

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**



**APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA A TRAVÉS DE ALJIBES EN LA
COLONIA VISTAS DE SAN LUIS, MUNICIPIO DE SAN PEDRO AYAMPUC,
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA COMO ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN
SOCIAL.**

Lic. KEVIN ESTUARDO COJON BARRIENTOS

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2020

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**



**APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA A TRAVÉS DE ALJIBES EN LA
COLONIA VISTAS DE SAN LUIS, MUNICIPIO DE SAN PEDRO AYAMPUC,
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA COMO ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN
SOCIAL**

Informe final de trabajo profesional de graduación para la obtención del Grado de Maestro en Artes, con base en el "Instructivo para elaborar el trabajo profesional de graduación", Aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SEPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

AUTOR: LIC. KEVIN ESTUARDO COJON BARRIENTOS

DOCENTE: M.S.C. ROSA FERDINANDA SOLÍS MONROY

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

Decano: Lic. Luis Antonio Suárez Roldán
Secretario: Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Vocal Primero: Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez
Vocal Segundo: Dr. Byron Giovanni Mejía Victorio
Vocal Tercero: Vacante
Vocal Cuarto: BR. CC.LL. Silvia María Oviedo Zacarías
Vocal Quinto: P.C. Omar Oswaldo García Matzuy

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN DEL TRABAJO PROFESIONAL DE
GRADUACIÓN

Presidente: Msc. José Ramón Lam Ortíz
Secretario: Msc. Luis Eduardo Granados Friely
Vocal I: Msc. Mario David Gabriel Echeverría



ACTA No. MFEP-28-2020

De acuerdo al Estado de Emergencia Nacional decretado por el Gobierno de la República de Guatemala y a las resoluciones del Consejo Superior Universitario, que obligaron a la suspensión de actividades académicas y administrativas presenciales en el Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ante tal situación la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas, debió incorporar tecnología virtual para atender la demanda de necesidades del sector estudiantil, por lo que en esta oportunidad nos reunimos de forma virtual los infrascritos miembros del Jurado Examinador, el Domingo 04 de octubre de 2020, a las 11:00 horas, para practicar el EXAMEN PRIVADO DEL TRABAJO PROFESIONAL DE GRADUACION del Licenciado **Kevin Estuardo Cojon Barrientos**, carné No. 201120788, estudiante de la sección **A** de la Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de **Maestro en Artes** en Formulación y Evaluación de Proyectos. El examen se realizó de acuerdo con el Instructivo, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SÉPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado -SEP- de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

Cada examinador evaluó de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido profesional del informe final presentado por el sustentante, denominado "**APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA A TRAVÉS DE ALIBES EN LA COLONIA VISTAS DE SAN LUIS, MUNICIPIO DE SAN PEDRO AYAMPUC, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA COMO ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN SOCIAL.**", dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. El examen fue **APROBADO** con una nota promedio de **87** puntos, obtenida de las calificaciones asignadas por cada integrante del jurado examinador. El Tribunal hace las siguientes recomendaciones: Que el estudiante atienda las siguientes recomendaciones: Que cada uno de la Terna Evaluadora incorporó en cada documento del Trabajo Profesional de Graduación que se adjunta, para lo cual dispone de cinco (5) días hábiles de acuerdo con el Instructivo para Elaborar Trabajo Profesional de Graduación para optar a la Maestría en Artes.

En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los cuatro días del mes de octubre del año dos mil veinte.

Msc. José Ramón Lam Ortiz
Coordinador

Msc. Luis Eduardo Granados Friely
Evaluador

Msc. Mario David Gabriel Echeverria
Evaluador

Lic. Kevin Estuardo Cojon Barrientos
Postulante



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRIA EN ARTES EN FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS

ADENDUM al ACTA No. MFEP-28-2020

El infrascrito Coordinador del Jurado Examinador CERTIFICA que el estudiante Kevin Estuardo Cojon Barrientos, carné No. 201120788 incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro de la terna evaluadora.

Guatemala, 14 de octubre de 2020.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'José Ramón Lam Ortiz', written over a horizontal line.

(f)

Msc. José Ramón Lam Ortiz
Coordinador



Ref. EEP Of. MFEP-23-2020

Guatemala, 13 de noviembre de 2020.

Licenciado

Luis Antonio Suárez Roldán

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

Presente

Señor Decano:

De conformidad con lo establecido en el Instructivo para Elaborar el Trabajo Profesional de Graduación para Optar a la Maestría en Artes, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SEPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018, la Terna Evaluadora aprobó el trabajo profesional de graduación denominando **"APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA A TRAVÉS DE ALJIBES EN LA COLONIA VISTAS DE SAN LUIS, MUNICIPIO DE SAN PEDRO AYAMPUC, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA COMO ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN SOCIAL."**, presentado por el Licenciado Kevin Estuardo Cojón Barrientos, carné No. 201120788, estudiante de Programa de **Maestría en FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS**, según consta en el Acta No. MFEP-28-2020, del 04 de octubre del año 2020, de la Escuela de Estudios de Postgrado.

Por lo anterior y en virtud que el postulante cumplió con los requisitos establecidos durante la presentación del Trabajo Profesional de Graduación, la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, **SOLICITA AUTORIZACIÓN PARA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO PROFESIONAL DE GRADUACIÓN y la FECHA para la realización del ACTO DE JURAMENTACIÓN Y GRADUACIÓN** donde se le otorgará al profesional referido, el Grado Académico de **MAESTRO EN ARTES**.

"Id y Enseñad a Todos"

Atentamente,

Msc. Carlos Humberto Valladares Gálvez
Director, Escuela de Estudios de Postgrado



c.c. Expediente Estudiante

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS:** Por permitirme el privilegio de llegar a este día, por guiarme en mi camino, y por permitirme alcanzar tan anhelada meta.
- A MI MADRE:** Por ser el motor de mi vida, por ser el mejor ejemplo que pude tener y por todos los esfuerzos y dedicación que me ha dado durante toda la vida.
- A MI NOVIA:** Por ser mi compañera de fórmula, mi apoyo en los momentos difíciles, y la compañía ideal durante toda la carrera académica.
- A PRIMOS:** Porque su llegada a mi vida fue un aliciente más para poder ser un profesional y brindarles un buen ejemplo.
- A MIS AMIGOS:** Flor Soyos, por su apoyo y facilidades prestadas para el desarrollo de esta investigación

Carlos Cuque por toda su valiosa ayuda y asesoramiento técnico para el desarrollo de esta propuesta.
- A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO Y DE TRABAJO** Por toda su ayuda y apoyo, por permitirme formar parte de sus vidas y ayudar a mi crecimiento académico y profesional.
- A LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO:** Por brindarme la oportunidad de perfeccionar y ampliar mis conocimientos, por darme la oportunidad de ser un mejor profesional y alcanzar la excelencia.
- A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:** Por permitirme la oportunidad de ser profesional, por darme el privilegio de tener una educación superior ya que sin ella muy probablemente no lo hubiera alcanzado.

CONTENIDO

RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	iii
1. ANTECEDENTES	1
1.1 Antecedentes de la Colonia Vistas de San Luis	1
1.2 Antecedentes del Problema de Investigación.....	2
1.3 Antecedentes de Proyectos de Aljibes	3
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Proyecto	5
2.1.1 Importancia de un proyecto.....	6
2.1.2 Ubicación de un proyecto	6
2.2 Solución Social	7
2.3 Sistema de captación de Agua de Lluvia.....	7
2.3.1 Usos de un sistema de captación de Agua de lluvia	8
2.4 Componentes de un sistema de agua de lluvia	9
2.4.1 Captación	9
2.4.2 Recolección y Conducción	10
2.4.3 Filtro (interceptor).....	11
2.4.4 Almacenamiento	12

2.4.5	Tratamiento y mantenimiento.....	13
2.5	Ventajas de la utilización del agua de lluvia.....	14
2.6	Aljibe	14
2.6.1	Aljibe Autónomo	15
2.6.2	Batería Sanitaria	16
3.	METODOLOGÍA.....	17
3.1	Definición del Problema.....	17
3.2	Delimitación del Problema:.....	18
3.2.1	Unidad de Análisis.....	18
3.2.2	Período a Investigar.....	18
3.2.3	Ámbito Geográfico.....	19
3.3	Objetivos	19
3.3.1	Objetivo General	19
3.3.2	Objetivos Específicos.....	19
3.4	Justificación.....	20
3.5	Método	21
3.6	Técnicas de Investigación Aplicadas.....	22
3.6.1	Técnicas de Investigación Documental.....	23
3.6.2	Técnicas de Investigación de Campo	23

3.6.3	Técnica de Muestreo:	24
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	25
4.1	Características de la Colonia Vistas de San Luis y de las viviendas para la Implementación de Aljibes.	25
4.1.1	Posición y ubicación geográficas de la colonia	25
4.1.2	Vías de acceso	26
4.1.3	Tipo de viviendas.....	27
4.1.4	Sistema de abastecimiento de agua.	29
4.1.5	Promedio de consumo de agua y características de los inmuebles....	29
4.1.6	Resultados de la entrevista	30
4.2	Tipos de aljibes propuestos	31
4.2.1	Aljibe de Polietileno.....	32
4.2.2	Aljibe Expuesto de forma Cilíndrica.....	33
4.2.3	Aljibe Subterráneo.....	34
4.3	Especificaciones para el diseño de sistemas de captación de agua de lluvia para uso Doméstico	35
4.3.1	Especificaciones Técnicas para el Aljibe de Polietileno	35
4.3.1.1	Materiales.....	37
4.3.2	Especificaciones Técnicas para el Aljibe Expuesto	38
4.3.3	Especificaciones Técnicas para el Aljibe Subterráneo	41

4.3.3.1 Materiales.....	41
4.4 Estimación de costos para la Implementación de Aljibes	44
4.4.1 Estimación de costo para aljibe de Polietileno	44
4.4.2 Estimación de costo para Aljibe de Cemento Expuesto	45
4.4.3 Estimación de costo para Aljibe de Subterráneo.....	46
4.5 Estimación de volumen de oferta, volumen de demanda de agua y la Recuperación de la Inversión para los aljibes.	47
4.5.1 Estimación de la Oferta.....	47
4.5.2 Calculo de captación de agua de lluvia.	48
4.5.3 Estimación de la Demanda de Agua.	50
4.5.4 Comparación oferta y demanda de agua por tipo de aljibe.	51
4.5.4.1 Aljibe de polietileno.	51
4.5.4.2 Aljibe Expuesto.	52
4.5.4.3 Aljibe Subterráneo.	53
4.5.5 Estimación del periodo de recuperación y beneficio económico por ahorro en gasto de agua.	54
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	61
BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLAS.....79

ÍNDICE DE FIGURAS80

ACRÓNIMOS

AMA	Asociación Misiones Ambientales
APRESAL	Apoyo a la Reforma del Sector Salud en Guatemala.
ASORECH	Asociación Regional Campesina Ch'ortí.
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
FUNDAECO	Fundación Ecológica.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Vulcanología Meteorología e Hidrología
INTA	Instituto de Tecnología Agropecuaria
ONU	Organización de las Naciones Unidas.
OPS	Organización Panamericana de la Salud.
PNUD	Programa de las Naciones Unidas
SCAPT	Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos.
SEGEPLAN	Secretaría de Planificación y Programación.
UNATSABAR	Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural

RESUMEN

Toda sociedad tiene necesidades las cuales debe satisfacer, hay diversos tipos, pero las más importantes son las necesidades básicas y en este caso se pueden catalogar necesidades tales como: el acceso a una vivienda, el acceso a la salud, el acceso a la educación o bien al servicio de agua potable para uso doméstico. En este sentido se puede pensar que las ciudades o los municipios circundantes a las metrópolis no carecen o adolecen la falta de estos servicios, pero la realidad con la que vive Guatemala es muy diferente ya que muchas de las áreas rurales, los departamentos y de la metrópoli o la ciudad carecen de un servicio básico y fundamental como lo es el agua potable, este problema se acentúa más en los municipios con poblaciones densas o bien ciertamente alejado de los cascos urbanos.

El problema de investigación que se ha detectado en la colonia Vistas de San Luis Municipio de San Pedro Ayampuc está relacionado a la escasez de agua con la que se encuentra esta colonia, dado que el servicio les es prestado tan solo dos veces por semana y por una periodicidad de aproximadamente cuatro horas cada vez que les es suministrado el servicio, ante tal problemática se planteó la pregunta: ¿Cómo se puede aprovechar el Agua de Lluvia A Través de Aljibes en la Colonia Vistas de San Luis, Municipio de San Pedro Ayampuc, Departamento de Guatemala como Alternativa de Solución Social?, al responder esta pregunta les permitirá poder paliar la situación que les aqueja actualmente.

El aljibe consiste en un sistema de recolección del agua de lluvia para su posterior almacenamiento y utilización en domicilios y comunidades con difícil acceso al vital líquido, este es un sistema amigable con el medio ambiente porque aprovecha los recursos proporcionados por el mismo y su costo es relativamente bajo y fácil de implementar.

La presente investigación se realizó con base en el método científico, para poder determinar cuáles eran las características de la colonia y las necesidades más

puntuales de la misma, con el fin de brindar la solución que mejor se adapte a dichas necesidades.

Dentro de los resultados más destacados se encuentran que: la colina esta aproximadamente a 400 metros de la vía principal, colinda con la Finca El Carrizal, con las colonias Planes de San Luis y Vistas de San Pedro, es un tanto amplia, ya que cuenta con una extensión de 2.6 Km. cuadrados esto se constató mediante el uso de la herramienta Google Earth y en su interior cuenta con 400 viviendas, de las cuales hay diversidad de tipos de construcciones, que van desde la más sencilla hasta viviendas bastante complejas y de hasta tres y cuatro niveles lo cual se pudo evidenciar mediante las visitas de campo y un recorrido a lo largo de la colonia.

Según las características de las viviendas de la colonia se determinó que uno de los aljibes que mejores beneficios y facilidades puede ofrecer es el aljibe de polietileno por los materiales que usa, los cuales son de fácil acceso y no requiere de una mano de obra excesivamente calificada, aunado a ello se realizan dos propuestas más, con una complejidad un poco mayor como lo son el aljibe expuesto de cemento o bien el aljibe subterráneo, ambos con base de ferrocemento y algunas que otras modificaciones las cuales le dan características a cada uno, en cuanto a costos el más bajo es de Q. 5,814.95 el cual es para el aljibe de polietileno, Q. 6,326.00 para el expuesto pero que requiere un espacio mayor para su implementación y finalmente el aljibe subterráneo que se asemeja mucho a una cisterna y tiene un costo de Q.8,260.00.

Los aljibes pueden proporcionar perfectamente el agua para el uso doméstico, así como el almacenamiento del agua necesaria para que las personas de la colonia puedan desarrollar todas sus actividades sin ningún tipo de inconvenientes, dadas sus características y que conservan las propiedades del agua como tal para ser apta para el uso doméstico.

INTRODUCCIÓN

El objeto de estudio en la presente investigación es evaluar la problemática de la escasez e intermitencia del servicio de agua potable en la colonia Vistas de San Luis del Municipio de San Pedro Ayampuc, Departamento de Guatemala, el agua potable es un servicio básico y esencial, sin el cual no pueden subsistir las familias y es algo a lo que hay que darle una prioridad ya que es una necesidad básica la que se está dejando de atender.

El problema de investigación se refiere específicamente a que el servicio de agua potable de la Colonia Vistas de San Luis es escaso, dicho servicio se presta solamente dos veces por semana y en una cantidad de tiempo limitado, alrededor de cuatro horas por día, el suministro de agua potable por tandeo ha llevado a preguntarse ¿Cómo aprovechar el Agua de Lluvia A Través de Aljibes en la Colonia Vistas de San Luis, Municipio de San Pedro Ayampuc, Departamento de Guatemala como Alternativa de Solución Social? Ya que los habitantes de dicha colonia se abastecen del vital líquido mediante el suministro de camiones cisternas dos veces por semana, para satisfacer sus necesidades, no solamente la intermitencia del servicio es un problema, también lo es los limitados medios de almacenamiento con los que cuenta cada hogar, debido a que no les es posible poder abastecerse por períodos prolongados.

La falta de abastecimiento y de lugares para el correcto almacenamiento de agua potable hace que sea necesario el poder atacar el problema lo más rápido posible, porque es una necesidad básica para el desarrollo de las actividades de cualquier ser humano.

