

Luis David Junior Cetino Marroquín

PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA
DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN LA ESCUELA OFICIAL RURAL
MIXTA ALDEA EL PINALITO, SAN PEDRO PINULA, JALAPA.



Asesor General Metodológico:
Ing. Agr. Juan Pablo Gramajo Pineda

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, abril 2022

Informe final de graduación

PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA
DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN LA ESCUELA OFICIAL RURAL
MIXTA ALDEA EL PINALITO, SAN PEDRO PINULA, JALAPA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:
Luis David Junior Cetino Marroquín

En el acto de investidura previo a su graduación como Ingeniero Civil con Énfasis
en Construcciones Rurales

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, abril 2022

Informe final de graduación

PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA
DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN LA ESCUELA OFICIAL RURAL
MIXTA ALDEA EL PINALITO, SAN PEDRO PINULA, JALAPA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ing. Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, abril 2022.

Este documento fue presentado por el autor,
previo a obtener el título de Ingeniero Civil con
Énfasis en Construcciones Rurales en el grado
académico de licenciado.

Prólogo

En el tiempo actual con lo establecido en el programa de graduación de la universidad rural de Guatemala elaboro los documentos “proyecto para la construcción de un sistema de captación de agua pluvial en la Escuela Oficial Rural Mixta Escuela Oficial (E.O.R.M.) aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa. Previo a optar el título de ingeniería civil con énfasis en construcción rural en grado de licenciatura”; En la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, se realizó una supervisión técnica como estudiante de la carrera de ingeniería civil con el afán de poder contribuir en el desarrollo del municipio.

La recolección y un buen tratamiento del agua pluvial es una obra de gran impacto en el entorno del municipio el cual forma parte del corredor seco, debido a que la escasez de agua potable es cada vez mayor.

La construcción de un sistema de captación de agua pluvial marca un enfoque y planes de desarrollo sustentable para el municipio, lo cual pretende que más escuelas, instituciones y viviendas de la región se involucren a este tipo de proyecto. Es importante la implementación de fuentes de abastecimiento alternas para poder disminuir los escasos de agua en las comunidades, de esta manera evitar enfermedades gastrointestinales en los habitantes.

El agua es un recurso esencial para el desarrollo de las diferentes actividades del ser humano por lo cual se ve en la necesidad de buscar fuentes alternas de abastecimiento debido a que las fuentes de abastecimiento principales no cumplen con la demanda necesaria siendo un factor que afecta directamente a los pobladores de una comunidad. En centros educativos es primordial la buena higiene tanto en los salones de clases como en los demás ambientes de la escuela es por ello que no pueden ni deben estar sin el vital líquido, de esta manera poder mitigar enfermedades gastrointestinales.

Presentación

La presente investigación contiene la propuesta de proyecto para la construcción de un sistema de captación de agua pluvial en la Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.) aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa. Previo a optar el título de ingeniero civil en grado de licenciatura, conforme a los estatutos de la universidad Rural de Guatemala. La investigación realizada tiene el objetivo de realizar un proyecto para la construcción de un sistema de captación de agua pluvial en la Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.) aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, durante las visitas de campo realizadas a la escuela se pudo constatar que atienden una población escolar de 109 alumnos entre niños y niñas, con ello se denota la necesidad del vital líquido en épocas de sequía para la hidratación de los niños y limpieza de la misma.

Se verifico la carencia de agua potable municipal durante las épocas de invierno, así también la falta de tanques cisterna con su debida cloración, para almacenar agua y evitar la problemática de carencias en fechas específicas o en su caso cuando la municipalidad no pueda brindar el servicio del vital líquido, con dicha carencias se da el incremento de enfermedades gastrointestinales en los niños y niñas, falta de higiene en los servicios sanitarios y en la infraestructura de la escuela, ante los hechos se buscan alternativas para captar y almacenar agua de lluvia.

La construcción de un sistema de captación de agua pluvial es una manera de prevenir y evitar la carencia de agua en épocas secas del año y cause perjuicios en los niños y niñas de la escuela. Este tipo de proyectos para la recolección de agua pluvial busca solucionar la problemática de escasez de agua en épocas secas del año o cuando en su momento la municipalidad no pueda brindar el servicio de agua potable.

El proyecto pretende satisfacer una parte de las necesidades de los maestros y alumnos quienes apoyan con entusiasmo este tipo de proyectos. Por lo tanto, será de mucho beneficio para los maestros, alumnos y padres de familia, si dicho proyecto se llegara a poner en práctica ante la propuesta mencionada anteriormente.

INDICE

| | |
|---|----|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| I.1 Planteamiento del problema..... | 2 |
| I.2 Hipótesis | 3 |
| I.3 Objetivos..... | 3 |
| I.3.1 Objetivo general..... | 3 |
| I.3.2 Objetivo específico | 3 |
| I.4 Justificación | 4 |
| II. MARCO TEÓRICO | 9 |
| II.1 Agua | 9 |
| II.1.1 Agua dulce..... | 10 |
| II.1.1.1 Importancia del agua dulce..... | 11 |
| II.1.2 Agua de Mar | 11 |
| II.1.2.1 Importancia del agua de Mar..... | 11 |
| II.1.2.2 ¿De qué depende la salinidad del mar? | 12 |
| II.1.2.2 ¿Qué sales tiene el agua de mar? | 12 |
| II.2 Ciclos del agua | 15 |
| II.2.1 Precipitación..... | 17 |
| II.2.2 Evaporación..... | 17 |
| II.2.3 Condensación | 18 |
| II.2.4 Transpiración..... | 18 |
| II.3 Uso y manejo del agua | 20 |
| II.3.1 Uso de agua agrícola. | 23 |
| II.3.2 Uso de agua industrial. | 23 |
| II.3.3 Uso del agua en electricidad..... | 24 |
| II.3.4¿Cómo se utilizan los recursos hídricos en Guatemala? | 24 |
| II.3.5 Oferta de agua superficial..... | 25 |
| II.3.6 Oferta de agua subterráneas..... | 25 |
| II.3.7 Inversiones en el manejo del agua..... | 26 |

| | |
|--|----|
| II.4 Agua potable..... | 28 |
| II.4.1 Regulación de Agua potable..... | 29 |
| II.5 Potabilización del agua..... | 34 |
| II.5.1 Cloración del agua..... | 36 |
| II.5.1 Cloro gaseoso | 36 |
| II.5.2 Hipoclorito de sodio | 37 |
| II.5.3 Hipoclorito cálcico | 37 |
| II.6 Agua pluvial | 39 |
| II.6.1 Aprovechamiento del agua pluvial..... | 40 |
| II.7 Fuentes de abastecimiento y sistemas de distribución de agua potable | 42 |
| II.7.1 Fuentes de Abastecimiento de agua | 43 |
| II.7.1.1 Aguas Meteóricas | 43 |
| II.7.1.2 Aguas Superficiales | 44 |
| II.7.1.3 Aguas Subterráneas | 45 |
| II.7.1.4 Acuífero..... | 45 |
| II.7.2 Formas de distribución | 46 |
| II.7.2.1 Por Gravedad..... | 46 |
| II.7.2.2 Bombeo directo a la red, sin almacenamiento..... | 47 |
| II.7.2.3 Bombeo directo a la red, con excedencias a tanques de regulación..... | 47 |
| II.7.3 Componentes del sistema de abastecimiento y distribución del agua potable | 48 |
| II.7.3.1 Captación..... | 48 |
| II.7.3.2 Conducción..... | 49 |
| II.7.3.3 Almacenamiento..... | 50 |
| II.7.3.4 Distribución | 51 |
| II.7.2.5 Conexiones domiciliarias | 51 |
| II.8 Sistema de Captación de aguas pluviales | 56 |
| II.8.1 Elementos de un sistema de captación. | 57 |
| II.8.2 Consideraciones de diseño | 58 |
| II.8.2.1 Criterios de diseño de un sistema de captación pluvial nivel vivienda. | 58 |

| | |
|--|----|
| II.8.2.2 Criterios de diseño de un sistema de captación pluvial a nivel comunitario. | 58 |
| II.8.3 Tipos de sistemas de captación de agua pluvial. | 58 |
| II.8.3.1 Bombeado directo (sumergible) | 58 |
| II.8.3.2 Bombeo directo (succión): | 59 |
| II.8.3.3 Gravedad indirecta: | 59 |
| II.9 Hidrología. | 62 |
| II.9.1 Como medir las precipitaciones | 62 |
| II.9.2 Cantidad de precipitación durante los últimos 5 años | 63 |
| II.10 Normativas nacionales referentes al agua potable. | 63 |
| II.10.1 COGUANOR NTG 29001 Agua para consumo humano (agua potable). | 63 |
| II.10.1.1 Características químicas del agua. | 64 |
| II.10.1.2 Redes de distribución | 64 |
| II.10.1.3 Características y especificaciones | 64 |
| II.10.2 Administración, reglamento, normas y códigos del agua. | 65 |
| II.10.2.1 Artículo 1. (Acuerdo Gubernativo 376-97) | 66 |
| II.10.2.2 Artículo 2. (Acuerdo Gubernativo 376-97) | 66 |
| II.10.2.3 Artículo 78. Acceso y cobertura universal. | 67 |
| II.10.2.4 Artículo 79. Obligatoriedad de las municipalidades. | 67 |
| II.10.2.5 Artículo 80. Protección de las fuentes de agua. | 67 |
| II.10.2.6 Artículo 81. Declaración de utilidad pública. | 68 |
| II.10.2.7 Artículo 82. | 68 |
| III. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS | 71 |
| IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 82 |
| IV.1 Conclusiones | 82 |
| IV.2 Recomendaciones | 83 |
| Bibliografía | |
| ANEXOS | |

Índice de figuras

| | | |
|----|---|----|
| 1 | Representación del ciclo del agua | 15 |
| 2 | Consumo de agua de las actividades económicas, (millones de m ³) | 21 |
| 3 | Distribución del agua en el planeta tierra | 32 |
| 4 | Límites máximos admisibles y permitidos de la norma COGUANOR | 33 |
| 5 | Proceso de potabilización | 36 |
| 6 | Cantidad de cloro líquido a dosificar, si la concentración es de 0.5% (5000mg/L) | 37 |
| 7 | Cantidad de cloro líquido a dosificar, si la concentración es de 1% (10000mg/L) | 38 |
| 8 | Preparación de soluciones madre de hipoclorito de calcio..... | 38 |
| 9 | Esquema de un sistema de captación y distribución de agua potable por medio de gravedad | 46 |
| 10 | Esquema de un sistema de captación y distribución de agua potable por medio de gravedad | 47 |
| 11 | Tanque de captación de concreto | 48 |
| 12 | Línea de conducción sistema de abastecimiento de agua | 49 |
| 13 | Tanques de almacenamiento | 50 |
| 14 | Sistema de distribución de agua potable | 51 |
| 15 | Conexiones domiciliarias | 52 |
| 16 | Sistema de captación de aguas pluviales | 57 |
| 17 | Precipitaciones durante los últimos 5 años de la estación climática la Ceibita, del municipio de Monjas, Jalapa. Representada en milímetros | 63 |
| 18 | Características físicas y organolépticas que debe tener el agua para consumo humano | 64 |
| 19 | Características químicas que debe tener el agua para consumo humano ... | 65 |
| 20 | Relación de las sustancias inorgánicas cuya presencia en el agua es significativa para la salud | 65 |

Índice cuadros

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Personal docente y administrativo conocen el desabastecimiento de agua potable en la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito San Pedro Pinula, Jalapa. | 72 |
| 2 | Días que la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito San Pedro Pinula Jalapa cuenta con el servicio de agua potable..... | 73 |
| 3 | Cumplimiento de las medidas para el cuidado del agua en la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito San Pedro Pinula Jalapa..... | 74 |
| 4 | Cumplimiento en la demanda del servicio de agua potable de la municipalidad de San Pedro Pinula, en Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito | 75 |
| 5 | Desabastecimiento de agua potable durante las estaciones del año en la Escuela Oficial Rural Mixta Aldea el Pinalito San Pedro Pinula | 76 |
| 6 | Inexistencia de proyectos para el mejoramiento de distribución de agua potable en la aldea el Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa | 77 |
| 7 | Proyecto de sistema de captación de agua pluvial para la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa | 78 |
| 8 | Cumplimiento de la demanda de agua potable en aldea El Pinalito San Pedro Pinula, Jalapa | 79 |

| | | |
|----|---|----|
| 9 | Monitoreo en fuente de abastecimiento de agua potable de aldea El Pinalito San Pedro Pinula, Jalapa | 80 |
| 10 | Capacitación a personal administrativo, docente y alumnos de Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito San Pedro Pinula sobre el manejo adecuado del agua potable | 81 |

Índice gráficas

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Personal docente y administrativo conocen el desabastecimiento de agua potable en la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito San Pedro Pinula, Jalapa. | 72 |
| 2 | Días que la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito San Pedro Pinula Jalapa cuenta con el servicio de agua potable..... | 73 |
| 3 | Cumplimiento de las medidas para el cuidado del agua en la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito San Pedro Pinula Jalapa..... | 74 |
| 4 | Cumplimiento en la demanda del servicio de agua potable de la municipalidad de San Pedro Pinula, en Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito | 75 |
| 5 | Desabastecimiento de agua potable durante las estaciones del año en la Escuela Oficial Rural Mixta Aldea el Pinalito San Pedro Pinula | 76 |
| 6 | Inexistencia de proyectos para el mejoramiento de distribución de agua potable en la aldea el Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa | 77 |

| | | |
|----|---|----|
| 7 | Proyecto de sistema de captación de agua pluvial para la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa | 78 |
| 8 | Cumplimiento de la demanda de agua potable en aldea El Pinalito San Pedro Pinula, Jalapa | 79 |
| 9 | Monitoreo en fuente de abastecimiento de agua potable de aldea El Pinalito San Pedro Pinula, Jalapa | 80 |
| 10 | Capacitación a personal administrativo, docente y alumnos de Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito San Pedro Pinula sobre el manejo adecuado del agua potable | 81 |

I. INTRODUCCIÓN

El agua es el componente más abundante en la tierra ya que cubre el 70%, pero de este vital líquido el 97.5% se encuentra en los mares y océanos, únicamente el 2.5% es agua dulce, este vital líquido puede encontrarse en tres estados: en materia sólida, líquida y gaseosa, el agua para poder considerarse potable y para uso humano debe ser inodora, insípida e incolora.

El agua en la actualidad es el recurso más escaso y más buscado para la supervivencia humana ya que la mayoría de mantos acuíferos, ríos, mares y lagos se encuentran contaminados por la intervención del ser humano, lo cual pone en riesgo la salud de los consumidores, aunque los procesos de sanidad que recibe el agua en Guatemala no son los más adecuados la población la utiliza para su consumo, cocción de alimentos y para usos de higiene.

En Guatemala se sufre una carencia bastante importante de lluvias y aguas fluviales, debido a que el ciclo hidrológico no se cumple a cabalidad en estas zonas, que repercute en la demanda para las cosechas y producción de alimentos debido al incremento poblacional.

La investigación sobre la propuesta del proyecto de sistema de captación de agua pluvial en Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito San Pedro Pinula, Jalapa está organizada por cuatro capítulos en los cuales se investigó y se recopiló información sobre el problema de escasez de agua que sufre el personal administrativo, docente y alumnos de la escuela de aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, el primer capítulo está compuesto por introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivos, justificación y metodología, el segundo capítulo está formado por toda la investigación concerniente al marco teórico, en el tercer capítulo se presenta la comprobación de la hipótesis y en el cuarto capítulo se encuentran las conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada.

I.1 Planteamiento del problema

Es posible constatar la carencia de un proyecto para la construcción de un sistema de captación de agua pluvial en la Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.), Aldea Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, debido a que en dicha escuela no se recibe agua para cumplir con la limpieza de los servicios básicos con los que debe contar para atender a la población estudiantil, por ende se carece de agua potable para la higiene y hidratación de los niños y los maestros, lo cual representa problemáticas para la educación y desarrollo de dicha aldea así como la recurrencia de pacientes en los centros de salud y salas del hospital nacional por casos de infecciones gastrointestinales causados por la falta de higiene y la contaminación de la poca agua con la que cuentan.

La falta de un proyecto para la construcción de un sistema de captación de agua pluvial para la limpieza y consumo dentro de dicha escuela ha provocado problemáticas en la educación y aprendizaje de los niños, deben de contar con ambiente agradable para desarrollar mejor el proceso de enseñanza aprendizaje, en la pedagogía es esencial contar con lugares aptos para la educación, higiénicos, con buena iluminación entre otros elementos; además deberán contar con los servicios esenciales, como lo son agua potable, drenajes y electricidad.

La carencia de agua potable perjudica al desarrollo y educación de los pobladores de dicha aldea convirtiéndose en una problemática que cada vez va en aumento y atenta contra la vida humana. Debido a la problemática identificada surge la iniciativa de presentar un proyecto para la construcción de un sistema de captación de agua pluvial en la Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.), aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, donde se tomarán en cuenta los temas de potabilización, salud, limpieza y seguridad para los alumnos, maestros y pobladores de la aldea, con el propósito de obtener mejores resultados positivos para un mejor desarrollo y sostenibilidad de la aldea y el municipio.

I.2 Hipótesis

La carencia de fuentes de abastecimientos de agua es el problema principal de que la municipalidad de San Pedro Pinula, Jalapa no cumpla con la demanda de distribución de agua potable, por tal motivo es necesario buscar solución para poder cumplir la demanda de agua en la población, buscar fuentes de abastecimientos alternas, como lo es el sistema de captación de agua pluvial.

“El desabastecimiento de agua potable en la Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.), aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, del departamento de Jalapa durante los últimos cinco (5) años, por escasas fuentes de abastecimiento; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción de un sistema de captación de agua pluvial.”

¿Es la inexistencia de proyecto de construcción de un sistema de captación de agua pluvial, la causante del desabastecimiento de agua potable, por escasas fuentes de abastecimiento en la Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.), aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, durante los últimos cinco años?

I.3 Objetivos

Esto se determinado a partir del árbol de problemas el cual estaba en negativo y se generó el árbol de objetivos los cuales se encuentran en positivo y serán las metas o resultados que se esperan para la ejecución del proyecto.

I.3.1 Objetivo general

Abastecer de agua a la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, del municipio de San Pedro Pinula, del departamento de Jalapa.

I.3.2 Objetivo específico

Proveer una fuente de abastecimiento de agua potable Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa.

I.4 Justificación

La construcción de un sistema de captación para agua de lluvia, surge por la carencia de agua potable que afrontan los estudiantes y personal administrativo de la escuela, donde la época más afectada es la de verano donde la problemática por carencia de agua potable aumenta, por lo cual el sistema de captación de agua lluvia ayudara a mitigar la carencia de agua en los días que la municipalidad racione el vital líquido, en el área de San Pedro Pinula, Jalapa se presenta normalmente un invierno copioso en el cual se puede aprovechar de buena manera la lluvia, para la recolección y almacenamiento, otro factor importante para la realización del proyecto que no existe industrias en cercanías del municipio que puedan alterar la composición de la lluvia.

La acción tiene como propósito diseñar y elaborar una obra de infraestructura que pueda almacenar agua de lluvia para que los alumnos y personal administrativo de la Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.), aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, y con ello no sufran por carencia de agua potable, debido a que afecta la integridad humana, el desarrollo social y económico del municipio.

Existen diferentes motivos por los cuales se pretende lleva a cabo dicho proyecto. En diferentes partes del mundo se sufre por la carencia de agua y agua potable debido a la sobre explotación de los recursos naturales y contaminación producida por la intervención humana en ríos, lagos, mares y matos acuíferos, donde la aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa no es la excepción y en los últimos años ha sufrido un incremento en la carencia de agua potable. Por ende, es sumamente necesario ejecutar el proyecto para captación de agua pluvial.

Por tal motivo es necesario la implementación del proyecto para captación de agua pluvial la cual será utilizada en la limpieza de las instalaciones, lavado de manos y producción de alimentos según el programa de alimentación escolar, en Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.), aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa.

I.5 Metodología

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

I.5.1 Métodos

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis. La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

1.5.1.1 Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales de la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa. A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

Observación directa.

Esta técnica se utilizó directamente la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, a cuyo efecto, se observó la escasez de agua que sufre el personal administrativo, docente y alumnos, los cuales afecta la higiene personal, como la limpieza de la escuela, produciendo con ello malos olores.

Investigación documental. Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para

obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre sistema de captación de agua pluvial en la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.

Entrevista.

Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar al personal administrativo, docente de la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa y al director, subdirector, supervisores de servicios públicos de la municipalidad de San Pedro Pinula, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Ya poseyendo una visión más clara sobre la problemática del área de la escuela citada, con la utilización del método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación. La graficación de la hipótesis de encuentra en el anexo.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “El desabastecimiento de agua potable en la Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.), aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, del departamento de Jalapa durante los últimos cinco (5) años, por escasas fuentes de abastecimiento; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción de un sistema de captación de agua pluvial.”

¿Es la inexistencia de proyecto de construcción de un sistema de captación de agua pluvial, la causante del desabastecimiento de agua potable, por escasas fuentes de

abastecimiento en la Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.), aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, durante los últimos cinco años?

El método del marco lógico, nos permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; así como nos facilitó establecer la denominación del trabajo en cuestión.

1.5.1.2 Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado, fue el método inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

Entrevista.

Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.

Determinación de la población a investigar. En atención a este tema, el grupo de investigación decidió no efectuar un muestreo estadístico que representara a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 9 individuos que laboraban en la escuela citada y 6 personas que laboran en la municipalidad de San Pedro Pinula, Jalapa; por lo que, para obtener una información más confiable, se censó o investigó a la totalidad de la población; con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será del 100%.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método de estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que poseyeron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

Técnicas

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; pero éstas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental y las fichas bibliográficas; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista y el censo. Como se puede advertir fácilmente, la entrevista estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico

II. MARCO TEÓRICO

II.1 Agua

“Líquido transparente, incoloro, inodoro e insípido en estado puro, cuyas moléculas están formadas por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, y que constituye el componente más abundante de la superficie terrestre y el mayoritario de todos los organismos vivos” (Real Academia Española, 2019,s/p).

El agua cubre más del 70 % de la superficie del planeta; se la encuentra en océanos, lagos, ríos; en el aire, en el suelo. Es la fuente y el sustento de la vida, contribuye a regular el clima del mundo y con su fuerza formidable modela la Tierra. Posee propiedades únicas que la hacen esencial para la vida. Es un material flexible: un solvente extraordinario, un reactivo ideal en muchos procesos metabólicos; tiene una gran capacidad calorífica y tiene la propiedad de expandirse cuando se congela. Con su movimiento puede modelar el paisaje y afectar el clima. (Fernandez, 2012, p. 148)

... Los océanos dan cuenta de casi el 97,5 % del agua del planeta. Únicamente un 2,5% es agua dulce. Los glaciares, la nieve y el hielo de los cascos polares representan casi el 80% del agua dulce, el agua subterránea 19% y el agua de superficie accesible rápidamente sólo el 1%. Esta baja cantidad de agua de superficie fácilmente accesible, se encuentra principalmente en lagos (52%) y humedales (38%).

...El agua es un recurso renovable pero finito. Se calcula que al año se evaporan aproximadamente 505.000 km³ 1 de agua de los océanos. Sin embargo, la mayor parte se precipita nuevamente sobre los mismos océanos, no pudiendo ser utilizada como recurso de agua dulce. La precipitación anual sobre tierra firme se estima en 120.000 km³. Ese movimiento masivo del agua, esencialmente causado por la energía del sol se conoce como ciclo hidrológico. Este ciclo es un proceso complejo que incluye la precipitación, el escurrimiento, la evapotranspiración y la infiltración.

A pesar de su importancia, el agua es uno de los recursos más deficientemente administrados. La desperdiciamos y la contaminamos. También se cobra muy poco por ponerla al alcance de todos. Esto fomenta todavía más que desperdicie y contamine este recurso, para el cual no existe un sustituto. (Miller, 2007, p. 171)

No obstante, en un planeta de agua, que siempre la ha tenido en su historia y guarda interesantes sorpresas en su interior, existe en la actualidad un grave problema con ella, el de mayor gravedad en cuanto a salud pública se refiere:

mueren ocho millones de seres humanos anualmente por causas directamente imputables al agua, desde su carestía hasta su mala calidad y deficientes prácticas de higiene. Esto es 16 veces más que todos los decesos causados por las guerras. Sin duda es uno de los mayores problemas que enfrenta la humanidad. (Shifter & Guerrero, 2011, p. 13)

No toda el agua está disponible para su aprovechamiento en la agricultura, industria o usos domésticos. El agua del mar es demasiado salada para los seres terrestres; el agua de los hielos permanentes es dulce, pero no es fácil tener acceso a ella. Del restante 1%, poco más de la mitad está en las primeras capas de la superficie, atrapada en rocas, y tan sólo una fracción (0.3%) está disponible como agua dulce entre glaciares, lagos y ríos. (Shifter & Guerrero, 2011, p. 14)

II.1.1 Agua dulce

El agua dulce es vital para la vida humana y para el bienestar económico. La sociedad se vio siempre fuertemente atraída por los ríos, lagos, humedales y acuíferos subterráneos para abastecerse de agua para beber, regar los cultivos y hacer funcionar los procesos industriales. Los beneficios de estos usos extractivos del agua dulce tradicionalmente oscurecieron los beneficios igualmente vitales de que el agua permaneciera en sus cauces naturales para mantener saludables los ecosistemas acuáticos. Hay un reconocimiento creciente de que los ecosistemas de agua dulce funcionalmente intactos y biológicamente complejos proveen muchos servicios y materias primas de valor económico a la sociedad. (Ecological Society of America)

... Los servicios provistos por los ecosistemas de agua dulce incluyen control de las inundaciones, transporte, recreación, purificación de los desechos urbanos e industriales, hábitat para plantas y animales y producción de peces y otros alimentos y bienes de mercado. Estos beneficios al ser humano son lo que los ecólogos llaman servicios ecológicos, definidos como “los procesos y las condiciones a través de las cuales los ecosistemas naturales, y las especies que los conforman, sostienen y colman la vida humana”. A largo plazo, los ecosistemas de agua dulce saludables tienen más probabilidad de conservar la capacidad adaptativa para mantener la producción de estos servicios ante futuras alteraciones ambientales tales como el cambio climático.

II.1.1.1 Importancia del agua dulce

El agua dulce, a diferencia del agua salada, se encuentra en la mayor parte de los espacios en los que hallamos fuentes de agua, por ejemplo, ríos, lagos, lagunas, hielos, glaciares, arroyos, pantanos, etc. Por otro lado, sin embargo, es la que en menor cantidad se encuentra en el planeta Tierra debido a que es mucho mayor la proporción de aguas saladas (mares y océanos).

Esto hace que el agua dulce sea un recurso muy importante y que debe ser cuidado para y por el ser humano, ya que si bien es un recurso renovable (con el ciclo de la lluvia), el mismo está empezando hoy en día a escasear por la alta demanda mundial que genera. Debemos aclarar que el agua dulce es la única que puede ser consumida por el ser humano tanto para hidratación como para riego y otras acciones que la requieran. Aún hoy en día el ser humano no ha encontrado la forma de utilizar el agua salada, por lo cual el agua dulce es nuestra única esperanza de vida. (Importancia.org, s.f.)

II.1.2 Agua de Mar

El agua de mares y océanos está compuesta por una enorme cantidad de elementos químicos conocidos, muchos minerales derivados de la corteza terrestre y de sales orgánicas que provienen de restos de animales y plantas, en diferentes proporciones, que configuran ese sabor salado que tiene. Contiene también gases disueltos, como son el hidrógeno y el oxígeno, que hacen posible que exista la vida. (MEDCLIC)

... a propiedad física más notable del agua de mar es, sin duda, la temperatura, como la propiedad química más relevante es la salinidad. Ambas propiedades son las que determinan la densidad del agua. Aunque no son las únicas propiedades interesantes del agua de mar. Resulta de gran interés biológico conocer cómo se propagan la luz y el sonido en el océano, o el color de las aguas, el grado de acidez, la clorinidad y el contenido de materia orgánica.

II.1.2.1 Importancia del agua de Mar

El agua que se encuentra en los mares y océanos tiene una vital importancia para el desarrollo humano. No solo es el ecosistema donde habitan las especies que son nuestro alimento, también es una fuente de recursos minerales que sirven a la industria. Los océanos también tienen un papel muy importante en el equilibrio natural del planeta ya que influyen en la redistribución del frío y el calor. Interactúan con la atmósfera en un

intercambio constante de gases entre el aire y el agua, de manera que, la mitad del oxígeno presente en la atmósfera se genera gracias al fitoplancton marino. De igual modo el agua de lluvia es agua que se ha evaporado desde los océanos. (MEDCLIC)

II.1.2.2 ¿De qué depende la salinidad del mar?

El nivel de salinidad de los mares depende de varios factores:

- La evaporación del agua de la mar provocada por la energía solar.
En zonas cálidas, el sol evapora mayor volumen de agua de la superficie oceánica, lo que consecuentemente supone una mayor salinidad de esas aguas, ya que las sales minerales no se evaporan. E incluso en un mismo lugar, la salinidad de las aguas marinas puede sufrir variaciones en las diferentes estaciones del año.
- La salinidad del mar puede variar en las distintas latitudes.
En las zonas tropicales, que son más cálidas, se presenta una mayor salinidad que en las zonas de latitudes elevadas, donde las temperaturas son inferiores.
- Flujos de agua dulce.
Dependiendo de la cantidad de aporte de agua dulce que tenga determinada zona marina, ya sea ésta en forma de precipitaciones o de flujos fluviales, también repercute en una mayor o menor salinidad.
Así, en las desembocaduras de grandes ríos, por ejemplo, típicamente la salinidad es inferior a zonas más apartadas. Y en los mares polares, donde el agua salada se diluye con el agua dulce de los casquetes polares y las continuas precipitaciones, también la salinidad es más baja.
- La profundidad del océano.
El agua más superficial de un océano es más salina que el agua en el mismo enclave a mayor profundidad. Esto es debido principalmente a que a mayor profundidad, las temperaturas son más bajas, lo que incide directamente en que la salinidad sea inferior.
- En menor medida, las corrientes marinas y el oleaje también influyen en los niveles de salinidad de las aguas marinas causando la mezcla horizontal y vertical de las sales. (Asociación Española de Desalación y Reutilización (AEDyR), s.f.)

II.1.2.2 ¿Qué sales tiene el agua de mar?

Se han identificado más de 70 elementos químicos en el agua de mar, la mayoría en cantidades extremadamente pequeñas. Las sales minerales disueltas en el agua de mares y océanos están formadas por algunos elementos mayoritarios, como son: cloruro, sodio, magnesio, azufre, calcio, potasio, bicarbonato, bromo, estroncio, boro y flúor. En conjunto estas sales constituyen más del 99% de la masa de solutos disueltos en el agua de mar. De ellos, el cloruro y el sodio (que forman el cloruro sódico, es decir,

los componentes de la sal de mesa común) constituyen más del 85% del total de sales disueltas en el agua marina. (Asociación Española de Desalación y Reutilización (AEDyR), s.f.)

...Y aunque, como ya hemos explicado, la cantidad total de estas sales disueltas puede variar en distintos mares, la proporción de estos solutos mayoritarios es prácticamente constante en todas las aguas marinas, sin importar su nivel de salinidad.

...La cantidad restante de elementos son minoritarios, ya que se encuentran en concentraciones muy pequeñas, suponiendo en total menos del 1%. Algunos de ellos, como el fósforo, hierro, manganeso, yodo y cobre se encuentran igualmente en concentraciones constantes, mientras que, por el contrario, el titanio, cadmio, cromo, antimonio, germanio, talio y cloro tienen concentraciones variables, al igual que ocurre con los gases (oxígeno, dióxido de carbono y nitrógeno) disueltos en las aguas marinas, ya que su presencia está ligada a alteraciones por organismos biológicos o reacciones físico-químicas.

