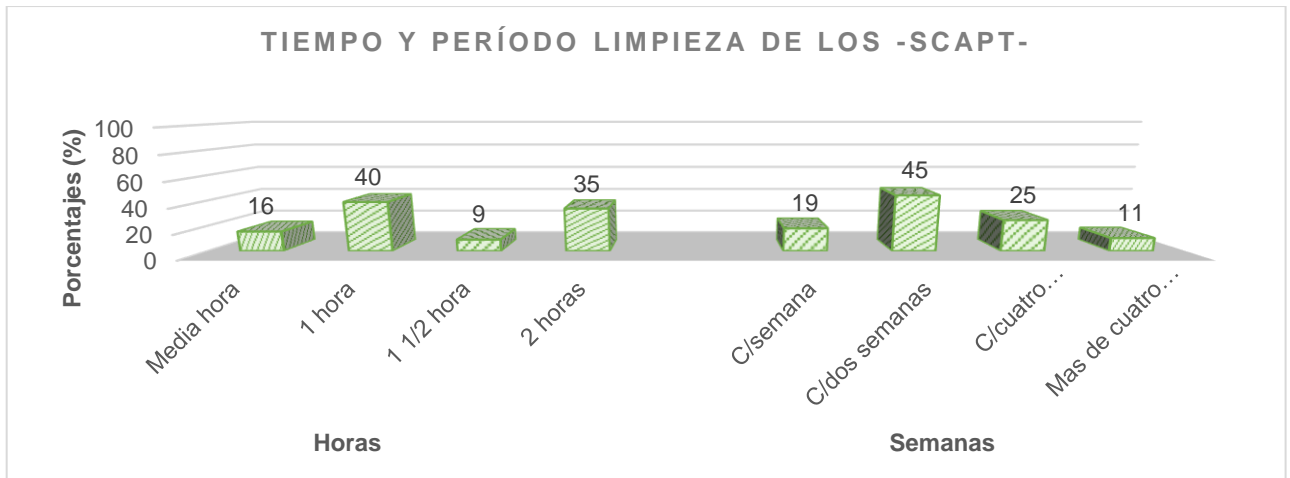


Figura 32. Tiempo y períodos empleados para la limpieza de los sistemas.

Acorde a la figura 32, en la gráfica la mayoría de usuarios de los sistemas realizan la limpieza de este en “una hora” siendo el 40 %, posteriormente el 35 % realiza la limpieza del sistema en “dos horas”, el 16 % del total en “media hora” y el 9 % de usuarios en “una hora y media”. Por otra parte el intervalo de tiempo en el que las familias realizan la limpieza de este varía según la disponibilidad de tiempo y que tan expuesto al ambiente este el sistema, por lo que en los datos anteriores se muestra que el 45 % realiza la limpieza de estos “cada dos semanas”, el 25 % “cada cuatro semanas”, el 19 % “cada semana” y por último el 11 % realiza la limpieza en un período de tiempo mayor a un mes.

La limpieza va desde la parte exterior de la estructura de los sistemas, el tanque de sedimentación y el interior de cada recipiente de almacenamiento de agua, según las respuestas obtenidas el sistema “C” con tres toneles de almacenamiento es el que más tiempo lleva para la limpieza debido a que son tres contenedores que poseen una tapadera sellada con un único espacio reducido de entrada.

### iii. Facilidad de uso

A continuación en la figura 33, se da a conocer la versatilidad sobre el uso de los sistemas.

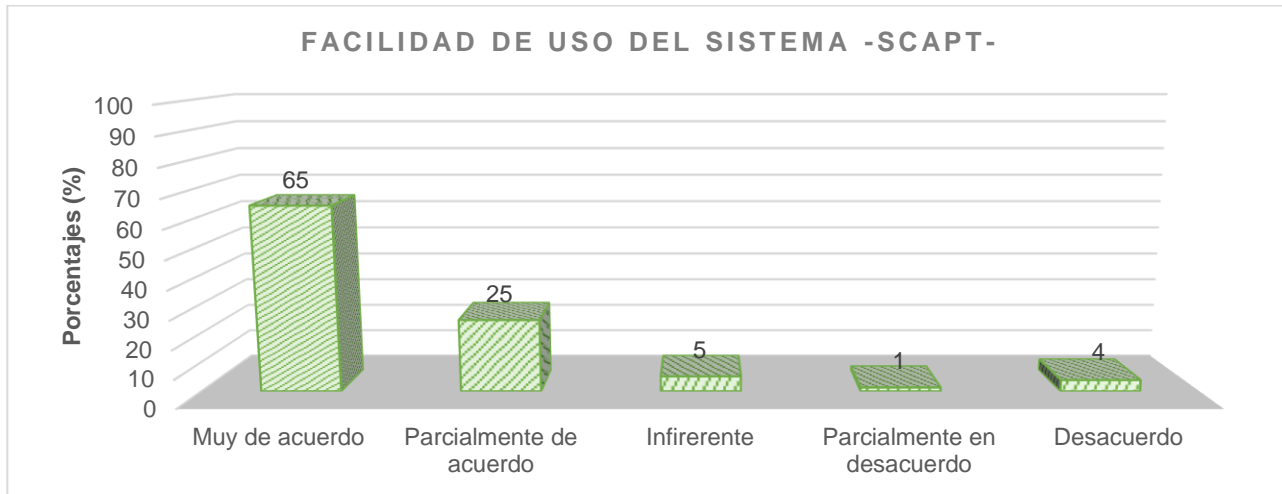


Figura 33. Facilidad de uso del sistema.

En la gráfica anterior se aprecia el resultado sobre la facilidad de la utilización de los sistemas, el 65 % respondió estar “muy de acuerdo” en esto, el 25 % respondió estar “parcialmente de acuerdo”, el 5 % respondió de forma “indiferente” respecto a la facilidad de uso, el 1 % respondió estar “parcialmente en desacuerdo” y el 4 % respondió en “desacuerdo”, las personas que respondieron estar en desacuerdo con la facilidad de uso son las que poseen el sistema C atribuyendo a que son tres contenedores para limpiar, los cuales poseen un chorro de salida de agua con poco caudal de salida, encontrándose cada contenedor sellado con una única abertura reducida en cada uno.

### d. Funcionamiento de los sistemas

Para dar a conocer la operatividad de los sistemas, se realizó una encuesta a los 100 usuarios que utilizan el sistema, con el fin de conocer aspectos importantes sobre estos lo cual nos puede brindar información sobre su uso y la posibilidad de adecuar estos sistemas en otras localidades para que exista la disponibilidad de agua o abastecimiento de la cantidad que falte, según la región en la que se utilice.

En lo que respecta al funcionamiento de los sistemas en la encuesta se buscó obtener respuestas sobre el tiempo en que estos al momento de presentarse la lluvia y el tiempo

que dura el agua almacenada en las familias dependiendo del número de integrantes por familia.

### i. Tiempo de llenado de los sistemas

El tiempo de llenado de los sistemas se presenta en la figura 34, esto varía en función del diseño y de la intensidad de lluvia que se presente, tomando en cuenta que el período de lluvia inicia con el mes de abril a octubre en el cual se presentan precipitaciones desde 75 mm a 236 mm en promedio mensual, a continuación se presentan los resultados obtenidos en mediciones realizados en los sistemas.

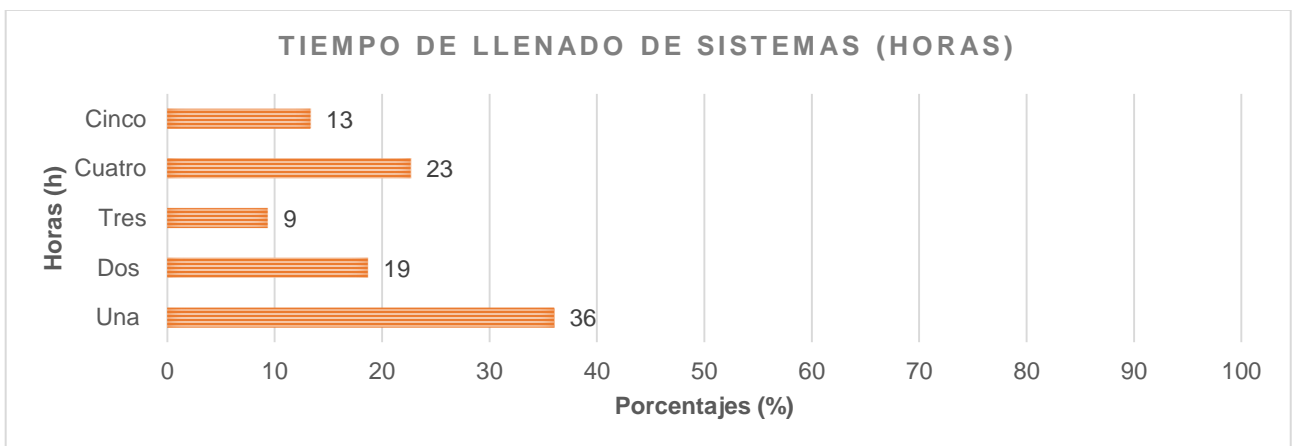


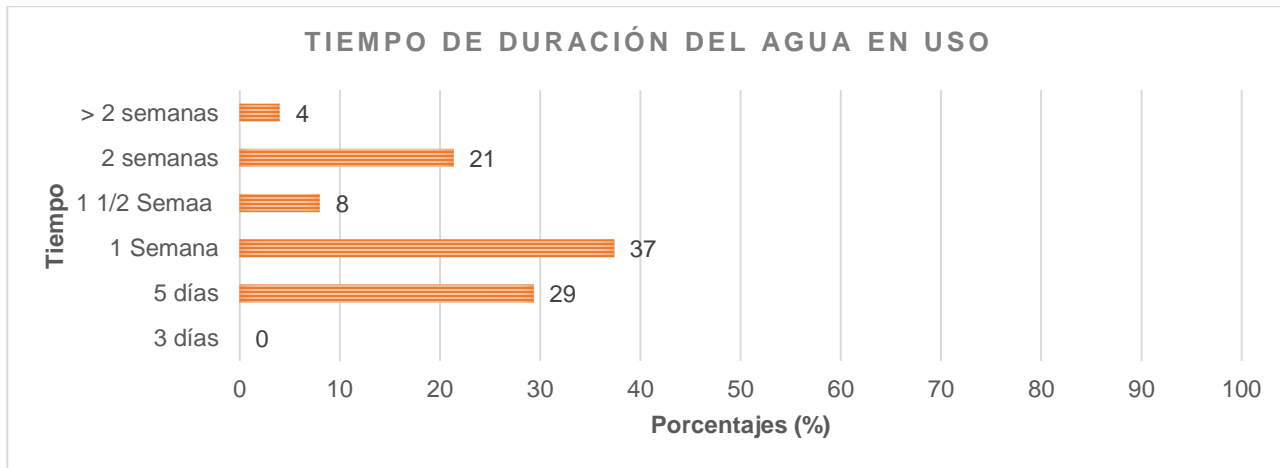
Figura 34. Tiempo de llenado de los sistemas.