El objetivo general de la investigación en relación directa con el problema principal, se plantea de la siguiente manera: Proponer el aprovechamiento del agua de lluvia a través de aljibes en la colonia Vistas de San Luis, Municipio de San Pedro Ayampuc, Departamento de Guatemala como alternativa de Solución Social.

Los objetivos específicos, que sirvieron para la investigación de este trabajo, fueron los siguientes: Identificar las características físicas de la colonia y de los hogares para la implementación de aljibes mediante una observación presencial; Determinar el tipo y tamaño del aljibe que pueda satisfacer de mejor manera las necesidades de la población con relación a su consumo de agua; Establecer las especificaciones para el diseño de sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico; Estimar el costo de la implementación de los aljibes, con base en cotizaciones de materiales e información documental con relación a los costos de proyectos anteriores de similar carácter; Calcular la oferta de agua que se puede obtener mediante los datos de precipitación pluvial, realizar una comparación oferta demanda de los aljibes con relación al consumo de agua de las diversas familias.

El presente informe de trabajo profesional de graduación lo componen cuatro capítulos: El capítulo uno, hace referencia a los antecedentes, en este capítulo se conocen proyectos de similares características para poder tener un panorama general amplio y saber cómo funciona o cuales son las bases de la problemática tratada; el capítulo dos, marco teórico, este menciona conceptos, teorías y toda la base teórica sobre la cual se sustenta la investigación para el desarrollo de la misma; el capítulo tres, metodología, este capítulo explica el cómo y cada uno de los pasos que se desarrollaron para llevar a cabo la investigación y los resultados que se obtuvieron de la misma, en este destacan la entrevista, la investigación de campo y la investigación bibliográfica. El capítulo cuatro, hace una referencia específica a los resultados obtenidos durante el proceso de investigación y a la discusión de los mismos.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación obtenida durante el proceso de investigación, en estas se condensa toda la información recabada y se realizan algunos comentarios y propuestas para que pueda ser utilizadas de la mejor manera posible.

1. ANTECEDENTES

Los antecedentes, son la base y el origen del trabajo de investigación. En estos se hace una referencia en cuanto al contexto de la problemática a tratar, básicamente se presenta una revisión de los trabajos previos y de todo lo relacionado al tema de estudio para tener un panorama amplio de la problemática a tratar, en este caso se abordará el tema del suministro de agua potable, así como algunos medios de captación como son los aljibes y sus aportes a la solución de la crisis por carencia del vital líquido.

1.1 Antecedentes de la Colonia Vistas de San Luis

La colonia Vistas de San Luis fue fundada en el año 1,997, anteriormente era la finca de la familia Beteta ubicada en el KM. 16.5 del municipio de San Pedro Ayampuc, esta finca fue vendida y desmembrada en lotes para su urbanización, los lotes que se otorgaron tenían una medida de 8x18mts. Dicha colonia esta dividía en tres sectores actualmente y aún faltan algunas lotificaciones por poblar. En dicha colonia habitan actualmente cerca de 400 familias con un promedio de habitantes de 2,000 personas, la fiesta patronal que celebran es la de la cabecera municipal la cual es el primer viernes de cuaresma y la misma es en honor al Cristo negro de Esquipulas. (Soyos, F., comunicación personal, 2 de febrero de 2020).

La colonia está a unos 5Km. del casco urbano del municipio, por lo cual las vías de acceso aun no son las mejores posibles, de hecho un tramo de pavimentación aún se encuentra pendiente de realizar por parte de la municipalidad, asimismo el desarrollo general de la colonia aún se encuentra en fase de mejora puesto que las autoridades aún no han realizado toda la urbanización de la colonia como el asfalto de calles de acceso, tuberías de drenajes, señalización entre otros. (Soyos F., comunicación personal, 2 de febrero de 2020).

1.2 Antecedentes del Problema de Investigación.

En Guatemala ha existido el deseo en la población por alcanzar el desarrollo social y económico de las comunidades que aceleradamente crecen en el interior o áreas periurbanas del país, muchas veces estas comunidades han sido marginados por parte de los gobiernos durante mucho tiempo porque no se han dado cuenta de la problemática que viven día a día y esto ha ocasionado que el país se quede estancado en un subdesarrollo, uno de los principales problemas que aqueja a gran parte de la población guatemalteca es la carencia del servicio de agua potable. (Sistema de las Naciones Unidas en Guatemala, 2014)

Según datos del Instituto Nacional de Estadística en el municipio de San Pedro Ayampuc el 73% de la población cuenta con una conexión de servicio de agua potable entubada lo cual corresponde a 10,331 hogares, y más de 3,790 hogares satisfacen su necesidad mediante otra fuentes de agua como lo son agua de lluvia, camiones cisternas o toneles, siendo estos cerca del 17%. Cabe destacar que aunque la mayoría ya tenga un sistema de tubería para el acceso al agua potable muchos servicios son intermitentes y restringidos, por lo cual se ven en la necesidad de alternarlas con otros medios como los antes mencionados. (Instituto Nacional de Estadística -INE- , 2018)

Inicialmente cuando la colonia se fundó se contrató el servicio de agua potable, el cual consistía en media paja de agua, esta era distribuida por el dueño de la finca por una determinada cantidad de dinero y en ese entonces la extracción del vital líquido era directamente de un pozo propio, conforme se fue urbanizando y poblando este tipo de abastecimiento se le adjudicó a la municipalidad de San Pedro Ayampuc y fueron ellos quienes tomaron la distribución del agua potable, ante la escasez del vital líquido, el cual les llega aproximadamente por cuatro horas y dos veces por semana los vecinos de cada sector se han visto en la necesidad de abastecerse por medio de pipas de agua, las cuales venden el tonel por un precio de Q. 16.00, las personas de la comunidad indican que en promedio

para poder subsistir una semana en cada familia se consumen entre 4 y 8 toneles de agua. (Soyos F., comunicación personal, 2 de febrero de 2020).

1.3 Antecedentes de Proyectos de Aljibes

En Guatemala han sido diversas entidades las que han impulsado el uso de aljibes para paliar de alguna manera la escasez del servicio de agua potable, este tipo de proyectos se ha dado principalmente en el área norte del país, en Alta Verapaz, se desarrolló el Proyecto Europeo denominado APRESAL el cual tenía como objetivo “dotar de agua mediante aljibes a comunidades como Cahabón, Chisec, San Pedro Carchá y otras más, dado que las condiciones hicieron más aconsejable la captación de agua de lluvia que la aducción de aguas superficiales o de pozo, se implementaron más de 640 aljibes, los cuales suministran agua a unidades familiares, con lo que se ha conseguido dar este servicio a más de 3500 personas”. (González, M. 2009, pág. 11)

Según el informe final del proyecto de gobernabilidad del agua en la región Chortí en el año 2013 “se construyeron 55 Aljibes para captación de agua de lluvia, con una capacidad de almacenamiento de 10,000 litros, lo cual abastece a una familia durante los tres meses más críticos de la época seca; los aljibes se construyeron en las comunidades de Suchiquer, Municipio de Jocotán, Alballeritos en el municipio de Zacapa; Mojón, San Juan Ermita y Ciracil del Municipio de Quetzaltepeque”. (Asociación Regional Campesina Ch’ortí, 2013, pág.18)

En el año 2015 Fundación Ecológica realizó la inauguración de un proyecto de aljibes familiares en la comunidad de El Rancho, Chiantla, Huehuetenango en el cual más de 40 familias se han visto beneficiadas con la implementación del sistema de recolección y almacenamiento de agua pluvial. (Fundación Ecológica – FUNDAECO-, 2015)

La Asociación Regional Campesina Ch’ortí e Industrias Licoreras de Guatemala, en enero del 2009 “realizaron un proyecto en la aldea Oratorio Suchiquer del

municipio de Jocotán, Departamento de Chiquimula, tomando como base los aljibes de ferrocemento (cemento, electromalla y hierro), para dicho proyecto la única diferencia fue en cuanto a la forma, este proyecto dio una forma de rectángulo y no de pirámide como los elaborados anteriormente por APRESAL”, los aljibes instalados en total fueron 10 y el proyecto beneficio a cerca de 15 familias. (González, M. 2009, pág.20)

En el caserío la Cumbre aldea Nearar en junio de 2018 se inauguró un proyecto captación de agua de aljibes de polietileno y saneamiento básico, el cual benefició a cerca de 391 familias con ayuda de Cooperación Española quien donó una cantidad importante de dinero mediante el BID para el beneficio de 4 comunidades para el abastecimiento de agua potable. (Municipalidad de Camotan, 2019)

En el año 2013 en la Aldea Sacsí Chitaña, San Pedro Carcha, Departamento de Alta Verapaz. Se procedió a la Construcción de aljibes con su respectiva base y estructura de cubierta, 35.91m² aproximadamente, dicho proyecto tuvo un coste de Q. 460,000.00 y ayudó a cerca de 125 personas, las cuales pudieron tener acceso al agua de lluvia (Secretaría de PPlanificación y Programación - SEGEPLAN- 2020)

La municipalidad de Guatemala implementó un sistema de captación de agua de lluvia en la plaza el amate de la Ciudad Capital, con el cual logra la captación de más de 5,000 litros de agua mediante 1000 metros cuadrados de techo, el agua captada se vierte en dos depósitos y pasan por un sistema de sedimentación, aunado a ello se encuentra un proyecto en la escuela la esperanza de la zona 25, el cual les permite a los niños de dicha escuela contar con agua para algunos usos necesarios dentro del plantel. (Municipalidad de Guatemala, 2019)

2. MARCO TEÓRICO

Los conceptos leyes y categorías que dan sustento teórico a los procesos investigativos son de gran importancia, ya que de ellos se obtendrá la base acerca del proceso de investigación que se pretende abordar o la problemática a tratar, esto permitirá conocer claramente y analizar de mejor forma la problemática a tratar, es una guía de todos los conceptos que se pueden relacionar con el tema de investigación y que permite hacer más fácil la comprensión del objeto de estudio, es de vital importancia el acceso al agua potable para tener una vida digna y hay diversidad de opciones con las cuales se puede contar específicamente hablando de los sistemas de captación de agua de lluvia, su importancia, componentes, y funcionamiento para poder brindar una solución óptima que permita mejorar la calidad de vida de la población que aqueja una situación de escasas.

2.1 Proyecto

Según Morales el proyecto es una idea y un conjunto de pasos ordenados que surgen ante la dificultad de satisfacer una o varias necesidades, las cuales aquejan a un grupo de personas en un lugar físico dado y en un momento específico, y por lo que se le califica a dicha realidad dada a la problemática y a la incapacidad de producir bienes y servicios necesarios para satisfacerlas, debiendo ser superadas o afrontadas por el proyecto. (Morales, M., 2011, pág. 338).

Baca Urbina, (2010) indica que un proyecto es presentar una alternativa de solución inteligente al planteamiento de un problema, el cual tiende a resolver una necesidad humana, para solucionar dicha situación pueden surgir diversas ideas, diversos montos de inversión, usos de metodologías o de tecnologías, las cuales se destinen a la satisfacción de las necesidades del ser humano en todas sus facetas.

Los proyectos indudablemente surgen de las necesidades o problemáticas que aquejan a una sociedad o grupo de personas, hay una diversidad de aplicaciones para las cuales pueden presentar soluciones eficientes por medio de proyectos, ya sea que generen un beneficio económico o bien un beneficio social, mediante la implementación de diversas técnicas, metodologías e instrumentos.

2.1.1 Importancia de un proyecto

La importancia del proyecto radica en la posibilidad de satisfacer una necesidad o bien de poder dar una solución objetiva a una problemática que esté afectando a una determinada población, en este caso es de vital importancia que el proyecto pueda tener las condiciones y los insumos necesarios para poder paliar una deficiencia, mediante su implementación, es decir que la necesidad desaparezca mediante su puesta en marcha.

2.1.2 Ubicación de un proyecto

La ubicación del proyecto es el lugar donde se realizará el mismo, en este caso hay varios factores que pueden incidir en la localización, desde la disponibilidad de las materias primas, las vías de acceso, la cercanía con el cliente entre otros, específicamente hablando de los aljibes el proyecto debe llegar a donde se está teniendo la necesidad. Un proyecto de aljibes se debe de ubicar en un lugar donde el acceso al agua potable es nulo o bien en un lugar donde el servicio es intermitente o no permite cubrir la demanda del mismo tal y como sucede en la colonia Vistas de San Luis del municipio de San Pedro Ayampuc. “La localización puede condicionar la tecnología utilizada en el proyecto, tanto por las restricciones físicas que implica como por la variabilidad de los costos de operación y de capital de las distintas alternativas tecnológicas asociadas con cada ubicación posible.” (Sapag, Sapag, & Sapag, 2008, pág 151).

2.2 Solución Social

Se entiende como solución social a “las posibles soluciones del problema social abordado por un proyecto. Permite a la entidad formuladora identificar los medios posibles para la solución del problema y seleccionar aquellos que resulten más adecuados para el logro del objetivo del proyecto (satisfactor de una necesidad). La alternativa seleccionada determinará las características de la intervención y, para todo efecto práctico, se constituirá en el proyecto mismo.” (Burga & Maúrta, s.f., párr.3)

En dicho sentido una alternativa de solución social se puede sintetizar como una solución a una determinada problemática que afecta a un grupo de personas o una colectividad, esta proveerá los medios para poder subsanar o paliar la necesidad o deficiencia previamente identificada, con el fin de mejorar las condiciones de vida y mejorar el desarrollo de las comunidades o poblaciones afectadas.

2.3 Sistema de captación de Agua de Lluvia

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura –FAO- se entiende por captación y aprovechamiento del agua de lluvia “todo tipo de esfuerzo técnico, simple o complejo, surgido de la iniciativa de los agricultores, pobladores, o desarrollado científicamente, para aumentar la cantidad de agua de lluvia que se almacena en el suelo o en estructuras construidas, de tal manera que pueda ser utilizada posteriormente, bajo condiciones de déficit de lluvias”. (-FAO-, 2013, pág. 9).

Un sistema de captación de agua de lluvia consta del aprovechamiento de agua pluvial, este consiste en destinar una superficie para dicha captación (lamina, teja, techos), posteriormente esta es trasladada del área de captación mediante un canal o canaleta, y almacenada en un depósito. Una vez acumulada, el agua se

distribuye a través de un circuito dentro de la casa independiente de la red de agua potable, para evitar la contaminación de la misma. (Moscoso, A. 2012)

La captación de agua de lluvia se entiende como “un medio fácil de obtener agua para consumo humano y/o uso agrícola en donde no se dispone de agua en cantidad y calidad necesaria y por ello se recurre al agua de lluvia como fuente de abastecimiento. En dicho sistema el agua de lluvia es interceptada, colectada y almacenada en depósitos para su posterior uso con fines domésticos se acostumbra a utilizar la superficie del techo como captación, conociéndose a este modelo como SCAPT (sistema de captación de agua pluvial en techos). Este modelo tiene un beneficio adicional y es que además de su ubicación minimiza la contaminación del agua”. (Organización Panamericana de la Salud, -OPS- 2004).

2.3.1 Usos de un sistema de captación de Agua de Lluvia

En diversos países de Latinoamérica derivado de la carencia o limitación de acceso al agua potable se han visto en la necesidad de implementar medidas, las cuales se ajusten a las situaciones de cada uno de ellos, una de las alternativas más utilizadas es el aprovechamiento de agua de lluvia, ya que es mucho más fácil y factible poder captar el líquido que trasladarlo a zonas muy lejanas en las cuales esa demasiado difícil el acceso. (-FAO-, 2013)

Básicamente hay dos usos principales que se les da a los sistemas de captación de agua de lluvia, el primero es para el uso doméstico en comunidades carentes del vital líquido, si bien es cierto el agua se recomienda para cualquier uso como lavar trastos, uso en jardines, lavado de ropa, pero casi no se recomienda para el consumo humano ya que por el tipo de materiales que puedan acarrear plomo o algún otro material que pudiera ser nocivo para la salud debido al nivel de acidez que contiene el agua, y el otro tipo de uso es para el riego de sistemas de siembra o riego de cultivos. (Programa de las Naciones Unidas -PNUD-, 2016)

2.4 Componentes de un sistema de agua de lluvia

Los sistemas de recolección y almacenamiento de agua de lluvia así como cualquier sistema necesita de componentes los cuales interactúen y crean una sinergia para poder cumplir o desarrollara una actividad, o bien la producción de un determinado bien, en el caso de los sistemas antes mencionados se componen de cuando menos cuatro partes esenciales las cuales son: la captación, medio por el cual se recolectará el agua, las canaletas o sistemas de conducción, el interceptor o filtro, el cual permite tener una mejor calidad del vital líquido y finalmente el depósito o tanque de almacenamiento para el agua. (Reyes & Rubio, 2014)

2.4.1 Captación

Se entiende por captación “el punto o puntos de origen de las aguas para un abastecimiento, así como las obras de diferente naturaleza que deben realizarse para su recogida” (Pérez, F. 2020, pág. 2)

Generalmete este tipo de captación se da en láminas o techos (ver figura 1) con el fin de poder abarcar un amplio espacio y concentrar el agua hacia el sistema de recolección y conducción.