...Aunque parezca obvio, es importante resaltar que el agua de mar no es simplemente una solución de sales y gases disueltos, sino que los organismos vivos del mar también ejercen una influencia sobre la composición de las aguas. Por ejemplo, los moluscos y los crustáceos extraen el calcio del agua marina para crear sus conchas y cuerpos, y las esponjas y algunos tipos de algas marinas eliminan el yodo del mar.

El agua es el recurso natural cuantioso en el planeta tierra, está compuesto por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, este elemento natural carece de olor, color y sabor, pero, sin embargo, es fundamental para desarrollo y la reproducción de la vida en el planeta, ya que cuenta con características propias las cuales son de beneficio para los seres vivos, de esta manera el agua es indispensable para la subsistencia de la vida humana, animal y vegetal.

El agua es un recurso renovable pero finito es por ello la importancia del cuidado del agua si bien es cierto es el mayor recurso que se encuentra en el planeta solo el 2.5% es agua dulce la cual es óptima para el consumo de los seres vivos, de ella una porción sufre lo que es la contaminación del agua, producida por actividades humanas las

cuales arrojan componentes orgánicos e inorgánicos que alteran la composición del agua haciéndola dañina para el consumo de los seres vivos.

El agua la podemos encontrar en tres estados diferentes como lo son: líquido, gaseoso y sólido. El agua en su estado líquido la podemos encontrar, en ríos, lagunas, mares y océanos a estas también se le pueden denominar aguas superficiales, también están las aguas subterráneas son de importancia para las diferentes comunidades o ciudades porque en ellas se encuentran la mayor reserva de agua potable. En su estado gaseoso se localiza en la atmósfera en el vapor del agua y las nubes y en su estado sólido se encuentran en capas de hielo, glaciares y en las puntas de las montañas.

En la actualidad la escasez de agua es uno de los principales problemas que enfrentan los gobiernos en todo el planeta, las industrias y el mal manejo de aguas residuales han causado la contaminación en las principales fuentes de abastecimiento de las poblaciones, a pesar de que la problemática del agua esta afectando a todas las personas no se ha puesto la atención necesaria ni buscado las soluciones pertinentes, durante esta crisis sanitaria, se ve la importancia de que el agua potable sea accesible para todas las personas, sin importar la condición económica.

Quizás la palabra disolver se suele utilizar a nivel popular para otros tipos de sustancias, pero lo cierto es que el agua actúa como tal a nivel químico. Y es que muchas sustancias se disuelven en contacto con el H₂O, ya que el agua es capaz de cambiar su estructura y propiedades.

Hay muchas moléculas en una gota de agua que están juntas y, a medida que el agua fluye, las moléculas se deslizan entre sí. Por lo tanto, el agua líquida no tiene una forma específica.

El agua también es un factor importante en la adaptación al cambio climático y al calentamiento global, y es un vínculo importante entre la sociedad y el medio ambiente.

II.2 Ciclos del agua

Se denomina ciclo hidrológico al proceso por medio del cual el agua, disponible en diferentes reservorios del sistema Tierra-atmósfera, se mueve entre estas reservas, así como cambia de un estado a otro. En el ciclo hidrológico continuamente se transfiere agua de los océanos a la tierra y de vuelta al mar. En este ciclo y a través de la energía solar, el agua se evapora de la superficie de la tierra y se incorpora a la atmósfera, donde eventualmente se condensa y cae en forma de lluvia o nieve. Parte de esta precipitación vuelve a evaporarse dentro de la atmósfera, otra parte comienza el viaje de vuelta al mar a través de arroyos, ríos y lagos y el resto se filtra dentro del suelo y se convierte en humedad del suelo o en agua de superficie. Las plantas incorporan la humedad del suelo en sus tejidos y la liberan en la atmósfera en el proceso de evapotranspiración. Gran parte del agua subterránea finalmente vuelve a pasar al caudal de las aguas de superficie. Diferentes procesos físicos están involucrados en las distintas etapas que componen el ciclo hidrológico y se describen a continuación. (Camilloni, 2007, pp. 25,26)

Figura 1
Representación del ciclo del agua.



Fuente: figura 1. Representación ciclo del agua. Shifter Guerrero (2011)

El ciclo comprende la evapotranspiración, la transferencia de humedad a la atmósfera, la precipitación y el movimiento de las aguas sobre la superficie y en las profundidades de la tierra. La evapotranspiración, la condensación del vapor de agua y algunos otros procesos ocurren por la acción de la energía solar. La precipitación, así como el flujo del agua subterránea y de los ríos,

es causada por la gravedad, mientras que la transferencia de humedad a la atmósfera se lleva a cabo por la acción combinada de los dos factores. La evaporación ocurre cuando la energía solar convierte el agua líquida en vapor y éste entra en la atmósfera al que se suma el que transpiran las plantas. En vista de que es difícil hacer la separación entre la evaporación y la transpiración, estos dos procesos se denominan evapotranspiración. (Shifter y Guerrero, 2011, pp. 24,25)

...vapor en la atmósfera se enfría para formar nubes (condensación) y, por la vía de la precipitación de lluvia o nieve, el agua regresa a la Tierra. Parte del agua precipitada escurre por la tierra hacia los ríos y lagos, y otra moja el suelo o se infiltra en él y reabastece el agua almacenada subterráneamente. Los distintos hidroclimas se manifiestan con grandes diferencias en términos de la forma de subsistencia humana y el tipo de vegetación predominante.

El agua de los océanos, mares, lagos, ríos y embalses se evapora, con mayor intensidad cuanto mayor es la temperatura y más seco el ambiente. La vegetación también contribuye a su evaporación por transpiración. El agua en forma de vapor pasa a la atmósfera, cargando el aire de humedad. El vapor de agua, con el frío, puede condensarse en minúsculas partículas que dan lugar a las nubes y la niebla. El agua retornará a la superficie del terreno y a los océanos en forma de precipitación (lluvia, nieve o granizo, rocío o escarcha). Hay que tener en cuenta que no toda la precipitación alcanza la superficie del terreno, pues parte se evapora en su caída y parte es interceptada por la vegetación o por las superficies de edificios, carreteras, etc., y devuelta a la atmósfera al poco tiempo en forma de vapor de agua. (López-Geta)

... Pequeños regatos que luego se reúnen en arroyos y más tarde desembocan en los ríos. Al mismo tiempo parte de la precipitación se infiltra en el terreno, dependiendo del tipo y humedad del suelo y de la intensidad y duración de la precipitación. El agua infiltrada* primeramente empapa el suelo y después percola* lentamente a través de la zona no saturada* dando lugar a la recarga* de la zona saturada* (escorrentía subterránea*). Cuando la intensidad de la precipitación excede a la capacidad de infiltración de un suelo se produce escorrentía superficial. Ésta y la escorrentía subterránea constituyen la escorrentía total*, que va a confluir a los ríos para terminar en lagos o en el mar.

...Escorrentía superficial directa: parte del agua de lluvia que circula por la superficie del terreno, y confluye a los ríos, arroyos y otras masas de agua.

Escorrentía subsuperficial o hipodérmica: parte de la precipitación que se infiltra, circula por la parte superior del terreno sin llegar a la zona saturada y reaparece en superficie, incorporándose a la escorrentía superficial directa.

Escorrentía subterránea: parte del agua infiltrada que recarga la zona saturada y circula por los acuíferos.

Escorrentía total: fracción de la precipitación caída en una cuenca vertiente que escapa a la evapotranspiración y circula superficial y subterráneamente.

Infiltración: cantidad de agua precipitada que atraviesa la superficie del terreno y pasa a ocupar, total o parcialmente, los poros, fisuras y oquedades del suelo.

Percolación: movimiento del agua u otro líquido a través de los intersticios del terreno. Se suele aplicar al flujo vertical a través del medio no saturado.

Recarga: parte del agua infiltrada que alcanza la zona saturada.

Zona no saturada: terreno comprendido entre la superficie del suelo y la zona saturada. En ella los poros están ocupados por aire y agua.

Zona saturada: franja del terreno situada por debajo de cierta profundidad donde el agua ocupa la totalidad de los huecos. Hectómetro cúbico (hm³): equivale a un millón de metros cúbicos o a mil millones de litros.

II.2.1 Precipitación

Se denomina precipitación, a toda agua meteórica que cae en la superficie de la tierra, tanto en forma líquida (llovizna, lluvia, etc.) y sólida (nieve, granizo, etc.) y las precipitaciones ocultas (rocío, la helada blanca, etc.). Ellas son provocadas por un cambio de la temperatura o de la presión. La precipitación constituye la única entrada principal al sistema hidrológico continental (Musy, 2001). Para la formación de la precipitación se requiere la condensación del vapor de agua atmosférico. La saturación es una condición esencial para desbloquear la condensación. Los varios procesos termodinámicos son convenientes para realizar la saturación de las partículas atmosféricas inicialmente no saturadas y causar su condensación. (Ordeñez Galvez)

II.2.2 Evaporación

Se define como el proceso mediante el cual se convierte el agua líquida en un estado gaseoso. La evaporación puede ocurrir solamente cuando el agua está disponible. También se requiere que la humedad de la atmósfera sea menor que la superficie de evaporación (a 100% de humedad relativa no hay evaporación más) (Figura 4.6). El proceso de evaporación requiere grandes cantidades de energía. Por ejemplo, la evaporación de un gramo de agua a una temperatura de 100 ° Celsius requiere 540 calorías de energía de calor (600 calorías a 0 ° C). (Ordeñez Galvez)

II.2.3 Condensación

El cambio en el estado de la materia de vapor a líquido que se produce con el enfriamiento. Normalmente se utiliza en meteorología cuando se Foro Peruano para el Agua—GWP Perú Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la GIRH 13 habla de la formación de agua líquida en vapor. Este proceso libera energía de calor latente para el medio ambiente. (Ordeñez Galvez)

II.2.4 Transpiración

Es la evaporación a través de las hojas. El proceso fisiológico de alimentación de las plantas se efectúa mediante el paso de ciertas cantidades de agua, portadoras de los alimentos, por el interior de ellas y ese tráfico solamente es posible gracias a la transpiración. (Ordeñez Galvez)

El proceso de ciclo del agua o hidrológico se puede explicar de la siguiente manera: como constante movimiento del agua de la tierra a la atmosfera e inversamente, en el cual la energía solar juega un papel importante pues gracias a ella se lleva a cabo la fase de evaporación de agua superficial que se encuentra en océanos y en los continentes.

Luego de la evaporación del agua se traslada de forma ascendente en su estado gaseoso a las capas superiores de la atmosfera donde a la menor temperatura hace que se formen nubes, las corrientes de aire mueven a las nubes por océanos y continentes para posteriormente dar inicio a la fase de precipitación la cual puede ser en estado líquido o solido (nieve, granizo o agua nieve) caen a la superficie terrestre con la ayuda de la fuerza de gravedad. Una parte de las precipitaciones fluye sobre la superficie terrestre (escorrentía). en forma de corrientes de agua líquida o de glaciares, otra parte se infiltra en el suelo, la cual pasa a componer las aguas subterráneas, (escorrentía subterránea) el cual ayuda abastecer los acuíferos. El ciclo del agua es de importancia para los seres vivos, pues si este ciclo se interrumpiera permanentemente ocasionaría que el agua fuera un recurso no renovable.

En los últimos años han aumentado la tala excesiva en bosques y selvas e incendios forestales son de las principales causas de alteraciones en el ciclo del agua, pues al no existir árboles o plantas el agua se pierde por escurrimiento, lo cual produce erosión y una disminución en la filtración del líquido hacia el suelo. De igual manera la actividad industrial y los diferentes medios de transporte generan gran cantidad de gases los cuales producen el efecto invernadero en la atmosfera estos gases al entrar en contacto con las precipitaciones forman las llamadas lluvias acidas. La urbanización con lleva también a la alteración al ciclo del agua, pues se elimina vegetación que recibe la precipitación y ayuda a la evapotranspiración y reduce el proceso de filtración del agua y la recarga de acuíferos.

El ciclo hidrológico o ciclo del agua es el proceso de circulación del agua entre los diferentes compartimentos que componen la hidrosfera. Es un ciclo biogeoquímico en el que hay una mínima intervención de reacciones químicas, porque el agua solo se mueve de un lugar a otro, o cambia su estado físico.

El agua en la Tierra se encuentra principalmente en forma líquida, en océanos y mares, como aguas subterráneas, o formando lagos, ríos y arroyos en la superficie continental. La segunda fracción, por su importancia, es la del agua acumulada en forma de hielo (sólido) en los casquetes polares antártico y groenlandés, con una pequeña participación de los glaciares de montaña de latitud alta y media, y del paquete de hielo. Finalmente, una fracción menor está presente en la atmósfera en estado gaseoso (como vapor) o en estado líquido, formando nubes. Esta fracción atmosférica es muy importante para el intercambio entre los compartimentos para la circulación horizontal del agua, a fin de garantizar un suministro permanente de agua a las regiones de la superficie continental alejadas de los principales reservorios.

El agua de la Hidrosfera proviene de desgasificación del manto, donde tiene una presencia significativa, a partir de los procesos de vulcanismo. Parte del agua puede

unirse al manto con los sedimentos oceánicos, de los que forma parte, cuando estos acompañan a la litosfera en subducción.

II.3 Uso y manejo del agua

En todo el mundo, usamos aproximadamente 70% del agua que extraemos cada año de ríos, lagos y acuíferos para irrigar una quinta parte de los terrenos de cultivos mundiales que producen alrededor de 40% de los alimentos en el mundo. La industria utiliza 20% del agua extraída cada año y las ciudades y las residencias explotan el 10 % restante. (Miller, 2007, p. 172)

... Los estilos de vida abundantes requieren grandes cantidades de agua. Por ejemplo, se necesitan 400,000 litros de agua para producir un automóvil y más de 100,000 litros para producir 1 kilogramo de carne de ganado alimentado con granos. Se ahorra más agua al reducir 1 kilogramo el consumo anual de una persona de carne de ganado alimentado con granos que no tomar una ducha diaria durante casi 2 años.

Guatemala cuenta con las condiciones naturales favorables que le permiten disponer de abundante agua para las personas, el ambiente y la productividad económica. Anualmente se producen 97 mil millones de m³ de agua. Sin embargo, de esto solo se aprovecha un 10% a nivel nacional. Según la Encuesta nacional de condiciones de vida (ENCOVI) 2011-2012, el 70% de los hogares guatemaltecos tiene acceso a servicios básicos, es decir, a agua entubada y drenajes a nivel urbano, mientras que, en el área rural, solo el 30% de los hogares tienen acceso a estos servicios. Para todos los departamentos la cobertura con mejores fuentes de agua es mayor en la zona urbana que en la rural. El déficit de la cobertura para los servicios de saneamiento está cerca de 83% en la zona rural, mientras en la zona urbana la cobertura es de 76,7%, que demuestra una situación clara de inequidad. De 334 municipalidades registradas en la ENCOVI, sólo un 4% aplican tratamiento a las aguas residuales, mientras que el resto es vertido en los cuerpos de agua, principalmente ríos. (Organización Panamericana de la Salud Guatemala, s.f.)

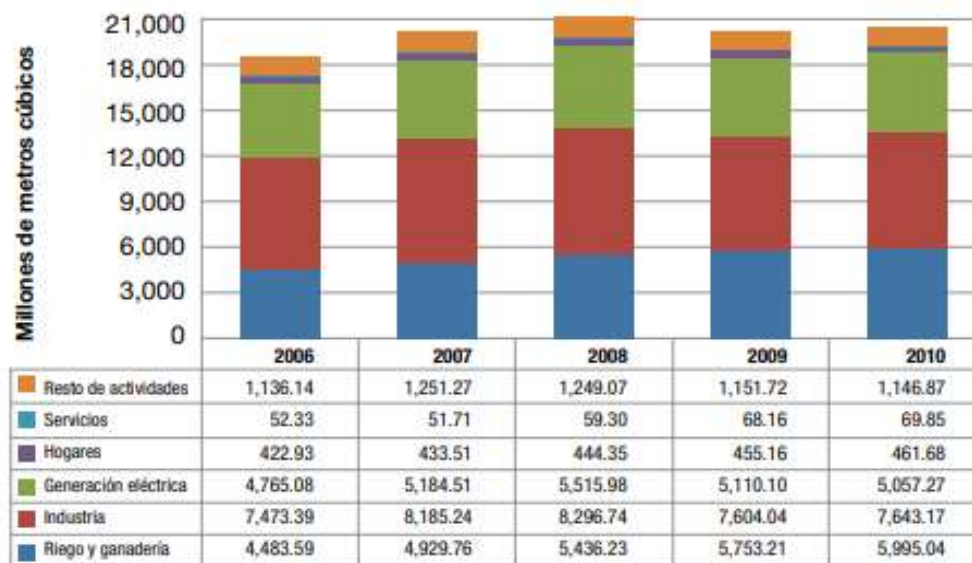
A nivel mundial el mayor uso del agua es para riego (agricultura), en segundo lugar, está la industria y en tercero el consumo humano. Los porcentajes varían de una región a otra, depende de las lluvias y del grado de desarrollo. En Guatemala los diferentes usos del agua se resumen en:

- Consumo humano (agua potable)
- Riego (agricultura)
- Industria
- Generación de energía

- Recreación
- Pesca. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales)

Figura 2

Consumo de agua de las actividades económicas, (millones de m³)



Fuente: figura 2. Consumo de agua de las actividades económicas Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2006-2010)

Del total de agua disponible en el planeta, sólo aproximadamente el 3% equivale a agua dulce. De ésta, un 70% está congelada, 0,3% es superficial y el 30 % es subterránea. El impacto del calentamiento global y el uso poco sustentable del agua dulce en áreas urbanas y rurales han afectado la disponibilidad y calidad del agua dulce en distintas partes del mundo. Este fenómeno cada vez más extendido, se conoce como estrés hídrico y provoca un deterioro de los recursos de agua dulce en términos de cantidad (acuíferos sobre explotados, ríos secos, lagos contaminados) y de calidad (contaminación de la materia orgánica, intrusión salina). Sucede cuando la demanda de agua es más grande que la cantidad disponible durante un periodo determinado de tiempo o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad. Los tres principales factores del incremento del uso del recurso hídrico son:

- Crecimiento de la población – incremento áreas urbanas
- Desarrollo Industrial
- Expansión de las zonas de irrigación agrícola

- En el medio ambiente urbano, los impactos en el sistema de agua (agua potable, aguas residuales y aguas lluvia natural) incluyen:
- Alto volumen de descargas de aguas residuales
- Aceleración del escurrimiento de agua urbana
- La transferencia de contaminantes en el escurrimiento de las aguas pluviales
- Disminución de los niveles de las aguas naturales superficiales y subterráneas (Arquitectura en acero, s.f.)

...El manejo sustentable del agua significa asegurar que su uso sea eficiente y que la polución sea minimizada, para que el agua retorne al medioambiente en forma benigna. Un manejo integrado y sustentable del agua implica:

- Reducción de Inundaciones – minimizar las descargas de aguas lluvias
- Minimizar la Polución – previniendo, recolectando, y manejando la polución del agua
- Retención de las aguas lluvia – “cosechando”, reusando, reciclando y reduciendo el escurrimiento a alcantarillados
- Mejoramiento del paisaje urbano – mostrando el agua más que escondiéndola, en áreas verdes, espejos de agua, trabajo paisajístico etc.
- Mayor inversión en drenaje urbano – integración innovativa de las aguas lluvia en el medioambiente urbano para reducir costos en infraestructura

En el último siglo la población mundial se incrementó 4.4 veces, mientras que la extracción de agua aumentó 7.3 veces en el mismo periodo; la extracción aumentó 1.7 veces más rápido que la población mundial. Sin embargo, como puede verse en el siguiente gráfico mientras la población mundial continúa creciendo exponencialmente, el incremento en la extracción de agua se ha frenado en las últimas décadas.

Como puede observarse el mayor aumento en la extracción de agua tuvo lugar entre 1950 y 1960, período que corresponde con la implantación del modelo industrializador de desarrollo, impulsado después de la segunda guerra mundial. (FUNCAGUA, s.f.)

II.3.1 Uso de agua agrícola.

La agricultura, especialmente la agricultura de riego, es por mucho el sector con mayor extracción y uso consecutivo de agua a nivel mundial. De acuerdo con estimaciones de la FAO en el 2011, el sector agrícola usó el 70% de la extracción total. (FUNCAGUA, s.f.)

...La presión que ejerce el riego sobre el recurso agua en una región, depende de varios aspectos fundamentales:

La disponibilidad de agua natural, en donde el clima el tipo del suelo y el relieve juegan un papel preponderante.

Las necesidades hídricas de los diferentes cultivos, que dependen directamente sus requerimientos fisiológicos.

Las prácticas y tecnologías utilizadas para el riego.

Para evaluar el impacto del riego sobre los recursos hídricos, es necesario tener una estimación del agua que efectivamente se extrae para el riego, es decir, el agua extraída de ríos, lagos y acuíferos para destinarla al riego. Generalmente esta extracción es mayor a las necesidades netas de un cultivo, debido al agua que se durante su distribución y aplicación. (FUNCAGUA, s.f.)

II.3.2 Uso de agua industrial.

La industria es uno de los principales motores de crecimiento y desarrollo económico. A nivel mundial alrededor del 19% del agua extraída se emplea en la industria. De esta cantidad, más de la mitad se utiliza en las centrales termoeléctricas para sus procesos de enfriamiento. Se estima que la demanda

global de agua para la industria manufacturera se incrementará 400% del 2000 al 2050, centrada en economías emergentes. (FUNCAGUA, s.f.)

II.3.3 Uso del agua en electricidad

La electricidad desempeña un papel clave en la reducción de la pobreza, el fomento de las actividades económicas y la mejora de la calidad de vida, salud y oportunidades de educación, especialmente en mujeres y niños.

El agua tiene un vínculo significativo con la energía, pues por un lado se emplea energía para el abasto y tratamiento de agua, y por otro lado el agua interviene virtualmente en todas las fases de generación de energía.

II.3.4¿Cómo se utilizan los recursos hídricos en Guatemala?

Para poder determinar si los recursos que se invierten en el abastecimiento de agua para la población son suficientes para garantizar la sostenibilidad financiera del sistema, primero tenemos que enfocarnos en la forma como se distribuye el uso del agua en Guatemala. De acuerdo a la información más reciente sobre la disponibilidad de agua en Guatemala, nos damos cuenta que la disponibilidad de fuentes de agua excede a su uso actual, sin embargo, si la población continúa con niveles muy altos de contaminación y de desperdicio de los recursos hídricos, se puede esperar que en el futuro próximo tengamos problemas de abastecimiento de agua. (Benavides)

...Del total del caudal que tiene Guatemala, alrededor de 93,391 metros cúbicos de agua al año, existe una reducción natural atribuible al mantenimiento que hacen de sí mismos los ecosistemas, especialmente en las zonas de recarga hídrica (25% del caudal bruto disponible). Sin embargo, existe un fuente de reducción del caudal muy preocupante en el país, y es la provocada por la contaminación del recurso, la cual es de alrededor del 40% del caudal bruto disponible en el país. Esto nos deja un remanente del 35% del caudal, disponible para usos diversos, siendo alrededor de 32,700 m³ de agua al año. En cuanto al caudal neto disponible, 1% se destina a uso doméstico, 3% se destina al uso industrial, 6% al uso agrícola, y un 13% se utiliza para la producción de electricidad por medio de Hidroeléctricas. Esto nos da un uso del 23% del caudal disponible neto, dejando un excedente del 77%, alrededor de 25,000 metros cúbicos de agua al año.

...Esta cifra es muy importante para considerar las oportunidades que se tienen para utilizar el recurso de forma productiva, aportando al desarrollo económico del país. Sin embargo, antes debemos analizar muy

detalladamente si los usuarios de los recursos hídricos actualmente cubren los costos que generan al sistema, sobre todo en el tema de contaminación.

II.3.5 Oferta de agua superficial.

Las tres publicaciones sobre estimaciones de la disponibilidad hídrica anual (CEPAL et al., 2018; GWP Centroamérica, 2015; SEGEPLAN, 2006) evidencian que no se cuenta con datos oficiales y precisos por falta de un sistema de mediciones meteorológicas e hidrológicas adecuado en el país. Según la Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS, 2012), la disponibilidad hídrica superficial es de 63 421 millones de m³. Este volumen anual está asociado a 459 km² de cuerpos de agua, de los cuales 198 son mayores a 0.1 km². (Basterrechea, 2019)

...La distribución temporal y espacial de la precipitación en el país hace que la mayor disponibilidad hídrica superficial a nivel nacional se concentre principalmente en la vertiente del golfo de México (42.1 %), donde habita la menor cantidad de personas. Esta vertiente está compuesta de 10 cuencas, en donde se encuentran los ríos de mayor caudal del país, tales como Salinas, La Pasión, Usumacinta, San Pedro e Ixcán. La vertiente del Pacífico concentra el 23.7 % del volumen disponible de agua, se distribuye en 18 cuencas en donde habita la mayor cantidad de personas y en ella se llevan a cabo las mayores actividades económicas del país. La vertiente del mar Caribe concentra el 34.2 % restante del volumen disponible de agua y está integrada por 10 cuencas.

II.3.6 Oferta de agua subterráneas.

La evaluación adecuada de la oferta del agua subterránea en Guatemala se ve obstaculizada por el hecho de que la información sobre pozos mecánicos de agua es de carácter privado y no está disponible al público. Por lo tanto, este apartado incluye algunos aspectos generales y estimaciones burdas que se han hecho. (Basterrechea, 2019)

... El Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos (2000) definió seis tipos de acuíferos:

I) aluvión cuaternario no confinado, principalmente localizado en planicies costeras, valles de los ríos y cuencas internas. De muy poca a grandes cantidades de agua subterránea se encuentran disponibles en la planicie

costera del Pacífico. Las cantidades disminuyen durante la época seca de noviembre a abril en todas partes del país, con excepción del norte.

II) Kárstico y piedra caliza cretácica fracturada, principalmente localizado en las tierras bajas y altas del Petén y en las sierras de los Cuchumatanes y Chamá. De escasas a muy grandes cantidades de agua subterránea están disponibles en los acuíferos de piedra caliza. Las mayores cantidades de agua subterránea se encuentran en áreas donde existe más disolución y fracturamiento de este tipo de piedra. Las cantidades se reducen en la época seca.

II.3.7 Inversiones en el manejo del agua

GWP Centroamérica (2015) documentó algunos datos sobre las inversiones que se han hecho en distintos años: En el 2006 se alcanzó una inversión de más de USD 120 millones para el sector agua y saneamiento. En el año fiscal de 2012, el INFOM solicitó al Ministerio de Finanzas un presupuesto de GTQ 789 millones (aproximadamente USD 100 millones) para proyectos de agua y saneamiento, de los cuales fueron autorizados GTQ 245 millones (USD 30 millones). No solo la asignación representó el 30 % del total, sino que también la ejecución de dichos fondos fue del 35 % (MARN 2013). En el año 2013, según el Ministerio de Finanzas, se invirtió alrededor de USD 0.5 millones en sistemas de riego y otros USD 23 millones en agua y saneamiento. Se estima que, en políticas y manejo de cuencas, incluidos los presupuestos de las autoridades de cuenca, se invirtieron unos USD 6 millones

El aumento poblacional y el uso irracional del agua han provocado el desabastecimiento del vital líquido, el cual es esencial en nuestras actividades diarias como lo son: aseo personal, la alimentación, producción de energía. La escasez de agua se define como la carencia de recursos hídricos para satisfacer la demanda de consumo de una región, la escasez de agua es un problema a nivel mundial el cual tiene secuelas graves en la sociedad y en el medio ambiente.

La falta de recursos hídricos idóneos para el consumo humano y para el uso agrícola, con lleva a muertes por deshidratación, alza en los precios de productos vegetales por

la baja producción, existen diversas causas que provocan la escasez del agua a nivel mundial, en las cuales podemos mencionar:

La contaminación del agua ha ido aumentando al paso del tiempo, en el que produce condiciones negativas para todos los seres vivos, en si la contaminación es la acumulación de sustancias ajenas y estas provocan un desequilibrio en la vida de los seres vivos, la contaminación del suelo es perjudicial para el agua por el proceso de filtración a los acuíferos.

Debido al cambio climático, se desarrolla un fenómeno natural conocido como sequía, este fenómeno que provoca que durante un lapso prolongado no haya lluvia esto produce escasez de agua tanto para consumo humano, para cultivos y el sector industrial.

En muchos casos los recursos naturales son sobreexplotados y el agua no es la excepción, se ve reflejado a grande escala como en fábricas, industrias y agricultura, como en pequeña escala como lo son en viviendas, esto hace que el consumo supere el suministro de este recurso.

La escasez de agua es un problema que va en aumento a nivel mundial, esto trae problemas graves en las diferentes regiones como lo son: enfermedades, hambre, conflictos y desaparición de especies vegetales.

Es necesario la creación de leyes que regulen el uso y manejo de agua potable y residuales, en primer lugar, para una distribución correcta y equitativa para toda la población de esta manera el poder evitar que se acapare el agua en siembras o ganadería que estas acciones afecten al resto de la población. De igual manera normar el uso de aguas residuales, para evitar con ello la contaminación de ríos, lagos, lagunas, mares y océanos, la implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales en municipalidades e industrias grandes, de esta manera también se evita la contaminación de los mantos freáticos.

los problemas de gestión de los recursos hídricos que pueden surgir en una evaluación ambiental tienen que ver con decisiones sobre el uso del agua o la tierra que afectan la cantidad o calidad de las aguas superficiales o subterráneas. Dichos cambios, a su vez, afectan la gama de usos que el recurso hídrico respectivo puede soportar o cambiar las funciones de un sistema natural que depende del agua.

En relación con los proyectos de desarrollo, las siguientes medidas pueden cambiar la calidad o cantidad del agua:

Contaminación de aguas superficiales por descarga directa de afluentes.
Contaminación de aguas superficiales de fuentes difusas o no puntuales.
Contaminación de aguas superficiales por contaminantes del aire.
Contaminación de aguas subterráneas o superficiales por desechos depositados por encima o por debajo del suelo; el aumento de la afluencia mediante la limpieza, nivelación, pavimentación, drenaje o cambio de canales; la disminución en el flujo de agua superficial debido al desvío, área de captación y uso del consumidor; y una disminución en la elevación del nivel freático o del río artesiano debido a una perturbación en la recarga o extracción excesiva de agua subterránea.

II.4 Agua potable

“Se considera el agua apta para el consumo humano cuando es salubre y limpia, libre de microorganismos, parásitos o sustancias en una cantidad o concentración que pueda suponer un peligro para la salud humana” (Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2018, p. 202).

“El agua potable es el agua apta para consumo humano, es decir, el agua que puede beberse directamente o usarse para lavar y/o preparar alimentos sin riesgo alguno para la salud” (Concepto. de, 2020).

“Agua potable es el agua utilizada para los fines domésticos y la higiene personal, así como para beber y cocinar” (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2020).

“Es aquella que, por sus características organolépticas, físicas, químicas y bacteriológicas, no representa un riesgo para la salud del consumidor y cumple con lo establecido en la presente norma” (Comisión Guatemalteca de Normas , 2005).

II.4.1 Regulación de Agua potable.

El Departamento de Regulación de los Programas de Salud y Ambiente – DRPSA- de la Dirección General de Regulación, Vigilancia y Control de la Salud, es la institución responsable de generar la normativa en materia de salud y ambiente aplicable a nuestro entorno según lo establece el Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Acuerdo Gubernativo No. 115-99. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, s.f.)