De acuerdo a la gráfica anterior, según los datos registrados se muestra que los sistemas se llenan generalmente en “una hora” siendo estos el 36 % los que corresponden en su mayoría al diseño C de tres toneles de 220 l cada uno, seguidamente el 19 % se llena en “dos horas” estas dependen también de la intensidad de la lluvia, el 23 % se llena en “cuatro horas” los que corresponden en su mayoría a los sistemas de cisterna con capacidad de 1,100 l, seguida del 13 % que se llena en “cinco horas” y el 9 % en “tres horas”.

### ii. Duración del agua en uso

En la figura 35, se muestran datos para conocer el tiempo de duración del agua que se utiliza de los dos sistemas de captación empleados, estos se tomaron mediante la medición de estos en los hogares, en los que se pasó monitoreando desde los 3 días, 5 días, a la

semana, a la semana y media, a las dos semanas y más de dos semanas; por lo que a continuación se presentan los resultados obtenidos de la medición de estos:



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 35. Tiempo de duración del agua en uso de los sistemas.

En la gráfica anterior se muestra que la mayoría de usuarios tiene disponibilidad de agua para “una semana” siendo este el 37 % del total, el 29 % tiene disponibilidad de agua para “cinco días”, el 21 % tiene el abastecimiento de agua para “dos semanas”, el 8 % posee agua para “una semana y media” y por ultimo únicamente el 4 % logra tener agua para “más de dos semanas”. Los datos otorgados por las personas encuestadas indican la duración del agua utilizada en los sistemas de forma intensiva, es decir que al momento de consumir el agua almacenada esto se utilizada para todas las actividades del hogar que van desde la ducha de la familia hasta la elaboración de alimentos.

#### 2.5.4 Contribución potencial de los sistemas de captación de agua en la reducción de la vulnerabilidad a la variabilidad hídrica

Con el fin de comprender la capacidad de abastecimiento de agua en el tiempo de cada uno de los sistemas utilizados, a continuación se presenta una síntesis de todo lo obtenido en los puntos anteriores, en el cual se dan a conocer datos importantes sobre el funcionamiento de estos y la contribución que este tipo de tecnología brinda a las familias al propiciar un mejor acceso al agua, tomando en cuenta que esto hace referencia a que las familias usando esta tecnología pueden satisfacer sus necesidades básicas y fisiológicas, lo cual es un resultado estratégico para mitigar la vulnerabilidad que este grupo de personas presenta ante la escasez de agua.

Tomando en cuenta que el agua es esencial para la vida y su escasez afecta negativa y profundamente las posibilidades de desarrollo de del municipio, en el que no contar con agua disponible todo el tiempo, quedan comprometidas las posibilidades de progreso económico y bienestar. A continuación se presentan datos palpables de la contribución de cada sistema:

### A. Eficiencia de los sistemas en su abastecimiento

En el cuadro 17, se dan a conocer datos relevantes de la operatividad de los sistemas, en los que se muestran resultados sobre las mediciones de caudales de consumo por familia de los dos sistemas empleados B y C, y los períodos de tiempo en los que el sistema logra abastecer a las familias:

Cuadro 17. Tiempo de duración del agua almacenada para el sistema "B".

| I/F | Duración de agua almacenada |        |          |              |           |             |                 |                  |                |
|-----|-----------------------------|--------|----------|--------------|-----------|-------------|-----------------|------------------|----------------|
|     | 3 días                      | 5 días | 1 semana | 1 1/2 semana | 2 semanas | > 2 semanas | Promedio (días) | Cap. Sistema (l) | Caudal (l/día) |
| 3   | --                          | --     | --       | --           | 14        | 17          | 16              | 1,100            | 69             |
| 4   | --                          | --     | --       | --           | --        | 17          | 17              | 1,100            | 65             |
| 5   | --                          | --     | 7        | --           | 14        | --          | 11              | 1,100            | 100            |
| 6   | --                          | --     | 7        | --           | 14        | --          | 11              | 1,100            | 100            |
| 7   | --                          | 5      | 7        | --           | 14        | --          | 9               | 1,100            | 122            |
| 8   | --                          | 5      | 7        | --           | 14        | --          | 9               | 1,100            | 122            |
| 9   | --                          | 5      | 7        | 10           | --        | --          | 7               | 1,100            | 157            |
| 10  | --                          | 5      | 7        | --           | --        | --          | 6               | 1,100            | 183            |
| 11  | --                          | 5      | 7        | --           | --        | --          | 6               | 1,100            | 183            |
| 12  | --                          | 5      | --       | --           | --        | --          | 5               | 1,100            | 220            |
| 16  | --                          | 5      | --       | --           | --        | --          | 5               | 1,100            | 220            |

**\*Referencia**

I/F= número de integrantes por familia.

Acorde a los datos anteriores se muestra la duración de agua que se almacena en el sistema B, este tiene la capacidad de 1,100 l.

Los resultados indican que a las familias con 3 y 5 integrantes tienen disponibilidad para dos y más semanas teniendo un caudal de consumo diario de entre 65 l y 69 l/día, en el caso de las familias con 5 y 6 integrantes tienen abastecimiento de agua para 11 días en promedio

con un caudal de consumo de 100 l/día, las familias con 7 y 8 integrantes tienen disponibilidad de agua para 9 días con un caudal de consumo de 122 l/día, se puede notar que el caudal aumenta considerablemente hasta llegar a un caudal de consumo de 220 l/día para las familias que tienen de 12 a 16 integrantes lo cual les alcanza para 5 días por el alto número de integrantes por familia.

En el cuadro 18, se muestran los datos registrados del sistema C en cuanto al abastecimiento de las familias que lo usan.

Cuadro 18. Tiempo de duración del agua almacenada para el sistema "C".

| I/F | Duración de agua almacenada |        |          |              |           |             |                 |                  |                |
|-----|-----------------------------|--------|----------|--------------|-----------|-------------|-----------------|------------------|----------------|
|     | 3 días                      | 5 días | 1 Semana | 1 1/2 Semana | 2 semanas | > 2 semanas | Promedio (días) | Cap. Sistema (l) | Caudal (l/día) |
| 3   | --                          | --     | 7        | 10           | 14        | --          | 10              | 660              | 66             |
| 4   | --                          | 5      | 7        | 10           | 14        | --          | 9               | 660              | 73             |
| 5   | --                          | 5      | 7        | --           | 14        | --          | 9               | 660              | 76             |
| 6   | --                          | 5      | 7        | --           | --        | --          | 6               | 660              | 110            |
| 7   | --                          | 5      | 7        | 10           | --        | --          | 7               | 660              | 94             |
| 8   | --                          | 5      | 7        | --           | --        | --          | 6               | 660              | 110            |
| 9   | --                          | 5      | 7        | 10           | --        | --          | 7               | 660              | 94             |
| 10  | --                          | 5      | 7        | --           | --        | --          | 6               | 660              | 110            |

**\*Referencia**

I/F= número de integrantes por familia.

Según el cuadro 18, en el caso del sistema "C" cuenta con una capacidad de almacenamiento de 660 l, por lo que se muestran los datos obtenidos de la contribución de este sistema hacia las familias que lo utilizan.

Al analizar los datos se tiene que para las familias con 3 integrantes tiene la capacidad de abastecerlos de agua hasta por dos semanas, tomando en cuenta un caudal de consumo de 66 l/día tienen agua para 10 días siendo estas las familias más pequeñas, para las familias medianas de 4 y 5 integrantes el agua les alcanza para 9 días en promedio tomando en con un caudal de consumo de 73 l a 76 l/día, en el caso de las familias numerosas que se conforman de 6 a 10 integrantes el agua del sistema les alcanza usualmente para 6 y 7 días con un caudal de consumo que va desde los 94 l a 110 l/día.

Los resultados indican, que de los dos sistemas el diseño B corresponde ser el más eficiente respecto a su abastecimiento el cual evidentemente tiene mayor capacidad que el sistema

C, otra de las cualidades de este es el uso, como se describió en los puntos anteriores los usuarios demostraron en las respuestas de las encuestas este sistema presenta mayor facilidad de uso en cuanto a la limpieza y tiempo para realizar este.

## B. Contribución de los SCAPT en el de acceso al agua de los usuarios

En el cuadro 19, se presentan resultados obtenidos del diagnóstico realizado, en el cual se muestran los volúmenes de abastecimiento con los que cuentan generalmente las familias.

Cuadro 19. Volúmenes de abastecimiento de las familias.

| U       | Tipos de almacenamiento | Personas que lo usan (%) | Volumen unitario (l) | Volumen de abastecimiento (l) |
|---------|-------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------------|
| 4       | Galones                 | 20                       | 3.78                 | 15                            |
| 2       | Botes                   | 6                        | 18                   | 36                            |
| 2, 3    | Botes y galones         | 32                       | 18 y 3.78            | 47                            |
| 1       | Tonel                   | 12                       | 220                  | 220                           |
| 1       | Pila                    | 24                       | 270                  | 270                           |
| 1, 1, 3 | Pila, bote y galón      | 6                        | 270, 18 y 3.78       | 300                           |

### \*Referencia

U= cantidad de unidades de almacenamiento.

Analizando los datos del cuadro anterior se puede notar que las familias del municipio cuentan con un escaso abastecimiento de agua ya que la mayoría conformada por el 32 % de la población obtiene el agua de almacenarla en botes y galones teniendo de esta manera un volumen de dotación de 47 l/familia, las familias que mayormente presentan crisis de agua son las que poseen poco almacenamiento siendo el 20 % los cuales tienen acceso únicamente a 15 l/familia para almacenar, las que se encuentran en mejores condiciones según los resultados obtenidos son las que poseen pila, botes y galones; que pueden llegar a tener una capacidad de almacenamiento de 300 l/familia, sin embargo resulta ser la minoría ya que solo el 6 % de las familias posee estas condiciones.

Las familias que tienen mayor capacidad de abastecimiento de agua son las que usan toneles y pilas, correspondiendo a 220 l y 270 l/familia respectivamente, sin embargo este volumen de agua se encuentra muy por debajo de la dotación necesaria por familia, ya que según (FAO, 2013) indica que la dotación mínima de agua para consumo humano es de 21 l/día/persona.