Figura 1

Captacion de agua de lluvia



Fuente: Believe Earth, Cómo reutilizar el agua de lluvia 2017

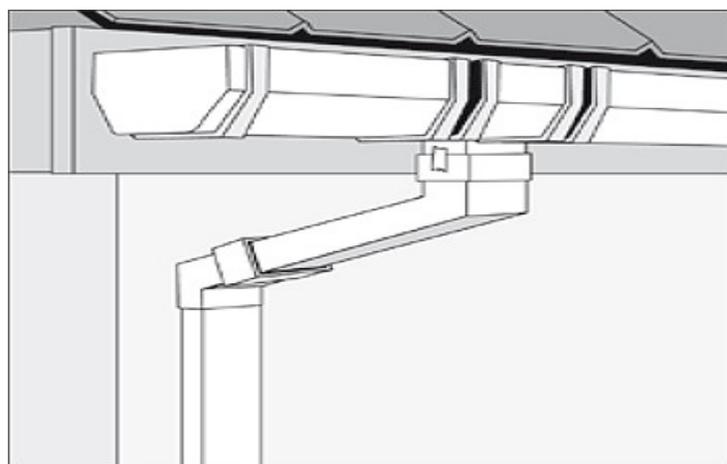
2.4.2 Recolección y Conducción

El sistema de recolección y conducción de agua de lluvia se basa en los canales o canaletas (ver figura 2) que se encuentran en las partes finales de los techos o superficies que realizan la captación, los materiales de dichos canales pueden ser de aluminio, lamina, tubería de PVC, metálicas, galvanizadas o bambú, el ancho de los canales debiese de oscilar entre 75mm y 150mm, las canaletas deben de contar con un reforzamiento para evitar que el peso del agua de lluvia pueda hacerlos desprenderse, en su final lleva un tubo de PVC, el cual es el que conduce el agua hacia su siguiente fase que sería la filtración del agua. (González, M. 2009)

“Se refiere al conjunto de canaletas o tuberías de diferentes materiales y formas que conducen el agua de lluvia del área de captación al sistema de almacenamiento. El material utilizado debe ser liviano, resistente, fácil de unir entre sí y que no permita la contaminación con compuestos orgánicos o inorgánicos.” (Captación agua de lluvia, s.f.)

Figura 2

Recolección y Conducción



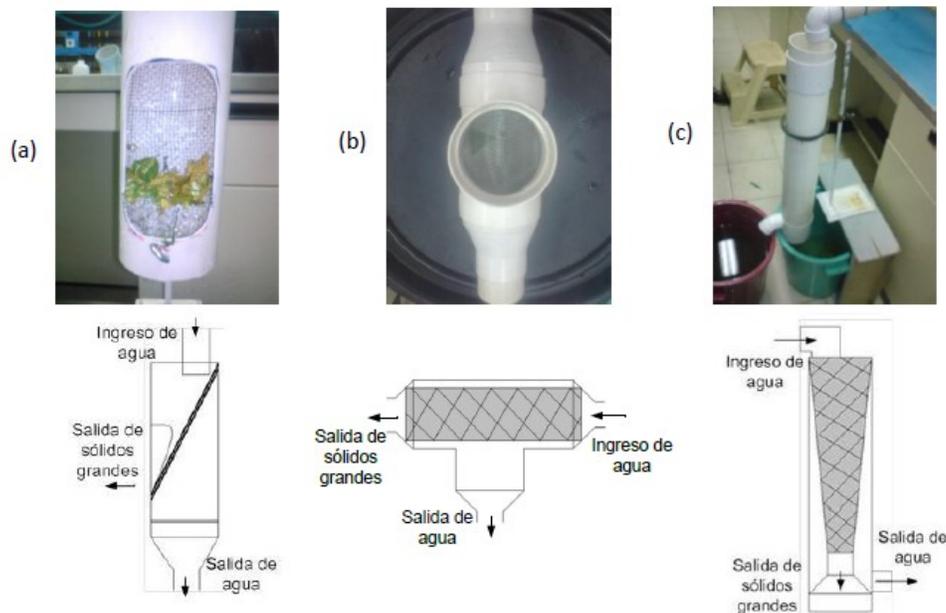
Fuente: Hágalo Usted Mismo, ¿Cómo Escoger canaletas y bajadas de agua de lluvia?, 2020.

2.4.3 Filtro (interceptor)

Los filtros sirven para hacer una selección o impedir el ingreso de cuerpos no deseados a un determinado espacio, esto con el fin de impedir el ingreso de cuerpos extraños, tales como basura, piedras entre otros a los lugares de almacenamiento de agua. “Conocido también como dispositivo de descarga de las primeras aguas provenientes del lavado del techo y que contiene todos los materiales que en el se encuentran en el momento del inicio de la lluvia (Ver figura 3). Este dispositivo impide que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada y de la que vaya a almacenarse posteriormente”. (Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural. 2001, pág. 8)

Figura 3

Filtro Interceptor



Fuente: Hidropluviales, Captación de agua de lluvia, 2020.

2.4.4 Almacenamiento

Se dice que “Es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario, en especial durante el período de sequía” (Organización Panamericana de la Salud, 2004). El objeto destinado para el almacenamiento debe ser fabricado con materiales duraderos y que pudieran resistir las inclemencias del tiempo, además según Ecomobilia (2015) debe cumplir con las especificaciones siguientes:

- “Impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración.
- De no más de 2 m de altura.
- Con tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar.
- Disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias.
- La entrada y el rebose deben contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales.
- Dotado de dispositivos para el retiro de agua y el drenaje.”

Figura 4
Almacenamiento de Agua de Lluvia



Fuente: -UNESCO-, Sistemas de Captación de Agua de Lluvia para consumo humano, sinónimo de agua segura, 2017.

2.4.5 Tratamiento y mantenimiento

- Vaciar el aljibe, si es posible a demanda mejor (según sea necesario).
- Limpiar mecánicamente para eliminar las incrustaciones y suciedad de las paredes y suelo.
- Aclarar con agua limpia.
- Rosear todas las paredes con una disolución que contiene hipoclorito sódico (lejía, cloro o lavandia). Dejar actuar.
- Volver a llenar, siendo recomendable mantener una dosificación en continuo de hipoclorito sódico.

2.5 Ventajas de la utilización del agua de lluvia

Los aljibes presenta una serie de aspectos positivos para su utilización y ventajas con relación a otros sistemas de abastecimiento, dentro de ellas las más destacables según la Asociación Misiones Ambientales (2019) son las siguientes:

- Alta calidad físico química del agua de lluvia en algunas zonas.
- Sistema independiente y por lo tanto ideal para comunidades dispersas y alejadas, o para aquellas zonas donde el suministro de agua no es constante ni confiable.
- Empleo de mano de obra y/o materiales locales, los cuales son de fácil consecución en nuestro medio.
- Uso de un recurso gratuito y ecológico.
- Fácil de mantener,
- El sistema es sostenible y amigable con el medio ambiente, puesto que conserva el suelo, el agua, no contamina el medio ambiente y tiene una producción rentable”.

2.6 Aljibe

Es un depósito que se utiliza para el almacenamiento de agua, procedente de la lluvia y que conduce por canaletas o canales, este por lo general tiene un depósito de cemento o plástico con determinadas características para que el agua no se pueda contaminar o ensuciar al perder sus propiedades.

El aljibe es básicamente, “un contenedor de agua que se ha usado por siglos para almacenarla, principalmente la que cae de la lluvia. Surge de Arabia, estaba construido con ladrillos unidos con argamasa, un tipo de cemento que resulta de la mezcla de cal, arena y agua, las paredes internas estaban recubiertas también

con cal, arena, arcilla roja, óxido de hierro y resina de lentisco, una flor de la región”. (Rotoplas Centroamérica, 2020, párr. 3).

2.6.1 Aljibe Autónomo

Este tipo de aljibe es el que más se utiliza en las viviendas, una de las características principales para su uso se encuentra por la dispersión de las viviendas o el alto costo que puede llevar la implementación de una red de abastecimiento de agua potable (ver figura 5), aunado a ello este tipo de aljibes permite tener un mejor control acerca del suministro de agua potable, es un sistema completamente individual, el cual no debe de compartir el recurso hídrico con ninguna otra familia lo cual evitaría algún tipo de conflicto con vecinos, haciendo a su vez que el mantenimiento y cuidado del mismo sea responsabilidad única y exclusivamente de la familia que será beneficiada con el mismo.

Figura 5

Aljibe Autónomo



Fuente: B. Garra, Diseño de Sistema Piloto de Almacenamiento de agua de lluvia a escala laboratorio en la sede Piedra de Bolívar de la Universidad de Cartagena 2015

2.6.2 Batería Sanitaria

La batería sanitaria al igual que el aljibe son sistemas de captación de agua de lluvia mediante un superficie techada, en este caso lo que difiere principalmente es que la batería sanitaria es construida específicamente de concreto armado en este caso el agua será usada específicamente para servicio sanitario y/o uso en lavamanos (ver figura 6), este podría tener una capacidad de 4.5 y 7.4 metros cúbicos dependiendo del número de sanitarios a los cuales se pueda abastecer, generalmente este tipo de aljibes se construyen en escuelas, centros de salud entre otros, un factor a tomar en cuenta en este sentido es la altura, ya que se debe de contar con una cierta altura para que el aljibe sea netamente funcional. (Quevedo, P. 2013).

Figura 6

Batería Sanitaria.



Fuente: Periódico Expectativa, Cuicocha Centro se beneficia de batería sanitaria Quiroga, 2016.

3. METODOLOGÍA

El presente capítulo contiene la metodología de investigación que explica en detalle de qué y cómo se pretende resolver el problema de la investigación relacionado con la deficiencia del servicio de agua potable en la colonia Vistas de San Luis.

El contenido del capítulo, incluye: La definición del problema; objetivo general y objetivos específicos; método científico; y, las técnicas de investigación documental y de campo, utilizadas. En general, la metodología presenta el resumen del procedimiento usado en el desarrollo de la investigación.

3.1 Definición del Problema

El servicio de agua potable de la Colonia Vistas de San Luis es escaso, dicho servicio se presta solamente dos veces por semana y en una cantidad de tiempo limitado, alrededor de cuatro horas por día, el suministro de agua potable por tandeo ha llevado a los habitantes de dicha colonia a abastecerse del vital líquido mediante el suministro de camiones cisterna dos veces por semana para satisfacer sus necesidades, no solamente la intermitencia del servicio es un problema, sino también lo es los limitados medios de almacenamiento con los que cuenta cada hogar, ya que no les es posible poder abastecerse para períodos largos.

Ante problemáticas similares en lugares a los cuales es difícil el acceso de agua potable o con carencia de recipientes para el almacenamiento, los aljibes se han presentado como una solución práctica, la cual permite paliar dicha problemática de forma eficiente y con un costo bajo en comparación de otras soluciones.

El problema relacionado a la intermitencia del servicio de agua potable detectado en la colonia Vistas de San Luis, se refiere a que el servicio se presta en lapsos muy cortos mediante los cuales, no les es posible a los habitantes de dicha colonia

satisfacer sus necesidades, dado que por un lapso de cuatro horas aprovechan para poder lavar trastes, hacer limpieza y poder abastecerse con un poco de agua para el servicio sanitario, realizar las tareas de aseo, ante tal situación el problema de investigación plantea la siguiente pregunta; ¿Cómo aprovechar el agua de lluvia a través de Aljibes en la Colonia Vistas de San Luis, Municipio de San Pedro Ayampuc, Departamento de Guatemala como alternativa de Solución Social?

La propuesta de solución que se plantea al problema de investigación es un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia mediante el uso e implementación de aljibes, el cual permita a los pobladores de dicha colonia tener un medio de abastecimiento de agua, un espacio suficiente para el almacenamiento y que este les permita poder abastecerse con agua no solo para un día sino que para varios.

3.2 Delimitación del Problema:

La delimitación del problema se refiere al hecho de poder establecer límites en cuanto a tiempo y espacio una unidad de análisis o bien a poder establecer características específicas de la unidad de análisis, generalmente las que más se utilizan son: el tiempo de investigación, y el ámbito geográfico de la misma para ser más exactos y poder brindar una mejor alternativa de solución.

3.2.1 Unidad de Análisis

Colonia Vistas de San Luis.

3.2.2 Período a Investigar

Febrero 2019 – Agosto 2020

3.2.3 Ámbito Geográfico

Municipio de San Pedro Ayampuc, Departamento de Guatemala.

3.3 Objetivos

Los objetivos constituyen el fin o las metas planteadas en la investigación, se plantean objetivos generales y específicos. El objetivo general se ve auxiliado por los objetivos específicos, ya que estos contribuyen de gran forma en la realización o cumplimiento del objetivo general.

3.3.1 Objetivo General

Proponer el aprovechamiento del agua de lluvia a través de aljibes en la Colonia Vistas de San Luis, Municipio de San Pedro Ayampuc, Departamento de Guatemala como alternativa de Solución Social.

3.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar las características físicas de la colonia y de los hogares para la implementación de aljibes mediante una observación presencial, en la cual se puedan evidenciar los tipos de vivienda y sus materiales de construcción principalmente.
- Determinar el tipo y tamaño del aljibe que pueda satisfacer de mejor manera las necesidades de la población con relación a su consumo de agua, esto tomando como base la observación de campo realizada en la cual se pudo determinar características y necesidades de la población de la colonia objeto de estudio.
- Establecer las especificaciones para el diseño de sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico según el tipo de aljibe determinado y que satisfaga de mejor manera las necesidades de la población.

- Estimar el costo de la implementación de los aljibes, con base en cotizaciones de materiales e información documental con relación a los costos de proyectos anteriores de similar carácter.
- Calcular la oferta de agua que se puede obtener mediante los datos de precipitación pluvial, tomando como base los datos provistos por el ente oficial encargado de establecer dichas estadísticas, realizar una comparación oferta demanda para saber la capacidad de satisfacción de la misma y estimar el tiempo de recuperación de la inversión de los aljibes.

3.4 Justificación

Ante el crecimiento poblacional, el aumento de la demanda de agua potable, la falta de sistemas de abastecimiento, las fugas y la contaminación hacen que cada vez sea más frecuente la racionalización o el tandeo (distribución por tandas) de agua y el abastecimiento por medio de camiones cisternas. Actualmente en el Municipio de San Pedro Ayampuc hay sectores en los cuales el vital líquido no llega de forma regular y en algunas ocasiones no llega por períodos prolongados, específicamente en la Colonia Villas de San Luis, el servicio se presta dos días a la semana y durante un periodo de alrededor de cuatro horas, lo cual haría un total de ocho horas a la semana de provisión de agua, ante dicha escases es necesario e imprescindible formular un mecanismo, el cual le permita a dicha población tener agua los siete días de la semana.

En el caso del municipio de San Pedro Ayampuc y específicamente de la colonia Vistas de San Luis, el abastecimiento de agua por medio de camiones cisterna es de lo más común y tiene un costo económico alto. Los costos más destacados son: el tonel de agua cuesta Q16.00, una pila Q 9.00 y una cubeta Q 3.50 estas personas se ven obligadas llenar en promedio 2 toneles de agua y todos los recipientes que tiene a su alcance, lo cual les genera un costo promedio por el

abastecimiento de Q.45.00 a la semana. (Soyos, F., comunicación personal, 2 de febrero de 2020).