...Dentro de esta normativa está la regulación respecto a saneamiento ambiental, desechos sólidos generados en los domicilios y en los establecimientos de salud así como lo concerniente al agua potable, estableciendo para ello las características que deben tener los servicios de agua para la población y cómo debe ser la calidad para que no haga daño a la salud. Para esto, se realizan estudios basados en la regulación internacional, reuniendo los aportes de otras instituciones de gobierno, universidades, empresas privadas, entre otros.

...Para estar seguros de que el agua que llega a la población urbana y rurales apta para su consumo, los Inspectores de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud, realizan en todo el país tomas de muestras de agua de

los chorros, pilas, toneles o cisternas, la cual, con equipo especial verifican su calidad.

Durante lo que va del 2020, el Ministerio de Salud ha realizado 131,857 muestreos. Los resultados indican que 4 de cada 10 servicios de agua están clorados y que 6 de cada 10 servicios no están contaminados. A partir de estos resultados, las áreas de salud socializan la información a las municipalidades, brindan recomendaciones para la mejora del servicio de agua, dan asistencia técnica para la purificación adecuada del agua e inician procedimientos administrativos sancionatorios.

El agua potable considerada aquella apta para el consumo humano y preparación de alimentos, no debe contener sustancias o microorganismos que puedan afectar la salud humana.

Se estima que en el mundo 97% de agua es salada, encontrándose en mares y océanos, tan solo 3% es agua dulce, el 30% del agua dulce se encuentra en la humedad del suelo y acuíferos profundos lo que resulta cada vez hace mayor la dificultad para la extracción de agua dulce, sumándole la contaminación de los suelos y con ello la del manto freático a consecuencia de derrame de productos químicos, agroquímicos, fosas sépticas, petróleo, productos nucleares, entre otros.

En zonas de uso agrícola intensivo es cada vez más difícil encontrar pozos cuya agua cumpla con los requisitos de la normativa. Los valores de nitratos y nitritos en particular, así como las concentraciones de compuestos fitosanitarios, a menudo superan el umbral permitido. El motivo suele ser el uso masivo de fertilizantes minerales o la filtración de aguas residuales. El nitrógeno así aplicado, que no es asimilado por las plantas, es transformado por microorganismos del suelo en nitrato y luego transportado por el agua de lluvia al agua subterránea. Otros contaminantes ambientales, como derrames de derivados del petróleo, lixiviados de minas, etc., también ponen en peligro el suministro de agua potable.

Las principales características del agua son comunes a sus diferentes tipos, pero el agua potable resulta muy particular debido al consumo humano que se hace de ella y sus implicaciones en la salud. Además de tener en cuenta la calidad del agua para medirla, para considerar que cierta agua es potable se deben evaluar una serie de características concretas.

Debe ser limpia y segura. Para su consumo y su uso en la producción de otros alimentos no puede presentar ningún riesgo de contraer cualquier enfermedad. Debe ser incolora. El agua potable ha de ser transparente, aunque a veces, por el cloro, pueda parecer blanquecina.

Debe ser inodora. No puede incluir nada en su composición que pueda generar olor en ella.

Debe ser insípida. No puede tener sabor. Si lo tiene, existe algún elemento en la composición que lo está generando.

Carecer de elementos en suspensión. El agua potable no puede presentar turbiedad alguna, salvo aquella que provoque la presión de las tuberías. En este caso, deberá desaparecer en un breve lapso de tiempo. Libre de contaminantes orgánicos, inorgánicos o radiactivos.

Mantener una proporción determinada de gases y sales inorgánicas disueltas.

No debe contener microorganismos patógenos que puedan poner en peligro la salud. Para ello se deben realizar análisis exhaustivos sobre la concentración de bacterias coliformes y otras de origen fecal. El agua potable puede no ser lo mismo, pero es un recurso finito. Un litro de agua es mucho más fácil de contaminar que de reutilizar, miles de millones de litros de agua se utilizan cada día en nuestras ciudades y las inversiones en el tratamiento del agua son cada vez más costosas.

Figura 3
Distribución del agua en el planeta tierra



Fuente: figura 3. Distribución del agua en el planeta tierra (Aquabook, 2016)

En la actualidad a nivel mundial el tema de agua potable es una problemática cada vez mayor debido a la contaminación de nacimientos, ríos, lagos, mares y todo afluente de agua dulce; cabe mencionar que en Guatemala el desfogue de aguas negras a los ríos es una de las mayores problemáticas ante la carencia de plantas de tratamiento de aguas residuales a pesar de la existencia de los Acuerdos Gubernativos 236-2006 y 129-2015 para dar cumplimiento a la construcción para el tratamiento de aguas residuales.

Guatemala establece los valores de las características que definen la calidad del agua apta para consumo humano a través de La Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) NTG 29001, la cual verifica características organolépticas, físicas, químicas y bacteriológicas, con ello si se cumpliesen los límites el agua no representaría ningún riesgo para la salud del consumidor y cumple con lo establecido en la presente norma, donde se obtiene como resultado agua potable.

En la presente imagen se describen los límites según su caracterización establecidos por las normas (COGUANOR).

Las soluciones implementadas para mejorar el saneamiento se han diversificado para satisfacer diferentes necesidades como: letrinas ventiladas, letrinas fertilizantes y los

sistemas de tratamiento de aguas negras pueden ayudar a eliminar la práctica de la defecación al aire libre y a conservar el recurso hídrico.

Actualmente, 3 de cada 10 personas no tienen acceso a agua limpia y 6 de cada 10 personas no tienen saneamiento seguro. La falta de agua potable empeora la salud, la educación y la productividad económica, y aumenta el número de enfermedades a nivel mundial.

Así, aunque el hombre haya inventado el mecanismo de potabilización, esta tierra no es rica en agua potable porque la calidad del agua en una comunidad o país depende en gran medida de su salud pública.

Figura 4
Límites máximos admisibles y permitidos de la norma COGUANOR

| Características | LMA | LMP |
|------------------------------|-----------------|----------------------|
| Color | 5.0 u | 35.0 u (1) |
| Olor | No rechazable | No rechazable |
| Sabor | No rechazable | No rechazable |
| Turbiedad | 5.0 UNT | 15.0 UNT (2) |
| Cloro residual libre (3) (4) | 0.5 mg/L | 1.0 mg/L |
| cloruro | 100.000 mg/L | 250.000 mg/L |
| Conductividad | --- | máx 1 500 μ S/cm |
| Dureza total | 100.000 mg/L | 100.000 mg/L |
| Potencial de hidrógeno (5) | 7.0 - 7.5 | 6.5 - 8.5 |
| Sólidos totales disueltos | 500.0 mg/L | 1000.0 mg/L |
| Sulfato | 100.000 mg/L | 250.000 mg/L |
| Temperatura | 15.0 °C-25.0 °C | 34.0 °C |
| Aluminio | 0.050 mg/L | 0.100 mg/L |
| Calcio | 75.000 mg/L | 150.000 mg/L |
| Cinc | 3.000 mg/L | 70.000 mg/L |
| Cobre | 0.050 mg/L | 1.500 mg/L |
| Magnesio | 50.000 mg/L | 100.000 mg/L |
| Arsénico | --- | 0.010 mg/L |
| Bario | --- | 0.700 mg/L |
| Boro | --- | 0.300 mg/L |
| Cadmio | --- | 0.003 mg/L |
| Cianuro | --- | 0.070 mg/L |
| Cromo | --- | 0.050 mg/L |
| Mercurio | --- | 0.001 mg/L |
| Plomo | --- | 0.010 mg/L |
| Selenio | --- | 0.010 mg/L |

Fuente: figura 4. Límites máximos admisibles y permitidos de la norma COGUANOR (Instituto Nacional de Estadística, 2014)

Para el cumplimiento de la potabilización del agua en Guatemala las municipalidades son las encargadas según lo establece el código municipal, art. 68, Competencias propias del municipio, más sin embargo se convierte en una problemática para los responsables ya que no existe responsabilidad en los pagos por el servicio, así como educación en el cuidado del agua potable.

II.5 Potabilización del agua

Es el proceso por medio del cual el agua que se capta en embalses, pozos, lagos, y otros, es tratada adecuadamente para hacerla potable y así pueda ser apta para el consumo humano. Este proceso se realiza en las plantas potabilizadoras para lo cual existen diferentes métodos y tecnologías. (Cañas).

... De acuerdo a la investigación se pudo establecer que el agua para consumo humano debe pasar por el siguiente el proceso:

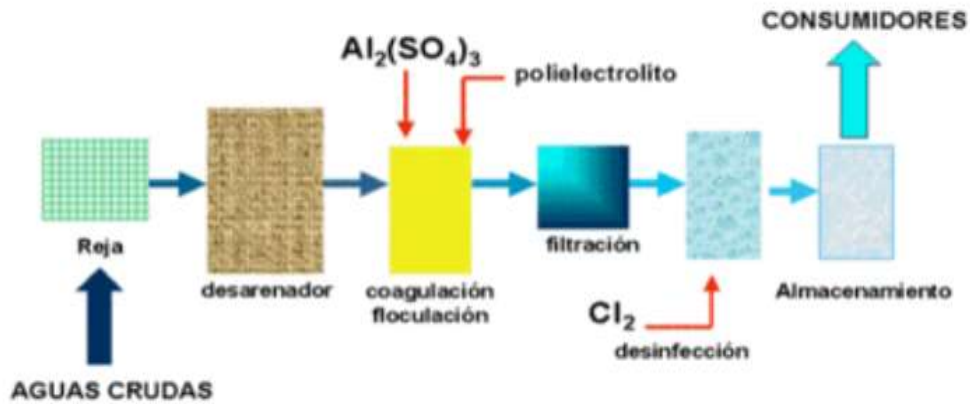
- a) Captación: consiste en la toma de agua de la fuente a través de una bocatoma que la lleva a la planta de tratamiento por medio de tuberías.
- b) Pre coloración y floculación. Después de un filtrado inicial para retirar los fragmentos sólidos de gran tamaño, se añade cloro (para eliminar los microorganismos del agua) y otros productos químicos para favorecer que las partículas sólidas precipiten formando copos (flóculos).
- c) Sedimentación: El agua floculada pasa a las unidades de decantación o clarificación. En esta fase se eliminan los flóculos y otras partículas presentes en el agua.
- d) Filtración. Se hace pasar el agua por sucesivos filtros para eliminar todas aquellas partículas que aún pudieran quedar, eliminando a la vez la turbidez del agua.
- e) Cloración y envío a la red para eliminar los microorganismos patógenos más resistentes causantes de enfermedades y para la desinfección de las tuberías de la red de distribución esta se realiza agregando cloro.

El agua es vital para la vida humana, pero antes de ser utilizada debe pasar por un proceso en el que será purificada, este proceso es necesario para que no haya color, sabores u olores en el agua. En este artículo te explicamos el proceso o etapas para potabilizar el agua, previo a ser distribuido en los hogares (Aguasistemas, 2017).

... El proceso o etapas para potabilizar el agua están compuestos por 8 pasos: Captación, desbaste, desarenado/pre decantación, coagulación y floculación, decantación, filtración, cloración y almacenamiento.

1. Captación: el agua que se potabiliza se obtiene de ríos, lagos, diques o aguas subterráneas. En el caso de los ríos y lagos, se transporta mediante su propia corriente. En el caso de las aguas subterráneas se traslada mediante bombas de agua.
2. Desbaste: en esta etapa, se quitan los sólidos grandes que están presentes en el agua (botellas, zapatos, ropa, etc.), esto se hace mediante unas rejillas que están en las plantas de tratamiento de aguas.
3. Desarenado/Pre decantación: aquí se eliminan la arena del agua y otras partículas con el peso para ser decantadas. Esta fase debe hacerse, para evitar que partículas pequeñas, dañen la maquinaria con que se purifica el agua.
4. Coagulación y floculación: para esta etapa, se agrega en el agua una sustancia para coagular partículas pequeñas que están en el agua, con el fin de ser sedimentadas.
5. Decantación: en esta fase se disminuye la velocidad del agua, con el objetivo de sedimentar las partículas sólidas que se formaron en el anterior proceso.
6. Filtración: estos filtros contienen arena especial, para retener los sólidos más diminutos, que están presentes en el agua. Para esta etapa, el agua ya se encuentra clara.
7. Cloración: lo que se procede en esta etapa es desinfectar, esto se realiza mediante cloro, para asegurar la calidad del agua.
8. Almacenamiento: después de ser aplicado el cloro, el agua es almacenada para que esté en contacto con el cloro, así la potabilización será más segura.

Figura 5
Proceso de potabilización



Fuente: figura.5 proceso de potabilización del agua (Aquisistemas, 2017)

II.5.1 Cloración del agua

El uso del cloro como agente desinfectante empezó a principios del siglo XX y pasó a completar el proceso de filtración, que ya era ampliamente utilizado. Los productos de la familia del cloro más habituales para realizar la desinfección del agua son: cloro gaseoso, hipoclorito sódico, hipoclorito cálcico. (dosing pumps)

II.5.1 Cloro gaseoso

El cloro (Cl_2) es un gas tóxico, más denso que el aire, de color verde amarillento. Es un producto muy oxidante que reacciona con muchísimos compuestos. En presencia de humedad es extremadamente corrosivo y por ello los conductos y los materiales en contacto con él han de ser de aleaciones especiales. El vapor de cloro es irritante por inhalación y puede causar heridas graves en caso de exposición a altas concentraciones. El manejo de cloro se ha de realizar pues, por parte de personal especializado y son necesarios sistemas de control y de alarma muy efectivos. Por estos motivos, es preferible la utilización de hipocloritos en solución o en forma sólida. (dosing pumps)

II.5.2 Hipoclorito de sodio

Hipoclorito de sodio (NaOCl) es un compuesto que puede ser utilizado para desinfección del agua. Se usa a gran escala para la purificación de superficies, blanqueamiento, eliminación de olores y desinfección del agua. El hipoclorito de sodio es una solución clara de ligero color amarillento y un olor característico. El hipoclorito de sodio tiene una densidad relativa de 1,1 (5,5% solución acuosa). Como agente blanqueante de uso doméstico normalmente contiene 5% de hipoclorito de sodio (con un PH de alrededor de 11, es irritante). Si está a mayor concentración, contiene un 10 a 15% de hipoclorito de sodio (con un PH alrededor de 13, se quema y es corrosivo). (lenntech, s.f.).

II.5.3 Hipoclorito cálcico

En su acción desinfectante se encarga de oxidar los agentes orgánicos que pueden ser causantes de varias enfermedades para los seres humanos, como, por ejemplo: diarrea por infección gastrointestinal, oído de nadador, enfermedades cutáneas y dermatológicas, heridas y algunas afecciones respiratorias. (Amoquímicos, s.f.)

... Suele utilizarse como una alternativa al gas cloro y al hipoclorito de sodio ya que, una de las ventajas de hipoclorito de calcio es que contiene una mayor cantidad de cloro (en un porcentaje del 65% a 70%), por lo que resulta ser un producto con un nivel más alto de efectividad. Además, es importante notar que es un compuesto más estable y fácil de manejar que el hipoclorito de sodio líquido.

Figura 6

Cantidad de cloro líquido a dosificar, si la concentración es de 0.5% (5000 mg/L)

| Volumen de Agua a Desinfectar | Cantidad de Cloro Líquido a agregar en tiempo normal | Cantidad de Cloro Líquido a agregar en emergencia |
|-------------------------------|--|---|
| 1 Litro | 4 gotas | 8 gotas |
| 2 Litros | 8 gotas | 16 gotas |
| 1 Galón | 15 gotas | 30 gotas (1 ½ mililitros) |
| 5 Litros | 20 gotas (1 mililitro) | 40 gotas (2 mililitros) |
| 10 Litros | 40 gotas (2 mililitros) | 4 mililitros (½ tapita) |
| 20 Litros (5 Galones) | 4 mililitros (½ tapita) | 8 mililitros (1 tapita) |
| 100 Litros (25 Galones) | 20 mililitros (2 ½ tapitas) | 40 mililitros (5 tapitas) |
| 200 Litros (50 Galones) | 40 mililitros (5 tapitas) | 80 mililitros (10 tapitas) |
| 1000 Litros (250 Galones) | 200 mililitros (25 tapitas) | 400 mililitros (50 tapitas) |

Fuente: figura 6. Cantidad de cloro líquido a dosificar si la concentración es de 0.5% (5000 mg/L). (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social).

Figura 7

Cantidad de cloro líquido a dosificar, si la concentración es de 1% (10000 mg/L)

| Volumen de Agua a Desinfectar | Cantidad de Cloro Líquido a agregar en tiempo normal | Cantidad de Cloro Líquido a agregar en emergencia |
|-------------------------------|--|---|
| 1 Litro | 2 gotas | 4 gotas |
| 2 Litros | 4 gotas | 8 gotas |
| 1 Galón | 8 gotas | 15 gotas |
| 5 Litros | 10 gotas | 20 gotas (1 mililitro) |
| 10 Litros | 20 gotas (1 mililitro) | 40 gotas (2 mililitros) |
| 20 Litros (5 Galones) | 40 gotas (2 mililitros) | 4 mililitros (½ tapita) |
| 100 Litros (25 Galones) | 10 mililitros (1 ¼ tapitas) | 20 mililitros (2 ½ tapitas) |
| 200 Litros (50 Galones) | 20 mililitros (2 ½ tapitas) | 40 mililitros (5 tapitas) |
| 1000 Litros (250 Galones) | 100 mililitros (12 ½ tapitas) | 200 mililitros (25 tapitas) |

Fuente: figura 7. Cantidad de cloro líquido a dosificar si la concentración es de 1% (10000 mg/L). (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social).

Figura 8

Preparación de soluciones madre de hipoclorito de calcio (cloro granulado).

| Volumen de Solución Madre a Preparar | Peso de Cloro Granulado requerido, si se usa la presentación al 65% | Peso de Cloro Granulado requerido, si se usa la presentación al 70% |
|--------------------------------------|---|---|
| 1 Litro | 15 ½ gramos | 14 gramos |
| 2 Litros | 31 gramos | 28 ½ gramos |
| 1 Galón | 58 gramos | 54 gramos |
| 5 Litros | 77 gramos | 71 ½ gramos |
| 10 Litros | 154 gramos | 143 gramos |
| 20 Litros (5 Galones) | 308 gramos | 286 gramos |

Fuente: figura 8. Preparación de soluciones madre de hipoclorito de calcio (cloro granulado). (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales).

La cloración del agua es parte del proceso que es sometida el agua para poder lograr la desinfección de bacterias y patógenos, de tal manera no sea nociva para el consumo humano y su uso diario. No solo logra eliminar patógenos, sino que también la destrucción de sólidos minerales y orgánicos no deseados, que en su mayoría son los

responsables de provocar olores y sabores desagradables. Por tal motivo es muy importante la utilización del cloro en el proceso de potabilización del agua, así destruir y mantener alejados estos patógenos del agua, es necesario el monitoreo constante para ver si cuenta el agua con la cantidad adecuada de agua y de esta manera evitar la acumulación de patógenos nocivos para la salud de las personas que utilicen el vital líquido en sus labores diarias.

La cloración tiene impactos positivos en el agua, tiene muchos beneficios por los cuales se posiciona como el método más seguro para la desinfección del agua tanto para consumo en lo que son tanques de captación y plantas de agua potable, como lo es para el uso cotidiano como el mantenimiento de piscinas. El cloro forma un escudo protector en los sistemas de captación y distribución para la prevención de enfermedades infecciosas.

II.6 Agua pluvial

“El agua pluvial puede contribuir a disminuir el consumo de agua potable, ser utilizadas en agua para riego, inodoros, cisternas y depósitos para incendio” (Comisión de sustentabilidad Capbauno).

“Son las aguas provenientes de las lluvias que escurren superficialmente por el terreno. Según la teoría de Horton se forma cuando las precipitaciones superan la capacidad de infiltración del suelo” (EcuRed, 2016).

Aguas pluviales es un término utilizado para hacer referencia al agua que entra en el sistema de alcantarillado que se origina durante los fenómenos meteorológicos con precipitación como resultado de la lluvia, nieve, granizo, etc. Las aguas pluviales que no se filtran fluyen superficialmente y se denominan escorrentías superficiales. En muchos casos, las aguas sobrantes fluyen por vías fluviales superficiales o se encuentran canalizadas en una mezcla de sistema de alcantarillado y de recogida de aguas pluviales donde se encaminan para su tratamiento a la planta de tratamiento de aguas residuales o se descargan directamente en las cuencas fluviales. (Grundfos Colombia S.A.S., s.f.)

... Las aguas pluviales pueden originar problemas debido al volumen de agua, la intensidad de la escorrentía y los contaminantes potenciales que

transporte el agua, es decir, de su grado de contaminación. Cuando las escorrentías fluyen hacia el sistema de alcantarillado, pueden recoger diferentes contaminantes, tales como petróleo, materiales metálicos, pesticidas o fertilizantes.

II.6.1 Aprovechamiento del agua pluvial.

La recuperación de agua pluvial consiste en filtrar el agua de lluvia captada en una superficie determinada, generalmente el tejado o azotea, y almacenarla en un depósito. Posteriormente el agua tratada se distribuye a través de un circuito hidráulico independiente de la red de agua potable.

Al igual que las aguas tratadas – negras y residuales -, el agua pluvial se utiliza en usos donde no se requiere agua potable: lavadora, cisterna del váter, lavado de coche, aunque su uso más utilizado es el riego de jardines. El ahorro anual puede alcanzar varios miles de litro. (Soliclima, s.f.)

El agua de lluvia debido a que es un recurso reutilizable puede ayudar en los problemas de escases que existen en algunos lugares. Debido al crecimiento poblacional de los últimos años la demanda del agua ha aumentado y la oferta no es suficiente para satisfacer las necesidades de las personas en el área urbana como rural.

El agua pluvial es toda aquella que en la cual escurre por techos, pavimentos o tuberías luego de precipitación en determinada comunidad, en algunos casos el agua pluvial es conducida directo a los ríos, lagos, lagunas o mares, o bien en el suelo donde realiza el proceso de infiltración esto ayuda a mantener las fuentes de abastecimiento con buena cantidad de agua.

Las aguas pluviales pueden ser utilizadas como fuente de abastecimiento ya sea para vivienda individual o para comunidades enteras, la forma de captación habitual es por medio de los techos de las casas, los cuales se conducidos por canales al tanque de almacenamiento ya sea superficial o subterráneo. Se puede utilizar como fuente de abastecimiento alterno el cual ayuda a disminuir costos en pagos de facturas por concepto de agua potable, encontrarse abastecidos en los días con escasez de agua y no sobreexplotar los recursos hídricos; también es utilizada como fuente de abastecimiento primaria en comunidades de difícil acceso, comunidades con

viviendas dispersas a grandes distancias, que no cuenten con el vital líquido o bien que las fuentes de abastecimiento posean parámetros altos en químicos o contaminación que pueda ser perjudicial para la salud de los pobladores.

El agua de lluvia se encuentra libre de productos químicos o contaminantes fuertes, lo cual hace factible el proceso de potabilización, al captar el agua se tiene que tomar en cuenta que la comunidad no esté en zonas industrializadas, de esta manera evitar que el agua de lluvia este compuestas por cantidades grandes de dióxido de carbono (CO₂). El agua pluvia se puede utilizar como agua potable con la potabilización adecuada, se puede utilizar para la higiene personal, limpieza de las viviendas, para jardines o agricultura y también puede ser utilizada para combatir incendios forestales y estructurales.

Si bien nuestros recuerdos se apresuran a olvidar un período de sequía en cuanto reaparece la lluvia, así como las inundaciones sufridas cuando sale el sol, el daño que ha sufrido uno u otro debe hacernos reconsiderar la necesidad de aplicar y utilizar los existentes. medios técnicos para reducirlos o eliminarlos, utilizar y / o regular el agua de lluvia.

El avance de nuestra sociedad nos ha llevado a un creciente sellado de superficies, grandes viales como carreteras, caminos, calles, la construcción de edificios residenciales o industrias, evitan la filtración natural del suelo y generan inundaciones en épocas de altas precipitaciones.

Sí, podemos utilizar el agua de los techos o terrazas, siempre que los materiales de construcción utilizados para absorber y descargar las aguas residuales no contengan contaminantes que impidan su uso (ver “Instrucciones Técnicas para el Uso de Agua de Lluvia en Edificios”). El aprovechamiento del agua de lluvia de estos techos reduce los posibles efectos negativos de la impermeabilización de grandes superficies, por ejemplo, en las ciudades. A la hora de su uso hay que tener en cuenta la normativa

existente en la ciudad en la que nos encontramos, las distintas administraciones pueden no incluir la lavadora, por ejemplo, como posible uso final del agua de lluvia utilizada. El agua pluvial se puede utilizar en cisternas de inodoros, lavadoras (previa confirmación por la administración responsable y posiblemente con necesidad de tratamiento adicional), lavado de pisos, riego de jardines, lavado de vehículos o tanques de extinción de incendios. Los primeros minutos de agua de lluvia arrastran la mayor parte de los contaminantes de las superficies, por lo que es importante contar con los recursos necesarios para evitar que estos contaminantes se almacenen en tanques de recolección.

Disponemos de varios sistemas de filtrado para ello, que evitan que partículas mayores o menores como restos de hojas, plásticos, etc. penetren en ellas. Busquemos un equilibrio entre nuestra necesidad de agua de lluvia usada y la cantidad almacenada para no aumentar innecesariamente los costos de cualquier pretratamiento necesario. Háganos saber a continuación cuál es el consumo de agua potable para algunos de los usos anteriores.

II.7 Fuentes de abastecimiento y sistemas de distribución de agua potable

Las fuentes de abastecimiento de agua constituyen un elemento fundamental en un sistema de agua potable pues proveen del recurso hídrico, pueden ser superficiales como en el caso de ríos, lagos o embalses o de aguas subterráneas vertientes o pozos profundos. (Aguirre, 2015, p. 16).

Una red de distribución (que en lo sucesivo se denominará red) es el conjunto de tubos, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta la toma domiciliaria o hidrantes públicos. Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como extinguir incendios. (Comisión Nacional del Agua, p. 1).

II.7.1 Fuentes de Abastecimiento de agua

Para poder realizar un correcto abastecimiento de agua potable debemos contar con las fuentes correspondientes, de las que se deben considerar dos aspectos fundamentales a tener en cuenta:

- Capacidad de suministro
- Condiciones de sanidad o calidad del agua

La capacidad de suministrar debe ser la necesaria para proveer la cantidad necesaria en volumen y tiempo que requiere el proyecto de abastecimiento. Las condiciones de sanidad o calidad del agua son claves para definir las obras necesarias de potabilización. (A. Orellana)

Las fuentes se clasifican en:

- Meteóricas

Superficiales:

- Ríos
- Arroyos
- Canales
- Lagos o Lagunas
- Embalses

Subterráneas:

- Profundas
- Subsuperficiales
- Freáticas
- Subálveas.

II.7.1.1 Aguas Meteóricas

Las aguas meteóricas son aquellas provenientes del vapor de agua atmosférico que pueden precipitar en forma de neblina, lluvia, helada, nieve, granizo y entre otras formas. uso de los sistemas de aprovechamiento de las aguas meteóricas, es viabilizado para reducir el consumo de agua potable, disminuir los costos de agua suministrada por las empresas de abastecimiento y para minimizar los riesgos de inundación en caso de lluvias intensas. (Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Lima, Peru)

...La composición de las aguas de lluvia varían de acuerdo a las regiones y, según Eaton et al. (1973), está relacionada con los lugares de origen de las masas de aire y la génesis de la lluvia. Thomas y Greene (1993), investigando la calidad de las aguas de lluvia en contacto con los diversos materiales de los techos en áreas rurales, urbanas e industriales, concluyeron que los

materiales de los techos tienen influencia sobre la calidad del agua de lluvia y que las aguas pluviales contaminadas colectadas de los techos se deben principalmente a la contaminación difusa de la deposición atmosférica y del número de días secos que anteceden a un evento lluvioso.

El problema del tratamiento de las aguas meteóricas a menudo es considerado sólo desde el punto de vista "hidráulico", y no desde el depurativo. En realidad, las aguas meteóricas recogen como escorrentía superficial una cantidad de materiales sólidos y orgánicos, originando una concentración de sustancias contaminantes significativa y en unos casos superiores a los límites de desagüe previstos en la normativa vigente para las aguas residuales. (IRIDRA, s.f.)

...Es importante considerar cómo el tratamiento de las primeras aguas de lluvia, además de proteger el medioambiente de una fuerte contaminación difusa, pueda traer grandes ventajas en términos de gestión sostenible de los recursos hídricos: el agua que sale del tratamiento, de hecho, a menudo es de calidad tal que permite su utilización para finalidades como por ejemplo aguas de lavado, aguas de enfriamiento, riego, reserva contra incendios, etc.

II.7.1.2 Aguas Superficiales

Las aguas superficiales son las aguas que circulan sobre la superficie del suelo. El agua superficial se produce por la escorrentía generada a partir de las precipitaciones o por el afloramiento de aguas subterráneas. Una vez producida, el agua superficial sigue el camino que le ofrece menor resistencia pudiéndose presentar en forma correntosa, como en el caso de ríos y arroyos, o quietas si se trata de lagos o embalses. (INDUANALISIS, s.f.)

Desde la antigüedad, el hombre aprovecha el agua superficial como primera fuente de abastecimiento, consumo e incluso vía de transporte, estableciéndose en los valles de los ríos las primeras civilizaciones. Sin embargo, el establecimiento en zonas áridas o semiáridas del planeta obligó al desarrollo de formas de captación de agua de lluvia, como alternativa para el riego de cultivos y el consumo doméstico riego de cultivos y el consumo doméstico.

... En el Desierto de Negev, en Israel y Jordania, han sido descubiertos sistemas de captación de agua de lluvia que datan de 2000 años a. C. consistentes en el desmonte de zonas para aumentar la escorrentía superficial, que era en tonces dirigida a predios agrícolas en las zonas más bajas.

... En la civilización maya (a1000 a. C. – 1600 d. C) se desarrollaron los caultunes, que es un sistema de captación y almacenamiento pluvial

compuesto de una cámara subterránea en forma de una botella, con sus entradas rodeadas por delantales enyesados que dirigían el agua de lluvia hacia su interior durante las estaciones lluviosas. Estas construcciones se daban en las zonas donde no existían cenotes (lagunas karsticas típicas de la península del Yucatán (Pérez de la Cruz)

II.7.1.3 Aguas Subterráneas

Es el agua existente bajo la superficie del terreno. En concreto, es aquella situada bajo el nivel freático y que está saturando completamente los poros y fisuras del terreno. Este agua fluye a la superficie de forma natural a través de manantiales, áreas de rezume, cauces fluviales, o bien directamente al mar. Puede también dirigirse artificialmente a pozos, galerías y otros tipos de captaciones. Se renueva de modo constante por la Naturaleza, merced a la recarga. Esta recarga procede principalmente de las precipitaciones, pero también puede producirse a partir de escorrentía superficial y cursos superficiales de agua (sobre todo en climas áridos), de acuíferos próximos o de retornos de ciertos usos (destacan los retornos de los regadíos). (López-Geta)

...El agua subterránea se desplaza muy lentamente por los acuíferos. Su velocidad media normal puede variar entre unos pocos decímetros, a algunos centenares de metros al cabo del año; sólo en el caso de acuíferos kársticos* y rocas muy fracturadas, pueden existir conductos preferentes, por los que el agua puede circular a velocidades similares a la de las corrientes superficiales. Así, una gota de agua que cayera en una divisoria hidrográfica situada a 200 km de la costa y se incorporara a la corriente de un río, tardaría pocos días en alcanzar el mar; sin embargo, si esa misma gota se desplazara a través del subsuelo (en un acuífero detrítico), tardaría siglos e incluso miles de años en llegar al mar.