## 2.6 CONCLUSIONES

1. Existen factores internos administrativos, situación económica que vulneran y afectan al municipio, hay una inadecuada instancia de consulta para la toma de decisiones, poca inversión local que provoca que exista un deficiente acceso a estructuras sanitarias, infraestructura de distribución de agua potable y que exista un deficiente saneamiento de aguas residuales, la alta deforestación generada en el periodo 2012 - 2018 produjo la disminución del 30 % de bosques lo cual puede provocar una disminución de disponibilidad de agua.
2. Describir el proceso de implementación fue indispensable para conocer los aspectos metodológicos para un -SCAPT- resaltando que esto se puede realizar en un tiempo de 9 meses constando de las fases; elaboración de propuesta, planteamiento y construcción, en donde la inclusión de la población mediante la conformación de una comisión de agua fue vital para este proceso.
3. Aspectos sobre el funcionamiento de los sistemas fueron determinantes para verificar la adopción que estos tienen, debido a que proveen una capacidad de almacenamiento de agua de 0.66 m<sup>3</sup> a 1.1 m<sup>3</sup>, brindan abastecimiento familiar en períodos de escases, son fáciles de usar y el mantenimiento no requiere de mucho tiempo.
4. Los resultados obtenidos demuestran la eficacia de los sistemas en donde el sistema B resalta por su mayor capacidad de almacenamiento (1.1 m<sup>3</sup>), pudiendo abastecer a familias desde 3 a 16 integrantes hasta por 15 días con un consumo de 69 l/día/familia para todas las necesidades básicas del hogar realizando un uso eficiente del agua, los sistemas implementados se encuentran dentro de un costo considerable, con un adecuado mantenimiento se puede alargar la vida útil de estos.



## 2.7 RECOMENDACIONES

1. Impulsar a la autoridad local a cumplir con la obligación de la brindar el derecho de servicio a agua ya que la implementación de estos sistemas de captación de agua de lluvia brindan una solución adaptativa ante la situación de escasez de agua más no resuelven el problema de acceso al agua.
2. Promover los estudios similares de SCAPT que permitan mejorar las metodologías ya empleadas.
3. Incorporar la adopción de estos sistemas en función de su facilidad de uso, instalación y mantenimiento.
4. Impulsar la aceptación de este método estratégico para un adecuado aprovechamiento y uso eficiente de agua en regiones donde se presenten problemas de escasas de agua.

## 2.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Aceituno, Á. (2013). *Manual de educación ambiental sobre el recurso hídrico en Guatemala*. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).
2. Banco de Desarrollo de América Latina (CAF). (2014). *Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe*. USA: CAF.
3. Chavajay, J. (2015). *Análisis de nacimientos de agua San Pablo la Laguna, Sololá*. Guatemala: Mancomunidad la Laguna.
4. Cifuentes Jara, M. (2010). *ABC del cambio climático en Mesoamérica*. Turrialba, Costa Rica. : CATIE.
5. Cobos, C. R. (2015). *Situación de los recursos hídricos en Centro América*. Obtenido de Global Water Paternship; Central America : [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam\\_files/srh\\_guatemala\\_2016.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/srh_guatemala_2016.pdf)
6. Comisión Presidencial Coordinadora de la Política del Ejecutivo en materia de Derechos Humanos, Guatemala, (COPREDEH). (2008). *Informe de estado: "Los derechos humanos y el cambio climático"*. Obtenido de COPREDEH: <https://www.ohchr.org/Documents/Issues/ClimateChange/Submissions/Guatemala.pdf>
7. Comité Campesino del Altiplano, Guatemala, (CCDA). (2016). *Diagnóstico de la situación del agua*. San Lucas Tolimán, Sololá, Guatemala: CCDA.
8. Comité Campesino del Altiplano, Guatemala, (CCDA). (2016). *Diagnóstico inicial socioeconómico del municipio de San Pablo La Laguna*. Sololá, Guatemala.: CCDA.
9. Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, Guatemala (CONRED). (2015). *Amenaza por deslizamiento e inundaciones, San Pablo La Laguna, Sololá*. . Guatemala.
10. Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos de América, (CIUSA). (2000). *Evaluación de recursos de agua en Guatemala*. Obtenido de Army USA: <https://www.sam.usace.army.mil/Portals/46/docs/military/engineering/docs/WRA/Guatemala/Guatemala%20WRA%20Spanish.pdf>
11. Culum, D. (02 de 2018). Tenencia de la tierra, Aspectos socioeconómicos San Pablo la Laguna. (W. B. Sey Sirín, Entrevistador)
12. Culúm, F. (25 de 03 de 2018). Fuentes de agua del municipio de San Pablo la Laguna. [San Pablo la Laguna, Sololá, Guatemala, Municipalidad, Técnico del departamento de aguas]. (W. B. Sey Sirín, Entrevistador)

13. Datosmacro. (2017). *Guatemala-población*. Obtenido de Expansión / Datosmacro.com: <https://datosmacro.expansion.com/demografia/poblacion/guatemala>
14. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas (ONU-DADES). (2014). *Decenio internacional para la acción: El agua fuente de vida 2005-2015*. Obtenido de ONU-DADES: <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml>
15. Díaz Figueroa , L. A. (2010). *El impacto global de la degradación ambiental de Guatemala en su desarrollo económico*. Obtenido de (Tesis Lic. Rel. Int., Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Ciencias Políticas: Guatemala): [biblioteca.usac.edu.gt/tesis/28/28\\_0437.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/28/28_0437.pdf)
16. FAO, Chile. (2013). *Captación y almacenamiento de agua de lluvia (Opciones técnicas para la agricultura en América Latina y el Caribe)*. Santiago, Chile: FAO.
17. FAO, Italia. (2012). *Fuerzas impulsoras que afectan el sector forestal*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/j3029s/j3029s08.htm>
18. FAO, Italia. (2013). *Afrontar la escasez de agua (Un marco para la agricultura y la seguridad alimentaria)*. Roma: FAO.
19. Galicia, A. (2009). *Diagnóstico socioeconómico San Pablo la Laguna*. Obtenido de Potencialidades productivas y propuestas de inversión: [http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03\\_0692v.10.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0692v.10.pdf)
20. Gómez , G. M. (Mayo de 2015). <http://www.amazonia-andina.org/amazonia-activa/biblioteca/publicaciones>. Obtenido de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/11362/39842/1/S1501318\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/11362/39842/1/S1501318_es.pdf)
21. Guzman Miranda, O., & Caballero Rodríguez, T. (2012). *La definición de factores sociales en el marco de las investigaciones actuales*. Obtenido de Santiago, no. 128, 336-350: <https://revistas.uo.edu.cu/index.php/stgo/article/viewFile/164/159>
22. GWP. (2015). *Situación de los recursos hídricos en Centroamérica; Guatemala*. Obtenido de Global Water Patnership; Central America.: [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam\\_files/srh\\_guatemala\\_2016.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/srh_guatemala_2016.pdf)
23. Huesca, L., Castro, D., & Rodríguez, R. (2010). *Cambio tecnológico*. Obtenido de Economía, Sociedad y Territorio, 10(34). : [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-84212010000300007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212010000300007)
24. Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE). (2002). *Características de la población y de los locales de habitación censados*. . Obtenido de INE: <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/02/20/jZqeGe1H9WdUDngYXkWt3GIhUUQCukcg.pdf>

25. Instituto Nacional de Estadística, Guatemala, (INE). (2008). *Impactos sociales del cambio climático en México*. Obtenido de INE:  
[https://books.google.com.gt/books?id=flvthGD0Ze0C&dq=Cambio+clim%C3%A1tico&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.gt/books?id=flvthGD0Ze0C&dq=Cambio+clim%C3%A1tico&source=gbs_navlinks_s)
26. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala, (INSIVUMEH). (2018). *Normales Climáticas* . Obtenido de INSIVUMEH:  
<http://www.insivumeh.gob.gt/normas-climaticas/>
27. Ixcayá, J. (18 de 03 de 2018). Aspectos socioeconómicos San Pablo la Laguna [San Pablo la Laguna, Sololá, Guatemala; Comisión de Agua, Vicepresidente] . (W. B. Sey Sirín, Entrevistador)
28. Juracan, J. (12 de Mayo de 2018). Planteamiento e implementación de los sistemas de captación de agua de lluvia en el municipio de San Pablo la Laguna [San Lucas Tolimán, Sololá, Guatemala: Comité Campesino del Altiplano, contador de proyecto]. (W. Sey , Entrevistador)
29. Keare, D., & Castro, L. J. (2011). *Prevención de riesgos en los asentamientos irregulares*. Obtenido de Lincol Institute of Land Policy :  
<https://www.lincolinst.edu/es/publications/articles/prevencion-riesgos-en-los-asentamientos-irregulares>
30. Lampis, A. (2012). *Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: debates acerca del concepto de vulnerabilidad y su medición*. Obtenido de Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, 22(2), 17-33:  
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/37017>
31. Ledesma Jimeno, M. (2004). *Climatología y meteorología agrícola*. España: Paraninfo.
32. Leja, R. (02 de 2018). Causas de migración de la población. (W. B. Sey Sirín, Entrevistador)
33. Lentini, E. (2010). *Servicio de agua potable y saneamiento en Guatemala: Beneficios potenciales y determinantes de éxito*. Obtenido de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL):  
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3787/LCW335\\_es.pdf?sequence=1](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3787/LCW335_es.pdf?sequence=1)
34. Magrin, G. (2015). Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. En G. Magrin, *Estudios del cambio climático en América Latina* (págs. 27-44). Santiago de Chile: Naciones Unidas.
35. Maldonado, A. (2012). *La vulnerabilidad asociada a los desastres: Un marco conceptual para Guatemala*. Obtenido de Guatemala: Coordinadora Nacional para la Reducción a Desastres (CONRED):  
[https://conred.gob.gt/site/documentos/MARCO\\_CONCEPTUAL\\_DELAS\\_VULNERABILIDADES.pdf](https://conred.gob.gt/site/documentos/MARCO_CONCEPTUAL_DELAS_VULNERABILIDADES.pdf)