La escasez de agua y el mal almacenamiento de la misma ayuda a la propagación de enfermedades, provoca malas prácticas de higiene y proliferación de insectos, el 98.8% de las enfermedades diarreicas son transmitidas por alimentos o agua contaminada según Prensa Libre (2019), ante la crisis sanitaria que se vive a nivel mundial por la pandemia del COVID 19, es prioritario y urgente el poder contar con acceso a agua puesto que una de las principales medidas de mitigación de la pandemia es el lavado constante de manos, limpieza de alimentos y productos comprados, por lo que es una necesidad urgente la que hay que cubrir y es necesario hacerlo a la brevedad posible.

3.5 Método

El método científico es el fundamento de la presente investigación relacionada con el aprovechamiento de agua de lluvia mediante la implementación de aljibes en la Colonia Vistas de San Luis.

Dentro de los enfoques del método científico se encuentra el enfoque cuantitativo que se aplicó a la presente investigación, el cual surge de una idea, sobre la misma base de esa idea se realiza el planteamiento de un problema partiendo de una revisión literaria y el desarrollo de un marco teórico, una vez realizado este análisis se establecen objetivos basados en la justificación o el porqué del problema objeto de estudio con el fin de determinar o no su viabilidad.

El método científico consta de tres fases fundamentales las cuales son:

- Fase Indagatoria: esta se realizó mediante la revisión de teorías, recopilación de información de primera mano y de fuentes secundarias.

- Fase Demostrativa: realizada mediante la visita de campo, en la cual se evidencio que la problemática persiste y que la población adolece mucho la carencia del vital líquido para la realización de todas sus actividades y su salubridad.
- Fase Expositiva: mediante este informe, en el cual se exponen los resultados de la investigación y se presenta una solución factible a la problemática de la deficiencia en el servicio de agua potable mediante un proyecto de aprovechamiento de agua de lluvia con aljibes.

El enfoque cuantitativo utilizado en esta investigación se basa en la recolección de datos para comprobar un supuesto, esto mediante un conjunto de procesos ordenados y secuenciales, los cuales no se pueden alterar; aunado a ello tiene una revisión de literatura mediante la cual, se construye un marco teórico, define variables y traza un plan para comprobar las teorías planteadas, el diseño experimental analiza la vinculación de las variables para la comprobación de la pregunta de estudio.

El alcance correlacional analiza la relación entre dos o más variables específicamente en este caso el aprovechamiento de agua de lluvia y la propuesta de un sistema de abastecimiento con dicho recurso hídrico. Tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular.

3.6 Técnicas de Investigación Aplicadas

Las técnicas son reglas y operaciones para el manejo de los instrumentos en la aplicación del método de investigación científico. Las técnicas de investigación documental y de campo aplicadas en la presente investigación, se refieren a lo siguiente:

3.6.1 Técnicas de Investigación Documental

En la investigación documental se realizaron consultas bibliográficas de diversas fuentes con temas y proyectos similares al que se pretende proponer, se realizaron varias lecturas analíticas de casos de éxito de aljibes, subrayado de algunos libros, y se elaboraron fichas resumen para poder sintetizar el contenido de referencia.

3.6.2 Técnicas de Investigación de Campo

- a) **Entrevista:** se realizó una entrevista (ver anexo 1) con dos personas de la comunidad para conocer aspectos generales de la colonia, fecha de fundación, como ha sido el servicio de agua potable desde su fundación, cuáles eran las principales causas para corregir el problema, saber con qué frecuencia contaban con el servicio y así mismo saber cómo satisfacían sus necesidades del recurso hídrico ante la deficiencia del mismo.
- b) **Observación Directa:** se efectuó una visita de campo para conocer las características de la colonia, sus vías de acceso, la distancia a la que se encuentran del casco urbano, de igual forma para realizar un recorrido a través de la misma para conocer las características de las viviendas como el tipo de construcción, también para la realización de entrevistas y encuestas con la finalidad de recabar la mayor información posible y proveniente de una fuente primaria para que fuese mucho más certera y verídica la información.
- c) **Encuesta:** La encuesta (ver anexo 2) se trasladó a las personas seleccionadas en la muestra con el fin de conocer cuáles son las características internas de su domicilio, saber cuántas personas habitan y también su consumo de agua promedio por semana, esto con el fin de poder brindar una solución que se adecue de la mejor forma posible y

permita satisfacer de la forma más eficiente las necesidades de la población y que adolece la limitante del servicio de agua potable.

3.6.3 Técnica de Muestreo:

Se utilizó el muestreo probabilístico con la técnica de azar sistemático con el fin de obtener una muestra para la recolección de datos, la cual determine el consumo promedio de agua de la población objeto de estudio, los datos utilizados fueron los siguientes:

El número de hogares que representan la población es de 400 viviendas las cuales se pudieron constatar mediante las visitas de campo.

	Datos	<u>MUESTRA</u> <u>Fórmula General</u>
Población	N= 400.00	$n = \frac{Z^2 Npq}{[E^2 (n-1)] + Z^2 pq}$
Nivel de Confianza=95%	Z= 1.645	
Error máximo admisible	E= 0.05	
Probabilidad de Éxito	p= 0.5	$n = \frac{270.60}{1.67}$
Probabilidad de Error	q= 0.5	
Tamaño de la muestra	n= ?	
		$n = 162$

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente capítulo expone los resultados de la investigación realizada en la Colonia Vistas de San Luis Municipio de San Pedro Ayampuc, Departamento de Guatemala, para la propuesta de aljibes como una alternativa de solución social a los problemas que presentan con relación al servicio de abastecimiento de agua potable para las personas de la comunidad.

Los resultados obtenidos serán la herramienta principal para poder brindar una solución que les permita satisfacer de la mejor manera posible las necesidades del vital líquido ya que es un servicio básico e indispensable.

4.1 Características de la Colonia Vistas de San Luis y de las viviendas para la Implementación de Aljibes.

Las vías de acceso y las características de las viviendas son de vital importancia, ya que en su interior o dependiendo del tipo de construcción de la misma, se podrá optar por una posición para la colocación del aljibe así mismo los tipos y dimensiones a utilizar.

4.1.1 Posición y ubicación geográficas de la colonia

La colonia se encuentra a aproximadamente a 400 metros de la vía principal, colinda con la Finca El Carrizal, con las colonias Planes de San Luis y Vistas de San Pedro, es un tanto amplia, debido a que cuenta con una extensión de 2.6 Km. cuadrados esto se constató mediante el uso de la herramienta Google Earth y en su interior cuenta con aproximadamente 400 viviendas, las cuales hay diversidad de tipos de construcciones, que van desde la más sencilla hasta viviendas bastante complejas y de hasta tres y cuatro niveles lo cual se pudo evidenciar mediante las visitas de campo y un recorrido a lo largo de la colonia.

Figura 7**Fotografía satelital de la Colonia Vistas de San Luis.**

Fuente: Elaboración propia con base en la Investigación de campo Junio 2020.

4.1.2 Vías de acceso

La colonia tiene una vía de acceso, está actualmente se encuentra con una parte de pavimento simple y la otra sin pavimentar, en los interiores de la colonia las vías de tránsito son de terracería, carentes de algún tipo de mantenimiento y en muchos casos con deterioro de las mismas por la lluvia que incluso hacen casi imposible el acceso por medio de vehículos.

Figura 8**Vía de acceso Principal a la Colonia Vistas de San Luis.**

Fuente: Investigación de campo Junio 2020

Figura 9**Deterioro de la vía de acceso interior de la colonia Vistas de San Luis.**

Fuente: Investigación de campo Junio 2020.

4.1.3 Tipo de viviendas

En la colonias Vistas de San Luis se pudo evidenciar que hay diversos tipos de viviendas, generalmente se podrían catalogar en dos tipos de vivienda que son construcción formal y de construcción informal.

Las viviendas de construcción formal son de block y concreto, estas permiten la colocación de aljibes en la parte de los techos, ya que al ser una superficie robusta y bastante sólida permite con facilidad la colocación de aljibes de polietileno así como el ensamblaje de las estructuras receptoras de agua de lluvia.

Figura 10**Viviendas con construcción de block.**

Fuente: Investigación de campo Junio 2020.

El segundo tipo de vivienda es una vivienda un poco más improvisada, la cual su componente fundamental es la lámina y la madera que es la que le da el sostén a la misma, este tipo de vivienda es un poco menos estable y por lo general brinda una protección básica para las familias que habitan en ellas.

Figura 11**Vivienda de lámina colonia Vistas de San Luis.**

Fuente: Investigación de campo Junio 2020.

4.1.4 Sistema de abastecimiento de agua.

El sistema de abastecimiento se realiza mediante una bomba de operación mecánica, la cual extrae el agua de un pozo, dicho pozo trabaja actualmente con energía eléctrica, debido a que antes trabajaba mediante el uso de diésel y la traslada a una cisterna que brinda la distribución a toda la colonia y sus sectores. Esta lo hace por tandeo en ciertas horas y días específicos para cada uno de los sectores de la colonia.

Figura 12

Cisterna almacenadora de agua colonia Vistas de San Luis.



Fuente: Investigación de campo Junio 2020.

4.1.5 Promedio de consumo de agua y características de los inmuebles.

Se realizó una encuesta a un total de 162 personas, las cuales son representativas de la Colonia Vistas de San Luis con el fin de conocer, cuál es su consumo promedio de agua y las características de su domicilio.

- Con relación a la pregunta acerca del conocimiento de lo que era un aljibe, cerca del 70% adujo tener conocimiento de los mismos, pero más que todo

se pudo evidenciar que lo que se conoce es los tinacos y no el sistema como tal ya que la imagen fue bastante ilustrativa pero en si el funcionamiento del sistema como tal eran pocas las personas que lo conocían.

- En cuanto a la cantidad de personas que habitan los domicilios la mayoría cuentan entre 5 y 7 miembros en cada uno de los hogares estos representaban un 73% de los encuestados, un 14% cuenta con 10 integrantes y un 11% con más de 10 integrantes y un porcentaje muy bajo con menos de 5 habitantes.
- El dato más representativo con relación al consumo de agua se refiere a un consumo semanal de aproximadamente 7 pilas de agua, las cuales se pueden llenar con más o menos 100 litros de agua lo que supondría un consumo mensual de 3000 litros, también hay familias que consumen 10 y 15 pilas dependiendo del número de habitantes.
- El 56% de las viviendas cuenta con un techo de lámina, el restante 44% cuenta con un techo de concreto.
- El porcentaje de domicilios que cuentan con un espacio de patio interior es cercano al 80% para la instalación o aprovechamiento de los aljibes.
- Finalmente el 98.8% de los hogares estarían dispuestos realizar una implementación de un aljibe con un determinado coste para poder estar abastecidos del vital líquido para uso domiciliar.

4.1.6 Resultados de la entrevista

Se realizó una entrevista a dos personas de la colonia Vistas de San Luis con el objeto de saber cómo es el servicio de agua potable, corroborar la percepción del grado de desarrollo de los habitantes y algunas características generales de la misma:

- Las personas entrevistadas tienen más de 20 años de vivir en la colonia, consideran el grado de desarrollo de su comunidad como mínimo, debido que ni las vías de acceso son las más idóneas y por la carencia de agua.
- Dentro de los problemas que más adolece esta colonia se encuentra la intermitencia del servicio de agua potable, esto dado a que no pueden satisfacer completamente sus necesidades y se ven en la obligación de abastecerse de agua por medio de camiones cisterna.
- En cuanto al servicio de agua potable lo consideran como deficiente, esto debido a que no pueden contar con el servicio de forma permanente y deben de estar pendientes en qué momento se les va a suministrar el vital líquido.
- El servicio de agua potable les es brindado por parte de la Municipalidad, por periodos muy cortos y restringidos, por lo cual deben de complementar sus requerimientos de agua mediante otras fuentes de abastecimiento.
- Finalmente comentaron que el servicio les es prestado por un período no mayor a 4 horas y durante dos días a la semana únicamente, haciendo un total de 8 horas de disponibilidad del recurso, e indican que cuando el agua no les alcanza requieren a servicios de abastecimiento como lo son las pipas o camiones cisterna, dependiendo del número de habitantes estos consumen entre 4 y 8 toneles semanales para poder satisfacer sus necesidades.

4.2 Tipos de aljibes propuestos

Con base en las características observadas mediante las vistas de campo, así como los datos obtenidos de la encuesta realizada, se plantea las siguientes tres opciones de aljibes, las cuales se acoplan de mejor manera a las necesidades de consumo de agua de la población.

4.2.1 Aljibe de Polietileno

Este tipo de aljibe es el más versátil debido a que su instalación se puede realizar tanto a nivel de suelo como en los techos de las viviendas de concreto (terrace), el espacio que se encuentra en las terrazas puede ser aprovechado para la construcción de galeras. Otra de las características de este tipo de aljibe es la facilidad con la cual que se puede adquirir debido a que está disponible inclusive en ferreterías, asimismo son aptas para familias pequeñas.

En los lugares aislados o con carencia de agua potable, se utilizan muy a menudo por su capacidad de almacenamiento y la facilidad de transporte de un lado a otro, para la utilización de los aljibes de polietileno es necesario que este cuente con una base firme de concreto, para que el agua no dañe el material del aljibe, debe de contar con una base de madera (la madera debe de estar completamente seca) para poder armar una estructura con una pendiente que permita conducir el agua hacia los canales de conducción.

Las bases de la estructura debe de ser de concreto para evitar que la madera se pudiese mojar y dañarse de una forma rápida, otro de las características de estos aljibes es que pueden ser colocados en los techos de las casas con construcción totalmente de concreto ya que por su fácil transportación y manipulación pueden ser ubicados casi sobre cualquier superficie.

Figura 13
Aljibe de polietileno.



Fuente:-INFOM- proyecto aljibe cajón del Rio 2

4.2.2 Aljibe Expuesto de forma Cilíndrica.

Este tipo de aljibe es un poco rudimentario requiere de mucho trabajo manual, pero su costo también se torna relativamente accesible, principalmente se usa en las viviendas que cuentan con un terreno relativamente amplio en sus patios y que por lo general su techo es de lámina y dadas las grandes porciones de lámina se presta para la utilización y aprovechamiento de la misma.

Cuenta con un canal amplio, el cual permite tener mejor y mayor captación de agua de lluvia, tiene un tubo a una inclinación aproximada de 45 grados para que desemboque en una caja de cemento, la cual funciona como un sistema de filtración y permite que solamente el agua pase y desecha por un tubo todos aquellos desechos o basuras que pudiese llevar el agua consigo misma, este tipo de aljibe no se puede ni mover ni trasladar, el mismo llevar un proceso de limpieza complejo.

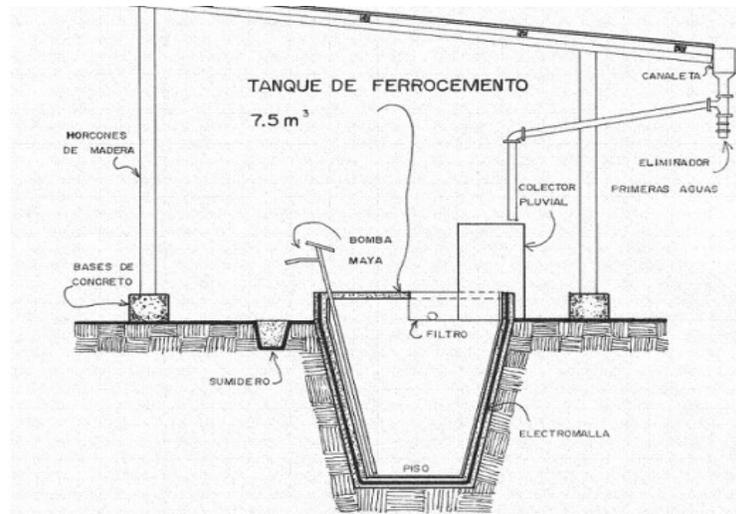
Figura 14**Aljibe expuesto de forma cilíndrica.**

Fuente: Instituto de tecnología agropecuaria, manual Tecnología apropiada de filtrado del agua de lluvia destinada al consumo Humano

4.2.3 Aljibe Subterráneo

Este aljibe es muy similar al de concreto expuesto, la única diferencia es que este aljibe se encuentra dentro de la superficie de la tierra, al igual que los otros dos uno de sus componentes básicos es la lámina, la cual podrá alimentar al aljibe, este tipo puede tener una dimensión hasta 7m³. La vida de este tipo de aljibes es superior a la de los de polietileno, una de las ventajas es que permite participación de varios miembros para su construcción.