II.7.1.4 Acuífero

Un acuífero presenta dimensiones muy variadas, desde pocas hectáreas* de superficie a miles de kilómetros cuadrados; y desde escasos metros de espesor a cientos o miles de metros. Las formaciones geológicas, cuando transmiten el agua muy lentamente y es difícil extraerla mediante captaciones en cantidades importantes, reciben el nombre de acuitardo. Sin embargo, pueden intercambiar importantes cantidades de agua con aquellos acuíferos con los que están en contacto horizontal, ya que la superficie de intercambio es muy grande. (López-Geta)

... Para definir aquellas formaciones geológicas que conteniendo agua en su interior no la transmiten y, por tanto, no permiten extraerla, se utiliza el término acuicludo; y acuífugo, cuando no contienen agua. En la práctica, no existen formaciones geológicas que puedan considerarse como acuífugos en sentido estricto.

II.7.2 Formas de distribución

Según las condiciones del terreno de la población se puede realizar de diferentes maneras la distribución del agua.

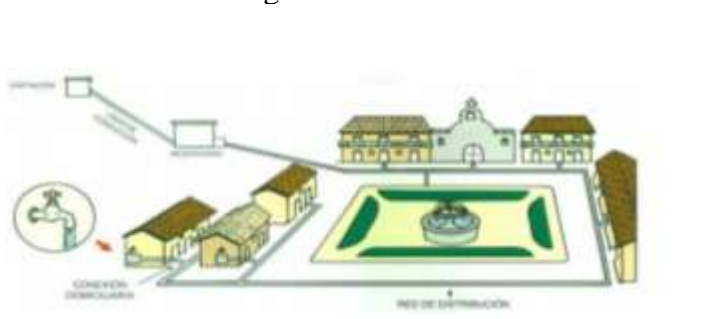
II.7.2.1 Por Gravedad

El agua de la fuente se conduce o bombea hasta un tanque elevado desde el cual fluye por gravedad hacia la población. De esta forma se mantiene una presión suficiente y prácticamente constante en la red para el servicio a los usuarios. (Comisión Nacional del Agua, p. 8)

... Este es el método más confiable y se debe utilizar siempre que se dispone de cotas de terreno suficientemente altas para la ubicación del tanque, para asegurar así las presiones requeridas en la red.

La tubería que abastece de agua al tanque (línea de conducción) se diseña para el gasto máximo diario Q_{md} y la tubería que inicia del tanque hacia el poblado (línea de alimentación) para el gasto máximo horario Q_{mh} en el día de máxima demanda.

Figura 9
Esquema de un sistema de captación y distribución de agua potable por medio de gravedad.



Fuente: figura 9. Esquema de un sistema de captación y distribución de agua potable por medio de gravedad. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de Perú)

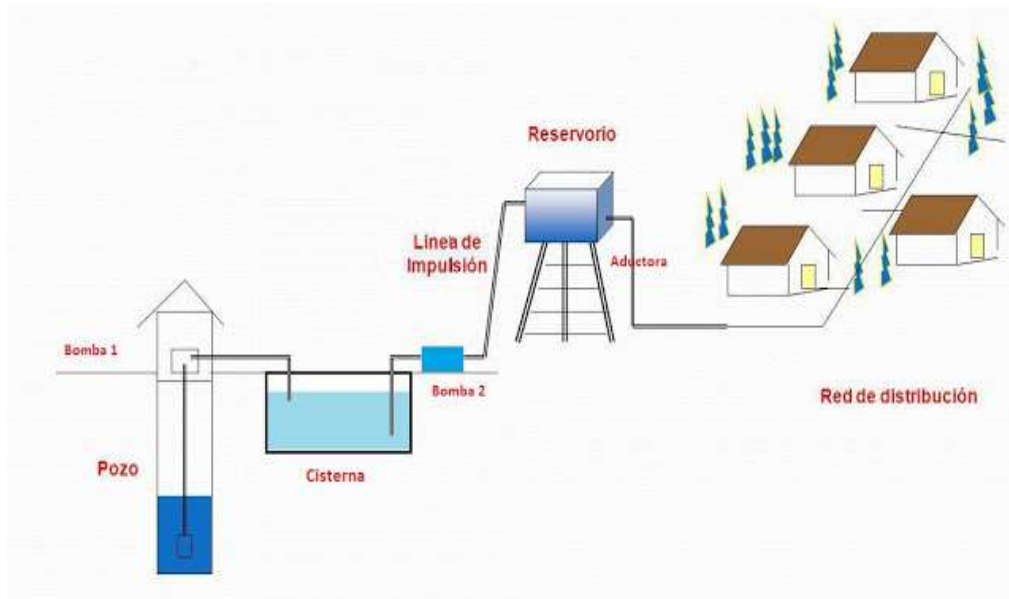
II.7.2.2 Bombeo directo a la red, sin almacenamiento

Las bombas abastecen directamente a la red y la línea de alimentación se diseña para el gasto máximo horario Q_{mh} en el día de máxima demanda. Este es el sistema menos deseable, puesto que una falla en el suministro eléctrico significa una interrupción completa del servicio de agua. (Comisión Nacional del Agua, p. 8).

II.7.2.3 Bombeo directo a la red, con excedencias a tanques de regulación

... En esta forma de distribución, el tanque se ubica después de la red en un punto opuesto a la entrada del agua por bombeo y la tubería principal se 9 Tanque Plano de carga estática Máxima demanda Mínima demanda Zona de distribución Tuberías primarias Tuberías secundarias Línea de alimentación Tanque de regulación Línea de conducción Q_{md} Q_{mh} Bomba Rembombeo Tanque Línea piezométrica Ilustración 1.6 Distribución por gravedad (recomendable) Ilustración 1.7 Distribución mixta (no recomendable) conecta directamente con la tubería que une las bombas con el tanque.

Figura 10
Esquema de un sistema de captación y distribución de agua potable por medio de bombeo.



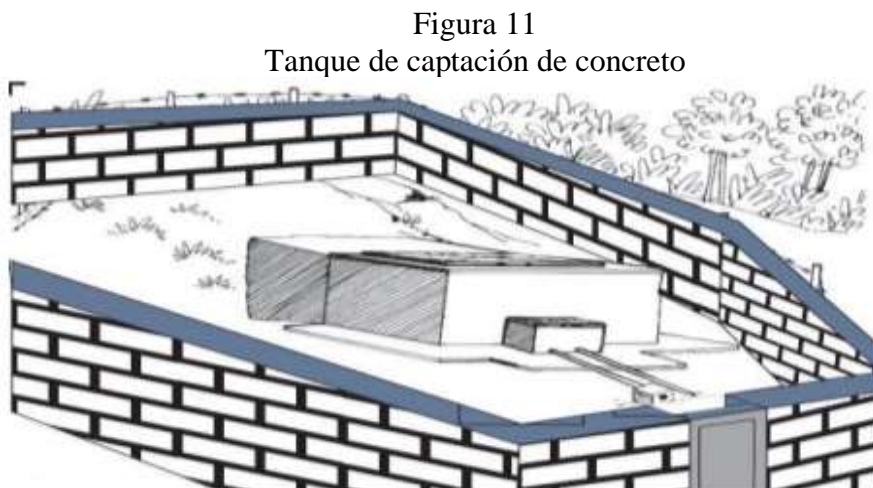
Fuente: figura 10. Esquema de un sistema de captación y distribución de agua potable por medio de bombeo. (Universidad Ricardo Palma , 2016).

II.7.3 Componentes del sistema de abastecimiento y distribución del agua potable

II.7.3.1 Captación

Es la parte inicial del sistema de abastecimiento de agua. Consta de una estructura y/o dispositivos construidos en la fuente de abastecimiento (río, lago, laguna, manantial, agua subterránea) donde se recolecta la cantidad de agua necesaria para abastecer a la población. La captación de las aguas superficiales se hace a través de galerías filtrantes y la captación de las aguas subterráneas a través de pozos profundos. (Comisión de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento)

“Es la estructura que permite derivar el caudal requerido, desde la fuente de abastecimiento hacia el sistema de agua potable” (Aguirre, 2015, p. 16).



Fuente: figura 11. Tanque de captación de concreto. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de Perú).

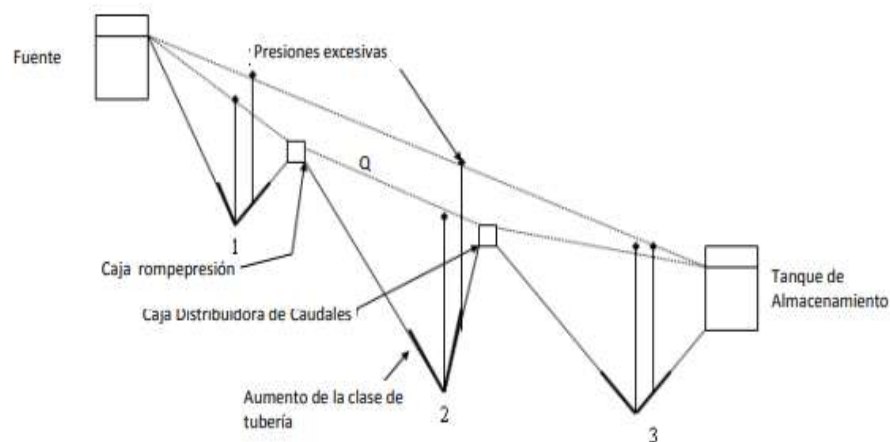
II.7.3.2 Conducción

Es el conducto que permite el transporte del agua, desde la captación hasta las unidades de tratamiento, en condiciones seguras e higiénicas. En los sistemas de agua potable por gravedad la fuente debe estar ubicada en una cota más alta que la población a servir para que el agua fluya en las tuberías aprovechando la gravedad. (Aguirre, 2015)

... En el caso de los sistemas a bombeo la fuente de agua se encuentra ubicada en niveles inferiores a los de la localidad a servir, por lo que se requiere transportar el agua mediante sistemas de bombeo hasta un reservorio o planta de tratamiento.

Está conformada por los dispositivos encargados de transportar el agua desde el punto de captación al punto de almacenamiento. Por lo general se trata de tubería que transporta a presión, utilizando la fuerza de gravedad o impulsada por una bomba, el agua que se pretende distribuir a una comunidad. En los sistemas de agua potable se puede contar con más de una línea de conducción. (Ministerio de Salud Pública, 2011, p. 16).

Figura 12
Línea de conducción sistema de abastecimiento de agua



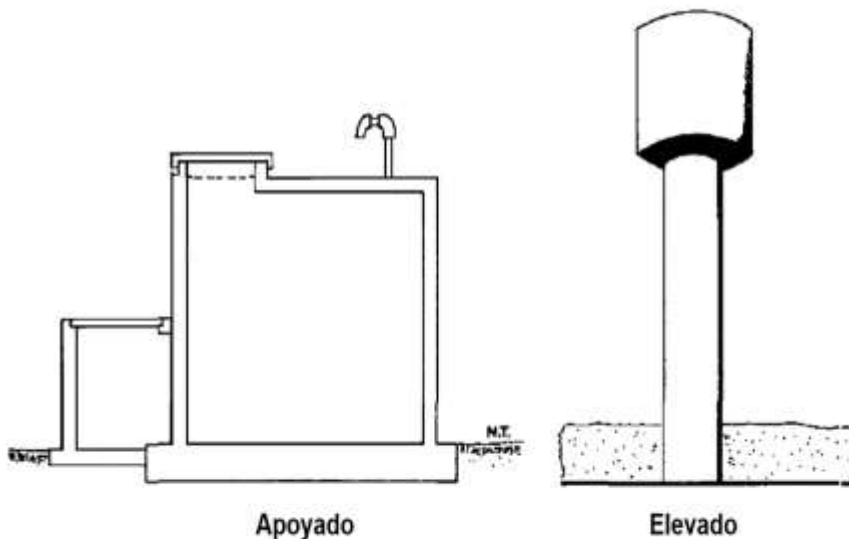
Fuente: figura 12. Línea de conducción sistema de abastecimiento de agua (Ministerio de Salud Pública, 2011)

II.7.3.3 Almacenamiento

Es el punto, o los puntos, en un sistema de abastecimiento de agua potable en donde se regula y almacena el agua que va a ser distribuida en una comunidad y depende de la oferta y la demanda de agua en un tiempo determinado. El agua se almacena en tanques que pueden estar conformados por concreto reforzado, acero estructural y otros materiales. (Ministerio de Salud Pública, 2011, p. 17)

... Los tanques están ubicados en los puntos topográficos más altos en la región de diseño o en su defecto pueden ser tanques elevados a una altura máxima de 20 metros (a la parte más baja del tanque). Lo importante es que se obtenga la energía necesaria para que el agua pueda ser distribuida con el caudal y la presión necesarios. En pequeñas comunidades rurales el volumen de almacenamiento es por lo general un porcentaje del caudal de diseño. Cuando se trata de agua de lluvia el almacenamiento puede ser un recipiente de volumen variado ya sea de barro o arcilla, de plástico o de concreto reforzado que por lo general se ubica en el predio mismo del usuario.

Figura 13
Tanques de almacenamiento

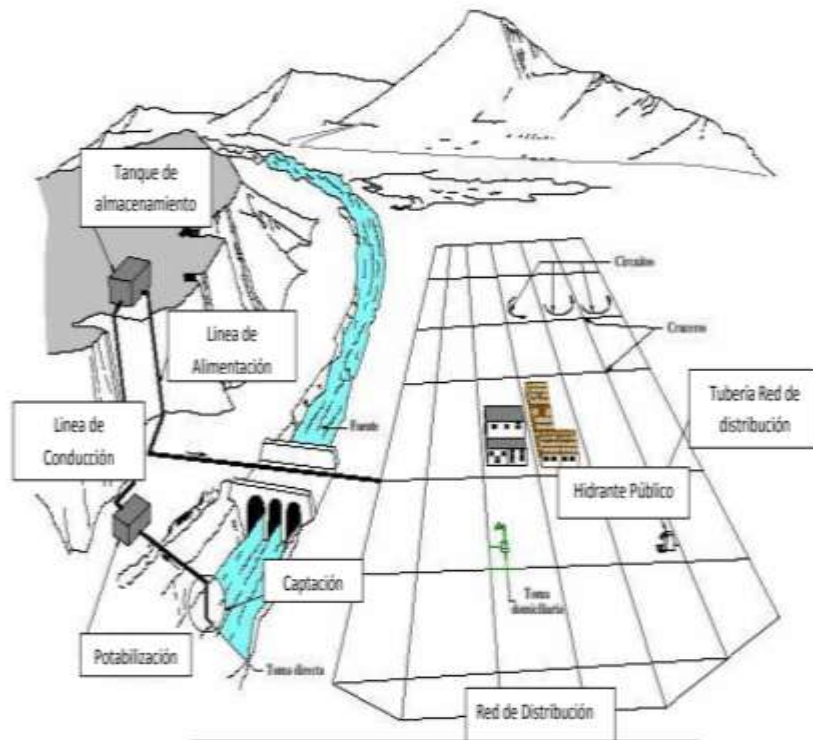


Fuente: figura. 13 tanques de almacenamiento (SSWM, 2020)

II.7.3.4 Distribución

Es el conjunto de dispositivos (líneas, redes, válvulas y otros dispositivos de control) que en un sistema de abastecimiento agua potable cumple con la función de distribuir el agua en la comunidad. El agua puede distribuirse en cada domicilio mediante conexiones domiciliarias o mediante conexiones prediales o comunales (llenacántaros). (Ministerio de Salud Pública, 2011, p. 18)

Figura 14
Sistema de distribución de agua potable

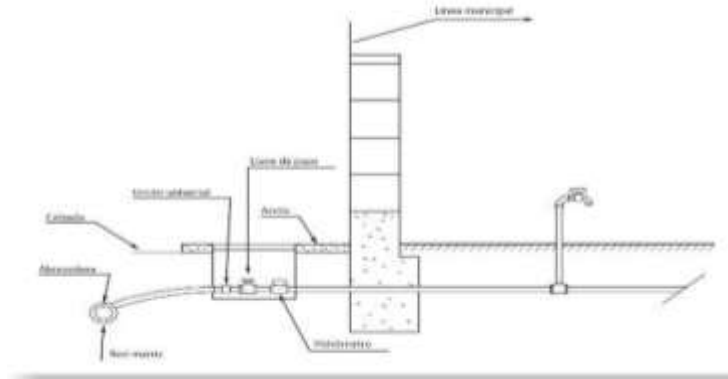


Fuente: figura 14. Sistema de distribución de agua potable (Ministerio de Salud Pública , 2011)

II.7.2.5 Conexiones domiciliarias

“Es un conjunto de tuberías y accesorios que permite el abastecimiento desde la red de distribución hacia el predio del usuario, así como la instalación de un medido” (Comisión de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento).

Figura 15
Conexiones domiciliarias



Fuente: figura 15. Conexiones domiciliarias (Servicio Nacional para la Sostenibilidad de Servicios en Saneamiento Básico, 2020)

Un Sistema o una red de abastecimiento de agua potable, tiene como finalidad la trasportación del vital líquido a las viviendas de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural desde su lugar de origen natural (fuente). Las fuentes de agua, son espacios naturales en las cuales emanan los caudales que van a ser distribuidos a la población.

Para la selección de la fuente de abastecimiento debe tomar en cuenta:

- La demanda de agua de la población
- Disponibilidad y calidad del agua durante todo el año.
- Factibilidad de diseño, costos de inversión y de mantenimiento.

Existen diferentes tipos de fuentes de abastecimiento de agua que se pueden utilizar como lo son: fuentes subterráneas, fuentes superficiales, fuentes pluviales.

Fuentes subterránea, son las aguas que se encuentran bajo la superficie terrestre, surgen por medio de la filtración de las precipitaciones en los poros de los terrenos. Un gran porcentaje de comunidades utilizan este tipo de fuentes para abastecer a los habitantes, el tener acceso a estas fuentes depende de la profundidad que se encuentren.

La captación de aguas subterráneas se obtiene por medio de: manantiales, pozos excavados y pozos tubulares.

Las fuentes de aguas superficiales están compuestas por: ríos, lagos, arroyos, embalses. Este tipo de fuentes llevan un tratamiento de potabilización y saneamiento previo a la distribución, debido a las descargas de desagües domésticos, residuos industriales o de actividad minera, residuos sólidos y agroquímicos.

La captación de las fuentes superficiales es por medio de una estructura a nivel de terreno, ya sea por gravedad o por bombeo, las características y tamaño de la estructura de captación va depender del caudal que la comunidad necesite.

Fuente pluvial provienen de la lluvia que escurren superficialmente por techos y terrenos, esta fuente de abastecimiento es popularmente empleada en zonas áridas que sufren de escasas de agua, la fuente pluvial ayuda a bajar la explotación de los mantos freáticos. Puede llegar hacer potable al pasar por diferentes filtros. La forma de captación es por medio de techos de láminas de las viviendas los cuales se conectan con un tanque de almacenamiento, para luego ser utilizada.

Sistema de captación, abastecimiento y distribución de agua potable es un sistema de distribución de agua potable está conformado por un conjunto de obras de ingeniería civil el cual hacen eficaz la distribución de agua potable en una comunidad. Un sistema de distribución de agua potable está conformado por:

- fuentes de abastecimiento y captación
- Conducción
- Potabilización
- Bombeo
- Regularización
- Distribución

Un buen sistema de distribución de agua potable tiene que cumplir con las siguientes características: agua de buena calidad, presión necesaria para toda la población en la mayor cantidad de horas al día. Para alcanzar estos objetivos se tienen que cumplir con ciertas actividades o estudios para el correcto diseño de un sistema de distribución de agua potable.

Estudios técnicos para elaboración de un sistema de abastecimiento y distribución de agua:

Es el conjunto de estudios, investigaciones, normas y conocimientos técnicos y estadísticos, de una localidad necesarios para el diseño y construcción de un sistema de abastecimiento y distribución de agua, el fin principal de estos estudios es conocer

la demanda de agua en una comunidad y si es factible la elaboración tanto económica como físicamente. Los estudios a realizar son los siguientes:

- Estudios Socioeconómicos
- Estudios Técnicos
Estudios Topográficos

- Estudios Complementarios
Estudios Geohidrológicos
Estudios Geológicos
Estudios Hidrológicos
Estudios Geotécnicos

Estudios Socioeconómicos, con la ayuda de este estudio podemos conocer, la capacidad económica de los habitantes, proyección de los habitantes, las carencias, necesidades de los diferentes sectores de una comunidad. Es de importancia contar con un buen estudio socioeconómico para poder realizar comparativos en porcentajes, de variaciones de años anteriores. Se divide en: investigación directa e investigación de campo.

Investigación directa, para la realización de esta investigación es necesario visitar la población, donde se ejecutará el proyecto, con la investigación directa se busca la recopilación de los siguientes datos:

- Datos históricos de la localidad.
- Localización geográfica.
- Orografía,
- Hidrología.
- Climatología.
- Vías de comunicación y transporte.
- Servicios públicos.
- Censo Actual de Habitantes
- Aspectos económicos
- Reconocimiento de fuentes de abastecimiento.
- Estudios de la calidad del agua.

- Estudios topográficos.
- Estudios geohidrológicos.
- Estudios geológicos.
- Estudios Hidrológicos
- Estudios Geotécnicos

La investigación de campo ayuda a localizar las fuentes de abastecimiento, que pueden ser aguas superficiales o aguas subterráneas extraída por medio de la elaboración de un pozo. como primer paso es importante verificar la calidad de agua de la fuente de abastecimiento, determinar el caudal para conocer la cantidad y disponibilidad de la fuente de abastecimiento, como siguiente paso con la ayuda de los estudios topográficos establecer la forma de distribución y conducción del agua si el nivel del terreno lo permite realizarlo por medio de gravedad o bien si el terreno no es favorable hacerlo por bombeo.

Con los estudios técnicos se obtiene la ubicación óptima para el proyecto, el tamaño correcto y las características técnicas del sistema de distribución de agua potable que se va ejecutar en la población de esta manera se asegura el proyecto sea eficaz.

El levantamiento topográfico es un estudio técnico, descriptivo y de planificación, en el cual se reconoce la superficie terrestre y con ello las características físicas, geográficas y geológicas del terreno. Al haber obtenido todos los datos y resultados a través del levantamiento topográfico se fija la línea de conducción. Si existe un desnivel de la zona de captación al tanque de almacenamiento se puede transportar por medio de gravedad, si no se cuenta con el nivel adecuado se emplea el método de bombeo.

El estudio geológico de un terreno es el encargado de analizar las características geológicas, como el contenido natural de humedad, peso volumétrico natural, granulometría y límites de consistencia, además el determinar los tipos de suelos en los cuales se van a realizar, un vertido, una perforación, cimentación y cualquier obra de construcción.

Con los estudios geohidrológicos, se puede conocer la localización de las diversas fuentes de abastecimiento de agua superficiales como subterráneas, según el origen se puede detectar la calidad del agua, cantidad, como prevenir la contaminación de la

fuente de abastecimiento, la época en la que se dispone de mayor o menor cantidad de agua y la forma correcta de la distribución del agua.

Se realiza con el fin de obtener información que será tomada en cuenta a la hora del diseño del sistema de abastecimiento y distribución de agua, con este estudio se conoce las precipitaciones anuales por región de esta forma se tiene una idea clara de la capacidad de producción de la fuente de abastecimiento. En Guatemala el encargado de recabar estos datos es el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).

El estudio geotécnico consiste en tener información detallada de las características del suelo, con los resultados del estudio se conoce la capacidad de carga del terreno, para luego diseñar el tipo de cimentación para el tanque de almacenamiento sea superficial o elevado.

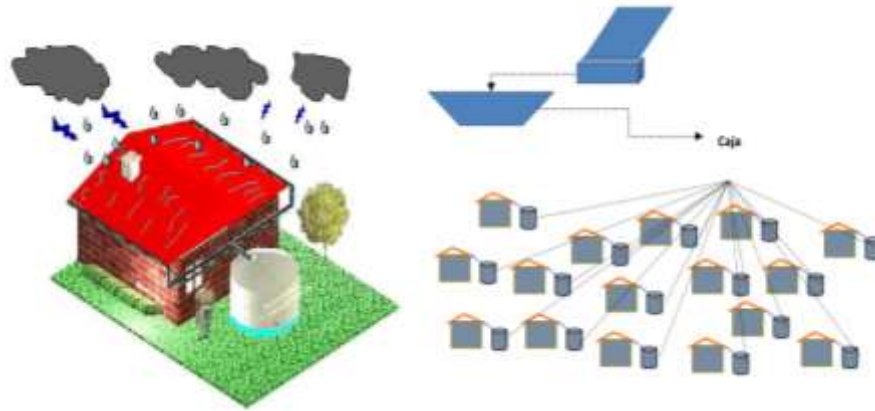
II.8 Sistema de Captación de aguas pluviales

Una de las soluciones para hacer frente a la escasez de agua es el aprovechamiento eficiente del agua de lluvia, tradición milenaria que se practica desde hace 5000 años. A lo largo de distintas épocas, culturas en todo el mundo desarrollaron métodos para recoger y utilizar el recurso pluvial, sin embargo, con el progreso de los sistemas de distribución entubada, estas prácticas se fueron abandonando. (Soluciones Hidropluviales, 2020)

La recuperación de agua pluvial consiste en filtrar el agua de lluvia captada en una superficie determinada, generalmente el tejado o azotea, y almacenarla en un depósito. Esto se hace a través de un sistema generalmente de canaletas pluviales para la captación del agua de lluvia, que luego se lleva a un depósito. (Ecocosas, 2020)

...Una vez acumulada, el agua tratada se distribuye a través de un circuito hidráulico independiente de la red de agua potable, para evitar la contaminación de la misma. El agua es un recurso natural cada vez más importante y escaso en nuestro entorno. Gracias a la instalación de un sistema de captación y recuperación de agua de lluvia, podemos ahorrar fácilmente hasta un 50% del consumo de agua potable en casa.

Figura 16
Sistema de captación de aguas pluviales



Fuente: figura 16. Sistema de captación de aguas pluviales (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua)

II.8.1 Elementos de un sistema de captación.

Área de captación: Lugar donde se reciben los escurrimientos de agua de lluvia, antes de realizar su disposición final. Por lo general se utilizan superficies como los techos de las casas, escuelas, almacenes, etc., que deben estar impermeabilizados.

Estructura de captación: Recolectan las aguas en los sistemas de alcantarillado pluvial, se utilizan sumideros o bocas de tormenta como estructuras de captación, aunque también pueden existir descargas domiciliarias donde se vierta el agua de lluvia que cae en techos y patios.

Sistema de conducción: El sistema de conducción 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.

Sistema de tratamiento y filtración: Antes de conducir el agua a la infraestructura de almacenamiento se recomienda colocar un dispositivo que retire y filtre los contaminantes que puede arrastrar el agua a su paso por las superficies, como pueden ser sedimentos, metales, grasas y basuras.

II.8.2 Consideraciones de diseño

Para el diseño de un sistema de captación se deberá conocer las necesidades de demanda de agua del sitio por abastecer, ya sea a nivel familiar o a nivel comunitario. De acuerdo a datos de la Organización Mundial de la Salud, se recomienda como abastecimiento mínimo para zonas rurales de 45 a 50 litros por habitante al día para satisfacer las necesidades más básicas y de 100 litros como mínimo óptimo igualmente para zonas rurales. (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua)

II.8.2.1 Criterios de diseño de un sistema de captación pluvial nivel vivienda.

- Material con que está construido el techo de la vivienda para aprovecharse como área de captación.
- Precipitación media anual en la zona.
- Materiales de construcción disponibles en la zona para instalar las cisternas a nivel domiciliario.
- Espacios disponibles en el predio donde se ubica la vivienda. (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua)

II.8.2.2 Criterios de diseño de un sistema de captación pluvial a nivel comunitario.

- Ubicación de la captación y almacenamiento.
- Espacio disponible para el sistema.
- Datos de precipitación DIARIA de las estaciones climatológicas más cercanas.
- Ubicación del punto de entrega del agua captada para su aprovechamiento. (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua)

II.8.3 Tipos de sistemas de captación de agua pluvial.

II.8.3.1 Bombeado directo (sumergible)

Este sistema de captación pluvial es perfecto para uso doméstico y uno de los más fáciles de instalar. La bomba se ubica dentro de un tanque subterráneo y el agua recolectada, se bombea directamente para los distintos usos de la casa. (Rotoplas Centro América, 2020)

II.8.3.2 Bombeo directo (succión):

“Este sistema de captación pluvial lleva la bomba fuera del tanque y se recomienda para espacios amplios o en propiedades con gran cantidad de consumo de agua” (Rotoplas Centro América, 2020).

II.8.3.3 Gravedad indirecta:

“En este tipo de sistema de captación pluvial el agua recolectada se bombea primero a un tanque de alto nivel (tanque de cabecera), y la bomba solo funciona cuando el tanque del colector necesita ser llenado” (Rotoplas Centro América, 2020).

Es una técnica de recolección y almacenamiento de agua pluvial, cuya viabilidad depende de la cantidad de precipitación anual en la comunidad que se implementara el sistema de captación. Habitualmente se utilizan los techos de las viviendas para la captación de agua pluvial, se opta por este sistema en comunidades que tienen viviendas dispersas o bien carecen de fuentes de abastecimiento de agua, también en comunidades que las fuentes de abastecimiento presentan parámetros fuera de los establecidos para considerar agua potable en especial si contienen metales pesados como el plomo, mercurio, cromo u otras sustancias dañinas para la salud.

La captación de agua de lluvia también se puede emplear como fuente de abastecimiento alterna, en zonas donde el sistema de captación y distribución de agua municipal no cumpla con la demanda de agua o bien en viviendas que busquen el ahorro y buen manejo del agua de igual manera reducir costos en el pago de agua municipal.

Algunas consideraciones a tomar en cuenta son:

- Utilizar en lugares en donde las precipitaciones y la calidad sea la adecuada para la utilización.

- El agua de lluvia será captada y posteriormente almacenada en un tanque de almacenamiento que debe mantener alejada de toda contaminación.
- Si el medio de captación es el techo de una edificación, mantener el área de captación limpia, evitar la acumulación de hojas, tierra o desechos sólidos.

Antes de emprender el diseño de un sistema de captación de agua pluvial, es necesario tener en cuenta los aspectos siguientes:

- Precipitación en la zona. Se debe conocer los datos pluviométricos de por lo menos los últimos 5 años, e idealmente de los últimos 10 años,
- Tipo de material del que está o va a estar construida la superficie de captación.
- Número de personas beneficiadas
- Demanda de agua.

En el caso de la Escuela Oficial Mixta Rural aldea El Pinalito se considerará una dotación de 11 litros por estudiante al día. Esta dotación se destinará al para los servicios sanitarios y actividades de limpieza personal, como de la escuela.

La cantidad de agua de lluvia que puede recolectarse depende del área de captación y de la precipitación promedio anual. Un milímetro de lluvia en un metro cuadrado produce alrededor de 0.8 litros de agua, donde se considera la evaporación y otras pérdidas.

Los sistemas de captación de agua pluvial están conformados por: captación, recolección, conducción, interceptor, almacenamiento.

La captación está formada por el techo de la casa, mismo que tiene que contar con una pendiente, una superficie que facilite el escurrimiento del área de captación al tanque de almacenamiento. Se deberá instalar canaletas para captar agua de lluvia que incluye

columnas de bajada hasta el interceptor de las primeras aguas y el tanque de almacenamiento.

- La recolección y conducción está conformada por las canaletas que van adyacentes en los bordes más bajos del techo, en donde tiende a acumularse antes de caer al suelo, las cuales conducen el agua al tanque de almacenamiento.
- Las canaletas podrán ser de diferentes materiales (PVC, metálicas galvanizadas, bambú, o cualquier otro material que no altere la calidad, físico – químico del agua recolectada.

Conocido también como dispositivo de descarga de las primeras aguas de lluvia provenientes del lado del techo y que contiene todos los materiales que en él se encuentre en el momento del inicio de la lluvia.

Este dispositivo permite que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento, y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada.