36. Martínez Guzmán, M. A. (2013). *Tecnologías para el uso sostenible del agua: Una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático*. Obtenido de Global Water Partnership; Central America / FAO.: [www.fao.org/3/a-i3442s.pdf](http://www.fao.org/3/a-i3442s.pdf)
37. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala, (MARN). (2009). *Política nacional de cambio climático*. Obtenido de MARN: <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/56.pdf>.
38. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala, (MARN). (2016). *Acuerdo gubernativo número 137-2016: Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental*. Obtenido de Diáριο de Centro América, Guatemala, julio12, 30p.: [https://cta-consultoria.com/wp-content/uploads/2013/11/AG-137-2016\\_Reglamento-de-Evaluacion-Control-y-Seguimiento-Ambiental.pdf](https://cta-consultoria.com/wp-content/uploads/2013/11/AG-137-2016_Reglamento-de-Evaluacion-Control-y-Seguimiento-Ambiental.pdf)
39. Ministerio de Relaciones Exteriores de Guatemala (MINEX). (2016). *La problemática rural y el cambio climático en Guatemala, implicaciones para la política exterior - bilateral y multilateral - con énfasis en el ámbito regional centroamericano*. Obtenido de Guatemala: MINEX: <https://www.minex.gob.gt/Uploads/ProblematikaRuralCambioClimatico.pdf>
40. Mora, J., Ramírez, D., Ordaz, J., Acosta, A., & Serna, B. (2010). *Guatemala: Efectos de cambio climático sobre la agricultura*. Obtenido de México: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL): <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2010/09/Guatemala-efectos-del-cambio-clim%C3%A1tico-sobre-la-agricultura.pdf>
41. Morales Sicán, L. M. (15 de Mayo de 2018). Proyecto saneamiento y acceso al agua en el municipio de [San Pablo la Laguna, Sololá, Guatemala: Comité Campesino del Altiplano, Coordinadora de proyecto de agua y saneamiento]. (W. B. Sey Sirín, Entrevistador)
42. Novales, A. (2018). *Cambio tecnológico y progreso social: ¿Es posible un futuro mejor?* Obtenido de Revista de Libros, octubre, 18: <https://www.revistadelibros.com/articulos/cambio-tecnologico-y-progreso-social-es-posible-un-futuro-mejor>
43. OAS Children's Corner. (2010). *Idiomas de Guatemala*. Obtenido de OAS Children's Corner: [https://www.oas.org/children/members/guatemala\\_idiomas.html](https://www.oas.org/children/members/guatemala_idiomas.html)
44. OMS, USA. (Mayo de 2009). *Cantidad mínima de agua necesaria para uso doméstico. (Guías técnicas sobre saneamiento, agua y salud)*. USA: OMS.
45. OPS, Perú. (2005). *Tecnologías para el abastecimiento de agua en poblaciones dispersas*. Obtenido de OPS: [www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/170doc-tecnologias.pdf](http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/170doc-tecnologias.pdf)

46. Ordoñez Gálvez, J. J. (2011). *Cartilla Técnica: Ciclo hidrológico*. Obtenido de Perú: Foro Peruano para el Agua / Global Water Partnership South America: [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam\\_files/publicaciones/varios/ciclo\\_hidrologico.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/ciclo_hidrologico.pdf)
47. Ortiz Toledo, M. I. (2008). *Financiamiento de unidades agrícolas (producción de café) y proyecto: producción de nuez de macadamia*. Obtenido de (Tesis Lic. C.P. Aud. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas: Guatemala): [http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03\\_0692\\_v2.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0692_v2.pdf)
48. Pacheco, R. (2008). *Organización epresarial (tejidos típicos) y proyecto: producción de nuez de macadamia*. Obtenido de (Tesis Lic. Admon. Emp., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas: Guatemala): [http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03\\_0692\\_v9.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0692_v9.pdf)
49. Pedroza Sandoval, A., Chávez Rivero, J., & Trejo Calzada, R. (2014). *Sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL) y bioproductividad en comunidades marginadas de zonas áridas*. Obtenido de ResearchGate: [https://www.researchgate.net/profile/Aurelio\\_Pedroza-Sandoval/publication/268576774\\_SISTEMAS\\_DE\\_CAPTACION\\_DE\\_AGUA\\_DE\\_LLUVIA\\_SCALL\\_Y\\_BIOPRODUCTIVIDAD\\_EN\\_COMUNIDADES\\_MARGINADAS\\_DE\\_ZONAS\\_ARIDAS/links/5470d0a50cf2d67fc0344835/SISTEMAS-DE-CAPTACION-DE-AGUA-DE-](https://www.researchgate.net/profile/Aurelio_Pedroza-Sandoval/publication/268576774_SISTEMAS_DE_CAPTACION_DE_AGUA_DE_LLUVIA_SCALL_Y_BIOPRODUCTIVIDAD_EN_COMUNIDADES_MARGINADAS_DE_ZONAS_ARIDAS/links/5470d0a50cf2d67fc0344835/SISTEMAS-DE-CAPTACION-DE-AGUA-DE-)
50. Pettengrell, C. (2010). *Adaptación al cambio climático; Capacitar a las personas que viven en la pobreza para que puedan adaptarse*. Obtenido de Reino Unido, Oxfam, Informe de Investigación de OXFAM, Abril: [https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/climate\\_change\\_adaptation\\_rr\\_sp\\_140510.pdf](https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/climate_change_adaptation_rr_sp_140510.pdf)
51. PNUD, Guatemala. (2011). *Cifras para el desarrollo humano, Sololá*. Guatemala: Serviprensa.
52. Quevedo Castillo, P. A. (2013). *Propuesta metodológica para evaluar sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en viviendas e instalaciones con alta demanda del suministro, en la república de Guatemala*. Obtenido de (Tesis Ing. Civ., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería: Guatemala): [biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3555\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3555_C.pdf)
53. Ratzam, F. (20 de 03 de 2018). Situación ambiental, Unidad Municipal de Gestión Ambiental Rural (UMGAR). [San Pablo la Laguna, Sololá, Guatemala, Municipalidad, Técnico Ambiental]. (W. B. Sey Sirín, Entrevistador)
54. Ratzam, R. (25 de Mayo de 2018). Aspectos socioeconómicos del municipio de San Pablo La Laguna [San Pablo la Laguna, Sololá, Guatemala, Comisión de Agua, Secretaria]. (W. Sey, Entrevistador)

55. Rojas, J., Vélez, J., Vergara, D., & Macías, N. (2011). *Evaluación económica de la captación de agua lluvia como fuente alternativa de recurso hídrico en la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia*. Obtenido de <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=4ae553f1-cebf-4384-8d22-97c9a2415478%40pdc-v-sessmgr01>
56. Sanchez Rodriguez, L. A. (2016). *Estrategias para el aprovechamiento de energías alternativas y aguas lluvias en las sedes de las Facultades de la Universidad Distrital Francisco José Caldas*. Obtenido de (Tesis Tec. San. Amb., Universidad Distrital Francisco José Caldas, Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales: Colombia): [repository.udistrital.edu.co/bitstream/.../SanchezRodriguezLeissyAngelica.2016.PDF](http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/.../SanchezRodriguezLeissyAngelica.2016.PDF).p
57. Tejeiro Vidal, R. (2002). *Agua de lluvia, agua saludable, aljibes: Historia, actualidad y futuro, a partir de la experiencia de APRESAL en Alta Verapaz*. Guatemala: M'ks Comunicación.
58. Torres Hugues, R. (2019). *La captación del agua de lluvia como solución en el pasado y el presente*. Obtenido de Ingeniería Hidráulica y Ambiental, 40(2): [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1680-03382019000200125](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382019000200125)
59. Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, Guatemala (IARNA). (2005). *Amenaza al ambiente y vulnerabilidad social en Guatemala*. Obtenido de IARNA: <http://www.url.edu.gt/publicacionesurl/ppublicacion.aspx?pb=367>
60. Vásquez, M. (20 de 03 de 2018). Inspectora del Centro de Salud (Infraestructura y servicios) [San Pablo la Laguna, Sololá, Guatemala, Centro de Salud, Inspectora de Salud]. (W. B. Sey Sirín, Entrevistador)
61. Watkins, K. (2006). *Informe de sobre desarrollo humano: Mas alla de la escasez: Poder pobreza y crisis mundial del agua*. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD): [http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr\\_2006\\_es\\_completo.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2006_es_completo.pdf)

## 2.9 ANEXOS

### 2.9.1 Fotografías del área de estudio



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 36A. Encuesta a hogares.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 37A. Visita de campo y fuentes de agua.





Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 38A. Visita a sistemas productivos y zonas de deforestación.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 39A. Verificación de -SCAPT- en hogares y entrevista con inspectora del centro de salud.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 40A. Entrevista con grupos focales.

## 2.9.2 Modelo uno de encuesta utilizada

### Evaluación de -SCAPT- 2018, San Pablo La Laguna.

Nombre: \_\_\_\_\_ DPI: \_\_\_\_\_

#### 1) Tipo de Sistema de captación

Tinaco

Toneles

#### 2) Tiempo de llenado de cada sistema (en horas)

1

2

3

4

5

#### 3) Tiempo de duración de agua para uso

4 días

5 días

1 semana

1 ½ semana

2 semanas

>2 semanas

#### 4) Tiempo de limpieza del sistema

15 min.

20 min.

25 min.

30 min

1 hr

1 ½ hora

2 horas

#### 5) Período de tiempo de limpieza del sistema

1 semana

15 días

1 mes

>1 mes

Problema:

---



---



---

| No | Ítem   | Respuestas     |                         |               |                            |            |
|----|--|----------------|-------------------------|---------------|----------------------------|------------|
|    |  | Siempre        | Bastantes veces         | Algunas veces | Casi nunca                 | Nunca      |
| 1  | La familia cuenta con el tiempo para manejar el sistema.                         | Siempre        | Bastantes veces         | Algunas veces | Casi nunca                 | Nunca      |
| 2  | Tener el sistema mejora la disponibilidad de agua para el hogar                  | Muy de acuerdo | Parcialmente de acuerdo | Indiferente   | Parcialmente en desacuerdo | Desacuerdo |
| 3  | El sistema ayuda a tener disponibilidad de agua en época de estiaje.             | Muy de acuerdo | Parcialmente de acuerdo | Indiferente   | Parcialmente en desacuerdo | Desacuerdo |
| 4  | El agua que se obtiene del sistema es suficiente para las necesidades del hogar. | Siempre        | Bastantes veces         | Algunas veces | Casi nunca                 | Nunca      |
| 5  | La familia cuenta con espacio suficiente en el hogar para el sistema.            | Muy de acuerdo | Parcialmente de acuerdo | Indiferente   | Parcialmente en desacuerdo | Desacuerdo |
| 6  | La utilización del sistema es muy fácil  | Muy de acuerdo | Parcialmente de acuerdo | Indiferente   | Parcialmente en desacuerdo | Desacuerdo |
| 7  | El sistema es eficiente en su funcionamiento                                     | Siempre        | Casi siempre            | Normalmente   | A veces                    | Casi nunca |

**Recomendación:**

---



---



---



---



---

### 2.9.3 Modelo dos de encuesta utilizada

#### Modelo de encuesta a personas que no cuentan con un -SCAPT-

Nombre: \_\_\_\_\_ No I/F: \_\_\_\_\_

- Tiene problemas con la disponibilidad de agua en el hogar **Si** **No**
- El agua a su hogar llega todos los días **Si** **No**
- Con cuánta agua dispone su hogar (Tonel, pila, botes, etc) \_\_\_\_\_
- Que ha pensado hacer para resolver el problema?