Este tipo de aljibe se podría implementar en las viviendas con patios amplios o de familias muy numerosas debido a que su capacidad de almacenamiento es mayor, cuenta con una bóveda de cemento que en su interior está compuesta de arena, carbón y piedra, lo cual realiza el trabajo de filtración y purificación, el área del aljibe siempre puede quedar libre debido a que no roba espacio.

Figura 15**Aljibe de ferrocemento subterráneo.**

Fuente: Plan Internacional Inc.-Fundación Agua del Pueblo

Nota: este aljibe usara como medio de captación el agua del techo de la vivienda.

4.3 Especificaciones para el diseño de sistemas de captación de agua de lluvia para uso Doméstico

Es necesario y esencial conocer cuáles son las características de los aljibes, ya que en esta se detallan los componentes y las características que posee cada uno de ellos, estos pueden variar en sus capacidades de almacenamiento, proceso de filtrado y materiales con los cuales han sido elaborados.

4.3.1 Especificaciones Técnicas para el Aljibe de Polietileno

El aljibe de polietileno puede satisfacer la demanda de las familias que se integran por hasta 7 personas debido a que cuenta con una capacidad de almacenamiento de 2,500 litros, asimismo es ideal para las construcciones con un patio reducido o bien para las viviendas que cuentan con techo de cemento como las que se evidenciaron en la visita de campo realizadas a la colonia. En las viviendas con techo de cemento se puede colocar como un tanque elevado y poder realizar la

distribución dentro del hogar por medio de gravedad, también se puede aprovechar el techo de la vivienda para captación de agua.

Este tipo de aljibe se encuentra en varios tipos y tamaños, la máxima capacidad de este es de 6,000 litros (depende de marcas y diseños), dichos aljibes han sido muy popularizados debido a su costo y facilidad de transporte, otra de sus características es que cuenta con un sistema primario eliminador de primeras aguas el cual consta de un tubo de PVC por lo general suele ser de un metro de largo en el cual se quedan los sedimentos y las suciedades que pueden existir en el agua proveniente de los techos.

Para la construcción de la galera (si no se utiliza el techo de la casa como área de captación) se debe de hacer con parales fundidos en bases de cemento, esto con el fin de darle seguridad y estabilidad a la galera, así mismo el cemento evitará que la madera se pueda llegar a dañar por el agua.

Figura 16

Aljibe de Polietileno Instalado.



Fuente:-INFOM- proyecto aljibe el palmar.

4.3.1.1 Materiales

- Galera: Requiere de parales de 4x4 pulgadas para las bases principales, parales de 3x3 pulgadas para poder dar soporte al techo, láminas de zinc o acero galvanizado para el techo, estas pueden ser de 6 hasta 12 pies con el fin de poder tener un área de captación de 30 metros cuadrados en este caso se utilizaran 12 láminas de 12 pies.
- Base para aljibe: esta debe de ser una base de cemento, arena y piedrín esto con el fin de que el aljibe no quede de forma directa en el piso y que con el pasar del tiempo pueda presentar deformaciones o daños en su estructura.
- Tinaco: Consta de 2500 litros, el cual contiene tres capas que ayudan a que el agua dentro del aljibe no pierda sus propiedades, la primer capa puede ser negra o beige y esta protege al tinaco de los rayos UV, la segunda capa es una capa de color blanco la cual ayuda a facilitar la limpieza del tinaco y por último la capa interior es una capa con tecnología xpel (antes conocida como ARB), la cual inhibe la reproducción de bacterias dentro del tinaco.
- El canal de debe de tener un espacio entre 10 y 15 centímetros puede ser de zinc o de PVC, siempre debe de estar soportado por ganchos de sujeción colocados a un metro como mínimo y un máximo de metro y medio de espacio entre uno y otro, una bajada pluvial que conecte al receptor de primeras aguas, este receptor debe de ser de cuando menos un metro para poder recibir la primera lluvia y evitar que se contamine el agua del tinaco, en el interior el interceptor de primeras aguas debe de llevar un cedazo el cual impedirá el paso de ramas, hojas entre otros.
- Una bomba centrífuga o bomba de agua de ½ hp la cual permita la extracción del agua del tinaco y poder distribuirla a demanda en el hogar.

- Válvula de globo, llave de paso o mecanismos que permitan el cierre total del tinaco con el fin de evitar fugas.

Figura 17

Capas de aljibe de polietileno.



Fuente: Rotoplas Centroamérica / capas componentes de un tinaco.

4.3.2 Especificaciones Técnicas para el Aljibe Expuesto

Este aljibe se adapta a las viviendas que cuentan con grandes extensiones de lámina que componen su techo tal y como se pudo evidenciar en las visitas de campo y para familias numerosas que cuentan con 10 integrantes por su capacidad de almacenamiento, además que puede tener participación de los miembros de la familia para su elaboración.

Dentro de sus especificaciones este aljibe de forma cilíndrica para su fabricación, debe de contar con un diámetro de metro y medio, una profundidad de 2.9 metros como máximo, estas medidas permitirán el almacenamiento de cinco mil litros de agua al usarse toda su capacidad.

Para su construcción los componentes deben ser con base en electromalla y cemento, asimismo debe de contar con una tapadera con una puerta metálica (70cm x 70cm) para que se pueda realizar su respectiva limpieza. En cuanto al sistema de transporte de agua es recomendable usar una canaleta de material resistente y duradero que cuente con un espacio de entre 10 y 15 centímetros a manera de que no haya ningún inconveniente o atasco de agua, este canal debe de ir suportado por ganchos y se deben de colocarse con una distancia mínima de un metro y un máximo de metro y medio, de la misma manera debe de tener una inclinación de 5cm. por cada 10 metros de longitud para que el agua pueda fluir sin ningún inconveniente. Una bomba centrífuga o bomba de agua de ½ hp la cual permita la extracción del agua del aljibe y poder distribuirla en el hogar. Finalmente por cada 30 o 40 metros cuadrados de captación de agua es necesario colocar al final del canal un tubo de PVC K6 de 110 mm de diámetro en una pendiente de cuarenta y cinco grados.

Figura 18

Elaboración de Filtro para Aljibe



Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Tecnología apropiada de filtración del agua de lluvia destinada para el consumo humano.

El filtro del aljibe es un cuerpo elaborado en ladrillo y recubierto por cemento, este estará conectado directamente al tubo que transportará el agua, en su interior cuenta con una rejilla la cual impide el paso de objetos gruesos y hace que los

mismo salgan por un caño de desahogue, el agua que pasa por la rejilla llega directamente al filtro para su purificación y posterior almacenamiento en el aljibe.

Figura 19

Vista interna de filtro para aljibe



Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Tecnología apropiada de filtrado del agua de lluvia destinada para el consumo humano

Figura 20

Diseño final y vista interna de filtro para aljibe



Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Tecnología apropiada de filtrado del agua de lluvia destinada para el consumo humano

4.3.3 Especificaciones Técnicas para el Aljibe Subterráneo

El aljibe subterráneo tiene una capacidad de almacenamiento de siete metros cúbicos, este es recomendado para las familias de más de 10 personas, este debe utilizar el techo de la casa como fuente de captación de agua, este posee un mayor volumen de almacenamiento de agua.

Para la construcción de este tipo de aljibe es esencialmente de electromalla y concreto, este cuenta con un filtro y colector pluvial el cual hace que la calidad del agua mejore notablemente, además de ello se encuentra a nivel del suelo por lo que suele ser muy discreto y no robar demasiado espacio (es muy similar a una cisterna tradicional) las dimensiones del mismo son 5.29m² (base superior 2.30 x 2.30 e inferior 1.30 x 1.30) y 2.30 de altura, tiene un periodo de vida útil de aproximadamente 15 a 20 años.

4.3.3.1 Materiales

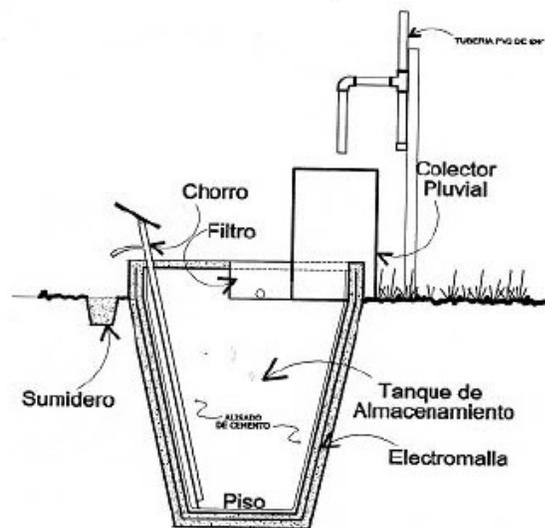
- El canal de debe de tener un espacio entre 10 y 15 centímetros puede ser de zinc o de PVC, siempre debe de estar soportado por ganchos de sujeción colocados a un metro como mínimo y un máximo de metro y medio de espacio entre uno y otro, una bajada pluvial que conecte al receptor de primeras aguas, este receptor debe de ser de cuando menos un metro para poder recibir la primera lluvia y evitar que se contamine el agua del tinaco, en el interior el interceptor de primeras aguas debe de llevar un cedazo el cual impedirá el paso de ramas, hojas entre otros.
- Cuenta con un colector pluvial el cual traslada el agua proveniente del techo hacia el filtro con un caudal más reducido.
- El filtro esta realizado siempre con electromalla y concreto, este en su interior cuenta con grava, arena, carbón y piedrín para poder purificar el agua.

- El tanque esta construido de electromalla y concreto directamente en forma de trapecio con un pequeño desnivel para el desfogue del mismo, el aljibe debe de contar con una tapadera que sea de metal dejando un orificio de 60 centímetros cuadrado para que se pueda realizar la limpieza del mismo y contar con cierre de seguridad (candado o pasador).
- Una bomba centrífuga o bomba de agua de ½ hp la cual permita la extracción del agua del tinaco y poder distribuirla a demanda en el hogar.

El colector pluvial cumple con la función de poder trasladar el agua a un caudal más pequeño para que pase por el respectivo proceso de filtración (figura 21).

Figura 21

Aljibe de ferrocemento subterráneo diagrama colector.

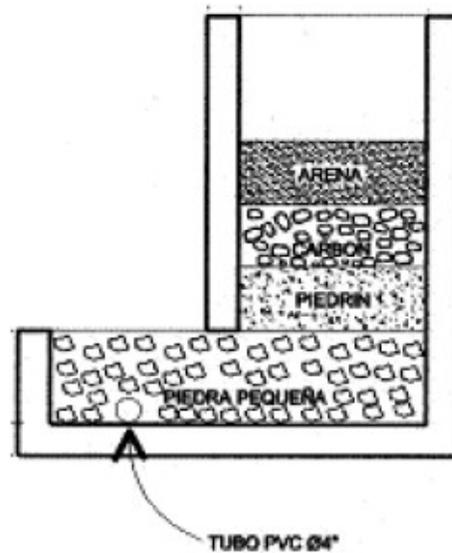


Fuente: Plan Internacional Inc.-Fundación Agua del Pueblo

El filtro de este aljibe traslada el agua del colector pluvial por la arena, el carbon, el piedrin y la piedra pequeña con el fin de purificarla .

Figura 22

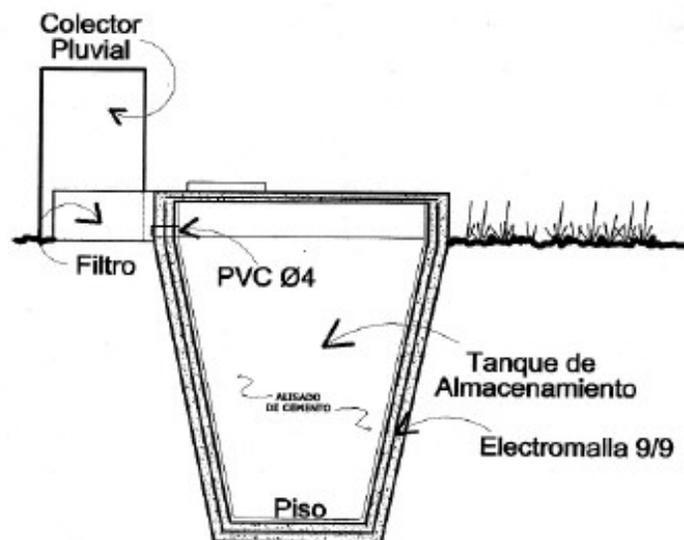
Aljibe de ferrocemento subterráneo composición del filtro.



Fuente: Plan Internacional Inc.-Fundación Agua del Pueblo

Figura 23

Aljibe de ferro cemento subterráneo tanque de tratamiento.



Fuente: Plan Internacional Inc.-Fundación Agua del Pueblo

4.4 Estimación de costos para la Implementación de Aljibes

Todo proyecto o mejora que se desee realizar o implementar para mejorar ya sea las condiciones de vida o bien generar satisfactores, requiere de una inversión económica, por lo cual los aljibes no son ajenos a estas mismas. Es por ello que a continuación se presenta una estimación de costos de cada uno de los aljibes propuestos como alternativa de solución social a los problemas que se enfrentan en la colonia Vistas de San Luis, Municipio de San Pedro Ayampuc, Departamento de Guatemala.

4.4.1 Estimación de costo para aljibe de Polietileno

Este tipo de aljibe es el más práctico y fácil de instalar ya que no lleva un gran número de materiales y tampoco un cambio de infraestructura específico pero sin embargo siempre conlleva costos específicos para su implementación, la capacidad máxima de almacenamiento de este aljibe es de 2,500 litros.

Tabla 1

Estimación de costo implementación de aljibe Polietileno.

Cantidad	Descripción	Monto
1	Tinaco de Polietileno 2500 lts.	Q 2,249.95
2	Sacos de Cemento	Q 150.00
4	Bolsas de piedrín	Q 40.00
4	Bolsas de arena	Q 40.00
6	Parales de 4x4	Q 240.00
8	Parales de 3X4	Q 240.00
12	Láminas de Zinc 12 pies	Q 990.00
1	Bajada de agua pluvial 3 mts	Q 55.00
1	Ecofiltro / Agua para consumo humano	Q 350.00
3	Canal	Q 150.00
1	Canal con tope y bajada	Q 60.00
1	Mano de obra calificada	Q 700.00
1	Bomba de agua de 1/2 hp	Q 200.00
1	Accesorios para instalación	Q 350.00
Costo total de aljibe de Polietileno		Q 5,814.95

Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo 2020.

En el caso de este aljibe si se utilizan las láminas de la vivienda, se puede obviar este costo de las láminas y los parales de la galera y se podría reducir el costo en un 27% equivalente a Q. 1,470.00.

4.4.2 Estimación de costo para Aljibe de Cemento Expuesto

El aljibe de cemento expuesto es el más recomendado para casas que no cuentan con una extensión de patio excesivamente amplia y que cuentan con un techo 100% de lámina por sus grandes proporciones que le permiten poder tener mayor captación de agua, con una capacidad de almacenamiento de hasta 5,000 litros.

Tabla 2

Estimación de costo implementación de aljibe expuesto.

Cantidad	Descripción	Monto
15	Metros de Electromalla	Q 450.00
6	Varillas de hierro	Q 261.00
10	Sacos de cemento	Q 750.00
15	Bolsas de arena	Q 150.00
15	Bolsas de pedrín	Q 150.00
1	Bajada de agua pluvial 3 mts	Q 55.00
1	Canal Con tope	Q 50.00
1	Canal con tope y bajada	Q 60.00
3	Canal de Unión	Q 150.00
1	Filtro de primeras aguas / accesorios	Q 400.00
1	Drenaje de limpieza	Q 150.00
2	Ecofiltro / Agua para consumo humano	Q 700.00
1	Alisado interno	Q 600.00
1	Bomba de agua ½	Q 200.00
1	Mano de Obra calificada	Q 2,000.00
1	Tapadera de metal para acceso	Q 200.00
Costo total de aljibe de Expuesto		Q 6,326.00

Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo 2020.

4.4.3 Estimación de costo para Aljibe de Subterráneo

El aljibe subterráneo es un poco rudimentario y particular por su forma de construcción, es el que representa una mayor inversión y a su vez la máxima capacidad de almacenamiento con un total de 7,000 litros, aunado a ello el tiempo de vida es de 15 años al igual que el aljibe expuesto.