El tan que de almacenamiento es la obra destinada para el almacenamiento de el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario, en especial durante el periodo de sequía. Debe de cumplir con ciertas normas y características.

- Impermeable, para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración.
- El diseño debe ser contemplado con tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar.
- Disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande, a fin de que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias.

II.9 Hidrología

La hidrología es una rama de las ciencias de la Tierra que estudia el agua, su ocurrencia, distribución, circulación, y propiedades físicas, químicas y mecánicas en los océanos, atmósfera y superficie terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares. Por otra parte, el estudio de las aguas subterráneas corresponde a la hidrogeología. (INSIVUMEH, 2020)

... Por el contrario, se denomina hidrografía al estudio de todas las masas de agua de la Tierra y, en sentido más estricto, a la medida, recopilación y representación de los datos relativos al fondo del océano, las costas, las mareas y las corrientes, de manera que se puedan plasmar sobre una carta hidrográfica. No obstante, esta diferencia, los términos se utilizarán casi como sinónimos, ya que la parte de la hidrografía que interesa aquí es aquella que crea relieve, por lo tanto, la que está en contacto con la superficie terrestre, y por eso mismo la que es objeto de un análisis hidrológico.

II.9.1 Como medir las precipitaciones

Los instrumentos usados universalmente para medir la precipitación se denominan pluviómetros. El mismo nos permite medir la lámina de agua caída de una precipitación. Estos pluviómetros pueden ser de metal o de plástico y pueden ser adquiridos en tiendas agrícolas, también pueden ser fabricados de forma casera. (AgroTecnología , 2020)

... También existe un instrumento denominado fluviógrafo que se diferencia del pluviómetro en que este trabaja con un sistema mecánico de relojería que permite registrar gráficamente en una banda de papel la lluvia caída, la intensidad, la hora de inicio y fin de cada una de las lluvias. Cabe destacar que estos instrumentos se deben colocar al aire libre, alejados de la influencia inmediata de árboles y edificios, a una altura de 1 a 1.2 metros y a nivel.

II.9.2 Cantidad de precipitación durante los últimos 5 años

Figura 17

Precipitaciones durante los últimos 5 años de la estación climática la Ceibita, del municipio de Monjas, Jalapa. Representada en milímetros

| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Total |
|-----------------------------------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|--------|
| 2015 | 0 | 0 | 5 | 36.3 | 39 | 55.2 | 49.2 | 59.7 | 176.3 | 109.9 | 77.2 | 0 | 607.8 |
| 2016 | 0 | 0 | 0 | 2.5 | 49.4 | 104.7 | 60.6 | 177.6 | 123.2 | 9.2 | 0.6 | 0 | 527.8 |
| 2017 | 0 | 0 | 2.2 | 5.2 | 157.2 | 197.6 | 179.4 | 145.9 | 135.1 | 139.4 | 0 | 0 | 962 |
| 2018 | 0.1 | 1.6 | 0 | 16.1 | 128.6 | 221.5 | 47.6 | 99.6 | 191.7 | 120.4 | 10.8 | 0 | 838 |
| 2019 | 0 | 30 | 0 | 30.2 | 112 | 135 | 110.4 | 89.3 | 158.4 | 150.9 | 0 | 0 | 816.2 |
| Promedio anual de precipitaciones | | | | | | | | | | | | | 750.36 |

Fuente: figura 17. Precipitaciones durante los últimos 5 años de la estación climática la Ceibita, del municipio de Monjas, Jalapa. Representada en milímetros (INSIVUMEH, 2020).

La temporada de lluvia en Guatemala abarca los meses de mayo hasta octubre, los meses con mayor precipitación se concentra en septiembre y octubre los meses en los cuales se presenta la mayor cantidad de precipitaciones, en su mayor parte se debe a la cantidad de depresiones tropicales, tormentas tropicales y huracanes que se forman en el océano pacifico y atlántico, regularmente en estos meses.

Las medidas de precipitación obtenidas por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) tiene como función principal el recolectar información como: el tiempo y cantidad de precipitación, además ayuda a ver la distribución de precipitación en tiempo y espacio. La obtención de estos datos es con ayuda de las estaciones climáticas distribuidas en todo el país en puntos estratégicos para que estos datos sean los más exactos posibles.

II.10 Normativas nacionales referentes al agua potable.

II.10.1 COGUANOR NTG 29001 Agua para consumo humano (agua potable).

Agua apta para el consumo humano

“Es aquella que, por sus características organolépticas, físicas, químicas y bacteriológicas, no representa un riesgo para la salud del consumidor y cumple con lo establecido en la presente norma” (Comisión Guatemalteca de Normas Ministerio de Economía, 2020).

II.10.1.1 Características químicas del agua

“Son aquellas debidas a elementos o compuestos químicos orgánicos e inorgánicos” (Comisión Guatemalteca de Normas Ministerio de Economía, 2020).

II.10.1.2 Redes de distribución

Conjunto de tuberías, accesorios y dispositivos que permiten la entrega del agua a los consumidores de forma constante, con presión apropiada y en cantidad suficiente para satisfacer sus necesidades. Se consideran parte de una red de distribución: camiones cisterna y depósitos de cualquier naturaleza. (Comisión Guatemalteca de Normas Ministerio de Economía, 2020).

II.10.1.3 Características y especificaciones

Figura.18
Características físicas y organolépticas que debe tener el agua para consumo humano

| Características | LMA | LMP |
|---------------------------|----------------|--------------------------------|
| Color | 5,0 u | 35,0 u ^(a) |
| Olor | No rechazable | No rechazable |
| Turbiedad | 5,0 UNT | 15,0 UNT ^(b) |
| Conductividad eléctrica | 750 μ S/cm | 1500 μ S/cm ^(d) |
| Potencial de hidrógeno | 7,0-7,5 | 6,5-8,5 ^{(c)(d)} |
| Sólidos totales disueltos | 500,0 mg/L | 1000,0 mg/L |

(a) Unidades de color en la escala de platino-cobalto
 (b) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).
 (c) En unidades de pH
 (d) Límites establecidos a una temperatura de 25°C.

Fuente: figura 18. Cuadro 1 características físicas y organolépticas que debe tener el agua para consumo humano (Comisión Guatemalteca de Normas Ministerio de Economía, 2020)

Figura.19
Características químicas que debe tener el agua para consumo humano

| Características | LMA (mg/L) | LMP (mg/L) |
|---|------------|------------|
| Cloro residual libre ^(a) | 0,5 | 1,0 |
| Cloruro (Cl ⁻) | 100,0 | 250,0 |
| Dureza Total (CaCO ₃) | 100,0 | 500,0 |
| Sulfato (SO ₄ ⁻) | 100,0 | 250,0 |
| Aluminio (Al) | 0,050 | 0,100 |
| Calcio (Ca) | 75,0 | 150,0 |
| Cinc (Zn) | 3,0 | 70,0 |
| Cobre (Cu) | 0,050 | 1,500 |
| Magnesio (Mg) | 50,0 | 100,0 |
| Manganeso total (Mn) | 0,1 | 0,4 |
| Hierro total (Fe) ^(b) | 0,3 | ---- |

a) El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social será el ente encargado de indicar los límites mínimos y máximos de cloro residual libre según sea necesario o en caso de emergencia.
b) No se incluye el LMP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al LMA.

Fuente: figura.19 Cuadro 2. Características químicas que debe tener el agua para consumo humano (Comisión Guatemalteca de Normas Ministerio de Economía, 2020)

Figura 20

. Relación de las sustancias inorgánicas cuya presencia en el agua es significativa para la salud

| Substancia | LMP (mg/L) |
|---|------------|
| Arsénico (As) | 0,010 |
| Bario (Ba) | 0,70 |
| Boro (B) | 0,30 |
| Cadmio (Cd) | 0,003 |
| Cianuro (CN ⁻) | 0,070 |
| Cromo total (Cr) | 0,050 |
| Mercurio total (Hg) | 0,001 |
| Plomo (Pb) | 0,010 |
| Selenio (Se) | 0,010 |
| Nitrato (NO ₃ ⁻) | 50,0 |
| Nitrito (NO ₂ ⁻) | 3,0 |

Fuente: figura 20. Cuadro 3. Relación de las sustancias inorgánicas cuya presencia en el agua es significativa para la salud (Comisión Guatemalteca de Normas Ministerio de Economía, 2020)

II.10.2 Administración, reglamento, normas y códigos del agua.

En Guatemala se pueden apreciar tres momentos importantes en la administración del agua. El primero, cuando el énfasis es puesto en el desarrollo energético del agua 1959 a 1979; el segundo, cuando se transforma la organización del sector agrícola y específicamente se le faculta para conceder, denegar, modificar y registrar derechos de uso del agua vinculados

con actividades agrícolas y se emiten, además, disposiciones reglamentarias 1970 a 1990; y, el tercero, cuando el Ejecutivo asigna al Instituto de Fomento Municipal la dirección del agua potable y saneamiento y promueve la ordenación legal de los servicios de agua potable y aguas residuales de 1990 a la fecha. (Argueta)

En el Acuerdo Gubernativo 376-97 del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) que en sus primeros dos artículos indica:

II.10.2.1 Artículo 1. (Acuerdo Gubernativo 376-97)

Encargar al Instituto de Fomento Municipal (INFOM), la gestión de las Políticas y Estrategias del Sector Agua Potable y Saneamiento, así como la implementación y ejecución de las acciones que de ellas se deriven. La administración del uso del Agua para otros fines, continuará siendo de la competencia del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (Ministerio de Agricultura y Ganadería , 1997)

II.10.2.2 Artículo 2. (Acuerdo Gubernativo 376-97)

Las instituciones del Estado, fondos de inversión social, las instituciones descentralizadas y entidades privadas que realicen programas o proyectos de obras y servicios públicos de agua potable y saneamiento en el país, deberá coordinar sus acciones con el instituto de Fomento Municipal para canalizar la asistencia técnica y financiera, efectiva y eficientemente. (Ministerio de Agricultura y Ganadería , 1997)

Las normas vigentes que integran el régimen legal del agua se consideran principalmente incompletas y anacrónicas; lo primero porque no abordan temas fundamentales de dicho régimen y anacrónicas porque no han sido capaces de atender las necesidades de desarrollo de los usos y conservación del agua. Se estima que los hechos han trascendido al régimen legal e institucional del agua; y que la política pública ha sido, durante los últimos 50 años, no regular de manera especial el recurso, dejando especialmente su aprovechamiento, de hecho, a la libre disposición de todos y de nadie, y permitiendo el surgimiento de situaciones hídricas, sociales y económicamente críticas en abono de comportamientos anárquicos y en detrimento del fortalecimiento del Estado de Derecho y de la consecución de la paz social. (Argueta, 2015)

...La Constitución Política de la República de Guatemala (en adelante Constitución Política) en su Artículo 127, sobre el régimen de aguas,

establece que “todas las aguas son bienes de dominio público, inalienables e imprescriptibles. Su aprovechamiento, uso y goce, se otorgan en la forma establecida por la ley, de acuerdo con el interés social. Una ley específica regulará esta materia.

En Guatemala existen normas, decretos, códigos para la protección y cuidado de la calidad del agua como lo es el código de salud decreto número 90-97 en sus siguientes artículos:

II.10.2.3 Artículo 78. Acceso y cobertura universal. (Código de Salud decreto número 90-97)

El Estado, a través del Ministerio de Salud, en coordinación con el Instituto de Fomento Municipal y otras instituciones del sector, impulsará una política prioritaria y de necesidad pública, que garantice el acceso y cobertura universal de la población a los servicios de agua potable, con énfasis en la gestión de las propias comunidades, para garantizar el manejo sostenible del recurso. (Congreso de la República de Guatemala , 1997)

II.10.2.4 Artículo 79. Obligatoriedad de las municipalidades. (Código de Salud decreto número 90-97)

Es obligación de las Municipalidades abastecer de agua potable a las comunidades situadas dentro de su jurisdicción territorial, conforme lo establece el Código Municipal y las necesidades de la población, en el contexto de las políticas de Estado en esta materia y consignadas en la presente ley. (Congreso de la República de Guatemala , 1997)

II.10.2.5 Artículo 80. Protección de las fuentes de agua. (Código de Salud decreto número 90-97)

El Estado, a través del Ministerio de Salud, en coordinación con las instituciones del Sector, velarán por la protección, conservación, aprovechamiento y uso racional de las fuentes de agua potable. Las Municipalidades del país están obligadas como principales prestatarias del servicio de agua potable, a proteger y conservar las fuentes de agua y apoyar y colaborar con las políticas del Sector, para el logro de la cobertura universal dentro su jurisdicción territorial, en términos de cantidad y calidad del servicio. (Congreso de la República de Guatemala , 1997)

II.10.2.6 Artículo 81. Declaración de utilidad pública. (Código de Salud decreto número 90-97)

El Estado a través del Ministerio de Salud, instituciones del Sector y otras, garantizará que los ríos, lagos, lagunas, riachuelos, nacimientos y otras fuentes naturales de agua, puedan en base a dictamen técnico, declararse de utilidad e interés público, para el abastecimiento de agua potable en beneficio de las poblaciones urbanas y rurales de acuerdo con la ley específica. La servidumbre de acueducto se regulará en base al Código Civil y otras leyes de la materia. (Congreso de la República de Guatemala , 1997)

II.10.2.7 Artículo 82. Fomento de la construcción de servicios. (Código de Salud decreto número 90-97)

El Ministerio de Salud en coordinación con las Municipalidades y la comunidad organizada, en congruencia con lo establecido en los artículos 78 y 79 de la presente ley, fomentará la construcción de obras destinadas a la provisión y abastecimiento permanente de agua potable a las poblaciones urbanas y rurales. ARTICULO 83. Dotación de agua en centros de trabajo. Las empresas agroindustriales o de cualquier otra índole, garantizarán el acceso. (Congreso de la República de Guatemala , 1997).

Los sectores que han desarrollado normativas son:

Uso agrícola del agua Se refiere a todos los usos agrícolas, pecuarios y piscícolas: Ley de Transformación Agraria (1962), Servidumbres Agrícolas (1972), Reglamento para la Operación, Conservación y Administración de los Distritos de Riego (1972), Reglamento para el Cobro de las Cuotas de Riego en los Sistemas Construidos por el Estado (1980), Reglamento de Riego (1972), Reglamento para la Construcción, Operación y Administración de Sistemas de Miniriego con Aprovechamiento de Aguas Superficiales y Subterráneas, Arietes Hidráulicos, Rehilete para Fines de Riego y Embalses de Agua de Uso Múltiples (1992), Reglamento Interno del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (1996) y Ley de Pesca (2003). Para el Uso doméstico del agua Código de Salud (1997), Ley de Medidas y Acciones Emergentes para Prevenir y Evitar la Propagación del Cólera (1991) y Código Municipal (2002). (Argueta, 2015),

Es indispensable la creación de una ley en Guatemala específica para el agua, la cual proteja el uso de la misma, para evitar el uso irracional de este recurso, que también vele para que se cumpla con los parámetros establecidos el agua potable que llega a

los hogares, de esta manera se evitara enfermedades gastrointestinales o alguna otra enfermedad a causa de la mala potabilización del agua.

El planeta tierra sufre actualmente de problemas hídricos y Guatemala no es la excepción, es común ver en fincas o sembradíos que desvían los ríos de su cauce natural, para facilitar los riegos en sus cultivos, en el sector industrial no dan el tratamiento adecuado al agua que utilizan y desemboca directamente a los ríos, esto viene afectar a las habitantes, pues disminuye el caudal y en muchas ocasiones el agua se encuentra con sustancias químicas para la salud. Es por ello la creación de una ley específica para el agua, actualizar y cumplir reglamentos y códigos hídricos, con ello controlar el uso irracional del agua y que el vital líquido pueda llegar a todos los habitantes.

Guatemala tiene una abundancia de agua, con 18 ríos principales que se originan en los tramos superiores de los volcanes. Debido a las lluvias y abundancia de recursos hídricos, existe la cantidad de agua necesaria para cubrir la demanda, sin embargo, no existe una buena gestión de los recursos para desarrollar y mantener las necesidades de agua.

Los recursos hídricos se están agotando debido al aumento de la demanda, que ha evolucionado hasta una situación crítica. Este empobrecimiento se debe en parte a una distribución desigual de la población; las áreas más densamente pobladas son regiones donde la disponibilidad de agua es baja debido a la altitud o al déficit de precipitaciones.

La ciudad de Guatemala es un ejemplo típico. Lo contrario ocurre donde los recursos hídricos son abundantes.

Actualmente no existe una ley que controle el uso y abuso de las rutas nacionales de abastecimiento de agua, como resultado, los ríos se utilizan para la eliminación de desechos. No existe una autoridad que controle los recursos hídricos, sin embargo,

este año se propone la formación de una comisión nacional de agua potable y saneamiento.

Hay comisiones para otros sectores como agricultura, electricidad, medio ambiente y salud, pero no hay para el suministro de agua. Se debe crear una Comisión Nacional de Agua Potable y también una ley práctica e integral que pueda implementarse para gobernar y proteger los recursos hídricos de la nación. El porcentaje de población que tiene acceso a agua potable y saneamiento es extremadamente bajo.

La contaminación de los recursos hídricos es un problema importante. En todo el país, prevalece la contaminación de aguas superficiales y aguas subterráneas poco profundas. Las aguas residuales domésticas y los flujos agrícolas causan contaminación biológica del agua cerca y aguas abajo de las áreas edificadas. el tratamiento de aguas residuales es mínimo.

III. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Para la comprobación de la hipótesis: “El desabastecimiento de agua potable en la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, del municipio de San Pedro Pinula, del departamento de Jalapa durante los últimos cinco (5) años, por escasas fuentes de abastecimiento; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción de un sistema de captación de agua pluvial.”, se ejecutó trabajo de campo con la finalidad de comprobar las variables dependiente e independiente.

La población efecto estuvo constituida por 9 individuos, distribuidos al personal administrativo y docente de la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito (directora (1), catedrático (7), conserje (1)) a quienes se les realizó la encuesta conformada por cinco preguntas para determinar el desabastecimiento de agua potable, y posteriormente se comprobó el efecto a través de las cinco preguntas graficadas.

La población causa estuvo constituida por 6 representantes de la Dirección de Servicios Públicos Municipales (director (1), subdirector (1), supervisores (4)), a quienes también se les realizó otra encuesta para el diagnóstico de la problemática constituida por cinco preguntas, dirigidas a identificar qué medidas toman como representantes administrativos para el mejoramiento de la distribución de agua potable en la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito San Pedro Pinula; para lo cual se pudo comprobar la hipótesis en las cinco gráficas.

Al comprobar las variables se alcanza el primer objetivo de la investigación, que corresponde a la comprobación de la hipótesis, los resultados obtenidos en el trabajo de campo son tabulados, graficadas y analizados a continuación:

III.1 Presentación de cuadros, gráficas e interpretación de resultados de efecto o variable dependiente.

Cuadro 1

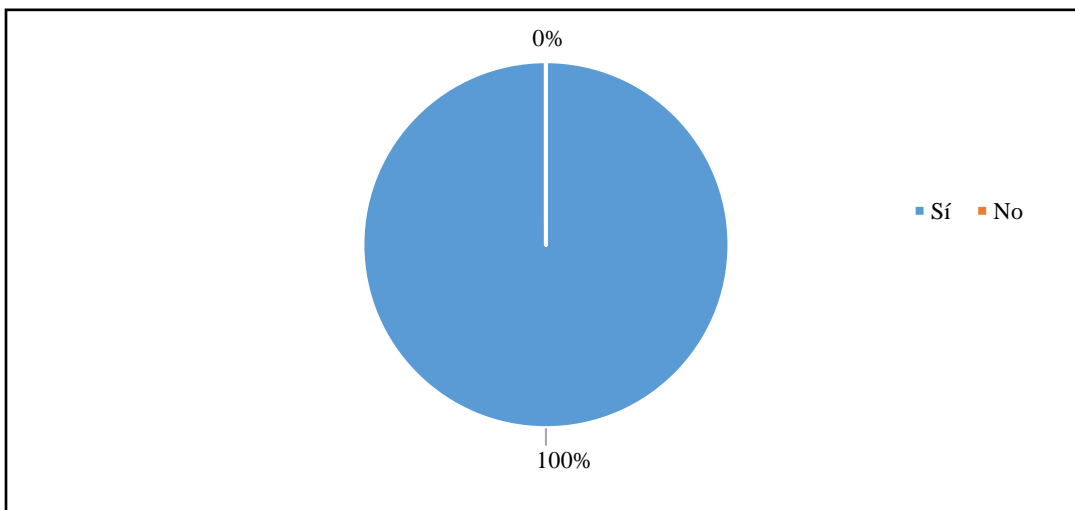
Personal docente y administrativo conocen el desabastecimiento de agua potable en la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito San Pedro Pinula, Jalapa.

| Respuesta | Valor Absoluto | Valor Relativo (%) |
|-----------|----------------|--------------------|
| Si | 9 | 100 |
| No | 0 | 0 |
| Total | 9 | 100 |

Fuente: Investigación propia dirigida a: personal docente y administrativo de la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, junio 2020.

Gráfica 1

Personal docente y administrativo conocen el desabastecimiento de agua potable en la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito San Pedro Pinula, Jalapa.



Fuente: Investigación propia dirigida a: personal docente y administrativo de la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, junio 2020.

Análisis: Se logró identificar que el total del personal docente y administrativo de la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito San Pedro Pinula, Jalapa coinciden que, si existe el desabastecimiento de agua potable en la escuela, por lo que se comprueba la variable dependiente de la hipótesis planteada.

Cuadro 2

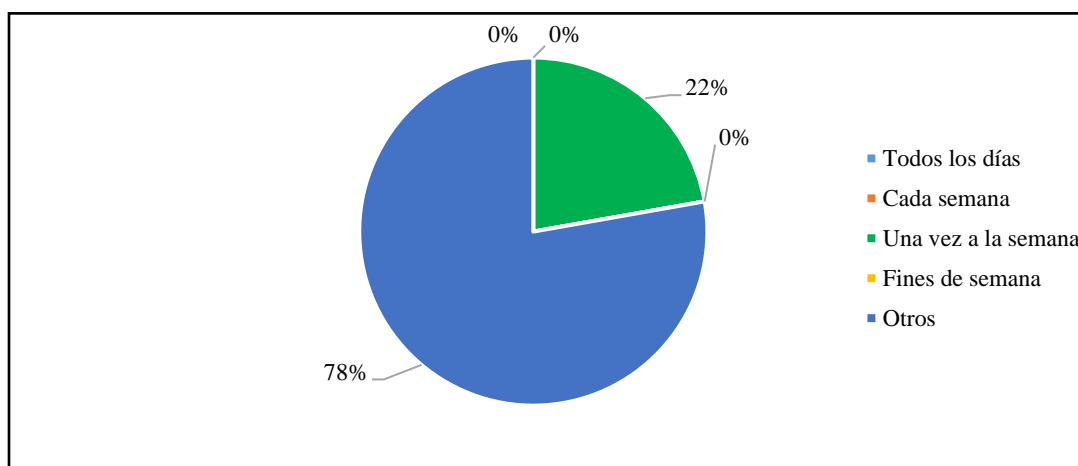
Días que la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito San Pedro Pinula Jalapa cuenta con el servicio de agua potable.

| Respuesta | Valor Absoluto | Valor Relativo (%) |
|---------------------|----------------|--------------------|
| Todos los días | 0 | 0 |
| Cada semana | 0 | 0 |
| Una vez a la semana | 2 | 22 |
| Fines de semana | 0 | 0 |
| Otros | 7 | 78 |
| Total | 9 | 100 |

Fuente: Investigación propia dirigida a: personal docente y administrativo de la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, junio 2020.

Gráfica 2

Días que la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito San Pedro Pinula Jalapa cuenta con el servicio de agua potable.



Fuente: Investigación propia dirigida a: personal docente y administrativo de la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, junio 2020.

Análisis: Se determinó que el servicio de agua potable en la Escuela Oficial Mixta Rural aldea El Pinalito, cuenta con desabastecimiento de agua durante la semana sin lograr cumplir con la demanda de agua necesaria, para el uso de personal administrativo, docente y alumnado.

Cuadro 3

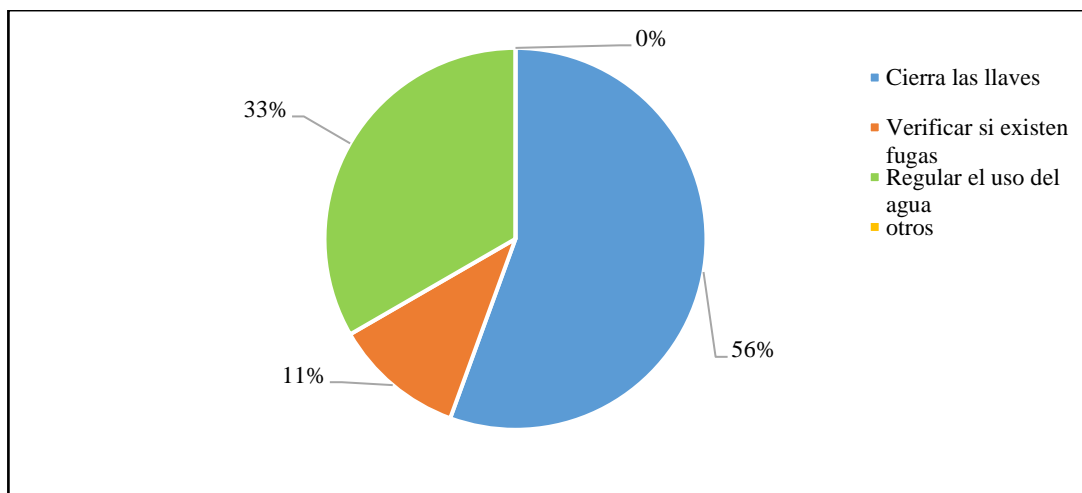
Cumplimiento de las medidas para el cuidado del agua en la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa.

| Respuesta | Valor Absoluto | Valor Relativo (%) |
|----------------------------|----------------|--------------------|
| Cierra las llaves | 5 | 56 |
| Verificar si existen fugas | 1 | 11 |
| Regular el uso del agua | 3 | 33 |
| Otros | 0 | 0 |
| Total | 9 | 100 |

Fuente: Investigación propia dirigida a: personal docente y administrativo de la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, junio 2020.

Gráfica 3

Cumplimiento de las medidas para el cuidado del agua en la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa.



Fuente: Investigación propia dirigida a: personal docente y administrativo de la Escuela Oficial Mixta Aldea el Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, junio 2020.

Análisis: Se constató que el personal docente y administrativo de la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, no cumple con las medidas necesarias para evita el inadecuado consumo adecuado del agua potable.

Cuadro 4

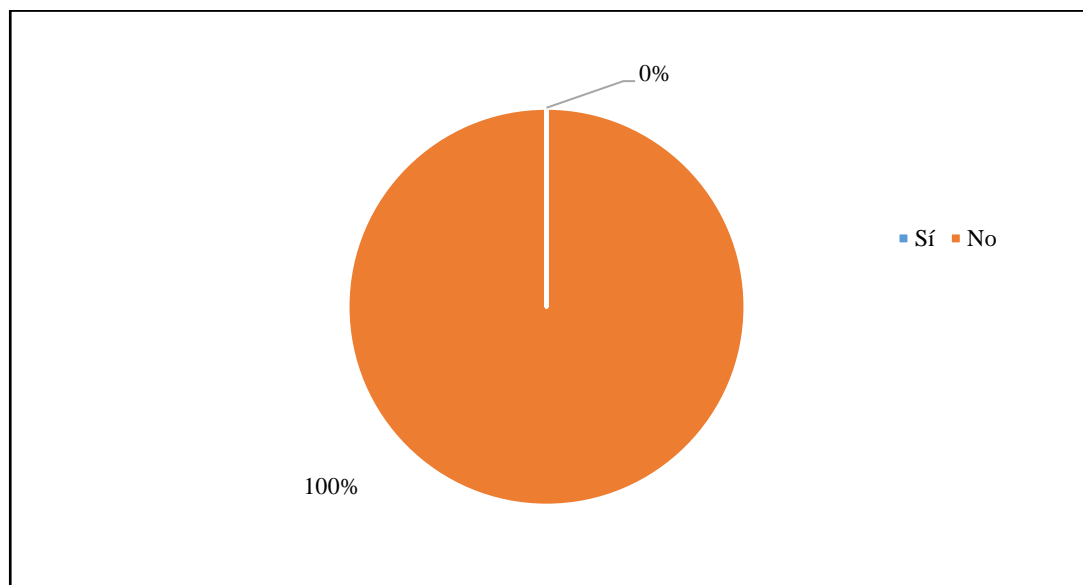
Cumplimiento en la demanda del servicio de agua potable de la municipalidad de San Pedro Pinula, en Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito.

| Respuesta | Valor Absoluto | Valor Relativo (%) |
|-----------|----------------|--------------------|
| Si | 0 | 0 |
| No | 9 | 100 |
| Total | 9 | 100 |

Fuente: Investigación propia dirigida a: personal docente y administrativo de la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, junio 2020.

Gráfica 4

Cumplimiento en la demanda del servicio de agua potable de la municipalidad de San Pedro Pinula, en Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito.



Fuente: Investigación propia dirigida a: personal docente y administrativo de la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, junio 2020.

Análisis: Se confirma que la municipalidad de San Pedro Pinula no cumple con la demanda de agua potable para cubrir las necesidades esenciales del personal docente, administrativo y alumnado en la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa.

Cuadro 5

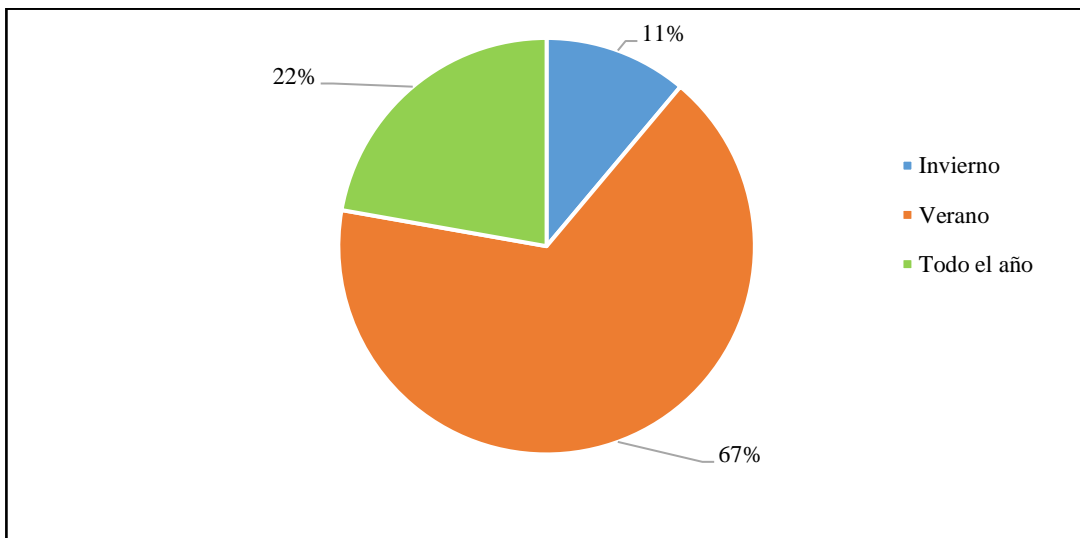
Desabastecimiento de agua potable durante las estaciones del año en la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito San Pedro Pinula.

| Respuesta | Valor Absoluto | Valor Relativo (%) |
|-------------|----------------|--------------------|
| Invierno | 1 | 11 |
| Verano | 6 | 67 |
| Todo el año | 2 | 22 |
| Total | 9 | 100 |

Fuente: Investigación propia dirigida a: personal docente y administrativo de la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, junio 2020.