- 
- Cada cuánto tiempo llega el agua al hogar  
**Todos los días** **Cada 2 días** **3 veces por semana**

| No | Ítem  | Respuestas            |                         |                 |                            |                 |
|----|---|-----------------------|-------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
| 1  | Para la familia es importante tener disponibilidad de agua.                                     | Sí, es muy importante | Bastante importante     | Poco importante | Casi nada importante       | Nada importante |
| 2  | El no tener agua en el hogar constantemente resulta ser un problema.                            | Muy de acuerdo        | Parcialmente de acuerdo | Indiferente     | Parcialmente en desacuerdo | Desacuerdo      |
| 3  | Contar con un sistema de captación ayudaría a tener disponibilidad de agua en época de estiaje. | Muy de acuerdo        | Parcialmente de acuerdo | Indiferente     | Parcialmente en desacuerdo | Desacuerdo      |
| 4  | El agua que se obtiene del sistema municipal es suficiente para las necesidades del hogar.      | Siempre               | Bastantes veces         | Algunas veces   | Casi nunca                 | Nunca           |
| 5  | La familia cuenta con espacio suficiente en el hogar para instalar un sistema de captación.     | Sí, mucho espacio     | Bastante espacio        | Poco espacio    | Casi nada de espacio       | Nada de espacio |
| 6  | Poseer un sistema de captación sería de gran ayuda para la familia                              | Muy de acuerdo        | Parcialmente de acuerdo | Indiferente     | Parcialmente en desacuerdo | Desacuerdo      |







**CAPÍTULO III**

**INFORME DE SERVICIOS EN EL MUNICIPIO DE SAN PABLO LA LAGUNA, SOLOLÁ,  
GUATEMALA, C.A.**





### **3.1 PRESENTACIÓN**

San Pablo La Laguna es un municipio que se encuentra alrededor del lago de Atitlán, del departamento de Sololá, es uno de los municipios más pequeños y se estimó que para el año 2018 cuenta con una población de 8,215 habitantes.

De acuerdo a la evaluación del municipio, se formularon los proyectos en base a problemáticas identificadas y analizadas, en función al riesgo existente de la pérdida de nacimientos de agua, contaminación del recurso hídrico, deforestación y presencia de vertederos clandestinos de desechos sólidos por parte de los pobladores del lugar.

Tomando en cuenta que una de las diez principales causas de morbilidad en Guatemala, son por agua contaminada, se realizaron capacitaciones sistemáticas sobre educación ambiental, medidas de higiene familiar, uso correcto del agua y filtros purificadores, en el que se priorizó a 200 madres de familia.

Se participó en una reforestación para la protección de uno de los nacimientos del municipio, habiendo involucrado a representantes de la sociedad civil, autoridades educativas y la participación de maestros de un instituto. En relación a esto se implementaron 3 talleres previos a la actividad sobre los temas: importancia del recurso hídrico y manejo de cuencas tomando en cuenta que el municipio pertenece a la cuenca del lago de Atitlán, la importancia de los bosques y una capacitación sobre la formulación y planificación de proyectos, con el fin de fortalecer la iniciativa ambiental de los pobladores del municipio y autoridades.

## **3.2 OBJETIVOS**

### **3.2.1 Objetivo general**

Formular proyectos que permitan darle un manejo adecuado y sostenible a los recursos naturales del municipio de San Pablo La Laguna para una mejor calidad de vida de los habitantes.

### **3.2.2 Objetivos específicos**

1. Acompañar el proceso del proyecto de sensibilización ambiental y uso de filtros purificadores de agua, como medio de contribución a una mejor calidad de vida y salud de los habitantes.
2. Generar un incremento de la cobertura forestal de zonas aledañas al nacimiento Xe'saqab'aaj para su preservación.

## **3.3 SERVICIO 1: SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL Y USO DE FILTROS PURIFICADORES, COMO MEDIO DE CONTRIBUCIÓN A UNA MEJOR SALUD DE LOS HABITANTES**

Mediante el abordaje de la problemática identificada por medio de actividades de concientización a la población del municipio, se obtuvo la participación e interés de la población en el proyecto y dando a conocer los beneficios en la optación por uso de filtros purificadores, mejoramiento de prácticas de higiene personal y familiar se lograra una correcta contribución en mejor salud de las familias del municipio de San Pablo La Laguna.

### **3.3.1 Objetivos**

#### **A. Objetivo general**

Contribuir a una mejor salud de los habitantes de los cantones del municipio de San Pablo La Laguna.

#### **B. Objetivos específicos**

1. Implementar capacitaciones de sensibilización y socialización informativa de la situación de salud y usos racional del agua a 200 madres de familia.

2. Capacitar sobre el uso de filtros purificadores de agua al grupo de participantes.

### **3.3.2 Población objetivo**

Como parte del proyecto se priorizó a una cantidad de 200 madres de familia para que formaran parte de cada una de las actividades.

### **3.3.3 Metodología**

#### **A. Fase inicial**

En esta fase se coordinó la participación de todos los actores posibles a involucrar acorde a los objetivos.

- Se realizó un primer acercamiento con 10 personas del municipio para plantear el proyecto a realizar.
- En forma conjunta se realizó la distribución de búsqueda de personas a elegir para su participación (150 personas a cargo del grupo de 10 personas de apoyo y 50 a cargo del centro de salud).
- Se reunió a las 200 participantes para dar a conocer el proceso del proyecto, los beneficios, compromisos, fechas de implementación de las actividades y los fines de este.

#### **B. Fase media**

Se llevó a cabo el proceso de capacitaciones al grupo participantes, en los meses de abril y mayo.

- Se realizó la primera capacitación de 200 madres de familia en la semana del 24 al 27 del mes de abril, con 50 participantes por día sobre el tema de “higiene personal y familiar”.
  - Se llenaron planillas de asistencia de los participantes para llevar un control.
  - Se abordaron los temas principales mediante la ejemplificación usando papelógrafos y las revistas ilustradas.

- Se organizaron grupos de trabajo.
- Se realizó la segunda capacitación a 200 madres de familia en las fechas 23, 24, 25 y 28 de mayo, con 50 participantes por día sobre el tema de “Situación del agua a nivel local y usos adecuados de este.”
  - Se conformaron dos grupos de 25 en cada capacitación para trabajar adecuadamente.
  - Se realizó un análisis participativo de la situación del agua en el municipio.
  - Cada grupo expuso su perspectiva de la situación.
  - Se abordaron los usos adecuados de este mediante la utilización de material didáctico elaborado (afiches y cartulinas) y la revista ilustrativa otorgada en la primera capacitación.

### **C. Fase final**

Entrega de los filtros purificadores y capacitación de uso de estos.

- Se realizó la última capacitación a participantes en las fechas 18 al 21 de junio, en el cual se abordó el tema de “usos adecuados de los filtros purificadores de agua”.
  - Se explicó la conformación de los filtros.
  - Se enseñaron la forma correcta de usarlo.
  - Se enseñaron la forma de lavado y cuidados que debe tener.
  - Se dio a conocer el tiempo de vida útil del filtro.
  - Se dieron recomendaciones sobre la ubicación y protección de los filtros para asegurar sostenibilidad.
- Se entregaron los filtros purificadores en el mes de agosto.
  - Se realizó una actividad protocolaria con la comisión conformada para la entrega simbólica de filtros.
  - Se hablaron de los compromisos adquiridos por los beneficiarios en el proceso de capacitación y concientización.

- Se informó que se harían visitas domiciliarias para la verificación de uso de filtros cada 3 meses.

### 3.3.4 Matriz de marco lógico y cronograma de actividades

En el cuadro 20, se presenta el marco lógico del servicio 1, en el cual se detalla la problemática identificada con sus causas, efectos, objetivos planteados y los resultados esperados, como la distribución de las actividades en el cronograma de actividades.

Cuadro 20. Matriz de marco lógico y cronograma de actividades servicio uno (1).

|   |   |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
| <b>Nombre del Servicio</b>                        | Proyecto de sensibilización ambiental y filtros purificadores de agua, como medio de contribución a una mejor salud de los habitantes del municipio de San Pablo La Laguna.   |  |  |  |
| <b>Problema (Relación causa – efecto)</b>         | Las deficientes prácticas de higiene en las familias y saneamiento básico del agua potable en el municipio han sido las principales causas de morbilidad en niños provocando aumentos en enfermedades gastrointestinales, problemas de la piel, zonas insalubres, según los registros sanitarios del centro de salud. |  |  |  |
| <b>Objetivo</b>                                   | Contribuir a una mejor salud de los habitantes de los cantones del municipio de San Pablo La Laguna.  |  |  |  |
| <b>Resultados esperados</b>                       | <b>Actividades</b>  | <b>Metas</b>   | <b>Medios de verificación</b>  | <b>Supuestos / Riesgos</b>   |
| 1. Lograr comunicación adecuada con la comunidad. | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Identificación de personas interesadas en participar.</li> <li>-Reuniones comunales para dar a conocer el proyecto.</li> <li>-Implementar talleres con temas específicos.</li> </ul>  | -Lograr una buena participación de la población participante | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Tener un 100% de participación de personas involucradas</li> <li>-Fotografías de actividades.</li> <li>-Listado de asistencia de participantes.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-La población tiene toda la disposición a formar parte del proceso del proyecto.</li> <li>-Hay una mejora en la contribución a la salud de los participantes y su familia.</li> </ul> |
| <b>Participantes y roles</b>                      | -Estudiante de EPS (acompañamiento y asistencia)  |  |  |  |

|  |  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|--|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|  | -Comunitarios y Líderes comunitarios del municipio (Realización del proyecto en conjunto)  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| <b>Recursos y presupuesto</b>                    | -Motocicleta para movilización.<br>-Computadora.<br>-Proyector.<br>-Viáticos para alimentación, combustible y transporte público (Q 2,400.00).<br>-Papelógrafos, marcadores, lapiceros, hojas, lápices, folder y adhesivos (Q. 100.00).<br>-200 revistas informativas de prácticas de higiene y usos adecuados del agua (Q600.00). |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| <b>Actividades</b>                               | <b>Meses</b>   |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|  | <b>F</b>   | <b>M</b> | <b>A</b> | <b>M</b> | <b>J</b> | <b>J</b> | <b>A</b> | <b>S</b> | <b>P</b> | <b>N</b> |
| Elaboración de plan                              |  | x        |          |          |          |          |          |          |          |          |
| Aprobación del plan                              |  |          | x        |          |          |          |          |          |          |          |
| Identificación de 200 madres de familia.         |  |          | x        |          |          |          |          |          |          |          |
| Capacitaciones sistemáticas a madres de familia. |  |          | x        | x        | x        |          |          |          |          |          |
| Capacitación de uso de filtros                   |  |          |          |          | x        |          |          |          |          |          |
| Entrega de filtros purificadores                 |  |          |          |          |          |          | x        |          |          |          |
| Presentación de informe                          |  |          |          |          |          |          |          |          |          | x        |

Fuente: elaboración propia, 2018.

### 3.3.5 Resultados

Tomando en cuenta de la problemática identificada en el municipio en el cual según los registros sanitarios del centro de salud se presentan aumentos en enfermedades gastrointestinales, problemas de la piel, zonas insalubres. Ocasionados por las deficientes prácticas de higiene en las familias y saneamiento básico del agua potable en el municipio provocando que estas sean las principales causas de morbilidad en niños.