Tabla 3

Estimación de costo implementación de aljibe Subterráneo.

Unidad	Descripción	Monto
21	Metros de Electromalla	Q 630.00
10	Varillas de hierro	Q 435.00
5	Canaleta de zinc	Q 250.00
1	Canal con tope y bajada	Q 60.00
12	Sacos de cemento	Q 900.00
18	Bolsas de arena	Q 180.00
18	Bolsas de piedrín	Q 180.00
1	Bomba centrífuga de ½	Q 200.00
1	Bajada de agua pluvial 3 mts	Q 75.00
1	Colector pluvial	Q 150.00
1	Filtro Primeras Aguas	Q 300.00
1	Alisado de pared	Q 600.00
2	Ecofiltro / Agua para consumo humano	Q 700.00
1	Tapadera de cisterna	Q 250.00
1	Accesorios de instalación	Q 400.00
1	Drenaje de limpieza	Q 150.00
1	Mano de obra calificada	Q 2,800.00
Costo total de aljibe de subterráneo		Q 8,260.00

Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo 2020.

4.5 Estimación de volumen de oferta, volumen de demanda de agua y la Recuperación de la Inversión para los aljibes.

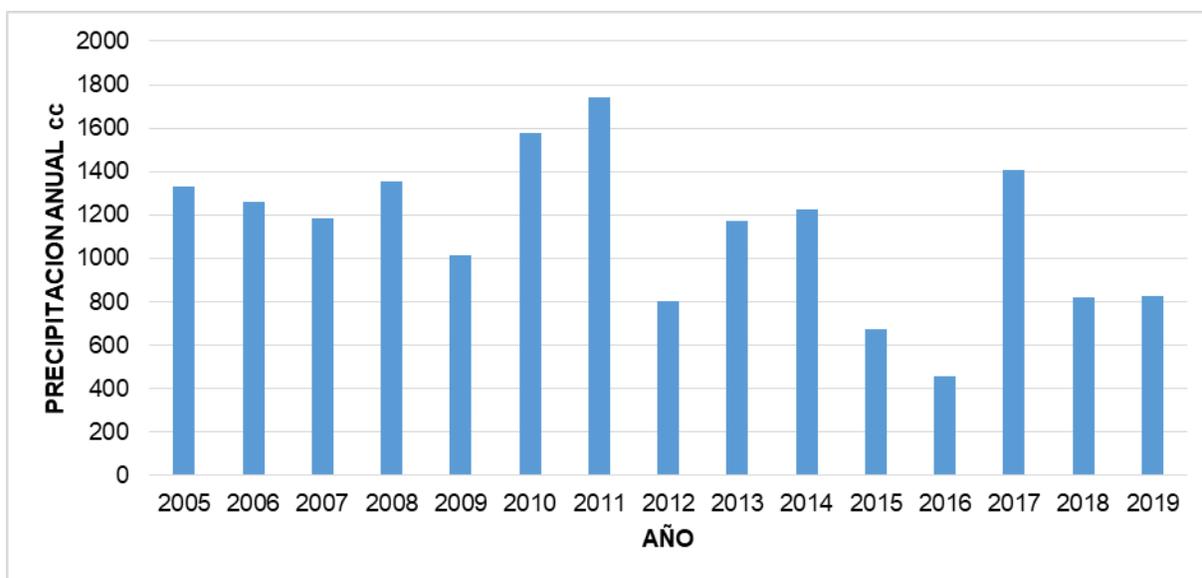
La estimación de la oferta se realizó tomando en cuenta los datos de precipitación pluvial, el área de captación y el material de la misma, mientras que con la demanda se tomará como base los datos recabados en la encuesta y entrevista.

4.5.1 Estimación de la Oferta.

La metodología para hacer una estimación del volumen de captación de agua de lluvia se toma como referencia los promedios de precipitación de cada año, dicha metodología sugiere tener como mínimo una serie histórica de quince años, por lo cual se presenta la siguiente figura.

Figura 24

Promedio de precipitación de lluvia para el Municipio de San Pedro Ayampuc periodo 2005-2019.



Fuente: Elaboración Propia con base en datos del Instituto Nacional de Vulcanología Meteorología e Hidrología –INSIVUMEH

4.5.2 Cálculo de captación de agua de lluvia.

La fórmula exige principalmente que el promedio anual sea trasladado a mensual para poder hacer un análisis más exacto de la precipitación y el volumen de captación. (Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural – UNATSABAR-, 2001, pág. 12)

“La fórmula utilizada para determinación promedio mensual de lluvia es la siguiente

$$P_{pi} = \sum_{i=0}^{i=n} P_i / n$$

n : número de años evaluados

pi : valor de precipitación mensual del mes “i”, (mm)

Ppi : precipitación promedio mensual del mes “i” de todos los años evaluados. (mm/mes)”

Con base en la fórmula anterior se realizó el promedio de la precipitación de agua para cada uno de los meses del año.

Tabla 4

Promedio Mensual de precipitación pluvial periodo 2005-2019.

AÑO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2005	7.80	2.30	43.00	6.50	198.80	309.60	229.40	199.50	173.90	141.50	18.80	0.30
2006	22.80	0.10	8.30	15.80	164.70	346.60	134.30	179.80	151.00	211.00	17.20	10.60
2007	12.70	-	0.50	8.30	98.30	392.50	125.00	186.40	229.60	113.30	16.90	3.40
2008	-	2.00	4.90	35.30	92.60	267.70	391.50	141.30	332.50	88.00	-	-
2009	0.70	2.20	0.60	-	295.20	205.90	96.90	99.10	134.80	38.20	104.50	34.10
2010	-	-	-	197.20	291.20	147.00	239.10	390.00	226.50	62.10	25.00	-
2011	0.40	3.10	32.80	112.10	123.50	317.60	253.60	253.60	276.40	349.90	12.90	4.00
2012	1.30	1.00	13.60	69.30	142.60	103.50	28.00	291.80	124.30	28.40	-	-
2013	-	0.50	39.90	6.00	308.70	160.50	-	201.00	319.60	134.60	1.70	-
2014	-	-	6.60	20.00	192.30	290.20	43.70	137.20	249.60	242.30	42.20	-
2015	-	-	0.50	18.90	24.80	93.40	34.10	9.00	195.30	222.70	74.10	3.60
2016	-	-	-	-	-	45.90	64.40	166.10	92.10	15.70	49.50	25.60
2017	7.30	9.80	3.50	60.10	233.40	325.00	148.10	136.10	261.90	216.00	1.40	7.10
2018	3.00	5.80	4.30	34.60	142.20	253.60	37.00	85.40	159.10	73.30	18.60	1.30
2019	5.30	4.50	-	74.80	103.00	78.40	36.50	-	161.60	354.10	4.20	2.50
Promedio	4.72	2.24	11.32	47.06	172.24	222.49	132.97	176.88	205.88	152.74	27.64	6.61

Fuente: Elaboración Propia con base en datos del INSIVUMEH

Nota: Precipitación promedio mensual (litros/m²).

Seguido de ello hay que tomar en cuenta cuál es el tipo de material sobre el cual se estará realizando la captación del agua de lluvia y tomar como referencia el coeficiente de escorrentía de esa superficie.

Tabla 5

Coeficiente de Escorrentía.

Material	Coeficiente de Escorrentía	Porcentaje de Traslado de agua
Lámina Metálica	0.9	90%
Teja de Arcilla	0.8	80%
Madera	0.8	80%
Paja	0.6	60%
Concreto	0.6	60%

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente se debe de tomar en cuenta la superficie de captación, que en este caso específicamente se debe de considerar una superficie de 30 m² para el aljibe de polietileno, 40m² para el aljibe expuesto, y 50m² para el aljibe subterráneo. (Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural – UNATSABAR-, 2001, pág. 12).

“La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$Ai = \frac{Ppi * Ce * AC}{1000}$$

Ppi: precipitación promedio mensual (litros/m²)

Ce: coeficiente de escorrentía

Ac: área de captación (m²)

Ai: Oferta de agua en el mes “i” (m³)”.

Tabla 6***Oferta de agua por mes expresada en metros cúbicos.***

Mes	Ppi	Aljibe de Polietileno / M3 por mes	Aljibe Expuesto / M3 por mes	Aljibe Subterráneo / M3 por mes
Enero	4.72	0.13	0.17	0.21
Febrero	2.24	0.06	0.08	0.1
Marzo	11.32	0.31	0.41	0.51
Abril	47.06	1.27	1.69	2.12
Mayo	172.24	4.65	6.2	7.75
Junio	222.49	6.01	8.01	10.01
Julio	132.97	3.59	4.79	5.98
Agosto	176.88	4.78	6.37	7.96
Septiembre	205.88	5.56	7.41	9.26
Octubre	152.74	4.12	5.5	6.87
Noviembre	27.64	0.75	1	1.24
Diciembre	6.61	0.18	0.24	0.3

Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo y datos del INSIVUMEH.

Nota: Cada metro cúbico contiene 1000 litros de líquido.

4.5.3 Estimación de la Demanda de Agua.

Es importante conocer la demanda de agua para saber cuál es el volumen que necesitan las familias para llevar a cabo sus actividades. Para el cálculo de la demanda se tomó como base el consumo semanal que tienen las familias, dependiendo de su número de habitantes, la medida de referencia utilizada fue la pila con una capacidad de 100 litros.

Tabla 7***Estimación de la demanda de agua para la Colonia Vistas de San Luis***

Personas por familia	Demanda semanal (pilas de 100 litros)	Litros por semana	Litros Diarios	Demanda Mensual (30 días)
más de 10	15	1500	214	6,429
8 a 10	10	1000	143	4,286
5 a 7	7	700	100	3,000

Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo

4.5.4 Comparación oferta y demanda de agua por tipo de aljibe.

Una vez conocida la demanda de agua de las familias y la oferta que pueden brindar cada uno de los aljibes es necesario hacer una comparación, con el fin de identificar el porcentaje de la demanda cubierto.

Hay claramente cuatro meses iniciales en los cuales no se puede cubrir la demanda y solamente se puede proveer un cierto porcentaje, este periodo abarca de enero a abril de cada año, también en los meses finales (noviembre y diciembre) siendo únicamente de mayo a octubre los meses en los cuales si se puede cubrir y de hecho hay una oferta que incluso puede duplicar a la demanda.

4.5.4.1 Aljibe de polietileno.

Para el aljibe de polietileno se toma como área de captación un total de 30 metros cuadrados, el cual abastecerá a una familia de 5 a 7 integrantes con un consumo promedio mensual de 3,000 litros de agua.

Tabla 8**Comparación Oferta - Demanda aljibe polietileno por familia.**

Mes	Ppi	M3 por mes	Oferta Mensual en litros	Demanda Mensual en litros	Exceso / Carencia	% de demanda cubierto
Enero	4.72	0.13	127	3,000	(2,873)	4%
Febrero	2.24	0.06	60	3,000	(2,940)	2%
Marzo	11.32	0.31	306	3,000	(2,694)	10%
Abril	47.06	1.27	1,271	3,000	(1,729)	42%
Mayo	172.24	4.65	4,650	3,000	1,650	155%
Junio	222.49	6.01	6,007	3,000	3,007	200%
Julio	132.97	3.59	3,590	3,000	590	120%
Agosto	176.88	4.78	4,776	3,000	1,776	159%
Septiembre	205.88	5.56	5,559	3,000	2,559	185%
Octubre	152.74	4.12	4,124	3,000	1,124	137%
Noviembre	27.64	0.75	746	3,000	(2,254)	25%
Diciembre	6.61	0.18	178	3,000	(2,822)	6%

Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo y datos del INSIVUMEH.

Nota: Precipitación promedio mensual (litros/m²), cada metro cúbico contiene 1000 litros de líquido.

4.5.4.2 Aljibe Expuesto.

Para el aljibe expuesto se toma como área de captación un total de 40 metros cuadrados el cual abastecerá a una familia de hasta 10 integrantes con un consumo promedio mensual de 4,286 litros de agua.

Tabla 9**Comparación Oferta - Demanda aljibe expuesto por familia.**

Mes	Ppi	M3 por mes	Oferta en litros	Demanda en litros	Exceso / Carencia	% de demanda cubierto
Enero	4.72	0.17	170	4,286	(4,116)	4%
Febrero	2.24	0.08	80	4,286	(4,205)	2%
Marzo	11.32	0.41	408	4,286	(3,878)	10%
Abril	47.06	1.69	1,694	4,286	(2,591)	40%
Mayo	172.24	6.20	6,200	4,286	1,915	145%
Junio	222.49	8.01	8,010	4,286	3,724	187%
Julio	132.97	4.79	4,787	4,286	501	112%
Agosto	176.88	6.37	6,368	4,286	2,082	149%
Septiembre	205.88	7.41	7,412	4,286	3,126	173%
Octubre	152.74	5.50	5,499	4,286	1,213	128%
Noviembre	27.64	1.00	995	4,286	(3,291)	23%
Diciembre	6.61	0.24	238	4,286	(4,048)	6%

Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo y datos del INSIVUMEH.

Nota: Precipitación promedio mensual (litros/m²), cada metro cúbico contiene 1000 litros de líquido.

4.5.4.3 Aljibe Subterráneo.

Para el aljibe subterráneo se toma como área de captación un total de 50 metros cuadrados, el cual abastecerá a una familia de más de 10 integrantes con un consumo promedio mensual de 6,429 litros de agua.

Tabla 10

Comparación Oferta- Demanda aljibe Subterráneo por familia.

Mes	Ppi	M3 por mes	Oferta en litros	Demanda en litros	Exceso / Carencia	% de demanda cubierto
Enero	4.72	0.21	212	6,429	(6,216)	3%
Febrero	2.24	0.10	101	6,429	(6,328)	2%
Marzo	11.32	0.51	509	6,429	(5,919)	8%
Abril	47.06	2.12	2,118	6,429	(4,311)	33%
Mayo	172.24	7.75	7,751	6,429	1,322	121%
Junio	222.49	10.01	10,012	6,429	3,584	156%
Julio	132.97	5.98	5,984	6,429	(445)	93%
Agosto	176.88	7.96	7,960	6,429	1,531	124%
Septiembre	205.88	9.26	9,265	6,429	2,836	144%
Octubre	152.74	6.87	6,873	6,429	445	107%
Noviembre	27.64	1.24	1,244	6,429	(5,185)	19%
Diciembre	6.61	0.30	297	6,429	(6,131)	5%

Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo y datos del INSIVUMEH.

Nota: Precipitación promedio mensual (litros/m²), cada metro cubico contiene 1000 litros de líquido.

4.5.5 Estimación del periodo de recuperación y beneficio económico por ahorro en gasto de agua.

Siempre que se realiza una inversión se desea saber cuál es el tiempo de recuperación de la misma, esto como medida principal de saber en qué momento se estarán generando los beneficios o ganancias de dicha inversión. A efectos de hacer una estimación en cuanto al ahorro que generarían estos aljibes se tomó como base el monto que debe de pagar cada familia por abastecerse del vital líquido siendo estos Q. 9.00 por cada pila y Q.16.00 por cada tonel (un tonel contiene 2 pilas de agua).

Tabla 11**Costo de Abastecimiento de agua por familia según el número de habitantes**

Concepto	Familia de hasta 7 personas	Familia de hasta 10 personas	Familia de más de 10 personas
Costo Semanal	Q57.00	Q80.00	Q121.00
Costo Diario	Q8.14	Q11.43	Q17.29
Costo Mensual	Q244.29	Q342.86	Q518.57
Costo Anual	Q2,931.43	Q4,114.29	Q6,222.86
Beneficio económico anual (ahorro) por implementación de aljibes	Q1,465.71	Q2,057.14	Q3,111.43

Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo y cálculo de ahorro de agua.

Los costos de abastecimiento anual van desde los Q. 2,931.00 hasta los Q. 6,222.86 dependiendo de su número de habitantes, los aljibes pueden ayudar a reducir esos costos en 50%, esto representaría un beneficio económico (ahorro) anual de Q. 1,465.71 para el aljibe de polietileno, para el aljibe expuesto Q. 2,057.14 y para el aljibe subterráneo de Q. 3,111.43 mediante la captación de agua de lluvia en los meses de mayo a octubre de cada año.