Gráfica 5

Desabastecimiento de agua potable durante las estaciones del año en la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito San Pedro Pinula.



Fuente: Investigación propia dirigida a: personal docente y administrativo de la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, junio 2020.

Análisis: Se demostró que existe desabastecimiento de agua potable durante todo el año, pero la época que sufre mayor escasez es la de verano en la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito y en la cual no se cumple con la demanda de agua para el personal administrativo, docente y alumnado.

III. 2 Presentación de cuadros, gráficas e interpretación de resultados de causa o variable dependiente.

Cuadro 6

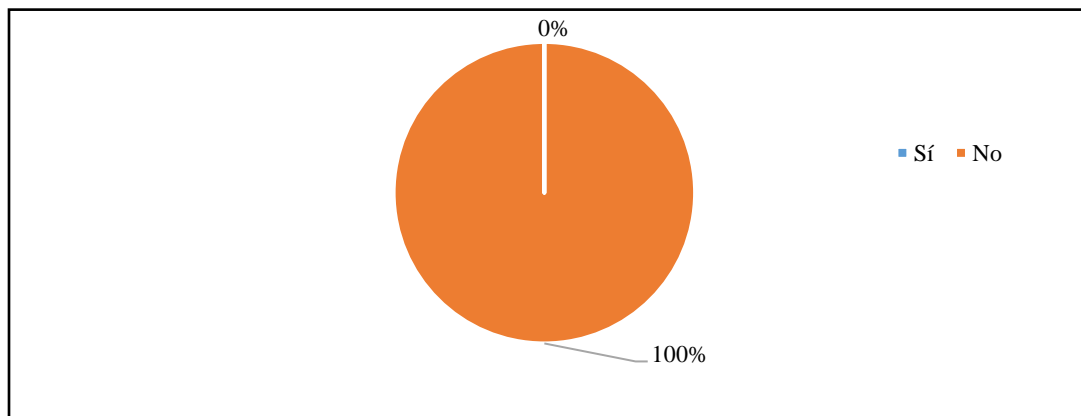
Inexistencia de proyectos para el mejoramiento de distribución de agua potable en la aldea El Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa

| Respuesta | Valor Absoluto | Valor Relativo (%) |
|-----------|----------------|--------------------|
| Sí | 0 | 0 |
| No | 6 | 100 |
| Total | 6 | 100 |

Fuente: Investigación propia dirigida a: personal de la Dirección Municipal de Servicios Públicos de San Pedro Pinula, Jalapa, junio 2020.

Gráfica 6

Inexistencia de proyectos para el mejoramiento de distribución de agua potable en la aldea El Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa



Fuente: Investigación propia dirigida a: personal de la Dirección Municipal de Servicios Públicos de San Pedro Pinula, Jalapa, junio 2020.

Análisis: Se comprueba la variable independiente de la hipótesis planteada con el cuadro y grafica anteriores, puesto que no se cuenta con un proyecto para el mejoramiento de distribución de agua potable en la aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa.

Cuadro 7

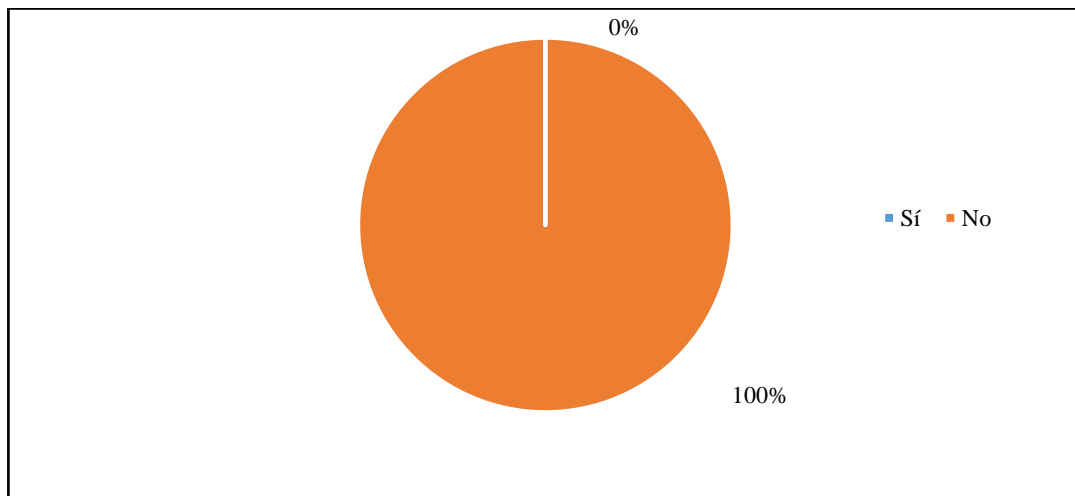
Proyecto de sistema de captación de agua pluvial para la Escuela Oficial Rural
Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa.

| Respuesta | Valor Absoluto | Valor Relativo (%) |
|-----------|----------------|--------------------|
| Si | 0 | 0 |
| No | 6 | 100 |
| Total | 6 | 100 |

Fuente: Investigación propia dirigida a: personal de la Dirección Municipal de Servicios Públicos de San Pedro Pinula, Jalapa, junio 2020.

Gráfica 7

Proyecto de sistema de captación de agua pluvial para la Escuela Oficial Rural
Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa.



Fuente: Investigación propia dirigida a: personal de la Dirección Municipal de Servicios Públicos de San Pedro Pinula, Jalapa, junio 2020.

Análisis: Se comprueba que en la Escuela Oficial Mixta Aldea el Pinalito de San Pedro Pinula, Jalapa no cuenta con un sistema de captación de agua de pluvial y almacenamiento de estas para la utilización del personal administrativo, docente y alumnos.

Cuadro 8

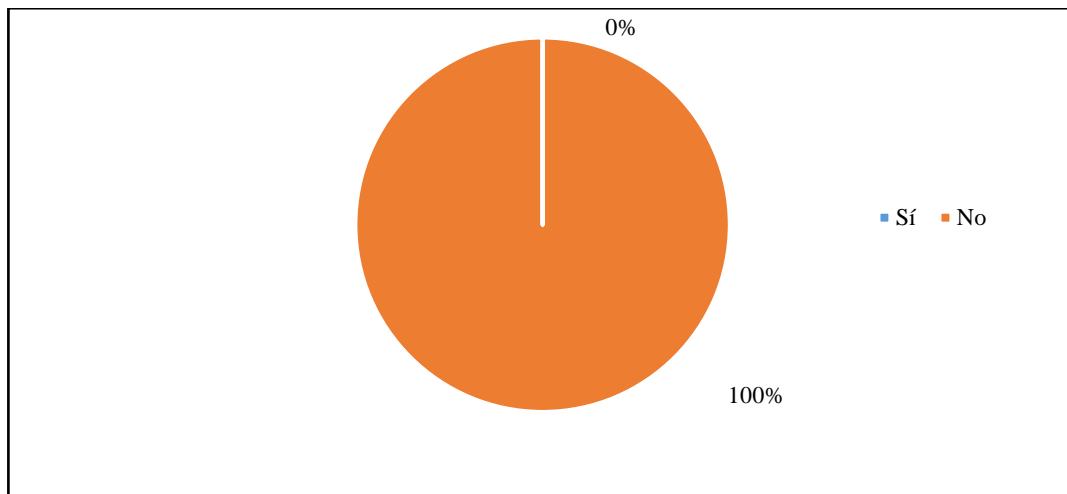
Cumplimiento de la demanda de agua potable en aldea El Pinalito San Pedro Pinula, Jalapa.

| Respuesta | Valor Absoluto | Valor Relativo (%) |
|-----------|----------------|--------------------|
| Si | 0 | 0 |
| No | 6 | 100 |
| Total | 6 | 100 |

Fuente: Investigación propia dirigida a: personal de la Dirección Municipal de Servicios Públicos de San Pedro Pinula, Jalapa, junio 2020.

Gráfica 8

Cumplimiento de la demanda de agua potable en aldea El Pinalito San Pedro Pinula, Jalapa.



Fuente: Investigación propia dirigida a: personal de la Dirección Municipal de Servicios Públicos de San Pedro Pinula, Jalapa, junio 2020.

Análisis: Se demuestra con la ayuda de la gráfica anterior que la Municipalidad de San Pedro Pinula, Jalapa no cumple con la adecuada distribución de agua potable por lo cual la escuela transcurre desabastecida a la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa.

Cuadro 9

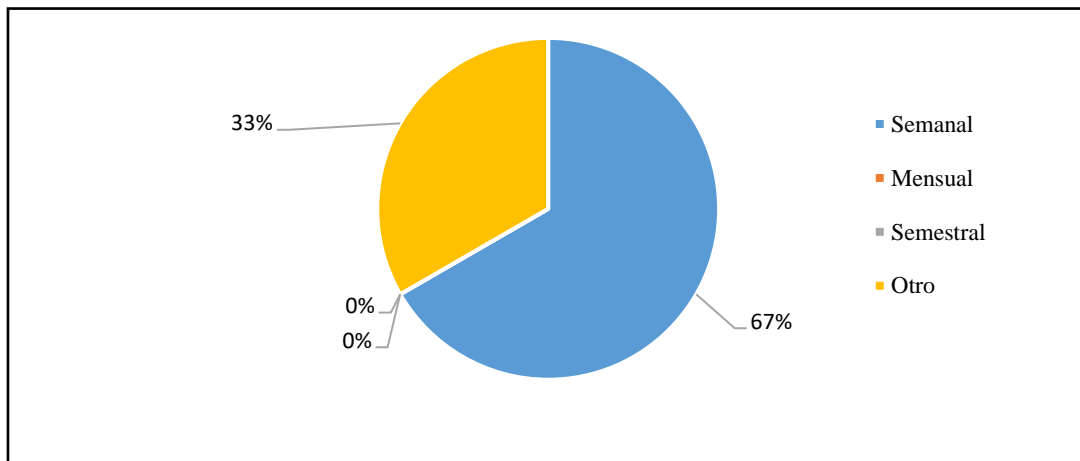
Monitoreo en fuente de abastecimiento de agua potable de aldea El Pinalito San Pedro Pinula, Jalapa.

| Respuesta | Valor Absoluto | Valor Relativo (%) |
|-----------|----------------|--------------------|
| Semanal | 4 | 67 |
| Mensual | 0 | 0 |
| Semestral | 0 | 0 |
| Otro | 2 | 33 |
| Total | 6 | 100 |

Fuente: Investigación propia dirigida a: personal de la Dirección Municipal de Servicios Públicos de San Pedro Pinula, Jalapa, junio 2020.

Gráfica 9

Monitoreo en fuente abastecimiento de agua potable de aldea El Pinalito San Pedro Pinula, Jalapa.



Fuente: Investigación propia dirigida a: personal de la Dirección Municipal de Servicios Públicos de San Pedro Pinula, Jalapa, junio 2020.

Análisis: Se demuestra que la Municipalidad de San Pedro Pinula, Jalapa realiza vigilancia y control en las fuentes de abastecimiento de agua una vez a la semana, en la cual se hace la verificación de la distribución y potabilización del agua.

Cuadro 10

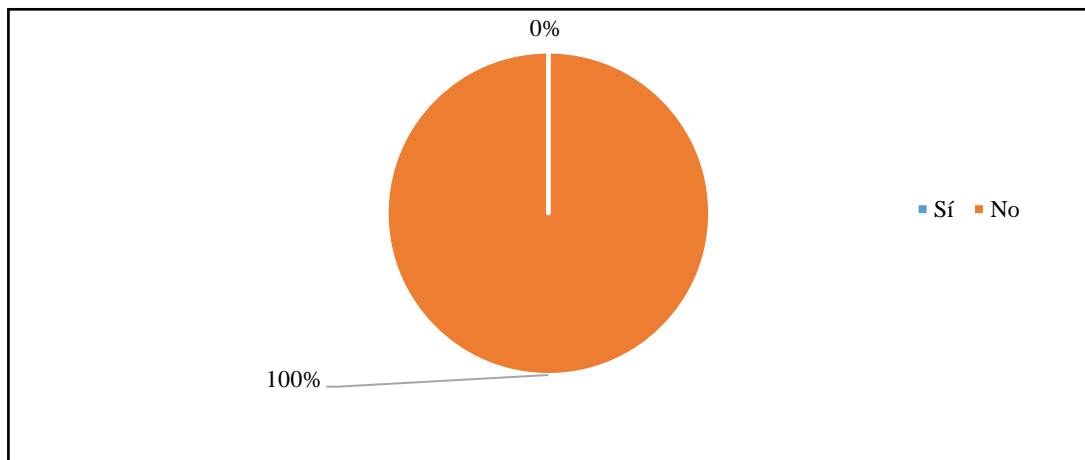
Capacitación a personal administrativo, docente y alumnos de Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito San Pedro Pinula sobre el manejo adecuado del agua potable.

| Respuesta | Valor Absoluto | Valor Relativo (%) |
|-----------|----------------|--------------------|
| Sí | 0 | 0 |
| No | 6 | 100 |
| Total | 6 | 100 |

Fuente: Investigación propia dirigida a: personal de la Dirección Municipal de Servicios Públicos de San Pedro Pinula, Jalapa, junio 2020.

Gráfica 10

Capacitación a personal administrativo, docente y alumnos de Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito San Pedro Pinula sobre el manejo adecuado del agua potable.



Fuente: Investigación propia dirigida a: personal de la Dirección Municipal de Servicios Públicos de San Pedro Pinula, Jalapa, junio 2020.

Análisis: Se pudo constatar que la Municipalidad de San Pedro Pinula no da el debido acompañamiento, con capacitaciones y concientización al personal administrativo, docente y alumnado de Escuela Oficial Mixta Rural aldea El Pinalito San Pedro Pinula.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV.1 Conclusiones

1. Se comprueba la hipótesis: “El desabastecimiento de agua potable en la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, del municipio de San Pedro Pinula, del departamento de Jalapa durante los últimos cinco (5) años, por escasas fuentes de abastecimiento; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción de un sistema de captación de agua pluvial.”.
2. La principal problemática en la escuela es el desabastecimiento de agua potable.
3. La escuela no recibe agua potable todos los días para poder atender a los estudiantes durante los días de estudio.
4. Las medidas utilizadas para conservar la poca agua que reciben no contribuyen al cuidado de la misma.
5. La municipalidad de San Pedro Pinula, no contribuye al cumplimiento en la demanda de agua potable que exige la escuela aldea El Pinalito.
6. Se pudo determinar que los meses con mayor problemática por carencia de agua potable son en época de verano.
7. Se concluye la importancia de la ejecución de un proyecto para la captación de agua ya que se comprueba la carencia del mismo.

8. Se establece la falta de un plan y manejo para la distribución de agua potable por parte de las autoridades municipales para beneficio de los vecinos y la escuela de aldea El Pinalito.
9. Existe verificación de los afluentes de agua que abastecen a la aldea el Pinalito por parte de la municipalidad encargada.
10. La falta de concientización para el cuidado y debido manejo del agua es de suma importancia para favorecer a quienes la necesitan.

IV.2 Recomendaciones

1. Implementar el proyecto para captación de agua y con ello evitar “El desabastecimiento de agua potable en la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, del municipio de San Pedro Pinula, del departamento de Jalapa
2. Emplear los recursos necesarios para la ejecución de proyectos de infraestructura para el abastecimiento de agua potable dentro del establecimiento.
3. Solicitar a la municipalidad el mejoramiento del caudal para lograr cumplir con la demanda que tiene el establecimiento.
4. Realizar programas y proyectos en pro del cuidado y manejo del agua, para crear conciencia a la población sobre el cuidado de la misma.

5. Concientizar a las autoridades municipales que es de suma importancia que los establecimientos cuenten con agua potable para que puedan ser escuelas saludables.
6. Ejecutar el proyecto de captación para agua de lluvia y almacenamiento de agua con su debida cloración, para que la población estudiantil cuente con el vital líquido en épocas de verano.
7. Incentivar a las autoridades educativas para que puedan gestionar con la municipalidad u otras instituciones la ejecución de este proyecto.
8. Programar un plan para dar un manejo adecuado y priorizar la demanda de agua a donde se requiera.
9. Crear bitácoras de control y realizar las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas del agua en cada verificación que se realice por parte del personal a cargo.
10. Gestionar de parte de las autoridades educativas con el comité de agua las capacitaciones para concientizar a los alumnos sobre el buen uso y cuidado del agua.

Bibliografía

- AgroTecnología . (8 de Noviembre de 2020). *¿Como medir las precipitaciones?*
Obtenido de AgroTecnología : recuperado de:https://www.agro-tecnologia-tropical.com/medir_precipitacion.php
- Aguirre, F. (2015). *Abastecimiento de agua para comunidades rurales*. Ediciones utmach. Obtenido de Recuperado de:
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/6873/1/98%20ABASTECIMIENTO%20DE%20AGUA%20PARA%20COMUNIDADES%20RURALES.pdf>
- Amoquímicos. (s.f.). *Hipoclorito de calcio: usos, características y precauciones*.
Obtenido de [Entrada de blog]: <https://www.amoquimicos.com/usos-y-precauciones-hipoclorito-de-calcio>
- Aquabook. (2016). *El agua: una mirada global*. Obtenido de [Figura]: Recuperado de: http://aquabook.agua.gob.ar/1014_0
- Aquasistemas. (4 de Diciembre de 2017). *ASÍ ES EL PROCESO O ETAPAS PARA POTABILIZAR EL AGUA*. Obtenido de Aquasistemas:
<https://aquasistemas.com.gt/sin-categoria/el-proceso-o-etapas-para-potabilizar-el-agua#:~:text=El%20proceso%20o%20etapas%20para%20potabilizar%20el%20agua%20est%C3%A1n%20compuestos,%20filtraci%C3%B3n%20cloraci%C3%B3n%20y%20almacenamiento.>
- Aquasistemas. (4 de Diciembre de 2017). *Proceso de potabilización*. Obtenido de {Figura}: <https://aquasistemas.com.gt/sin-categoria/el-proceso-o-etapas-para-potabilizar-el-agua#:~:text=El%20proceso%20o%20etapas%20para%20potabilizar%20el%20agua%20est%C3%A1n%20compuestos,%20filtraci%C3%B3n%20cloraci%C3%B3n%20y%20almacenamiento.>
- Argueta, S. (2015). *Guía De Normas Y Estándares Técnicos Aplicados A Agua Y Saneamiento*. Obtenido de <http://www.mdgfund.org/>: recuperado de:http://www.mdgfund.org/sites/default/files/EDG_GUIA_%20Guate_Normas%20y%20estandares%20agua%20y%20saneamiento.pdf
- Camilloni, I. (2007). *El aire y el agua en nuestro planeta*. Recuperado de:
[https://elibro.net/es/ereader/urural/101409?as_all=ciclos__del__agua&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as&fs_page=3.](https://elibro.net/es/ereader/urural/101409?as_all=ciclos__del__agua&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as&fs_page=3)

- Cañas, L. A. (s.f.). ALCANCES DE LA APLICACIÓN DE LA POTABILIZACIÓN DEL AGUA EN GUATEMALA: CASO MUNICIPIO DE SANSARE, EL PROGRESO, GUATEMALA. (*Tesis Maestría*). Universidad de San Carlos de Guatemala , Guatemala .
- Comisión de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento . (s.f.). CAPOSA. Obtenido de <http://www.caposa.gob.mx/>: Recuperado de: <http://www.caposa.gob.mx/docs/Articulo%2022/04%20Leyes%20reglamentos/ESQUEMA%20GENERAL%20DE%20UN%20SISTEMA%20DE%20ABASTECIMIENTO%20DE%20AGUA%20POTABLE.pdf>
- Comisión de sustentabilidad Capbauno. (s.f.). *Importancia y manejo del agua* . Obtenido de Capbauno: Recuperado de: <http://resources.capbauno.org.ar/21/files/archivos/noticias/IMPORTANCIA%20Y%20MANEJO%20DEL%20AGUA.pdf>
- Comisión Guatemalteca de Normas . (2005). *Agua para consumo humano (agua potable)*. Obtenido de Comisión Guatemalteca de Normas : <https://www.mspas.gob.gt/images/files/saludambiente/regulacionesvigentes/AguaConsumoHumano/NormaTecnicaGuatemaltecaNTG29001.pdf>
- Comisión Guatemalteca de Normas Ministerio de Economía. (8 de Noviembre de 2020). *COGUANOR NTG 29001 Agua para consumo humano (agua potable)*. Obtenido de <https://www.mspas.gob.gt/>: recuperado de: <https://www.mspas.gob.gt/images/files/saludambiente/regulacionesvigentes/AguaConsumoHumano/NormaTecnicaGuatemaltecaNTG29001.pdf>
- Comisión Guatemalteca de Normas Ministerio de Economía. (8 de Noviembre de 2020). *COGUANOR NTG 29001 Agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones*. Obtenido de [Figura]: recuperado de: <https://www.mspas.gob.gt/images/files/saludambiente/regulacionesvigentes/AguaConsumoHumano/NormaTecnicaGuatemaltecaNTG29001.pdf>
- Comisión Nacional del Agua. (s.f.). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CONAGUA%20s.f.a.%20Dise%C3%B1o%20de%20redes%20de%20distribuci%C3%B3n%20de%20agua%20potable.pdf .
- Concepto. de. (18 de Junio de 2020). *Agua Potable*. Obtenido de Concepto. de: <https://concepto.de/agua-potable/#ixzz6WdN0X5sF>

- Congreso de la República de Guatemala . (1997). Código de salud, decreto 90-97. Guatemala, Guatemala: Congreso de la República de Guatemala .
- dosing pumps. (s.f.). *Cloración Agua Potable* . Recuperado el 12 de agosto de 2020, de dosing pumps: https://www.itc.es/wp-content/uploads/article-Cloracion_agua_potable-ES.pdf
- Ecocosas. (5 de Noviembre de 2020). *Captación de aguas pluviales: que podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente*. Obtenido de Ecocosas: Recuperado de: <https://ecocosas.com/construccion/captacion-de-agua-de-lluvia/>
- EcuRed. (1 de Abril de 2016). *Agua pluvial*. Obtenido de EcuRed: https://www.ecured.cu/Agua_pluvial
- Fernandez, A. (3 de Diciembre de 2012). El agua: un recurso esencial. *Química Viva, 11(3)*. Buenos Aires, Argentina. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>
- Grundfos Colombia S.A.S. (s.f.). *Aguas pluviales*. Obtenido de Grundfos Colombia S.A.S.: <https://co.grundfos.com/service-support/encyclopedia-search/stormwater.html>
- INSIVUMEH. (8 de Noviembre de 2020). *¿QUÉ ES HIDROLOGÍA?* Obtenido de INSIVUMEH: recuperado de:<https://insivumeh.gob.gt/institucional/que-es-hidrologia/>
- INSIVUMEH. (8 de Noviembre de 2020). *Informacion Climatica*. Obtenido de [Figura]: recuperada de:<https://insivumeh.gob.gt/>
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (s.f.). *Captación y aprovechamiento de agua pluvial a nivel domiciliario y comunitario*. Obtenido de Instituto Mexicano de Tecnología del Agua: Recuperado de: http://www.agua.unam.mx/reunamos/assets/pdfs/CordovaMiguel_IMTA.pdf
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (s.f.). *Captación y aprovechamiento de agua pluvial a nivel domiciliario y comunitario*. Obtenido de [Figura]: Recuperado de:http://www.agua.unam.mx/reunamos/assets/pdfs/CordovaMiguel_IMTA.pdf
- Instituto Nacional de Estadística. (2014). *Compendio Estadístico Ambiental 2014*. Obtenido de {Figura}: Recuperado de

<https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2015/12/18/umjNRzBvEh3f5AVv9JrMBjUFDEbT636U.pdf>

Instituto Nacional de Estadística. (2014). *Compendio Estadístico Ambiental 2014*.
Obtenido de {Figura}: Recuperado de
<https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2015/12/18/umjNRzBvEh3f5AVv9JrMBjUFDEbT636U.pdf>

lenntech. (s.f.). *Desinfectantes Hipoclorito de sodio*. Obtenido de lenntech:
[https://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/quimica/desinfectantes-hipoclorito-de-sodio.htm#:~:text=Hipoclorito%20de%20sodio%20\(NaOCl\)%20es,olores%20y%20desinfecci%C3%B3n%20del%20agua](https://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/quimica/desinfectantes-hipoclorito-de-sodio.htm#:~:text=Hipoclorito%20de%20sodio%20(NaOCl)%20es,olores%20y%20desinfecci%C3%B3n%20del%20agua).

Miller, T. (2007). *Ciencia Ambiental Desarrollo sostenible. Un enfoque integral* (octava ed.). Cenage Learning Editores, S.A.

Ministerio de Agricultura y Ganadería . (13 de mayo de 1997). ACUERDO GUBERNATIVO NO. 376-97. Guatemala, Guatemala : Palacio Nacional de Guatemala.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales . (s.f.). *Gráfica Consumo anual del agua (2006-2010)*. Obtenido de {Figura}: Recuperado de:
<https://www.marn.gob.gt/Multimedios/7419.pdf>

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (s.f.). *Manual de educación ambiental sobre el recurso hídrico en Guatemala*. Recuperado el 2020, de Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales:
<https://www.marn.gob.gt/Multimedios/7419.pdf>

Ministerio de Salud Pública . (Noviembre de 2011). *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. Obtenido de [figura]: recuperado de:
<https://www.mspas.gob.gt/images/files/saludambiente/regulacionesvigentes/AguaConsumoHumano/NormasdeDisenoSistemasRuralesAgua.pdf>

Ministerio de Salud Pública. (Noviembre de 2011). *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. Obtenido de
<https://www.mspas.gob.gt/images/files/saludambiente/regulacionesvigentes/AguaConsumoHumano/NormasdeDisenoSistemasRuralesAgua.pdf>:
recuperado

de:<https://www.mspas.gob.gt/images/files/saludambiente/regulacionesvigentes/AguaConsumoHumano/NormasdeDisenoSistemasRuralesAgua.pdf>

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social . (s.f.). *Tratamiento y Desinfección de Agua para consumo Humano por Medio del Cloro* . Obtenido de {Figura}: Recuperado de:<http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0214/doc0214.pdf>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de Perú. (s.f.). *MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO*. Obtenido de [Figura]: Recuperado de :http://minos.vivienda.gob.pe:8081/Documentos_Sica/Modulos/FTA/SECCION%20IV/4.14/599450041_MANUAL%20DE%20OyM%20SIST%20AGUA%20POTABLE%20Y%20UBS%20ALLPAQUITA.pdf

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2020). *Agua potable salubre y saneamiento básico en pro de la salud*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud (OMS): https://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/

Organización Panamericana de la Salud Guatemala. (s.f.). *Agua y saneamiento*. Obtenido de Organización Panamericana de la Salud Guatemala: https://www.paho.org/gut/index.php?option=com_content&view=article&id=789:agua-y-saneamiento&Itemid=405

Real Academia Española. (2019). *Agua*. Diccionario de la lengua española (23.^a edición [versión 23.3 en línea]). Obtenido de <https://dle.rae.es/agua?m=form>

Rotoplas Centro América. (6 de Noviembre de 2020). *Características y beneficios del sistema de captación pluvial*. Obtenido de Rotoplas Centro América: Recuperado de:<https://rotoplascentroamerica.com/caracteristicas-y-beneficios-del-sistema-de-captacion-pluvial/>

Servicio Nacional para la Sostenibilidad de Servicios en Saneamiento Básico. (3 de Octubre de 2020). *Conexiones domiciliarias de agua potable y alcantarillado sanitario*. Obtenido de [Figura]: Recuperado de: http://www.anesapa.org/wp-content/uploads/2016/05/M%C3%B3dulo-8-Conexiones-domiciliarias1_opt.pdf

Shifter, I., & Guerrero, M. (2011). *La huella del agua*. Recuperado de: Shifter, I. y Guerrero, M. (2011). *La huella del agua*. FCE - Fondo de Cultura Económica. <https://elibro.net/es/ereader/urural/110984?page=13>.

Shifter, I., & Guerrero, M. (2011). *Representación del ciclo del agua*. Obtenido de [Imagen]: Representado

de:https://elibro.net/es/ereader/urural/110984?as_all=ciclo__del__agua&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as&fs_page=2&page=24

Soliclima. (s.f.). *Aprovechamiento de aguas pluviales*. Obtenido de Soliclima:
<http://www.soliclima.com/aguas-pluviales.html>

Soluciones Hidropluviales. (5 de Noviembre de 2020). *Captación agua de lluvia*.
Obtenido de Soluciones Hidropluviales: recuperado
de:<https://hidropluviales.com/2018/07/05/captacion-agua-de-lluvia-2/>

SSWM. (3 de Octubre de 2020). *Gestión de agua y saneamiento sostenible*.
Obtenido de [figura]: Recuperado de : <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/tanque-de-almacenamiento>

Universidad Nacional de Educación a Distancia. (2018). *Criterios de calidad y gestión del agua potable*. Madrid. Obtenido de
<https://elibro.net/es/ereader/urural/111749>

Universidad Ricardo Palma . (abril de 2016). *Proyecto de abastecimiento de agua potable* . Obtenido de [figura]: recuperado
de:http://pampamarca2015.blogspot.com/2015/04/alternativa-de-solucion_19.html

ANEXOS

Anexo 1: modelo de investigación y proyectos: Dominó

| Problema | Propuesta | Evaluación |
|---|--|--|
| <p>1) Efecto</p> <p>Desabastecimiento de agua potable en época de invierno en la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, del municipio de San Pedro Pinula, del departamento de Jalapa, durante los últimos cinco (5) años.</p> | <p>4) Objetivo general</p> <p>Abastecer de agua en época de invierno a la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, del municipio de San Pedro Pinula, del departamento de Jalapa.</p> | <p>14)Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general</p> <p>Indicadores: al segundo año se cuenta con 50 m³ de agua extras en el establecimiento educativo.</p> <p>Verificadores: imágenes y videos, reporte de inauguración del proyecto.</p> <p>Cooperantes: Municipalidad de San Pedro Pinula contribuye con la ejecución del proyecto.</p> |
| <p>2) Problema central</p> <p>Escasas fuentes de abastecimiento de agua potable en época de invierno en Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa.</p> | <p>5) Objetivo específico</p> <p>Proveer una fuente de abastecimiento de agua potable en época de invierno a Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa.</p> | <p>15)Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico:</p> <p>Indicadores: Se cuenta con una fuente abastecimiento de agua</p> <p>Verificadores: Imágenes y videos, encuestas</p> <p>Cooperantes: Municipalidad de San Pedro Pinula apoya con el mantenimiento de las fuentes de abastecimiento.,</p> |
| <p>3) Causa</p> <p>Inexistencia de proyecto de construcción de un sistema de captación de agua pluvial para la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa.</p> | <p>6) Nombre</p> <p>Propuesta de Proyecto para la construcción de un sistema de captación de agua pluvial en la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa.</p> | <p>12) Resultados</p> <p>1 se tiene fortalecida la unidad ejecutora</p> <p>2 se cuenta con la construcción de un sistema de captación de agua pluvial en la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula.</p> <p>3 Se cuenta con un programa de capacitación del uso adecuado del agua, para maestros y alumnos.</p> |
| <p>7) Hipótesis</p> <p>“El desabastecimiento de agua potable en época de invierno en la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, del municipio de San Pedro Pinula, del departamento de Jalapa, durante los últimos cinco (5) años, por escasas fuentes de abastecimiento; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción de un sistema de captación de agua pluvial.”</p> | | |

| | |
|---|---|
| <p>8) Preguntas claves para comprobar el efecto</p> <p>1. ¿Existe desabastecimiento de agua potable en época de invierno en la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, del municipio de San Pedro Pinula? Si___ No___</p> <p>2. ¿En que época del año se encuentra desabastecidos de agua? 2.1 invierno___ 2.2 verano___ 2.3 todo el año ___</p> <p>3. ¿En época de invierno ha tenido problemas de limpieza por desabastecimiento de agua en el establecimiento educativo? Si___ No___</p> <p>Será dirigida a personal docente administrativo y operativo de Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, mediante un censo. total 9</p> | <p>1</p> <p>3) Ajustes de costos y tiempo</p> |
| <p>9) Preguntas claves para comprobar la causa</p> <p>1. ¿Existe construcción de un sistema de captación de aguas pluviales para la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa? Si___ No___</p> <p>2. ¿Con que frecuencia monitorean el sistema de abastecimiento de agua para la escuela aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa? 2.1 Semanal___ 2.2 Mensual ___ 2.3 semestral ___ 2.4 otro ___</p> <p>3. ¿Han capacitado al personal y estudiantes de la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula sobre el uso adecuado del agua? Si___ No___</p> <p>Será dirigida al director, subdirector y 4 supervisores de servicios públicos de la Municipalidad de San Pedro Pinula, Jalapa, mediante un censo. total 6</p> | |

10) Teoría

1. Agua
2. Agua potable
3. Agua pluvial
4. Instituciones encargadas del manejo, control y distribución de agua potable en aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa.
5. Instituciones encargadas de velar por el saneamiento del agua potable en la aldea.
6. Fuentes de abastecimiento para captación y distribución del agua en la aldea El Pinalito.
7. Sistema de captación de aguas pluviales.
8. Cantidad de precipitación durante los últimos 5 años
9. Normativas nacionales referentes a la construcción de sistema de captación de agua pluviales propuesta.