Mediante el planteamiento de los objetivos descritos a continuación se presentarán los resultados obtenidos del proceso de implementación de este proyecto en el cual se trabajó con un grupo de 200 participantes correspondientes a familias diferentes para tener una mayor cobertura del proyecto.

### **A. Identificación de participantes en el proyecto**

Como parte inicial se realizó un primer acercamiento con un grupo conformado como comisión de agua que ha estado laborando por el bien comunitario del municipio, en este proceso se realizaron 3 reuniones en la cual se dio a conocer el proceso del proyecto:

- En la primera reunión se socializaron los fines del proyecto y los objetivos que se pretendían alcanzar tomando en cuenta la problemática identificada en el municipio.
- En la segunda reunión se realizó la distribución de la búsqueda de las 200 personas que estaban interesadas en participar en el proceso de capacitación y concientización del proyecto, en el cual se tomó en cuenta también al centro de salud quienes brindaron 50 beneficiados y 150 que se buscaron por medio de las 10 personas que conforman la comisión.
- En la tercera reunión se hablaron con las 200 participantes en el cual se les planteo la metodología a implementar en el proceso de capacitación a 200 madres de familia, los fines, beneficios que se obtendrían con este proyecto, los compromisos que iban a adquirir, se presentó el cronograma de actividades para que apartaran tiempo y se lograra la participación del total de personas.

### **B. Capacitación y concientización de participantes**

Esta fase del proyecto fue implementado en un lapso de dos meses abarcando abril y mayo.

#### **a. Primera capacitación "prácticas de higiene personal y familiar"**

Se realizó la primera capacitación en la semana del 24 al 27 del mes de abril, de los 200 participantes en el cual se abarcaron a 50 participantes por día.

Se llevó a cabo la capacitación de los participantes que asistieron a la actividad, en este se resaltó la participación de las madres en el que se formaron cinco grupos de diez integrantes asignándoles un tema para desarrollar (higiene personal, salud, limpieza, causas de

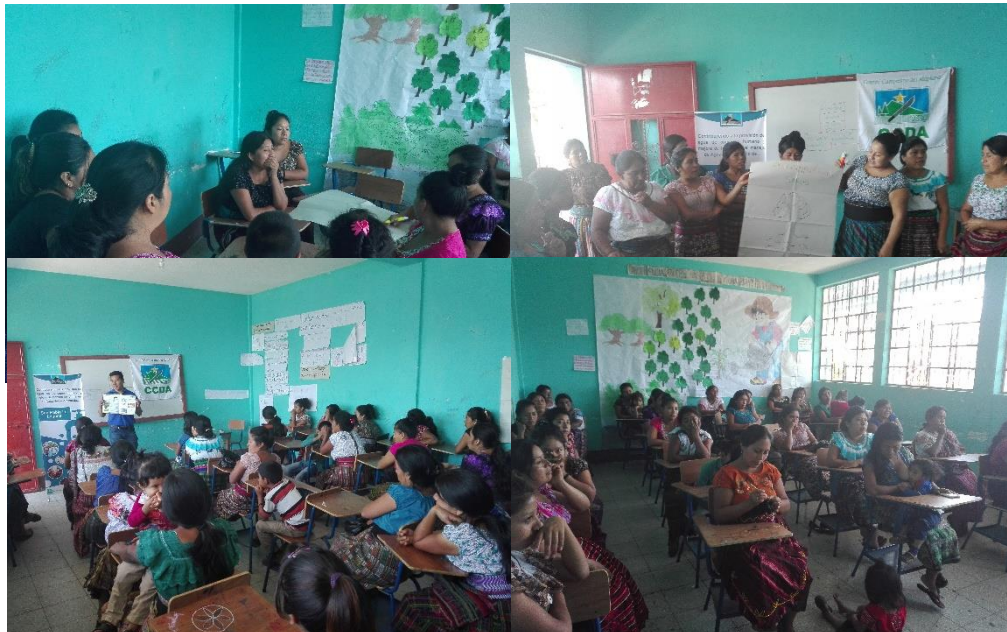
enfermedades comunes) con el fin de conocer el campo de conocimientos que se tenía sobre los temas, con el fin de un correcto intercambio de conocimientos cada grupo expuso los temas asignados hacia los demás participantes.

Posteriormente se elaboró una serie de preguntas subjetivas con el fin de propiciar la participación de las personas que integraban la capacitación en donde se abordó el tema principalmente de los beneficios de conlleva el tener una correcta higiene, en el cual cada integrante hizo su aporte respondiendo a cada una de las interrogantes.

Se entregaron las revistas ilustrativas las cuales se utilizaron como material didáctico y de forma verbal se fueron haciendo mención de cada uno de los hábitos que se deben considerar para una buena higiene, en este se resaltaron algunas más importantes como el cuidado de los ojos, la cual resulta ser una de las partes más vulnerables del cuerpo humano. Se hicieron recomendaciones sobre la correcta forma de la limpieza de partes del cuerpo que son vitales para tener una condición saludable y personal.

Se hablaron de los riesgos que se presentan al no asearse de forma adecuada, como por ejemplo el favorecimiento de transporte de gérmenes y bacterias que se origina por no hacer una limpieza adecuada de las manos y uñas. Por último se trató el tema de la importancia de tener una buena higiene en el hogar puesto que es el lugar donde todos convivimos diariamente por lo tanto debe ser un lugar donde exista un medio adecuado para interactuar.

En la figura 43, se presentan fotografías de las capacitaciones realizadas con las madres de familia.







Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 43. Capacitación sobre prácticas de higiene personal y familiar.

### **b. Segunda capacitación "usos adecuados del agua y situación actual 2018"**

Con la participación de 200 personas del municipio se logró llevar a cabo la capacitación que corresponde al tema de "Usos adecuados del agua y la situación actual", este se inició dando a conocer la importancia del recurso en la vida cotidiana de cada uno. Durante la capacitación se dieron a conocer las formas adecuadas de utilizar el agua en los hogares, como también las tendencias del recurso hídrico en los últimos años, por lo que se hizo énfasis en la concientización del mal uso y los efectos que se están viendo últimamente en este recurso.

Se formaron dos grupos de 25 cada uno en donde se les planteo una serie de preguntas subjetivas con el fin de propiciar la participación de las personas que integraban la capacitación en donde se abordó el desarrollo de problemáticas que las participantes hayan visto en su comunidad relacionadas con el agua, en el cual cada integrante hizo su aporte respondiendo a cada una de las interrogantes.

Tomando en cuenta el listado de problemas que cada grupo elaboro y explico al otro grupo de participantes, se trató de encontrar una solución más viable siempre y cuando estuviese al alcance de cada uno. Se hicieron recomendaciones sobre la formas de ahorrar agua, hábitos de higiene, disminución de la contaminación para no tener efectos negativos para el recurso en el futuro.

En la figura 44, se muestran algunas fotografías sobre las actividades realizadas en las capacitaciones.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 44. Capacitación "usos adecuados del agua y situación actual 2018".

## **C. Entrega de los filtros purificadores y capacitación de uso de estos**

### **a. Capacitación a madres sobre "uso y manejo de filtros"**

Se realizó la última capacitación a participantes en las fechas 18 al 21 de junio, en el cual se abordó el tema de "Usos y manejo de filtros purificadores de agua". Por medio de la implementación de esta capacitación se culminó el proceso de 200 participantes, en este se abordaron temas que están muy relacionados con el recurso hídrico en el municipio, los problemas que existen y algunas iniciativas que se pueden realizar enfocándose también en la concientización de la contaminación y principalmente recomendaciones sobre el uso de agua y prácticas de higiene.

Este se inició con un recordatorio de los temas vistos en las capacitaciones anteriores los cuales correspondieron principalmente a:

- Higiene personal.
- Formas adecuadas de aseo del cuerpo.
- Importancia de la limpieza en el hogar.
- Higiene familiar.
- Importancia del recurso hídrico.
- Optimización del agua.
- Alternativas de aprovechamiento.
- Situación actual del agua a nivel de municipio.
- Análisis de los problemas del agua a nivel local.

De forma gráfica con la ayuda de papelografos se dio a explicar la constitución de los filtros los cuales contienen tres capas filtrantes en donde se expusieron las funciones de cada uno de estos al momento de limpiar el agua.

Tomando en cuenta que se explicó la constitución de cada filtro, se dio a conocer también las instrucciones de utilización las cuales fueron desde la primera utilización, la forma de realizar el lavado de la unidad filtrante, lavado de la cubeta, recomendaciones en el cuidado, formas de cuidar la unidad, vida útil del barro filtrante, ubicación correcta del filtro en el

hogar, protecciones de este, precauciones y se resaltó el compromiso que debe tener cada persona beneficiada en el uso y cuidado de este.

En la figura 45, se muestra la participación de grupos de madres de familia en los centros de reuniones.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 45. Capacitación a madres sobre uso y manejo de filtros de agua.

### **b. Se entrega de filtros purificadores de agua**

Como parte de finalización del proceso del proyecto se realizó la entrega final de las unidades de filtros en el cual se presentó a todos los integrantes de la comisión que apoyó en la búsqueda de beneficiarios que han estado trabajando en los procesos organizativos del proyecto y el equipo del proyecto que estuvo a cargo de la implementación de este en el municipio de San Pablo La Laguna. De la misma manera se les dio a conocer a todas las personas beneficiadas sobre la responsabilidad que deben tener al momento de utilizar las unidades, los usos adecuados y la replicación de los conocimientos adquiridos en las capacitaciones.

Por último se mencionó que se harían monitoreos de los usos de este para verificar el funcionamiento, el cual estaría a cargo de los integrantes de la comisión conformada.

En la figura 46, se muestran fotografías de la culminación del proyecto.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 46. Entrega de filtros purificadores de agua.

### **3.4 SERVICIO 2: REFORESTACIÓN DE ZONAS ALEDAÑAS AL NACIMIENTO XE'SAQAB'AAJ DEL MUNICIPIO DE SAN PABLO LA LAGUNA, PARA SU PRESERVACIÓN**

El aumento de la cobertura forestal en las zonas cercanas al nacimiento propiciará que exista una mayor protección y recarga hídrica; esto se puede lograr mediante la implementación de una jornada de reforestación donde el mayor porcentaje del mismo sean especies nativas del área.

#### **3.4.1 Objetivos**

##### **A. Objetivo general**

Establecer mediante reuniones comunales un proceso de reforestación para implementarla e incrementar la cobertura forestal.

## **B. Objetivos específicos**

1. Concientizar a la población sobre la importancia de la reforestación donde se ubica el nacimiento de agua.
2. Evaluar especies forestales nativas para ser utilizadas como parte de la reforestación.

### **3.4.2 Población objetivo**

La comunidad de San Pablo la Laguna fue la población prioritaria debido a que serán afectadas a futuro si no se plantean planes de manejo forestal en las zonas altas.

### **3.4.3 Metodología**

#### **A. Fase inicial**

En esta fase se gestionó la participación de todas las partes involucradas; en el cual se identificaron las especies nativas del lugar para ser utilizadas.