Tabla 12

*Flujo del proyecto para la implementación del Aljibe Polietileno**Cifras expresadas en Quetzales*

Concepto	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro por Captacion de agua de lluvia		1,465.71	1,465.71	1,465.71	1,465.71	1,465.71	1,465.71	1,465.71	1,465.71	1,465.71	1,465.71
Total Ahorro		1,465.71									
Inversion	-5,464.95										
Costo de Mantenimiento	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00
Ecofiltros	- 350.00		- 200.00		- 350.00		- 200.00		- 350.00		
Flujo Neto	-5,814.95	1,365.71	1,365.71	1,165.71	1,365.71	1,015.71	1,365.71	1,165.71	1,365.71	1,015.71	1,365.71
VAN (12%)	1,343.98										
TIR	18%										
BEN	6,742.15										
PRI	5 Años										

Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo y cálculo de ahorro de agua.

Para el análisis del beneficio económico se tomó como base la vida útil del aljibe que es de 10 años, el costo de la inversión, el costo de los ecofiltros los cuales deben de ser remplazados cada dos años, así como el costo de mantenimiento y al evaluar el VAN este indica que la inversión a día de hoy tendría un valor de Q. 1,343.98 y con una tasa de rendimiento de 18% la cual es superior al mínimo esperado, durante los 10 años del proyecto este generara un beneficio neto económico de Q. 6,742.15 y tendrá un período de recuperación de la inversión de 5 años.

Tabla 13

Flujo del proyecto para la implementación del Aljibe Expuesto

Cifras expresadas en Quetzales

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ahorro por Captación de agua de lluvia		2,057.14	2,057.14	2,057.14	2,057.14	2,057.14	2,057.14	2,057.14	2,057.14	2,057.14	2,057.14	2,057.14	2,057.14	2,057.14	2,057.14	2,057.14
Total Ahorro		2,057.14														
Inversion	- 5,626.00															
Costo de Mantenimiento		- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00
Ecofiltros	- 700.00			- 400.00		- 700.00		- 400.00		- 700.00		- 400.00		- 700.00		- 400.00
Flujo Neto	- 6,326.00	1,957.14	1,957.14	1,557.14	1,957.14	1,257.14	1,957.14	1,557.14	1,957.14	1,257.14	1,957.14	1,557.14	1,957.14	1,257.14	1,957.14	1,557.14
VAN (12%)	5,540.05															
TIR	27%															
BEN	19,331.10															
PRI	4 Años															

Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo y cálculo de ahorro de agua.

Para el análisis del beneficio económico se tomó como base la vida útil del aljibe que es de 15 años, el costo de la inversión, el costo de los ecofiltros los cuales deben de ser remplazados cada dos años, así como el costo de mantenimiento y al evaluar el VAN este indica que la inversión a día de hoy tendría un valor de Q. 5,540.05 y con una tasa de rendimiento de 27% la cual es superior al mínimo esperado, durante los 15 años del proyecto este generara un beneficio neto económico de Q.19,331.10 mediante el ahorro por la implementación de aljibes, el período de recuperación de la inversión será de 4 años.

Tabla 14**Flujo del proyecto para la implementación del Aljibe Subterráneo****Cifras expresadas en Quetzales**

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ahorro anual por captación de agua de lluvia		3,111.43	3,111.43	3,111.43	3,111.43	3,111.43	3,111.43	3,111.43	3,111.43	3,111.43	3,111.43	3,111.43	3,111.43	3,111.43	3,111.43	3,111.43
Total Ahorro		3,111.43														
Inversion	- 7,560.00															
Costo de Mantenimiento		- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00	- 100.00
Ecofiltros	- 700.00			- 400.00		- 700.00		- 400.00		- 700.00		- 400.00		- 700.00		- 400.00
Flujo Neto	- 8,260.00	3,011.43	3,011.43	2,611.43	3,011.43	2,311.43	3,011.43	2,611.43	3,011.43	2,311.43	3,011.43	2,611.43	3,011.43	2,311.43	3,011.43	2,611.43
VAN (12%)	10,786.67															
TIR	34%															
BEN	33,211.45															
PRI	3 Años															

Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo y cálculo de ahorro de agua.

Para el análisis del beneficio económico se tomó como base la vida útil del aljibe que es de 15 años, el costo de la inversión, el costo de los ecofiltros los cuales deben de ser remplazados cada dos años, así como el costo de mantenimiento y al evaluar el VAN este indica que la inversión a día de hoy tendría un valor de Q. 10,786.97 y con una tasa de rendimiento de 34% la cual es superior al mínimo esperado, durante los 15 años del proyecto este generara un beneficio neto económico de Q.33,211.45 mediante el ahorro por la implementación de aljibes, el período de recuperación de la inversión será de 3 años.

CONCLUSIONES

1. Las características de la colonia evidencian un abandono en cuanto al desarrollo de la misma y de sus habitantes, el factor que más les aqueja es la falta de agua, cabe destacar que las construcciones de las casas son apropiadas para la instalación de aljibes ya que cuentan con amplios techos de lámina para captación, y las estructuras de concreto dan espacios idóneos para la instalación de los mismos.
2. El aljibe que suele ser más práctico y económico es el aljibe de polietileno, principalmente por la variedad de oferta que hay de estos en el mercado, otra variable que influye en ellos es su diversidad de capacidades que puede abarcar hasta una capacidad de 6,000 litros, otro factor que incide en la versatilidad del aljibe es que se puede colocar a nivel de suelo o bien como un tanque elevado que suministra el agua por gravedad en el cual no se necesitaría de algún otro accesorio.
3. Para la instalación tanto del aljibe expuesto y de aljibe subterráneo se necesita de un espacio de cuando menos doce metros cuadrados en el patio para su instalación, dados los materiales que son empleados en su construcción, la construcción del tanque puede resultar compleja.
4. El costo de los aljibes depende exclusivamente de los materiales que sean empleados en ellos, los que se componen de cemento aumentan su costo ya que estos tienen una mayor durabilidad y son mucho más resistentes a las inclemencias del tiempo, los costos son relativamente bajos con relación al beneficio que estos proveen ya que van desde los Q. 5,814.95 hasta los Q. 8,260.00
5. La alternativa de captación de agua provee captaciones que van desde los 31,395 hasta los 52,325 litros de agua anuales dependiendo del área de captación, el sistema puede proveer el 100% de las demandas establecidas

por un periodo de seis meses comprendidos de mayo a octubre lo cual representaría un 50% de ahorro anual del gasto en consumo de agua.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario hacer una evaluación previa de donde será instalado el aljibe, para poder tener el mayor provecho posible y asegurarse que las características sean aprovechadas al máximo.
2. En el caso de que las personas no puedan contar con los recursos monetarios necesarios para poder realizar la implementación de estos tipos de proyectos, se podría buscar una línea de crédito con alguna entidad que se enfoque en el desarrollo de las comunidades, a manera de brindar un financiamiento el cual les pueda permitir acceder al beneficio de estos proyectos.
3. La zona de San Pedro Ayampuc es una zona bastante húmeda, se podría decir que es más húmeda que la capital, pero sus registros de los datos pluviales generan una gran cantidad de datos no registrables u observables con lo cual sus registros tienden a ser más bajos, sería valioso poder dar mantenimiento a la estación que cuenta con pluviómetros para poder tener un mejor registro de los datos de la precipitación diaria, mensual y anual.
4. La escasez de agua es una problemática que abarca muchos de los municipios y zonas de Guatemala, por ello sería una buena opción poder estudiar la funcionabilidad o la posibilidad de implementar sistemas similares en zonas en las cuales el servicio de agua es deficiente o definitivamente no existe y así poder satisfacer una de las principales necesidades del ser humano.
5. El agua del aljibe dadas sus características se sugiere tenga un uso doméstico para actividades tales como: riego de plantas, lavado de jardines o patios, para lavado de trastes, ropa, higiene personal y uso sanitario.

6. Para uso humano se recomienda evaluar algún tratamiento alternativo de purificación de agua y análisis físico, químico y microbiológico que certifique su aptitud para su consumo, tal como lo es el uso de ecofiltros que cumple con las normas COGUANOR.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación Regional Campesina – ASOERCH- Ch'orti' (2015). *Proyectos ejecutados, Acceso al Agua* Obtenido de Asorech.org.gt: <https://www.asorech.org.gt/index.php/proyectos-ejecutados/proyectos-ejecutados>

Asociación Misiones Ambientales –AMA- (2019). Recuperado de: <https://asociacionmedioambiente.wordpress.com/2019/01/20/ventajas-y-desventajas-del-sistema-de-capacitacion-y-aprovechamiento-de-agua-pluvial/>

Baca Urbina, G. (2010). *Evaluación de Proyectos*. Mexico, D.F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Balelli E., Vásquez L. (2018). *Captación de Agua de Lluvia*, -1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones –INTA-

Biblioteca de la Universidad Pública de Navarra. Oficina de Referencia. (2014). *Guía para citar y referenciar. APA Style*. Recuperado de <http://goo.gl/0CSj5G>

Captación agua de lluvia, (s.f.). Recuperado de: <https://hidropluviales.com/2018/07/05/captacion-agua-de-lluvia-2/>

Castillo Díaz, A. (2008). *Captación Y Uso Del Agua De Lluvia, Reproducción De Plantas Medicinales Y Servicios Comunitarios En Purulhá, Rabinal, Baja Verapaz (Memoria Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala)*. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2382.pdf

Construya Seguro Saludable Sostenible. (8 de marzo de 2016). Modulo Agua de Lluvia [Archivo de Video] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Cijhy1xGsbo&t=1107s>

Chile. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO-, Fondo Internacional del Desarrollo Agrícola –FIDA-, Cooperación Suiza en América Central (2013). CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.

Embajada de Alemania en Guatemala (2020). Alemania en Guatemala. Recuperado de <https://www.facebook.com/AlemaniaEnGuatemala/>

Fundacion Para el Ecodesarrollo y la Conservacion -FUNDAECO-. (2015). *Fundaeco Fan Page*. Obtenido de Fundaeco Fan Page: <https://fundaeco.com/fundaecofanpage/posts/681013795344252>

García Lima, L. (2018). Diagnóstico Y Estudio De Los Usos Potenciales Del Agua Obtenida De Los Sistemas De Captación, En Las Zonas 24 Y 25 Municipio De Guatemala, Guatemala, C.A. (*Tesis de Pregrado Inedita*). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

García Velázquez, Jesus. (2012). Sistema De Captación Y Aprovechamiento Pluvial Para Un Ecobarrio De La Cd. De México (Memoria Maestria, Universidad Nacional Autónoma De México, Mexico). Recuperado de <https://islaurbana.mx/wp-content/uploads/2017/06/Captacion-lluvia-tesisHiram-Garcia.pdf>

González Herrera, M. A. (2009). *Evaluación De Campo De Los Materiales De Los Proyectos Ejecutados Para La Captación De Agua De Lluvia, En Los Departamentos De Alta Verapaz Y Chiquimula (Tesis de Pregrado Inedita)*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Hernández Sampieri, (2014). Metodología de la Investigación 6ta. Edición, México D.F., McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., recuperado de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Instituto Nacional de Estadística -INE-, (2018). *Censo Poblacional*. Guatemala, Guatemala

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología – INSIVUMEH - (2020). *Datos Historicos diarios de la Precipitacion Pluvial Del Municipio de San Pedro Ayampuc y del Municipio de Guatemala, Guatemala Guatemala*

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria -INTA -(2017). *Sistemas De Captación De Agua De Lluvia Para Consumo Humano, Sinónimo De Agua Segura*

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria -INTA -(2013). *Tecnología apropiada de filtrado del agua de lluvia destinada para el consumo humano.*

Morales Martín, F. J. (2011). *CONCEPTO DE PROYECTO: LECCIONES DE EXPERIENCIA*. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

Municipalidad de Camotan, C. (23 de 04 de 2019). *Tu muni Camotan*. Obtenido de Tu muni Camotan: <https://municamotan/posts/1612291142203221/>

Municipalidad de Guatemala -*Muniguate*-(2016). *Proyecto de Captación de Agua Pluvial en El Amate* Obtenido de Muniguate: <http://www.muniguate.com/blog/noticias/proyecto-de-captacion-de-agua-pluvial-en-el-amate/>

Moscoso Cashaj, A. E. (2012). Diseño De Sistema De Captación De Lluvia Para Uso Industrial (Tesis de Pregrado Inédita). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura. (2013). *CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA Opciones técnicas para la agricultura familiar en America Latian y el Caribe*. Santiago: Fondo Internacional para el Desarrollo de la Agricultura (FIDA) y la Cooperación Suiza.

Organizacion Panamericana de la Salud. (2004). *GUÍA DE DISEÑO PARA CAPTACIÓN*. Lima: Organizacion Mundial de la Salud.

Orozco A. (10 de Agosto 2016). Agua y alimentos son foco de enfermedades
Prensa Libre Recuperado de
<https://www.prensalibre.com/guatemala/comunitario/contaminacion-de-agua-y-alimentos-continua-siendo-causa-de-enfermedades/>

Peréz de la Cruz, F. J. (2016). Abastecimiento de Aguas, Captacion de Aguas Superficiales *Universidad Politecnica de Cartagena*. Obtenido de Universidad Politecnica de Cartagena presentación [diapositivas de PowerPoint]. *Recuperado* de:
https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/6010/mod_resource/content/1/Tema_02_CAPT_AGUAS_SUP.pdf

Programa de Las Naciones Unidas Para el Desarrollo -PNUD-, (2016). *CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA EN AMERICA LATINA*. Chile: Ediciones e Impresiones Copygraph.

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 (Tesis de Pregrado Inédita).
Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Reciclaje y Sustentabilidad. (14 de septiembre de 2018). Sistema de Captacion de Agua de Lluvia [Archivo de Video] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=4bv4xPEXJsQ>

Reyes, M. C., & Rubio, J. J. (2014). *DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA*. Bogota, D.C.: Universidad Católica de Colombia Facultad de Ingenieria civil.

Rodríguez F. (2016). Como convertir agua de lluvia en potable [diapositivas de Slide Share] Recuperado de <https://es.slideshare.net/SantiagoMata1/trabajo-como-convertir-agua-de-lluvias-en-potable-57369375>

Rotoplas. (23 de abril de 2018). Proceso de Instalacion de Cisterna Rotoplas [Archivo de Video] Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=j_6XJ00_suo

Rotoplast Centroamérica. (2020). *¿Qué es un aljibe y para qué sirve?* Obtenido de <https://rotoplascentroamerica.com/que-es-un-aljibe-y-para-que-sirve/>

Sapag Chain, N., Sapag Chain, R., & Sapag P., J. M. (2008). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. Mexico, D.F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Secretaria General de Planificacion -SEGEPLAN-, (2013). CONSTRUCCION ALJIBE(S) ALDEA SACSI CHITAÑA, SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ Obtenido de [snip.segeplan.gob.gt: http://snip.segeplan.gob.gt/guest/SNPGPL\\$PRY_BOLETA.INDICE?index_proyecto=114285&index_ejercicio=2013](http://snip.segeplan.gob.gt: snip.segeplan.gob.gt: http://snip.segeplan.gob.gt/guest/SNPGPL$PRY_BOLETA.INDICE?index_proyecto=114285&index_ejercicio=2013)

Sistema Nacional de Inversion Publica -SNIP-, (2013). CONSTRUCCION POZO(S) COLONIA VISTAS DE SAN LUIS, SAN PEDRO AYAMPUC, GUATEMALA Obtenido de snip.gob.gt: [https://sistemas.segeplan.gob.gt/reports/rwservlet?snrpbp\\$boleta&prm_proyecto=113420&prm_ejercicio=2013](https://sistemas.segeplan.gob.gt/reports/rwservlet?snrpbp$boleta&prm_proyecto=113420&prm_ejercicio=2013)

Sistema de las Naciones Unidas en Guatemala (2014). Guatemala : Analisis de Situación del País, obtenido de: <http://onu.org.gt/wp-content/uploads/2016/04/Estudio-de-Situacion-Guatemala.compressed.pdf>

United States Agency International Developments USAID DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA (2020). Recuperado de <https://www.facebook.com/USAIDGuatemala/>

ANEXOS

Anexo 1

Formato de entrevista para conocer la situación, de la colonia y el servicio de suministro de agua potable.