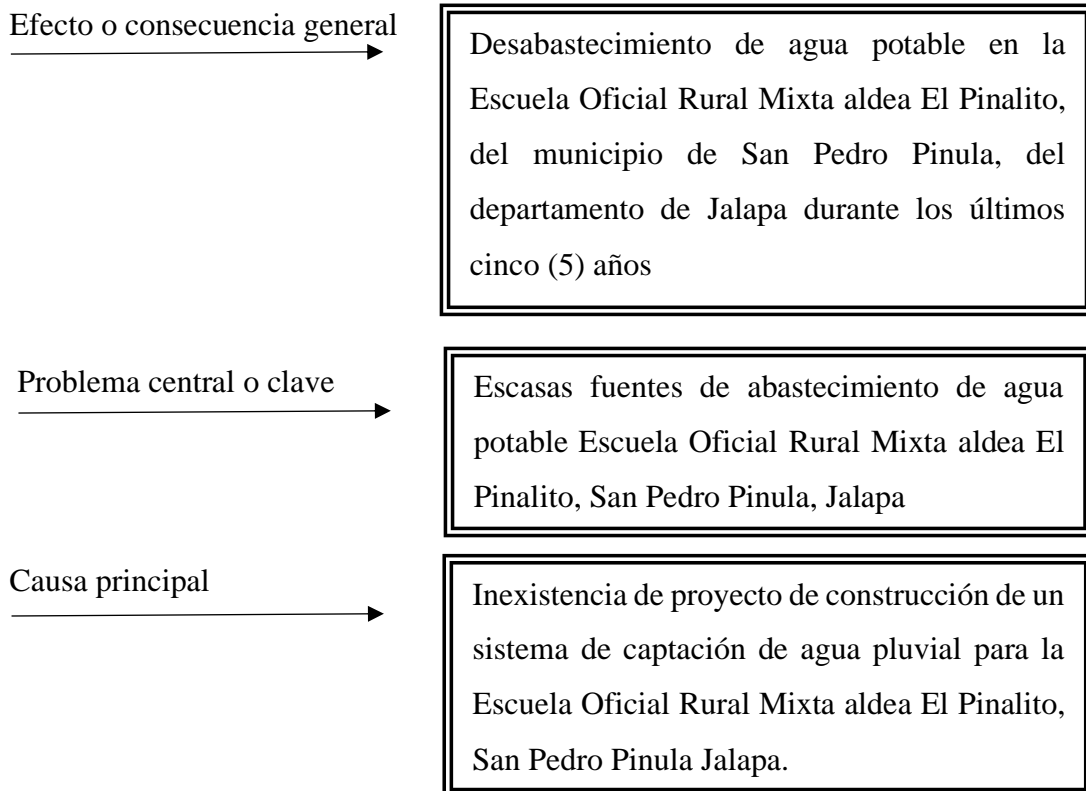
11) Justificación:

El investigador debe evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas.

Anexo 2. Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.

1.1 Árbol de problemas.

Tópico: Construcción de un sistema de captación de agua pluvial en la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa

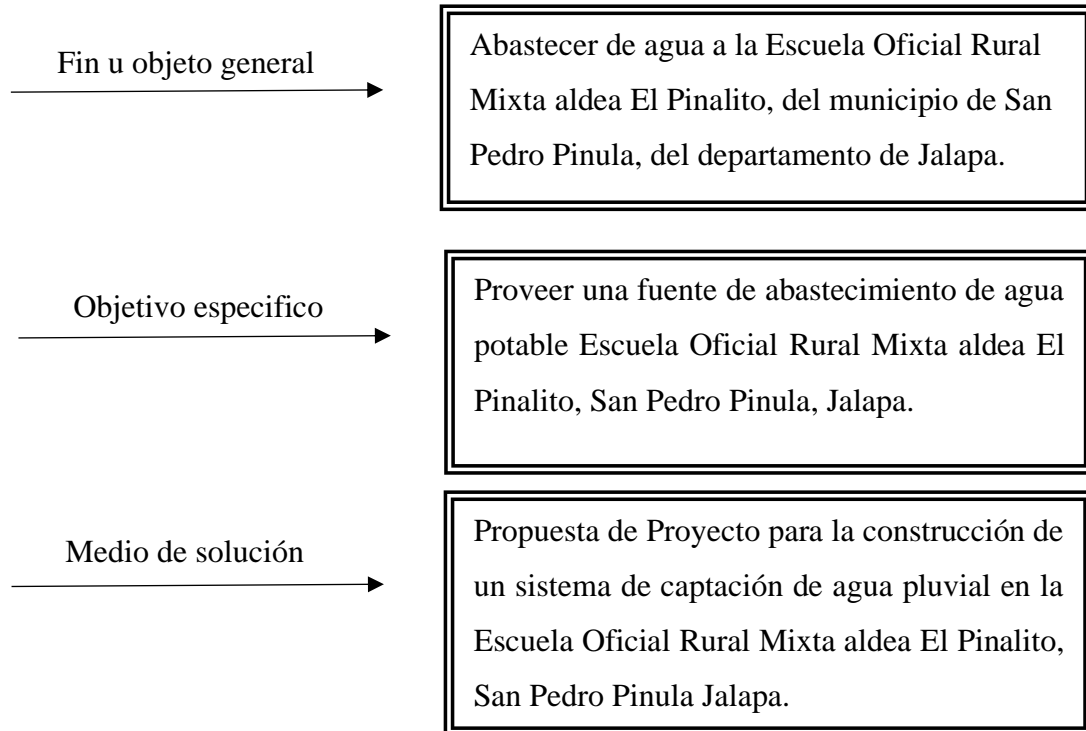


Hipótesis

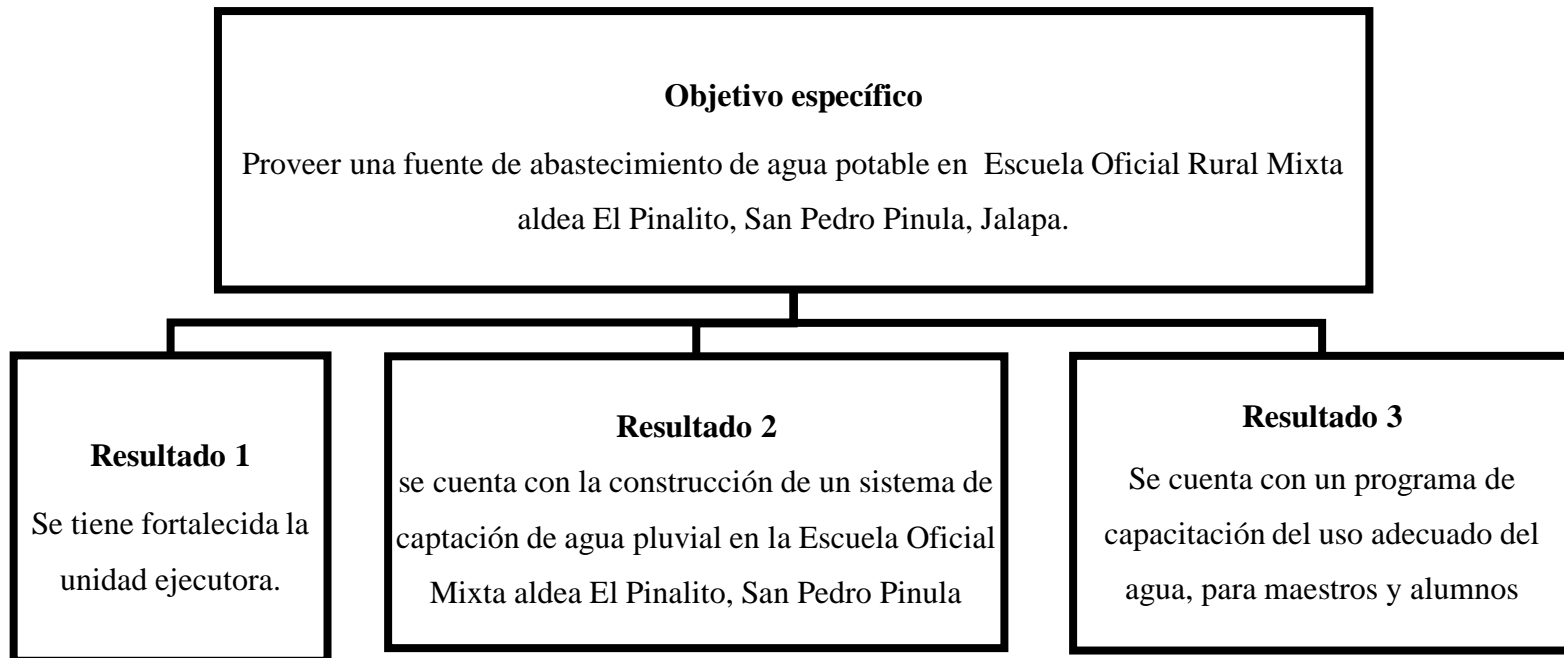
“El desabastecimiento de agua potable en la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, del municipio de San Pedro Pinula, del departamento de Jalapa durante los últimos cinco (5) años, por escasas fuentes de abastecimiento; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción de un sistema de captación de agua pluvial.”

¿Es la inexistencia de proyecto de construcción de un sistema de captación de agua pluvial, la causante del desabastecimiento de agua potable, por escasas fuentes de abastecimiento en Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, durante los últimos cinco años?

Árbol de objetivos



Anexo 3. Diagrama del medio de solución de la problemática.



Anexo 4. Boleta de investigación para comprobación del efecto general.

Universidad Rural de Guatemala

Programa de graduación

Boleta de investigación

Variable dependiente

Objetivo: esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: Desabastecimiento de agua potable en la Escuela Oficial Mixta Aldea El Pinalito, del municipio de San Pedro Pinula, del departamento de Jalapa durante los últimos cinco (5) años.

Esta boleta está dirigida a personal docente y administrativo de la Escuela Oficial Mixta Aldea El Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa

Indicaciones generales:

- ✓ Los cuestionamientos se enumeran correlativamente.
- ✓ Cuando es respuesta cerrada (SI – NO) no se enumeran.
- ✓ Cuando es respuesta múltiple se enumera acorde a subnivel de pregunta.

Instrucciones: a continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder marcando con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Existe desabastecimiento de agua potable en la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, del municipio de San Pedro Pinula?

Sí: _____

No: _____

2. ¿Con que frecuencia cuenta con el servicio de agua potable en la Escuela Oficial aldea El Pinalito del municipio de San Pedro Pinula?

2.1 Todos los días: _____

2.2 Cada semana: _____

2.3 Una vez a la semana: _____

2.4 Fines de semana: _____

2.5 Otro: _____ Especifique: _____.

3. ¿Qué medidas toma usted para el cuidado del agua en la escuela?

3.1 Cierra las llaves: _____

3.2 Verifica si existen fugas de agua en tuberías: _____

3.4 Regula el uso del agua: _____

3.5 Otro: _____ Especifique: _____.

4. ¿Considera usted que la municipalidad de San Pedro Pinula Jalapa cumple con la demanda de agua potable en la aldea El Pinalito?

Sí _____

No _____

5. ¿En qué época del año se encuentra desabastecidos de agua?

5.1 invierno _____

5.2 verano _____

5.3 todo el año _____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 5. Boleta de investigación para comprobación de la causa principal.

Universidad Rural de Guatemala

Programa de graduación

Boleta de investigación

Variable independiente

Objetivo: esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: Inexistencia de proyecto de construcción de un sistema de captación de agua pluvial para la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa.

Esta boleta está dirigida a la Dirección de Servicios Públicos de la Municipalidad de San Pedro Pinula de acuerdo al tamaño de la muestra calculada al 90% del nivel de confianza y el 10% del nivel de error de muestreo, por sistema de población finita cualitativa

Indicaciones generales:

- ✓ Los cuestionamientos se enumeran correlativamente.
- ✓ Cuando es respuesta cerrada (SI – NO) no se enumeran.
- ✓ Cuando es respuesta múltiple se enumera acorde a subnivel de pregunta.

Instrucciones: a continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder marcando con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Actualmente la municipalidad de San Pedro Pinula cuenta con proyecto para el mejoramiento de distribución de agua potable en la aldea El Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa?

Sí: _____

No: _____

2. ¿Existe construcción de un sistema de captación de agua pluvial para la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa?

Sí: _____

No: _____

3. ¿Se cubre en totalidad la demanda de agua potable en la aldea El Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa?

Sí: _____

No: _____

4. ¿Con que frecuencia monitorean el sistema de abastecimiento de agua para la escuela Aldea El Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa?

4.1 Semanal _____

4.2 Mensual _____

4.3 semestral _____

4.4 otro _____

5. ¿Han capacitado al personal y estudiantes de la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula sobre el uso adecuado del agua?

Sí: _____

No: _____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra

La Universidad Rural de Guatemala establece calcular muestra para poblaciones mayores a 35 individuos y censo para poblaciones menores o iguales a esta.

La población efecto estuvo constituida por 9 individuos, distribuidos al personal administrativo y docente de la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito (directora (1), catedrático (7), conserje (1).

La población causa estuvo constituida por 6 representantes de la Dirección de Servicios Públicos Municipales director (1), subdirector (1), supervisores (4) del municipio de San Pedro Pinula.

Anexo 7. metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación

Este coeficiente es un indicador estadístico que nos indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables. En este caso el coeficiente de correlación es igual a -0.89, lo que indica que el comportamiento de estas variables obedece a la ecuación de la línea recta; cuya fórmula simplificada es la siguiente: $y = aba$.

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de $+ - 0.80$ a $+ - 1$.

A continuación se presentan los cálculos y fórmula utilizada para obtener dicho coeficiente.

Cálculo de coeficiente de correlación

| Año | X (Años) | Y Metros cúbicos de agua promedio que abastecen a la escuela | XY | X ² | Y ² |
|---------|-------------|---|---------|----------------|----------------|
| 2017 | 1 | 252.34 | 252.34 | 1 | 63675.48 |
| 2018 | 2 | 258.14 | 516.28 | 4 | 66636.26 |
| 2019 | 3 | 245.54 | 736.62 | 9 | 60289.89 |
| 2020 | 4 | 236.01 | 944.04 | 16 | 55700.72 |
| 2021 | 5 | 233.94 | 1169.70 | 25 | 54727.92 |
| Totales | 15 | 1226 | 3618.98 | 55 | 301030.27 |

| | |
|---|-------------|
| n= | 5 |
| $\sum X=$ | 15 |
| $\sum XY=$ | 3618.98 |
| $\sum X^2=$ | 55 |
| $\sum Y^2=$ | 301030.27 |
| $\sum Y=$ | 1225.97 |
| $n\sum XY=$ | 18094.9 |
| $\sum X*\sum Y=$ | 18389.55 |
| Numerador= | -294.65 |
| $n\sum X^2=$ | 275 |
| $(\sum X)^2=$ | 225 |
| $n\sum Y^2=$ | 1505151.35 |
| $(\sum Y)^2=$ | 1503002.44 |
| $n\sum X^2-(\sum X)^2=$ | 50 |
| $n\sum Y^2-(\sum Y)^2=$ | 2148.9116 |
| $(n\sum X^2-(\sum X)^2)*(n\sum Y^2-(\sum Y)^2)$ | 107445.58 |
| Denominador: | 327.788926 |
| r= | -0.89890163 |

Fórmula:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Anexo 8. Anexo metodológico de la proyección lineal

Para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada, se procedió a utilizar la proyección lineal del fenómeno estudiado.

Previo a ello se procedió a determinar el comportamiento de la variable tiempo, respecto a los casos sujetos de estudio en el tiempo, conforme a una serie histórica dada, la que se encuentra dentro de los parámetros aceptables para considerarse como un comportamiento lineal, que se resume con la ecuación siguiente: $y=a+bx$.

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de $+ - 0.80$ a $+ - 1$; cuyo cálculo es parte integrante de este documento. A continuación se presentan los cálculos y la tabla de análisis de varianza para proyectar los datos correspondientes. Proyección lineal.

| Año | X | Y | XY | X ² | Y ² |
|---------|--------|--|---------|----------------|----------------|
| | (Años) | Metros cúbicos de agua promedio que abastecen a la escuela | | | |
| 2017 | 1 | 252.34 | 252.34 | 1 | 63675.48 |
| 2018 | 2 | 258.14 | 516.28 | 4 | 66636.26 |
| 2019 | 3 | 245.54 | 736.62 | 9 | 60289.89 |
| 2020 | 4 | 236.01 | 944.04 | 16 | 55700.72 |
| 2021 | 5 | 233.94 | 1169.7 | 25 | 54727.92 |
| Totales | 15 | 1225.97 | 3618.98 | 55 | 301030.27 |

0

| | |
|----------------------------|-----------|
| n= | 5 |
| $\sum X=$ | 15 |
| $\sum XY=$ | 3618.98 |
| $\sum X^2=$ | 55 |
| $\sum Y^2=$ | 301030.27 |
| $\sum Y=$ | 1225.97 |
| $n\sum XY=$ | 18094.9 |
| $\sum X*\sum Y=$ | 18389.55 |
| Numerador de b: | -294.65 |
| Denominador de b: | |
| $n\sum X^2=$ | 275 |
| $(\sum X)^2=$ | 225 |
| $n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$ | 50 |
| b= | -5.893 |
| Numerador de a: | |
| $\sum Y=$ | 1225.97 |
| $b * \sum X =$ | -88.395 |
| Numerador de a: | 1314.365 |
| a= | 262.873 |

Formulas:

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{\sum Y - b\sum X}{n}$$

Situación sin proyecto

| X | y = a + bx | |
|------------|------------|--|
| No. De año | Año | Metros cúbicos de agua promedio que abastecen a la escuela |
| 6 | 2022 | 228 |
| 7 | 2023 | 222 |
| 8 | 2024 | 216 |
| 9 | 2025 | 210 |
| 10 | 2026 | 204 |

Situación sin proyecto.

Cuadro 1

Metros cúbicos que abastecen a la Escuela Oficial Rural Mixta Aldea el Pinalito.

| X | Año | y = a + bx |
|------------|------|--|
| No. De año | | Metros cúbicos de agua promedio que abastecen a la escuela |
| 6 | 2022 | 228 |
| 7 | 2023 | 222 |
| 8 | 2024 | 216 |
| 9 | 2025 | 210 |
| 10 | 2026 | 204 |

Grafica 1

Metros cúbicos que abastecen a la Escuela Oficial Rural Mixta Aldea el Pinalito.



Análisis: Se muestra que sin la ejecución del proyecto de construcción de un sistema de captación de agua pluvial se muestra un descenso en los metros cúbicos de agua que abastecen la Escuela Oficial Rural Mixta aldea el Pinalito, San Pedro Pinula.

Comparación de la situación con y sin proyecto

Cuadro 2

Comparación de metros cúbicos que abastecen a la Escuela Oficial Rural Mixta Aldea el Pinalito.

| Año | Sin proyecto | Con proyecto | Diferencial |
|-----------|--------------|--------------|-------------|
| 2022 | 228 | 228 | 0 |
| 2023 | 222 | 272 | 50 |
| 2024 | 216 | 288 | 72 |
| 2025 | 210 | 282 | 72 |
| 2026 | 204 | 276 | 72 |
| Sumatoria | 1079 | 1345 | 266 |

Descripción: los datos de diferencial y con propuesta se obtuvieron de la siguiente manera.

Se obtuvo el promedio anual de lluvia el cual es de: 75 cm

Un área de captación de: 628.30 m²

Se tomará un 75% de eficiencia de sistema de captación.

Para obtener el Vc (volumen de captación)

convirtiendo la precipitación media anual a metro, se tiene:

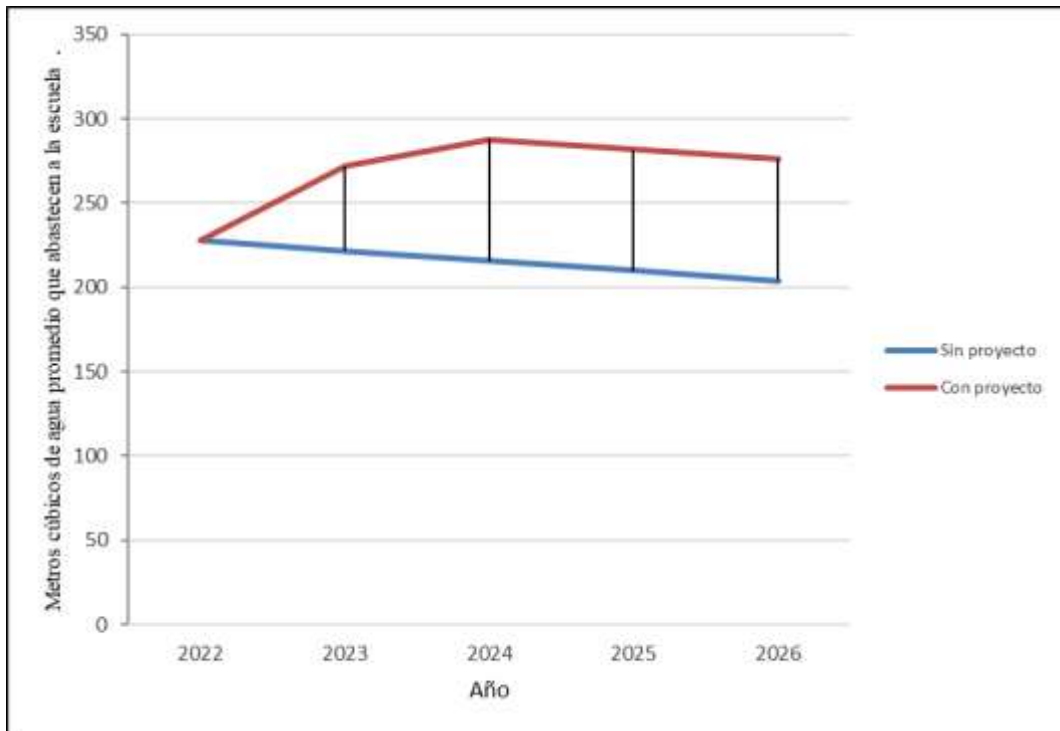
$$Vc = 0.75 \text{ m} (628.30 \text{ m}^2) (75\%) = 353.42 \text{ m}^3$$

Los 353.42 m³ captados por el sistema de captación de agua pluvial, se le sumara los m³ que abastecen regularmente a la escuela.

La cisterna de almacenamiento tiene una capacidad de 72 m³, por lo que anualmente se podrá llenar un utilizar un aproximado de 4 veces al año.

Gráfica 2

Comparación de metros cúbicos que abastecen a la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito.



Análisis: Se muestra la comparativa con y sin proyecto de construcción de sistema de captación de agua pluvial el aumento de metros cúbico que van a abastecer por medio del sistema de captación de agua pluvial favoreciendo a la escuela, mientras si el proyecto no se ejecuta los metros cúbicos que abastecen a la escuela descendería lo cual afectaría para cumplir con la demanda de agua en la Escuela Oficial Rural Mixta Urbana Aldea el Pinalito San Pedro Pinula, Jalapa.

Luis David Junior Cetino Marroquín

TOMO II

PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA
DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN LA ESCUELA OFICIAL RURAL
MIXTA ALDEA EL PINALITO, SAN PEDRO PINULA, JALAPA.



Asesor General Metodológico:
Ing. Agr. Juan Pablo Gramajo Pineda

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, abril 2022

Este documento fue presentado por el autor,
previo a obtener el título de Ingeniero Civil con
Énfasis en Construcciones Rurales en el grado
académico de licenciado.

Prólogo

En el tiempo actual con lo establecido en el programa de graduación de la universidad rural de Guatemala elaboro los documentos “proyecto para la construcción de un sistema de captación de agua pluvial en la Escuela Oficial Rural Mixta Escuela Oficial (E.O.R.M.) aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa. Previo a optar el título de ingeniería civil en grado de licenciado”; En la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, se realizó un estudio técnico con los vecinos, padres de familia, personal administrativo y docente, servicios públicos y el comité de agua de dicha aldea, debido a que ha existido la problemática por carencia de agua en épocas de verano y en épocas de invierno la carencia de donde poder almacenar para su debido uso.

El proyecto para captación de agua pluvial ha sido un incentivo de mucho impacto para la población afectada, debido a que cada año se ve acrecentado el problema por carencia de agua potable, lo cual sucede por la falta de un lugar idóneo donde poder almacenar agua, el cual provoca enfermedades gastrointestinales en los niños y problemáticas en la producción de sus alimentos, por lo cual esta investigación debe ser desarrollada por la unidad ejecutora la municipalidad de San Pedro Pinula, Jalapa.

Presentación

La presente investigación contiene la propuesta de proyecto para la construcción de un sistema de captación de agua pluvial en la Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.) aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa. Previo a optar el título de ingeniero civil en grado de licenciatura, conforme a los estatutos de la universidad Rural de Guatemala.

El objetivo de la investigación fue crear un diseño idóneo se adapta la estructura de los techos de la escuela para que cumplan con el proceso de captación de agua pluvial y de una cisterna para el almacenamiento de la misma para la utilización de servicios sanitarios, higiene personal y de los alumnos y personal administrativo y docente de la Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.) aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa.

La visita técnica y los análisis de las muestras recolectadas nos dieron a conocer la problemática debido a la necesidad que se observa dentro del plantel educativo. Los alumnos, personal administrativo y docente, vecinos y padres de familia se han visto afectados con el entorno educativo, laboral, salubrista y social.

La construcción del sistema de captación de agua pluvial tiene como fin principal el aprovechamiento del agua de lluvia la cual se utilizaría para evitar el mal higiene, los malos olores y mantener un ambiente agradable.

El sistema de captación está compuesto por el área de captación que se utilizaría el techo de lámina, sistema de conducción por medio de canales y bajadas de agua, que llevaran el agua a la cisterna de concreto reforzado con una capacidad de 72 metros² luego con la ayuda de una bomba distribuirla al tinaco el cual sería el encargado de la distribución por medio de gravedad a los servicios sanitarios.

INDICE

| | | |
|----|--------------------------------------|----|
| I | RESUMEN. | 1 |
| II | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. | 10 |
| | ANEXOS | |

I. RESUMEN

El presente resumen de la tesis denominada “proyecto para la construcción de un sistema de captación de agua pluvial en la Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.) aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa. Previo a optar el título de ingeniería civil en grado de licenciado” se basa en la investigación para cumplir con los requisitos establecidos de la Universidad Rural de Guatemala y Facultad de ingeniería para optar el título de Ingeniera Civil en el nivel de licenciatura. En donde se presenta un planteamiento de resultados y datos brindados para resolver el problema central: Escasas fuentes de abastecimiento de agua potable Escuela Oficial Rural Mixta aldea el Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa.

En los últimos años en la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa se ha notado la escasez de agua potable, por las escasas fuentes de abastecimiento, la cual perjudica a la higiene de los estudiantes, malos olores, deficiencia en limpieza de la escuela, debido a la escasez de agua y con ello enfermedades gastrointestinales.

Por lo cual a partir de la investigación y diagnóstico realizados en el área se genera la siguiente hipótesis.

“El desabastecimiento de agua potable en la Escuela Oficial Mixta Aldea El Pinalito, del municipio de San Pedro Pinula, del departamento de Jalapa durante los últimos cinco (5) años, por escasas fuentes de abastecimiento; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción de un sistema de captación de aguas pluvial”.

Para establecer los resultados se tomó como base el árbol de objetivos, así de determino el objetivo general y específico.

I. INTRODUCCIÓN

El agua es el componente más abundante en la tierra ya que cubre el 70%, pero de este vital líquido el 97.5% se encuentra en los mares y océanos, únicamente el 2.5% es agua dulce, este vital líquido puede encontrarse en tres estados: en materia sólida, líquida y gaseosa, el agua para poder considerarse potable y para uso humano debe ser inodora, insípida e incolora.

El agua en la actualidad es el recurso más escaso y más buscado para la supervivencia humana ya que la mayoría de mantos acuíferos, ríos, mares y lagos se encuentran contaminados por la intervención del ser humano, lo cual pone en riesgo la salud de los consumidores, aunque los procesos de sanidad que recibe el agua en Guatemala no son los más adecuados la población la utiliza para su consumo, cocción de alimentos y para usos de higiene.

En Guatemala se sufre una carencia bastante importante de lluvias y aguas fluviales, debido a que el ciclo hidrológico no se cumple a cabalidad en estas zonas, que repercute en la demanda para las cosechas y producción de alimentos debido al incremento poblacional.

La investigación sobre la propuesta del proyecto de sistema de captación de agua pluvial en Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito San Pedro Pinula, Jalapa está organizada por cuatro capítulos en los cuales se investigó y se recopiló información sobre el problema de escasez de agua que sufre el personal administrativo, docente y alumnos de la escuela de aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, el primer capítulo está compuesto por introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivos, justificación y metodología, el segundo capítulo está formado por toda la investigación concerniente al marco teórico, en el tercer capítulo se presenta la comprobación de la hipótesis y en el cuarto capítulo se encuentran las conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada.

I.1 Planteamiento del problema

Es posible constatar la carencia de un proyecto para la construcción de un sistema de captación de agua pluvial en la Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.), aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, debido a que en dicha escuela no se recibe agua para cumplir con la limpieza de los servicios básicos con los que debe contar para atender a la población estudiantil, por ende se carece de agua potable para la higiene y hidratación de los niños y los maestros, lo cual representa problemáticas para la educación y desarrollo de dicha aldea así como la recurrencia de pacientes en los centros de salud y salas del hospital nacional por casos de infecciones gastrointestinales causados por la falta de higiene y la contaminación de la poca agua con la que cuentan.

La falta de un proyecto para la construcción de un sistema de captación de agua pluvial para la limpieza y consumo dentro de dicha escuela ha provocado problemáticas en la educación y aprendizaje de los niños, deben de contar con ambiente agradable para desarrollar mejor el proceso de enseñanza aprendizaje, en la pedagogía es esencial contar con lugares aptos para la educación, higiénicos, con buena iluminación entre otros elementos; además deberán contar con los servicios esenciales, como lo son agua potable, drenajes y electricidad.

La carencia de agua potable perjudica al desarrollo y educación de los pobladores de dicha aldea convirtiéndose en una problemática que cada vez va en aumento y atenta contra la vida humana. Debido a la problemática identificada surge la iniciativa de presentar un proyecto para la construcción de un sistema de captación de agua pluvial en la Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.), aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, donde se tomarán en cuenta los temas de potabilización, salud, limpieza y seguridad para los alumnos, maestros y pobladores de la aldea, con el propósito de obtener mejores resultados positivos para un mejor desarrollo y sostenibilidad de la aldea y el municipio.