- Se coordinó una reunión con 5 líderes comunitarios para la socialización de información sobre el proyecto a implementar.
- Se programaron fechas para los meses de abril, mayo y junio para el inicio de concientización, socialización del proyecto y programación de actividades en conjunto con 25 personas que se involucraron en el proceso.
- Se realizó una visita de campo para el monitoreo de las áreas posibles a reforestar, priorización de las mismas e identificación de especies nativas con el acompañamiento de líderes comunitarios.

#### **B. Fase media**

Consistió en realizar un proceso de múltiples actividades de concientización sobre la importancia de reforestación y la involucración de los líderes comunitarios y sociedad civil.

- Se invitó a personas del municipio con el acompañamiento de dos líderes comunitarios.
- Se socializó del proyecto a las 25 personas participantes del proyecto.

- Se realizó la implementación de primer taller en el mes de abril, eje temático “importancia del recurso hídrico, derechos y obligaciones”.
- Se implementó del segundo taller en el mes de mayo, eje temático “función y dinámica de los bosques”.
- Se implementó del tercer taller en el mes de junio “forma de planificar actividades y programación de la reforestación”.

### C. Fase final

Se realizó la reforestación para protección de nacimientos en las zonas montañosas del municipio, con la participación de los líderes comunitarios y población en general.

- Se identificó y priorizó un lugar a reforestar, considerando criterios técnicos y de los participantes en el proyecto.
- Se identificaron claros y zonas con poca cobertura forestal para reforestar el área seleccionada.
- Se realizó la compra de 300 árboles de Aliso.
- Se implementó la reforestación para el mes de julio, con la participación de las personas involucradas.

#### 3.4.4 Matriz de marco lógico y cronograma de actividades

En el cuadro 21, se presenta el marco lógico del servicio 1, en el cual se detalla la problemática identificada con sus causas, efectos, objetivos planteados y los resultados esperados, como la distribución de las actividades en el cronograma de actividades.

Cuadro 21. Matriz de marco lógico y cronograma de actividades servicio dos (2).

|   |   |
|---|---|
| <b>Nombre del Servicio</b>                | Reforestación de zonas aledañas al nacimiento Xe’saqab’aaj del municipio de San Pablo La Laguna, para su preservación.  |
| <b>Problema (Relación causa – efecto)</b> | La tala ilícita de árboles, factores ambientales como incendios forestales de una u otra forma llega a afectar la recarga hídrica y pequeños afluentes de agua que se originan en las montañas del municipio por lo cual se puede llegar a disminuir significativamente |
| <b>Objetivo</b>                           | Preservación del nacimiento de Xe’saqab’aaj del San Pablo La Laguna.  |

| Resultados esperados                               | Actividades   | Metas                                       | Medios de verificación   | Supuestos / Riesgos   |          |          |          |          |          |          |
|--|---|---|--|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1. Lograr comunicación adecuada con la comunidad.  | -Reuniones comunales.<br><br>-Implementar talleres con temas específicos.   | -Tener una buena respuesta de la población. | -Tener un 80% de participación de personas involucradas.<br><br>-Fotografías de actividades.<br><br>-Listado de asistencia de participantes. | -La población tiene toda la disposición a participar.<br><br>-Hay una correcta contribución a las zonas de recarga hídrica. |          |          |          |          |          |          |
| 2. Aumentar la cobertura forestal.                 | -Jornada de reforestación.  | -Contribuir a la protección de nacimientos. | -La cobertura forestal de un área específica aumenta un 10 %.  |   |          |          |          |          |          |          |
| <b>Participantes y roles</b>                       | -Estudiante de EPS (Acompañamiento y asistencia).<br><br>-Comunitarios y Líderes comunitarios del municipio (Realización del proyecto en conjunto).   |   |  |   |          |          |          |          |          |          |
| <b>Recursos y presupuesto</b>                      | -Motocicleta para movilización.<br><br>-Computadora.<br><br>-Proyector.<br><br>-Viáticos para alimentación, combustible y transporte público (Q. 1,500.00).<br><br>-Papelógrafos, marcadores, lapiceros, hojas, lápices, folder y adhesivos (Q. 100.00).<br><br>-300 plántulas en bolsa de la especie Aliso ( <i>Alnus jorullensis</i> ) para reforestar (Q. 450.00). |   |  |   |          |          |          |          |          |          |
| <b>Actividades</b>                                 | <b>Meses</b>  |   |  |   |          |          |          |          |          |          |
|  | <b>F</b>  | <b>M</b>                                    | <b>A</b>   | <b>M</b>  | <b>J</b> | <b>J</b> | <b>A</b> | <b>S</b> | <b>P</b> | <b>N</b> |
| Elaboración de plan                                |   | X   |  |   |          |          |          |          |          |          |
| Aprobación del plan                                |   |   | X  |   |          |          |          |          |          |          |
| Evaluar especies nativas del área, para reforestar |   |   | X  |   |          |          |          |          |          |          |
| Concientizar a la población sobre la               |   |   | X  | X   | X        |          |          |          |          |          |



|                           |  |  |  |  |  |   |  |  |  |   |
|---------------------------|--|--|--|--|--|---|--|--|--|---|
| importancia de reforestar |  |  |  |  |  |   |  |  |  |   |
| Implementar reforestación |  |  |  |  |  | X |  |  |  |   |
| Presentación de informe   |  |  |  |  |  |   |  |  |  | X |

Fuente: elaboración propia, 2018.

### 3.3.5 Resultados

Tomando en cuenta el objetivo que se planteó en los servicios, para el logro de este se realizó una serie de actividades, en los cuales se presentan los resultados del primer objetivo a continuación:

- Inicialmente se visitó el municipio de San Pablo la Laguna, en donde se buscó comunicación con personas del municipio.
- Posteriormente a esto se realizó una primera reunión con 5 líderes comunitarios en el mes de marzo con el fin de socializarles la información del proyecto, en el cual se les explicaron los motivos, los beneficios que se obtendrían y la dinámica en la que se desarrollaría la actividad.
- En el mes de marzo se realizó una segunda reunión en el cual ya se incluyeron a las personas que participarían en la actividad,
- En conjunto se desarrolló un pequeño plan en el cuál se establecieron fechas para la implementación de tres talleres para tratar temas relacionados a la reforestación, socialización del proyecto y la fecha de implementación de la reforestación.
- Se visitaron también las zonas montañosas del municipio en el cual conjuntamente se realizó una priorización del sitio a intervenir, en el cual se identificó la falta de cobertura forestal, los riesgos que se podían presentar en el futuro y se identificaron especies nativas de la zona con el acompañamiento de los participantes.

#### A. Primer taller “importancia del recurso hídrico y manejo de cuencas”

Debido a que el municipio de San Pablo es uno de los municipios que pertenece a la cuenca del lago de Atitlan, el primer taller fue implementado con el fin de dar a conocer a los participantes la situación actual y la postura del aspecto social ante este sistema natural.

Como parte formativa del taller se inició dando a conocer conceptos de que es una cuenca, la dinámica y funcionamiento de este sistema natural, con el apoyo de papelógrafos y marcadores como material didáctico se dio a conocer la estructura de una cuenca, como es que generalmente se constituye, debido a que es un sistema en el que interactúa la sociedad, el aspecto político, económico, medio natural y el recurso hídrico principalmente. Se brindaron también datos sobre la cuenca del lago de Atitlan como; área, volumen de agua, territorios que la integran, población que la constituye entre otros, su situación actual, las problemáticas que se han originado como también las pocas soluciones que se les han dado a estas.

En la figura 47, se presenta una fotografía de la inclusión participativa de los que asisten al taller.



Fuente: elaboración propia 2018.

Figura 47. Taller “importancia del recurso hídrico y manejo de cuencas”.

Otro de los temas principales abordados en el taller fue dar a conocer todos los aspectos que implica el tema de manejo de cuencas y el papel que juegan las comunidades en este. Al grupo de participantes se les dio a conocer las funciones de una cuenca que van desde el factor ambiental, ecológico, hidrológico hasta los factores socioeconómicos, en donde se resaltó principalmente las interacciones que existe en una cuenca y las implicaciones que tienen cada una de las acciones del aspecto social en el sistema, dando como resultado causas y efectos positivos o negativos que se han mostrado en la actualidad o que se puedan ver en el futuro.

## B. Segundo taller “función y dinámica de los bosques”

Tomando en cuenta que el enfoque del proyecto es la reforestación, este taller implementado fue específicamente para dar a conocer la función que realizan los árboles en el medio natural, los bienes eco sistémicos que brindan y la importancia de estos.

Para fortalecer los conocimientos de los participantes, se llevó a cabo el taller en el cual se abordó como tema principal “Los bosques”, en este se le dio a conocer a los participantes los tipos de bosques que existen, en el cual se mencionaron los tipos de bosques que se encuentran en el municipio de San Pablo La Laguna y comunidades aledañas. Se dio a conocer también la importancia de este en las comunidades y el papel social que le corresponde a las poblaciones rurales para realizar un uso integrado de los recursos que los rodean.

En la figura 48, se muestran fotografías de las personas que asisten al taller realizado en un centro educativo.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 48. Taller “función y dinámica de los bosques”.

Con el fin de hacer conciencia sobre la problemática del recurso bosque que se tiene en el país, se trataron los siguientes temas:

- La deforestación que existe a nivel local, departamental y nacional.
- Las causas y efectos que conlleva esta acción.
- La inconciencia que existe por la población, como los descuidos que originan los incendios forestales.

- La poca obligación que presentan los pobladores respecto a la retribución al medio natural.
- La necesidad que existe para la repoblación forestal en los alrededores de los manantiales de agua.
- Acciones que se pueden realizar para la conservación de los bosques.

### **C. Tercer taller “formulación, planificación de actividades y programación de proceso de reforestación”**

Con el fin de que los integrantes del grupo focal con el que se estuvo trabajando tuviesen iniciativas y herramientas para elaboración de proyectos, en el taller realizado se abordó este tema para contribuir en la ampliación de conocimientos de cada participante.