La siguiente entrevista tiene como fin primordial conocer como es el servicio de agua potable en su colonia, para poder dar un diagnóstico y proponer una alternativa de solución social mediante la cual se pueda crear un beneficio a la comunidad y a sus habitantes.

Fecha de entrevista: _____ Hora: _____

Nombres y apellidos completos: _____

Lugar: _____

Edad: _____

1. Información general:

¿Hace cuantos años vive en la colonia?

¿Cómo considera que ha sido el desarrollo de la colonia?

¿Cuáles considera que son los principales problemas de la colonia?

2. Servicio de Agua:

¿Cómo considera el servicio de agua potable?

¿Quién les brinda el servicio de agua?

¿Con que frecuencia recibe el servicio?

¿Cómo se abastece de agua normalmente?

Anexo 2

Formato de la encuesta trasladada para determinar características de viviendas y consumo de agua.



Encuesta para la implementación de Aljibes

Esta es una encuesta de carácter académico y con el propósito de recolectar información acerca de su nivel de consumo de agua.

El fin primordial de esta encuesta es proponer un proyecto de aprovechamiento de agua de lluvia mediante aljibes

Toda la información consignada en este cuestionario es de carácter confidencial.

***Obligatorio**

¿Sabía que un aljibe es básicamente un sistema de recolección y almacenamiento de agua de lluvia de bajo costo, el cual permite obtener agua sin necesidad de hacer un pago por ella? *



si

No

¿Cuántas personas viven en su domicilio? *

- 0-4
- 5-7 personas
- 8-10 personas
- mas de 10 personas
- Otra...

¿Cuál es su consumo de agua promedio a la semana? *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 10 a 15
- 15 a 20

¿Cuál es el tipo de construcción de su domicilio? *

- Block y cemento
- Block y Lamina
- Lamina
- Adobe
- Otro: _____

¿El techo de su domicilio de que material esta hecho? *

- Cemento o concreto (terraza)
- Lamina
- Duralita
- Otro: _____

¿Su domicilio cuenta con patio en el interior ? *

si

no

¿Cuanto considera que mide su patio?

Tu respuesta

¿Estaria dispuesto a implementar un aljibe en su domicilio, tomando en cuenta el ahorro en el consumo de agua que pudiera tener ? Los aljibes dependiendo de su tipo de filtrado pueden hacer el agua apta para consumo humano. *

si

no

Anexo 3

Solicitud de información relacionada a la precipitación pluvial.

GOBIERNO de GUATEMALA
DR. ALEJANDRO GIAMMATTEI

MINISTERIO DE COMUNICACIONES, INFRAESTRUCTURA Y VIVIENDA

INSIVUMEH
INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGÍA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA

UNIDAD DE INFORMACIÓN PÚBLICA. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología INSIVUMEH. Guatemala 24 de agosto de dos mil veinte.

Resolución No. UAIP-206-2020

Se tiene a la vista para resolver, la solicitud de información pública contenida dentro del expediente, el cual fuera presentado por **Kevin Barrientos**, de conformidad con lo que al efecto estipula la Ley de Acceso a la Información Pública, decreto número 57-2008 del Congreso de la República. El interesado no señaló dirección para recibir notificaciones,

CONSIDERANDO

Según solicitud Numero 201-2020 de fecha 19 de agosto de 2020, El interesado presentó solicitud de información:

Estimados muy buen día, espero se encuentren muy bien y desarrollando sus actividades de la mejor manera posible.
El motivo de la presente es para solicitarles información acerca de la precipitación pluvial del departamento de Guatemala, si tuviera la del municipio de San Pedro Ayampuc sería genial, esto con el fin de recabar datos para un trabajo universitario.

No sé si ustedes tendrán una serie histórica o algo por el estilo, de igual manera se me pudiera indicar si esta precipitación es por hora día o similar

Por tanto se confirió el trámite respectivo al departamento de Climatología del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología INSIVUMEH por lo cual la información requerida, tal lo indica la solicitud arriba planteada, es procedente su entrega al interesado con las formalidades de Ley; haciéndose saber que, de conformidad con el Artículo 15 de la Ley de Acceso a la Información Pública, **"Los interesados tendrán responsabilidad penal y civil por el uso, manejo o difusión de la información pública a la que tengan acceso, de conformidad con esta ley y demás leyes aplicables."**

POR TANTO

Con base en lo considerado y lo estipulado en los Artículos: 30 y 31, de la Constitución Política de la República de Guatemala; 1 al 6, 8, 16 al 20, 38, 42, 43 y 45 del Decreto número 57-2008 del Congreso de la República; la Unidad de Información Pública del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología INSIVUMEH,

RESUELVE

1) **CON LUGAR**, la solicitud de información pública arriba relacionada. Del departamento de Climatología por medio de **OFICIO 275-2020/JD/SC/bj** de fecha 21 de agosto de 2020. Nos trasladan la información correspondiente, por lo que se le hace entrega de la información solicitada ya que consta en los archivos de la oficina del mérito.

Notifíquese.


GEOL. FRANCISCO JAVIER JUAREZ CACAO
SUB DIRECTOR
INSIVUMEH



7a. avenida, 14-57, zona 13, Guatemala
PBX: (502) 2310-5000

www.insivumeh.gob.gt Síguenos en:     Insivumeh



**GOBIERNO de
GUATEMALA**
DR. ALEJANDRO GIAMMATTEI

MINISTERIO DE
COMUNICACIONES,
INFRAESTRUCTURA
Y VIVIENDA



Oficio No. 275-2020/JDISC/bj
Guatemala, 21 de agosto de 2020

**Señora
Lucrecia Cojolon
Unidad de Información Pública
INSIVUMEH**

Es un gusto dirigirme a usted deseando éxitos en sus actividades, el motivo de la presente es para dar seguimiento al oficio LAI-201-2020-YBSV/elcg., Kevin Barrientos, donde solicita datos climáticos de las estaciones con las que contamos en el departamento de Guatemala o de San Pedro Ayampuc.

Por lo tanto, le enviamos los datos, vía correo electrónico, esperando los datos sean satisfactorios.

Agradeciendo de antemano, sin otro particular me suscribo de usted, como su seguro servidor.

Atentamente,

Ingeniera Julia Walescka Xuya Estrada
Jefa de Departamento de Investigación y Servicios Climáticos
INSIVUMEH



C.c. archivo

7a. avenida, 14-57, zona 13, Guatemala
PBX: (502) 2310-5000

www.insivumeh.gob.gt Síguenos en: insivumeh

Wcky
9.24
21.8.2020

24/8/2020

Correo de Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, INSIVUMEH - OFICIO 201-2020

**INSIVUMEH****Brenda Zuleima Juarez Osoy** <seccion.climatologia@insivumeh.gob.gt>**OFICIO 201-2020**

1 mensaje

Brenda Zuleima Juarez Osoy <seccion.climatologia@insivumeh.gob.gt>
Para: Lucrecia Cojolon <acceso.informa@insivumeh.gob.gt>

21 de agosto de 2020 a las 15:45

Buen dia
Lucky

le envio la informacion de Kevin Barrientos, donde necesita información de precipitación, pluvial del departamento de Guatemala o del municipio de San Pedro Ayampuc.

Le envio los datos de las estaciones con las que contamos en el departamento de Guatemala datos diarios y San Pedro Ayampuc, que son los datos con los que cuento.

att
Brenda Juarez

--

Brenda Zuleima Juarez Osoy**SERVICIOS TÉCNICOS****DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS****CLIMATOLÓGICOS**

Oficina: +502 2310-5024

e-mail: seccion.climatologia@insivumeh.gob.gtWeb: insivumeh.gob.gt**3 archivos adjuntos** **INSIVUMEH 1990-2020.xls**
1856K **LA AURORA 2009-2020.xls**
664K **SAN PEDRO AYAMPUC.xls**
472K

Anexo 4

Tabla de datos históricos por mes de la precipitación pluvial para el municipio de San Pedro Ayampuc desde 1970.

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total Anual
1970	0	0	0	45.3	17.4	153	156.6		324.8	154.4	9.4	2.6	863.5
1971	1.9	11.3	0.5	34.8	55.4	83.2	223.8	192.2	118.6	36.3	40.7	6.7	805.4
1972	8.2	2.3	13.1	6.9	53.4	144.7	175.1	95.2	74.6	22.5	7.6	1	604.6
1973	0	2.5	0	0.7	123.7	200.9	124.3	296.7	138	252	14.6	23.2	1176.6
1974	47	6	35	20	165.3	292.5	96.3	109.2	217.9	33.3	8.6	0	1031.1
1975	7.3	0	8.2	12.3	56.1	107.5	44.7	81.3	313.3	318.8	58.2	0.3	1008
1976	0	0	0	81.3	135.5	339	132.9	95.5	114	176.9	9.5	0	1084.6
1977	0.1	0.6	0	4.5	155.1	126.2	57.4	97.2	245.3	79.1	80.4	21.4	867.3
1978	2.3	0	1.7	17.1	106.2	120.8	234.2	102	198.6	81.6	18.5	0.9	883.9
1979	0	0	45.1	36.9	198.5	151	239.2	152.6	274	107.4	3.5	23.4	1231.6
1980	17.3	0	20.2	24	128.2	222.2	132.5	218.9	285.6	122.7	7.1	4.3	1183
1981	3.2	0.8	15.2	23.1	69	211.6	162.5	250.4	158.9	151.1	0	36.3	1082.1
1982	1.8	1.2	2.8	15.3	221	360.3	100.8	64.1	331.7	132.9	8.5	3.5	1243.9
1983	2.4	33.7	13.6	10.1	85.7	467.2	76.3	116.4	261	95.3	87.5	9.5	1258.7
1984	0	4.1	7.9	3.7	184.8	158.1	251.7	195.7	377.6	53.3	0.3	1.5	1238.7
1985	0	23.5	0.9	3.3	95.3	194.6	189.5	243.8	301.4	212.8	90.4	2.4	1357.9
1986	0	0	0	12.6	91.7	254.2	137.5	141.3	168.1	89.4	10.6	2.8	908.2
1987	0	3.4	119	43.6	27.2	333	219.6	103.5	116.7	4.7	3.2	0	973.9
1988	11.2	3.7	53.7	35.4	27.7	318.3	213.4	340.1	220.4	188.3	2.4	4.1	1418.7
1989	1	1.5	5.4	67.3	128.3	236.4	85.5	245	179.9	106.9	35.1	0	1092.3
1990	11.1	1.4	1	47.4	105.3	92.5	125.7	137.9	339.4	94.1	73.4	26.4	1055.6
1991	6.2	2.2	0	16.5	155	219	62.3	94.2	257.1	118.5	12.8	28.1	971.9
1992	0.7	0	10.2	46.4	14.8	331.5	160.4	159.7	96.6	61.8	42.5	7.3	931.9
1993	0	0	8.9	85.9	62.3	39.4			148	86.4	13	6.7	450.6
1994	7.6	1.2	6.2	37.9	94.2	133.8	37.5	277.6	240.2	134.5	24.6	0.7	996
1995	0.3	2.4	0.4	81.2	101.7	295.8	124.9	294.4	337.3	159.2	3.3	15.3	1416.2
1996	2.6	3.4	3.3	183.4	192.6	256.4	239.3	118.4	191.4	207.5	24.6	0.6	1423.5
1997	2.7	0.8	5.1	56.9	38.1	274	133.8	94.1	352.7	145.4	95.8	19.2	1218.6
1998	1	0	0	0	65.2	196.2	220	239.1					721.5
1999						338.1	135	1.3	380.2	243	16.1		1113.7
2000			1		10.2	192.9							204.1
2002						210.1	146.7	56.4	144.9	81.8	18	1	658.9
2003	0.3	0.9	39.4	24.3	109	386.6	87.5	155.8	295.3	159.6	23.1	3.2	1285
2004	0.8	0	27.8	62	97.3	279.4	176.3	53.6	227.3	148.2	11.8	1.1	1085.6
2005	7.8	2.3	43	6.5	198.8	309.6	229.4	199.5	173.9	141.5	18.8	0.3	1331.4
2006	22.8	0.1	8.3	15.8	164.7	346.6	134.3	179.8	151	211	17.2	10.6	1262.2
2007	12.7	0	0.5	8.3	98.3	392.5	125	186.4	229.6	113.3	16.9	3.4	1186.9
2008	0	2	4.9	35.3	92.6	267.7	391.5	141.3	332.5	88	0		1355.8
2009	0.7	2.2	0.6	0	295.2	205.9	96.9	99.1	134.8	38.2	104.5	34.1	1012.2
2010		0	0	197.2	291.2	147	239.1	390	226.5	62.1	25	0	1578.1
2011	0.4	3.1	32.8	112.1	123.5	317.6	253.6	253.6	276.4	349.9	12.9	4	1739.9
2012	1.3	1	13.6	69.3	142.6	103.5	28	291.8	124.3	28.4		0	803.8
2013	0	0.5	39.9	6	308.7	160.5		201	319.6	134.6	1.7	0	1172.5
2014	0	0	6.6	20	192.3	290.2	43.7	137.2	249.6	242.3	42.2	0	1224.1
2015	0	0	0.5	18.9	24.8	93.4	34.1	9	195.3	222.7	74.1	3.6	676.4
2016						45.9	64.4	166.1	92.1	15.7	49.5	25.6	459.3
2017	7.3	9.8	3.5	60.1	233.4	325	148.1	136.1	261.9	216	1.4	7.1	1409.7
2018	3	5.8	4.3	34.6	142.2	253.6	37	85.4	159.1	73.3	18.6	1.3	818.2
2019	5.3	4.5	0	74.8	103	78.4	36.5		161.6	354.1	4.2	2.5	824.9

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estimación de costo implementación de aljibe Polietileno.....	44
Tabla 2. Estimación de costo implementación de aljibe Expuesto..	45
Tabla 3. Estimación de costo implementación de aljibe Subterráneo..	46
Tabla 4. Promedio Mensual de precipitación pluvial periodo 2005-2019...	48
Tabla 5. Coeficiente de escorrentia.....	49
Tabla 6. Oferta de agua por mes expresada en metros cúbicos.....	50
Tabla 7. Estimacion de la demanda de agua para la colonia Vistas de San Luis..	51
Tabla 8. Comparación Oferta- Demanda aljibe polietileno por familia.....	52
Tabla 9. Comparación Oferta - Demanda aljibe expuesto por familia.	53
Tabla 10. Comparación Oferta - Demanda aljibe subterraneo por familia.....	54
Tabla 11. Costo de abastecimiento de agua por familia según el numero de habitantes.....	55
Tabla 12. Flujo del proyecto para la implementación del Aljibe Polietileno.	56
Tabla 13. Flujo del proyecto para la implementación del Aljibe Expuesto.....	57
Tabla 14. Flujo del proyecto para la implementación del Aljibe Subterraneo.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Captación de Agua de Lluvia	9
Figura 2. Recolección y Conducción	10
Figura 3. Filtro Interceptor	11
Figura 4. Almacenamiento de Agua de Lluvia	13
Figura 5. Aljibe Autónomo	15
Figura 6. Batería Sanitaria.	16
Figura 7. Fotografía satelital de la colonia Vistas de San Luis.	26
Figura 8. Vía de acceso principal a la colonia Vistas de San Luis.....	26
Figura 9. Deterioro de la vía de acceso interior de la colonia Vistas de San Luis.	27
Figura 10. Viviendas con construcción de block.....	28
Figura 11. Vivienda de lámina colonia Vistas de San Luis.	28
Figura 12. Cisterna almacenadora de agua colonia Vistas de San Luis.	29
Figura 13. Aljibe de polietileno..	33
Figura 14. Aljibe expuesto de forma cilíndrica.....	34
Figura 15. Aljibe de ferro cemento subterráneo..	35
Figura 16. Aljibe de polietileno Instalado.....	36
Figura 17. Capas de aljibe de polietileno.	38
Figura 18. Elaboración de Filtro para Aljibe.....	39

Figura 19. Vista interna de filtro para aljibe.	40
Figura 20. Diseño final y vista interna del aljibe..	40
Figura 21. Aljibe de ferro cemento subterráneo diagrama colector.....	42
Figura 22. Aljibe de ferro cemento subterráneo composición del filtro.....	43
Figura 23. Aljibe de ferro cemento subterráneo tanque de tratamiento.....	43
Figura 24. Promedio de precipitación de lluvia para el Municipio de San Pedro Ayampuc..	47