Tomando en cuenta eso, se implementó el taller de elaboración de proyectos, en el cual se abordaron los siguientes temas:

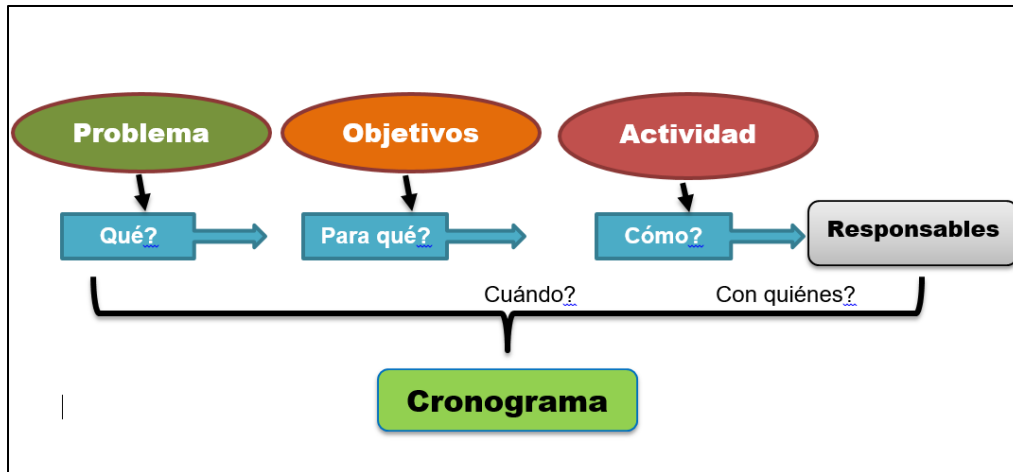
#### **a. Dar a conocer lo que implica un proyecto para su formulación**

Con la participación de 7 integrantes de la comisión de agua se llevó a cabo el taller en el cual se dieron a conocer todos los conceptos relacionados a la formulación de proyectos, en donde se resaltó principalmente la importancia de planificar actividades ya que es un término que va ligado a la elaboración de proyectos.

#### **b. Dar a conocer la estructura de un proyecto**

Se dialogó con los participantes que un proyecto resulta ser un planteamiento escrito de las acciones necesarias para resolver un problema. El cual conlleva un esquema muy bien ordenado de actividades y los recursos que se cuentan respecto al tiempo.

En la figura 49, se muestra el esquema de proyecto elaborado para la elaboración del ensayo con los participantes.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 49. Esquema de formulación del proyecto de reforestación.

En las figuras anteriores se representa la estructura que se trabajó con el grupo, en el cual se describieron los aspectos mínimo que debe llevar un proyecto, el cual debe tener planteamiento del problema, definición de objetivos general y específicos, actividades acorde a los objetivos, responsables directos para las tareas asignadas, metodología y un cronograma de actividades.

### c. Elaborar un ensayo práctico en la formulación del proyecto de reforestación

Por último, con el acompañamiento a los participantes se realizó un ensayo de planificación de un proyecto de reforestación, en el cual como grupo de trabajo se priorizaron las zonas aledañas a los nacimientos de agua, en el que se definieron objetivos y actividades a realizar para poder llevar a cabo la reforestación, elaborando también un cronograma de actividades y el establecimiento de responsables para las actividades.

En las fotografías siguientes se muestran a los participantes desarrollando la propuesta de proyecto de reforestación a elaborar, en el cual realizaron aportes jóvenes, hombres y mujeres.

En la figura 50, se muestran fotografías de los participantes trabajando en la formulación participativa del proyecto durante el taller.

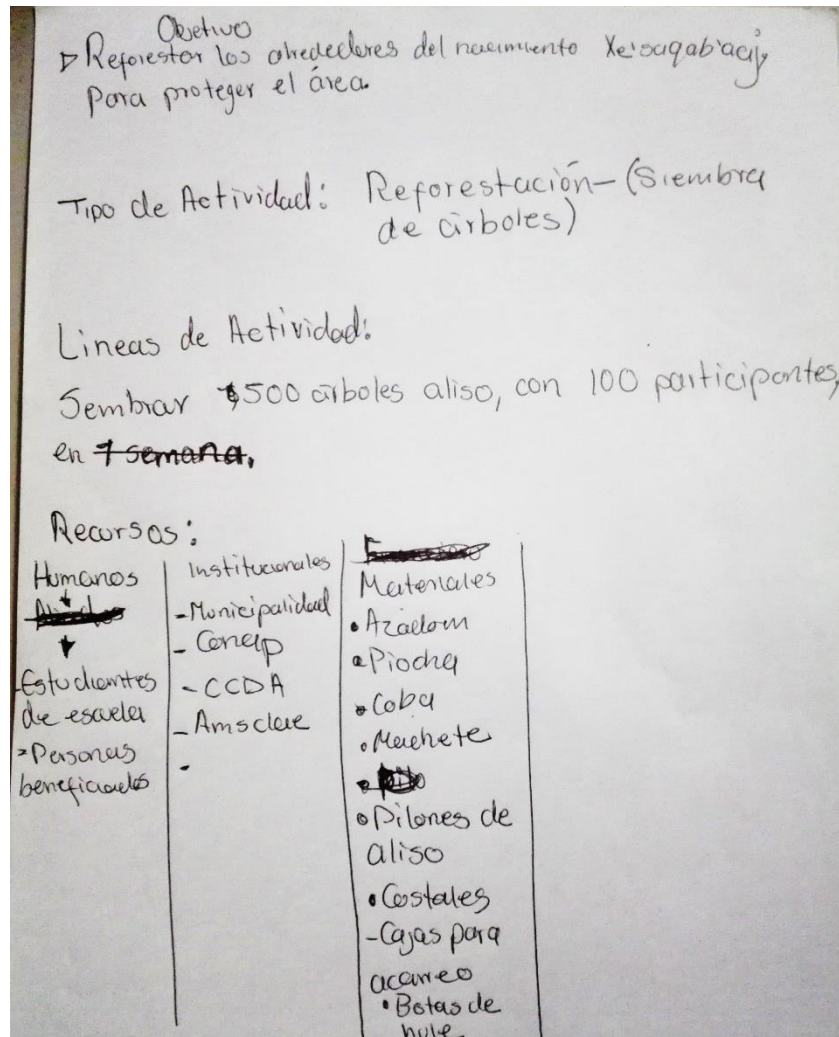


Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 50. Taller “formulación, planificación de actividades y programación de proceso de reforestación”.

Cabe mencionar que dentro de esta actividad al finalizar la propuesta, en conjunto los participantes dieron a conocer cada uno de los aspectos que incluyeron, en el cual se hicieron algunas observaciones tomando en cuenta los criterios comunitarios sobre el lugar y conocimientos sobre reforestación como; aspectos que se deben tomar en el transporte de plantas, ahoyado previo a la reforestación, materiales, herramientas, recurso humano, organización de los participantes, información de la actividad, fechas para la reforestación.

A continuación en la figura 51, se muestran fotografías del trabajo elaborado por los participantes en el taller implementado.

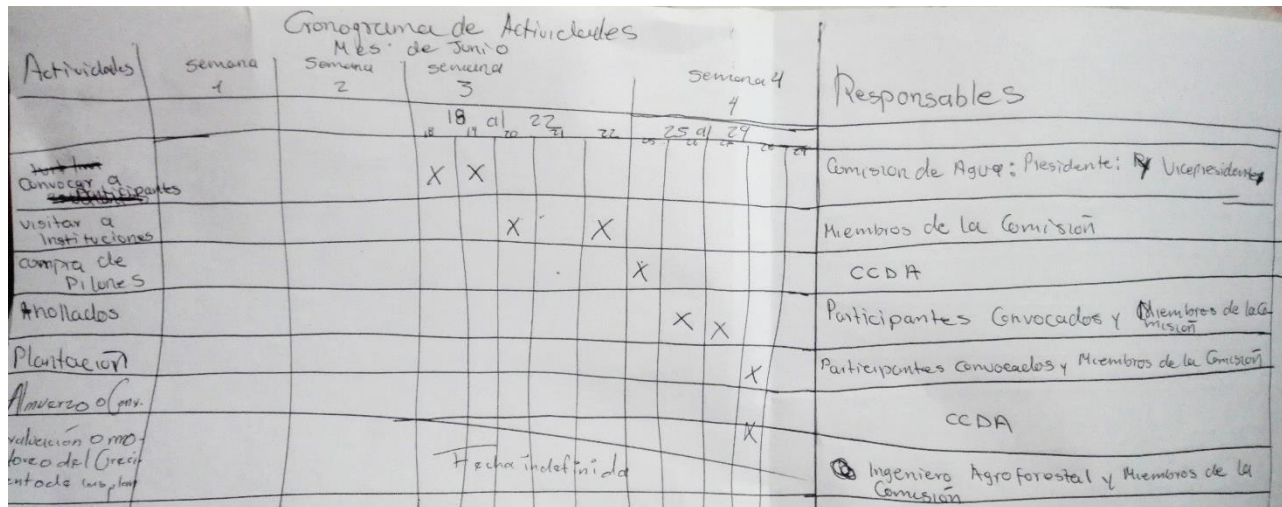


Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 51. Estructuración del proyecto de reforestación.

En la fotografía anterior se describe de forma muy general los aspectos que se tomaron en cuenta, como el objetivo planteado, la línea de la actividad, todos los recursos necesarios para desarrollar la actividad, como también los actores a intervenir en la actividad.

En la figura 52, se muestra el cronograma de actividades propuesto y elaborado por los participantes del taller.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 52. Cronograma de actividades para la reforestación.

En la fotografía anterior se presenta el cronograma de actividades elaborado por los participantes, en el cual se planteó inicialmente implementar el proyecto de reforestación en las últimas dos semanas de junio, sin embargo esta se llevó a cabo en el mes de julio. En el cronograma se colocó cada una de las actividades necesarias para la actividad, distribuidas en dos semanas, en las cuales se asignaron responsables directos para el cumplimiento de cada una de estas.

#### D. Reforestación para la protección del nacimiento Xe'saqab'aj

Tomando en cuenta que en los últimos 10 años se ha presentado un aumento de deforestación para uso energético e incendios provocados, originando la disminución de caudales de las corrientes superficiales como los ríos y los manantiales, como parte de los talleres de importancia de los bosques, manejo de cuencas y elaboración de proyectos, surgió la implementación del proyecto de reforestación en una de los nacimientos para la protección del agua en el municipio de San Pablo La Laguna.

Lo cual estuvo a cargo del grupo de personas con los que se estuvo trabajando, estudiante de EPS, participación de profesores de nivel básico, primario y personas en general que pudieron asistir a la actividad.

Para la elaboración de la actividad se realizó una capacitación previa con todos los participantes en el cual se explicó el surgimiento de la idea, la razón del proceso de reforestación, los aspectos que se debían tomar en cuenta, la necesidad de realizar una reforestación en las zonas de recarga hídrica y la obligación que se tiene como parte social



del ambiente a retribuir de alguna forma al bien natural; posterior a esto se organizó de forma conjunta los preparativos de materiales y equipo para realizar una correcta reforestación.

Se reforesto una totalidad de 300 árboles de la especie Aliso (*Alnus sp.*) los cuales son una especie que se adapta a las condiciones identificadas en las montañas de San Pablo ya que la mayoría de especies que se encuentran ahí son árboles de hoja ancha mayormente, tomando en cuenta que la especie reforestada se conoce como un indicador de abundancia de humedad.

En la figura 53, se muestran fotografías del trabajo realizado por las personas participantes en el traslado de los árboles de Aliso hacia el lugar de reforestación.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 53. Reforestación del nacimiento Xe'saqab'aaj.