I.2 Hipótesis

La carencia de fuentes de abastecimientos de agua es el problema principal de que la municipalidad de San Pedro Pinula, Jalapa no cumpla con la demanda de distribución de agua potable, por tal motivo es necesario buscar solución para poder cumplir la demanda de agua en la población, buscar fuentes de abastecimientos alternas, como lo es el sistema de captación de agua pluvial.

“El desabastecimiento de agua potable en la Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.), aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, del departamento de Jalapa durante los últimos cinco (5) años, por escasas fuentes de abastecimiento; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción de un sistema de captación de agua pluvial.”

¿Es la inexistencia de proyecto de construcción de un sistema de captación de agua pluvial, la causante del desabastecimiento de agua potable, por escasas fuentes de abastecimiento en la Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.), aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, durante los últimos cinco años?

I.3 Objetivos

Esto se determinó a partir del árbol de problemas el cual estaba en negativo y se generó el árbol de objetivos los cuales se encuentran en positivo y serán las metas o resultados que se esperan para la ejecución del proyecto.

I.3.1 Objetivo general

Abastecer de agua a la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, del municipio de San Pedro Pinula, del departamento de Jalapa.

I.3.2 Objetivo específico

Proveer una fuente de abastecimiento de agua potable Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa.

I.4 Justificación

La construcción de un sistema de captación para agua de lluvia, surge por la carencia de agua potable que afrontan los estudiantes y personal administrativo de la escuela, donde la época más afectada es la de verano donde la problemática por carencia de agua potable aumenta, por lo cual el sistema de captación de agua lluvia ayudara a mitigar la carencia de agua en los días que la municipalidad racione el vital líquido, en el área de San Pedro Pinula, Jalapa se presenta normalmente un invierno copioso en el cual se puede aprovechar de buena manera la lluvia, para la recolección y almacenamiento, otro factor importante para la realización del proyecto que no existe industrias en cercanías del municipio que puedan alterar la composición de la lluvia.

La acción tiene como propósito diseñar y elaborar una obra de infraestructura que pueda almacenar agua de lluvia para que los alumnos y personal administrativo de la Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.), Aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, y con ello no sufran por carencia de agua potable, debido a que afecta la integridad humana, el desarrollo social y económico del municipio.

Existen diferentes motivos por los cuales se pretende lleva a cabo dicho proyecto. En diferentes partes del mundo se sufre por la carencia de agua y agua potable debido a la sobre explotación de los recursos naturales y contaminación producida por la intervención humana en ríos, lagos, mares y matos acuíferos, donde la Aldea Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa no es la excepción y en los últimos años ha sufrido un incremento en la carencia de agua potable. Por ende, es sumamente necesario ejecutar el proyecto para captación de agua pluvial.

Por tal motivo es necesario la implementación del proyecto para captación de agua pluvial la cual será utilizada en la limpieza de las instalaciones, lavado de manos y producción de alimentos según el programa de alimentación escolar, en Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.), aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa.

I.5 Metodología

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

I.5.1 Métodos

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis. La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

1.5.1.1 Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales de la Escuela Oficial Rural Mixta Aldea el Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa. A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

Observación directa.

Esta técnica se utilizó directamente la Escuela Oficial Rural Mixta Aldea el Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, a cuyo efecto, se observó la escasez de agua que sufre el personal administrativo, docente y alumnos, los cuales afecta la higiene personal, como la limpieza de la escuela, produciendo con ello malos olores.

Investigación documental. Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para

obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre sistema de captación de agua pluvial en la Escuela Oficial Rural Mixta Aldea el Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.

Entrevista.

Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar al personal administrativo, docente de la Escuela Oficial Rural Mixta Aldea el Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa y al director, subdirector, supervisores de servicios públicos de la municipalidad de San Pedro Pinula, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Ya poseyendo una visión más clara sobre la problemática del área de la escuela citada, con la utilización del método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación. La graficación de la hipótesis de encuentra en el anexo.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “El desabastecimiento de agua potable en la Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.), Aldea Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, del departamento de Jalapa durante los últimos cinco (5) años, por escasas fuentes de abastecimiento; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción de un sistema de captación de agua pluvial.”

¿Es la inexistencia de proyecto de construcción de un sistema de captación de agua pluvial, la causante del desabastecimiento de agua potable, por escasas fuentes de

abastecimiento en la Escuela Oficial Rural Mixta (E.O.R.M.), Aldea Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa, durante los últimos cinco años?

El método del marco lógico, nos permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; así como nos facilitó establecer la denominación del trabajo en cuestión.

1.5.1.2 Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado, fue el método inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

Entrevista.

Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.

Determinación de la población a investigar. En atención a este tema, el grupo de investigación decidió no efectuar un muestreo estadístico que representara a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 9 individuos que laboraban en la escuela citada y 6 personas que laboran en la municipalidad de San Pedro Pinula, Jalapa; por lo que, para obtener una información más confiable, se censó o investigó a la totalidad de la población; con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será del 100%.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método de estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que poseyeron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

Técnicas

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; pero éstas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental y las fichas bibliográficas; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista y el censo. Como se puede advertir fácilmente, la entrevista estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

II.1 Conclusión

Se comprueba la hipótesis: “El desabastecimiento de agua potable en la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, del municipio de San Pedro Pinula, del departamento de Jalapa durante los últimos cinco (5) años, por escasas fuentes de abastecimiento; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción de un sistema de captación de agua pluvial”.

II.2 Recomendación

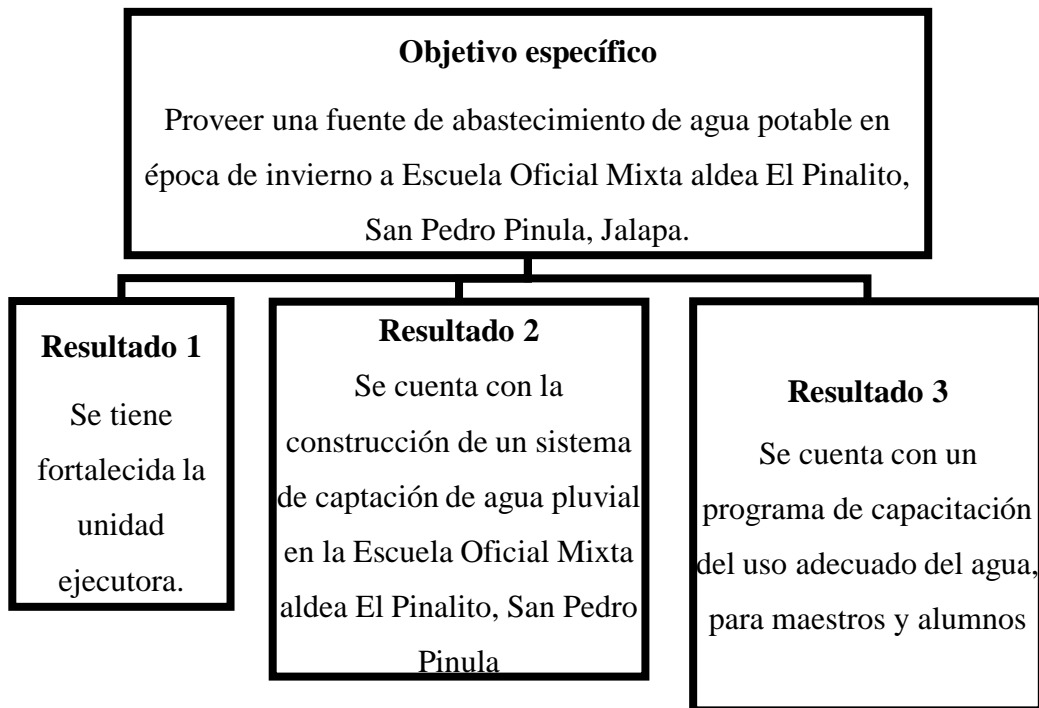
Implementar el Proyecto para la construcción de un sistema de captación de agua pluvial en la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa.

ANEXOS

Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática inicia

De acuerdo al planteamiento del problema, para darle solución se necesita identificar el desarrollo de tres resultados los cuales son de importancia para proveer de una fuente de abastecimiento de agua a la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito.

Diagrama del medio de solución de la problemática.



Resultado 1. Se tiene fortalecida la unidad ejecutora

Actividad No. 1

Presentación del problema de escasez de agua potable en Escuela oficial Rural Mixta aldea El Pinalito y las consecuencias que con lleva el no contar con agua potable en la escuela, a las autoridades municipales y educativas. El aprovechamiento y gestión integral del agua de lluvia son fundamentales para aprovechar el agua de lluvia para usos que no impliquen su consumo como sanitarios, limpieza

La solución para la escasez de agua en aldea El Pinalito. Los sistemas consistían en colocar canales alrededor sobre el techo de la Escuela oficial Rural Mixta aldea El Pinalito estos se conectaban a la cisterna de capacidad de 72 m³ recolectoras construidas de concreto reforzado, para luego realizar la distribución de agua en la escuela con la ayuda de una bomba de 1hp que la dirige a un tanque elevado, que de ahí se realiza la distribución.

Actividad No. 2

Presentación de la propuesta al Honorable Consejo Municipal donde en sesión ordinaria conocen el proyecto y se somete a votación, de igual manera también lo conocen las direcciones Dirección municipal de planificación y la Dirección de Servicios Públicos de la municipalidad de San Pedro Pinula, Departamento de Jalapa, denominado “Propuesta de Proyecto para la construcción de un sistema de captación de agua pluvial en la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula Jalapa”.

Actividad No. 3

Respuesta de solicitud de parte del Honorable Consejo Municipal del municipio de San Pedro Pinula, departamento de Jalapa, por medio de un punto de acta luego de realizar las evaluaciones correspondientes de la propuesta presentadas.

Actividad No. 4

Entrega de diseño, con su respectivo cronograma de actividades y ejecución, planificación del sistema de captación de agua pluvial a Dirección de servicios Públicos Municipales y a la Dirección Municipal de Planificación de San Pedro Pinula.

Actividad No. 5

Presentación de la propuesta a catedráticos y padres de familia de la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito el proyecto para la construcción de un sistema de captación de aguas pluviales en la escuela, mostrar la manera en que los alumnos serán beneficiados.

Actividad No. 6

Recorrido y reconocimiento de la Escuela oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, se dará a conocer los procesos necesarios para la construcción del sistema de captación de agua pluvial, localización e identificación de las áreas que se utilizarán para la captación de agua pluvial y la ubicación de la cisterna y el tanque elevado.

Actividad No. 7

Inicio de la ejecución del proyecto de sistema de captación de aguas pluviales en Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito por medio de la municipalidad de San Pedro Pinula Jalapa, en el cual ya tuvo las etapas previas de diagnóstico, planificación y se encuentran en la etapa de ejecución, al finalizar se deberá realizar una evaluación del proyecto.

Resultado 2

Se cuenta con la construcción de un sistema de captación de agua pluvial en la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula

Actividad No. 1

Diagnóstico de la demanda de agua en Escuela oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, con la ayuda de aforos de caudal consisten en determinar la cantidad de agua en la escuela, para verificar la cantidad de agua recibida al día por parte del agua distribuida por la municipalidad de San Pedro Pinula, Jalapa, y si es suficiente para cumplir con la demanda de agua potable que necesita la escuela.

Dotar de información para los pronósticos de la disponibilidad de agua, está información es importante para elaborar el balance hídrico y planificar la distribución
Monitorear la ejecución de la distribución del agua.

Actividad No. 2

Identificación de los días que existe mayor escasez de agua en la Escuela Oficial Rural debido a que el agua en aldea El Pinalito se raciona el agua potable en la aldea por la escasez de fuentes de abastecimiento de agua potable.

Para tener una idea más precisa de los datos es necesario entender el término disponibilidad. Este término se emplea para conocer, lo fácil o difícil, cercanía o lejanía, cantidad y calidad de agua que pueda utilizarse para abastecer a una población, pero en el caso de los sistemas de agua potable, se considera la cantidad que de este elemento le corresponde a cada persona del volumen disponible-

Actividad No. 3

Recolección de datos de cantidad de precipitaciones durante los últimos 5 años en el municipio de San Pedro Pinula, con información obtenida en el INSIVUMEH (El Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala) que cuenta con una estación meteorológica en la Ceibita, municipio de Monjas, Jalapa. Una vez que se ha completado la fase de diseño del sistema de captación de agua lluvia, que se ha establecido la ubicación general de los sitios de

recolección de datos en función de las necesidades operacionales y se han definido los tipos de instrumentos, se selecciona el mejor sitio dentro de una ubicación general

Actividad No. 4

Inicio de trabajos preliminares considerado como la primera fase de todo proyecto en cual consta de las siguientes fases: limpieza, nivelación del terreno, trazos, para definir el área a trabajar y donde se realizará la construcción del sistema de captación de agua pluvial, además de la construcción de obras provisionales.

Además de Cercado o delimitación del terreno para impedir el acceso a personas ajenas a la obra, realización de los trabajos requeridos para ofrecer servicios eléctricos, hidráulicos y sanitarios necesarios para el personal y el desarrollo de la obra.

Elaboración, ubicación e instalación de letreros y señalizaciones adecuadas para la prevención de accidentes, recomendaciones, reglas de trabajo, equipo necesario, prohibiciones, rutas y todo lo necesario para la correcta y segura ejecución de la obra.

Actividad No.5

Realizar pruebas de laboratorio de granulometría, límites de Atterberg y gravedad específica para el material base, en la base y sub-rasante tiene que realizar el proctor modificado para medir la compactación de la base y la sub-rasante tomando en cuenta que esta sea de 95% cada 1000 m² para cumplir con las normas de Ensayo de Compactación de Suelos ASSHTO T-180 (PROCTOR), Ensayo de Compresión Triaxial.

El ensayo de compresión se realiza para determinar las propiedades de un material frente a una sollicitación axial negativa. Sollicitación que pretende comprimir la probeta de ensayo

El fin del ensayo de compresión puede ser determinar las propiedades de un material o el comportamiento de un componente o sistema completo frente a una sollicitación externa.

Actividad No. 6

Instalación de tuberías, canales paralelos al techo con su respectiva bajada de agua que se conectaran a la cisterna. Previo a realizar la instalación de sistema hidráulico se debe verificar que el material se encuentre en buen estado, el lugar donde se realizar la instalación este en buenas condiciones, se deberá fijar las tuberías a la estructura para evitar vibraciones y deformación en la tubería. También es importante colocar llaves maestras o de paso para poder controlar la instalación por segmentos, lo que nos permitirá facilidades en los trabajos de reparación y mantenimiento de la red.

Consiste en taponear todas las salidas, para rellenar de agua toda la instalación por 24 horas. Hacer esto permite identificar alguna fuga, tanto para instalaciones de agua como de desagüe. Por eso es importante que este trabajo se haga en limpio, es decir, sin que las tuberías se encuentren enterradas. La prueba es necesaria para evitar fugas en el futuro que asienten el terreno natural.

Actividad No. 7

Excavación de la cisterna con una medida de 72 metros² la cual estará construida de concreto reforzado. Se trata de tinacos o sistemas modulares en donde se conserva el agua de lluvia captada, se pueden situar por encima o por debajo de la tierra. Deben ser de material resistente, impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración y estar cubiertos para impedir el ingreso de polvo, insectos, luz solar y posibles contaminantes. Además, la entrada y la descarga deben de contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales; deben estar dotados de dispositivos para el retiro de agua. Deben ser de un material inerte, el hormigón armado, de fibra de vidrio, polietileno y acero inoxidable son los más recomendados.

Localización de instalaciones subterráneas, como drenajes y tubería de agua potable, si las circunstancias de los terrenos colindantes a la excavación lo requieren, se deben realizar protecciones anti-derrumbes desde el primer momento de la excavación, extraer los materiales de las zonas marcadas, comenzando así con el trabajo de excavación en sí mismo a medida que avance la excavación, debemos tener especial precaución con las paredes de la misma, para evitar derrumbes, durante todo el proceso de excavación, la prioridad es siempre la seguridad de los trabajadores y de las estructuras.

Por ello, se llevan a cabo multitud de inspecciones y se cuenta con la ayuda permanente de profesionales técnicos que pueden garantizar la seguridad de la excavación.

Actividad No. 8

Prueba, lavado y desinfección de tuberías deberá ser sometida a pruebas de resistencia y reposo, previo a proceder al relleno de zanjas y colocación de piso, antes de poner en servicio la tubería, deberá lavarse y desinfectarla interiormente.

La limpieza se efectúa por tramos o por sectores. Para comprobar que la canalización esté libre de suciedad, emplearemos agua para el proceso de desinfección. Se trata de una parte clave cuando hablamos de agua que va destinada al consumo humano.

Para garantizarla se introduce cloro en la red, en la que, antes, hemos introducido agua, la hemos aislado y nos hemos asegurado de que las descargas están cerradas. El cloro se introduce por una boca de aire, de tal manera que metamos la cantidad suficiente para que en el punto ubicado a más distancia de logre una cantidad de cloro residual de 25 mg/l. Pasadas 24 horas, la cantidad de cloro residual en el punto en el que hemos realizado la prueba debe ser todavía superior a 10 mg/l. Es aconsejable efectuar un examen bacteriológico de la red una vez que ha sido desinfectada.

Puesta en funcionamiento. Desde el punto más bajo, para facilitar el vaciado del aire, realizamos el llenado de la red a baja velocidad. Una vez vaciada la red del aire ocluido, procedemos a cerrar la boca del aire hasta que alcanzamos la presión de servicio.

Si la prueba resulta positiva, conectamos a otra red que antes, y de manera independiente, ya ha sido verificada para su puesta en funcionamiento.

Resultado 3

Se cuenta con un programa de capacitación del uso adecuado del agua, para maestros y alumnos.

Actividad No. 1

Entrega del proyecto de sistema de captación de aguas pluviales a personal administrativo, docente y alumnado de la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula.

El agua de lluvia es un recurso reutilizable que te permite solucionar la escasez en ciertos lugares utilizándola para diferentes actividades de la escuela. La recolección de agua de lluvia se ha practicado desde la antigüedad para satisfacer las necesidades básicas, y con el tiempo se han implementado nuevas tecnologías para hacer que la recolección y la reutilización sean más eficientes y seguras este proyecto es de importancia y beneficio para los docentes y alumnos de escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula.

La importancia de recolectar, almacenar y utilizar el agua de lluvia para el consumo doméstico, humano es crítica para las poblaciones, principalmente aquellas que no tienen acceso a fluidos vitales. Esta opción cubre las necesidades básicas de la población y ayuda a prevenir enfermedades gastrointestinales en los pobladores.

Actividad No. 2

Solicitar a la Dirección de Servicios Públicos capacitaciones sobre el manejo adecuado del agua dirigida a los estudiantes de la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa. Gestionar eficientemente los recursos hídricos porque el agua es la base de la vida y el sustento se necesita un enfoque integral para vincular el desarrollo económico y social con la protección de los ecosistemas.

El enfoque participativo implica la toma de conciencia de la importancia del agua entre los docentes, alumnos de la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa que conozcan la importancia del cuidado del agua, también puedan identificar los problemas que afectan como lo es la contaminación, escasez, y las casi nulas fuentes de abastecimiento de agua que existen en la comunidad.

Actividad No. 3

Solicitar a personal de al área de salud capacitaciones para la prevención de enfermedades gastrointestinales relacionadas al consumo de agua no potable. La educación sanitaria y ambiental se está convirtiendo en un área importantes para mejorar las condiciones de vida de las personas. Los niveles de contaminación en nuestros ríos, lagos y comunidades han llegado a sus límites amenazando nuestras vidas, especialmente las de las generaciones futuras.

Es por ello la importancia de impartir capacitaciones al personal docente, administrativo, operativo, estudiantes de Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa para evitar lo propagación de enfermedades gastro intestinales.

Se deben impartir capacitaciones sobre el agua, sus principales fuentes de abastecimiento, así como la importancia que tiene para la vida, la alimentación e higiene personal, también comprenderán el proceso de contaminación del agua y su vinculación con la salud y enfermedad, para hacer conciencia en los estudiantes de

valorar la importancia de contar con agua accesible y de calidad para el consumo humano y se familiarizarán con técnicas para un ahorro y un mejor consumo haciendo que la información la repliquen en sus hogares.

Actividad No. 4

Pedir al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales participación en capacitación dirigida a estudiantes de la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula para el cuidado, manejo y conservación del agua.

La intensidad con la que percibimos el cambio climático y sentimos su impacto en nuestra vida diaria es cada vez mayor. Uno de ellos es acerca de ir a casa.

Naturaleza. En el pasado, grandes cantidades de agua estaban disponibles para la agricultura, el consumo humano y animal y otras actividades.

Sin embargo, hoy vemos cada vez menos agua y la situación es cada vez más grave.

Por esta razón, todos tenemos la responsabilidad de proteger el agua para que podamos contar con ella para nuestro consumo diario y en todas nuestras actividades.

Actividad No. 5

Programación de capacitaciones dirigida a estudiantes sobre el manejo adecuado del agua. En los tiempos de crisis en que vivimos, dejarse llave de lavamos o lavatrastes abierto, bañarse en vez de ducharse, poner la lavadora sin estar llena y sin programas a media carga, no revisar si se cuentan con fugas en la tubería pueden ser acciones determinantes para el encarecimiento de la factura del agua.

Por todo ello, hay que tener especial cuidado con nuestras acciones diarias para que no se nos dispare nuestro recibo del agua. Esto nos hace preguntarnos ¿qué medidas tenemos que tomar para ahorrar agua? Básicamente se centrar en tener cuidado con su uso tanto a la hora de limpiar como de lavarnos, por tal motivo es necesario que los estudiantes conozcan los cuidados que se deben tener en el manejo del agua, para darle un mejor aprovechamiento.

Anexo 2. Matriz de la estructura lógica

La siguiente matriz de la estructura lógica es un instrumento que sirve para evaluar el cumplimiento de los objetivos de la propuesta, después de su desarrollo.

| Componentes del plan | Indicadores | Medios de Verificación | Supuestos |
|---|--|---|--|
| Objetivo general: Abastecer de agua a la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, del municipio de San Pedro Pinula, del departamento de Jalapa. | al segundo año se cuenta con 50 m ³ de agua extras en el establecimiento educativo. | Aforos Informes Imágenes Entrevistas | La Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito se encuentra abastecida de agua potable, siendo un ejemplo del buen manejo del agua. |
| Objetivo específico: Proveer una fuente de abastecimiento de agua potable Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa. | Al finalizar el primer año, la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula cuenta con un sistema de captación de agua pluvial. | Construcción física. Informes Fotografías | El personal y el alumnado de la Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, cuenta con capacitaciones y concientización para dar buen uso y manejo al agua potable. |

| | | | |
|---|--|--|--|
| <p>Resultado 1</p> <p>Se tiene fortalecida la unidad ejecutora.</p> | | | |
| <p>Resultado 2</p> <p>Se cuenta con la construcción de un sistema de captación de agua pluvial en la Escuela Oficial Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula</p> | | | |
| <p>Resultado 3</p> <p>Se cuenta con un programa de capacitación del uso adecuado del agua, para maestros y alumnos</p> | | | |

Anexos 3. Especificaciones del proyecto

Especificaciones técnicas generales

Generalidades

Sujeción a especificaciones técnicas y planos

Todos los elementos que constituyen este proyecto se construirán de conformidad con las especificaciones técnicas de construcción y planos proporcionados el ejecutor no podrá variar las especificaciones técnicas sin previa autorización por escrito. El ejecutor que varíe la calidad de la construcción sin autorización será sancionado de conformidad con lo establecido en el contrato.

Trabajos preliminares

Limpieza general.

Previo a la limpieza del terreno, deberá observarse las medidas de mitigación existente, sobre el sector y/o sobre el terreno específico. De la misma forma se identificará el botadero, por el supervisor, para la deposición de material sobrante producto de la limpieza y de la obra, y evitar dificultades en la ejecución. En caso de requerir autorización municipal, ésta deberá ser tramitada por el Ejecutor.

Deberá extraerse todo el material que sea nocivo a la construcción, especialmente en sectores en donde se utilice para soporte estructural y pisos, principalmente; se tomarán las medidas de precaución para evitar el peligro de daño a los trabajos y a la construcción misma.

Bodega y guardianía.

Deberá contarse con un espacio de bodega, que garantice el correcto almacenamiento de materiales, especialmente aquellos de tipo percedero como cemento y cal; en cuanto al acero de refuerzo, deberá almacenarse bajo techo y evitar el contacto con

la humedad. Deberá contarse con un espacio, que además permita la rotación de materiales percederos y observar las formas específicas de almacenamiento. En el caso de materiales de patio, deberá definirse su localización en un área libre de contaminación por material orgánico y desechos.

La guardianía deberá ser un espacio de características habitables, se debe evitar el contacto directo con el área de bodega, especialmente cuando se cuente con material que genere polvo, suciedad o vapores dañinos a la salud de las personas.

Nivelación del terreno.

El ejecutor deberá tener sumo cuidado en lo siguiente, y podrá, si así lo desea, supervisar los trabajos de nivelación:

Los trabajos de nivelación deberán responder al diseño general de plataformas, se tiene que evitar rellenos innecesarios y zonas de erosión, debido a la modificación natural del terreno, se debe tomar en cuenta el drenaje superficial modificado, para evitar las zonas de inundación que afecten la ejecución de la obra y los terrenos adyacentes. En aquellos casos donde se identifique material dañino a la construcción, tales como rellenos no controlados, ripio, materia orgánica, basuras, arena suelta y otros, deberá sustituirse completamente en caso de encontrarse dentro del área de construcción y proceder a la compactación según instrucciones del supervisor, se debe seguir procedimientos aceptables y que garanticen la estabilidad de la obra.

Cuando la inclinación del terreno sea pronunciada, los costos de corte para nivelación, rellenos, cimentaciones especiales, deberán estar incluidos dentro de la oferta del ejecutor.

En el caso de localizar pozos de aguas negras o letrinas, se procederá a analizar su ubicación dentro de la construcción y no se permitirá la colocación de elementos estructurales en el área inmediata. En caso de no afectar la estructura principal de la construcción, se procederá a su consolidación mediante el uso de capas consecutivas

de cal, tierra inerte y agua, compactadas con mazo manual en capas no mayores de 20 cm cada vez.

Trazo.

Se definirá el área de trazo, debe quedar libre de obstáculos que puedan alterar los mecanismos de verificación de niveles, escuadras a 90°, medidas generales. De ser posible, se contará con un sólo nivel de trazo referencial, que quede perfectamente identificado, con el propósito de evitar errores o confusiones.

Para el trazo, se procederá a utilizar materiales estables y regulares (tablas, reglas, etc.), que proporcionen confiabilidad, se debe evitar el uso de material frágil (ramas); se debe identificar con claridad los puntos que constituyen ejes, rostros y sistemas auxiliares. El trazo deberá estar revisado y autorizado por el supervisor, y en caso contrario, cualquier anomalía será responsabilidad del ejecutor y de la Dirección Técnica de Campo de la Empresa.

Especificaciones para instalaciones sanitarias e hidráulicas.

Drenaje sanitario y pluvial.

Excavación y relleno de zanjas.

Todas las zanjas deberán estar bien conformadas para la instalación de tubería, previendo los posibles desprendimientos de tierra y/o asentamientos que afecten la colocación y prueba de tubería. El ancho de la zanja debe permitir la correcta maniobrabilidad de tubería y accesorios, la profundidad mínima aceptable de 30 centímetros bajo el nivel de piso dentro del edificio y 50 centímetros en exteriores, ello variara según las cotas indicadas en planos. Para el relleno de las zanjas, se procederá mediante la compactación a ambos lados de la tubería, utilizar material selecto en capas sucesivas no mayores de 10 centímetros.

Instalación.

Previo a su instalación, las tuberías deberán estar libres de tierra, aceite, grasas o cualquier elemento en su interior, que obstaculice su funcionamiento y/o instalación. Al final de cada jornada de instalación, se tapan los extremos, para evitar el ingreso de pequeños animales o material al interior de la tubería y cajas de registro. Se deberá utilizar tubería del tipo PVC de 115 PSI (cloruro de polivinilo) para drenajes, de un diámetro mínimo de 4".

Deberá realizarse una prueba final del sistema para evitar salidas que posteriormente causen problemas de funcionamiento, para ello se definirán sectores de prueba previa al relleno de zanjas, colocado de piso e instalación de artefactos sanitarios.

Instalación hidráulica.**Excavación y relleno de zanjas.**

Todas las zanjas deberán estar bien conformadas para la instalación de tubería, se debe evitar los posibles desprendimientos de tierra y/o asentamientos que afecten la colocación y prueba de tubería. El ancho de la zanja debe permitir la correcta maniobrabilidad de tubería y accesorios, la profundidad mínima aceptable de 30 centímetros bajo el nivel de piso dentro del edificio y 50 centímetros en exteriores. Para el relleno de las zanjas, se procederá mediante la compactación a ambos lados de la tubería, se debe utilizar material selecto en capas sucesivas no mayores de 10 centímetros, apisonada con mazo manual y se debe mojar el material en cada capa sucesiva.

Materiales.

La tubería de agua fría a utilizar será de PVC (cloruro de polivinilo) estándar 1120 SDR CR-256-63 y ASTM-D 2241-68 para una presión de trabajo de 160 PSI para diámetros de 3/4" en adelante, mientras que para tubería de 1/2" se utilizará tubería de 315 PSI.

Instalación.

La tubería deberá estar libre de tierra, polvo, grasa o material en el interior o en las caras exteriores de los extremos del tubo que deban ser utilizadas para unión o instalación de accesorios. Toda la tubería será instalada de acuerdo con las normas y recomendaciones del fabricante, utilizar pegamento de secado rápido para elementos menores de 2”.

Todas las subidas de tubería y los puntos de colocación de accesorios, deberán estar correctamente anclados para evitar movimientos que causen daño a la tubería. En todas las salidas para abastecimiento de artefactos se colocarán contrallaves que faciliten el mantenimiento. Para baños rurales, se deberá evitar dejar la tubería expuesta, empotrándose ésta dentro de un agregado de la columna. La tubería expuesta a partir de la columna deberá ser niples de hierro galvanizado.

Pruebas de tubería.

Toda la instalación de tubería deberá ser sometida a pruebas de resistencia y reposo, previo a proceder al relleno de zanjas y colocación de piso.

Antes de colocar los artefactos y después de llenar la tubería de agua hasta expulsar totalmente el aire, se aplicará una presión no menor de 100 libras por pulgada cuadrada, se debe mantener esta presión por un tiempo no menor a los 30 minutos, durante los cuales no deberá existir ningún descenso de la presión. En caso de no ser satisfactoria la prueba, deberá establecerse y corregirse los problemas y repetir dicha prueba. Esta prueba se realizará con bomba y manómetro. El supervisor deberá verificar y certificar estas pruebas.

Lavado y desinfección de la tubería.

Antes de poner en servicio la tubería, deberá procederse a lavarla y desinfectarla interiormente. El primer paso consiste en el lavado, se procede a abrir todas las llaves y contrallaves, haciéndose circular el agua durante un período mínimo de 15 minutos.

Para la desinfección se deberá vaciar la tubería, posteriormente se llenará con agua que contenga 200 ppm de cloro, la que se mantendrá 24 horas como mínimo en la tubería. Después de 24 horas, se vaciarán las tuberías y se procederá a lavarlas, utilizar agua de igual calidad a la que circulará en condiciones normales de funcionamiento. El agua utilizada para la desinfección es dañina para el consumo humano, por lo que deberá tenerse el cuidado en su colocación final.

El supervisor deberá verificar y certificar estas pruebas.

Artefactos sanitarios.

Los artefactos sanitarios que se especifiquen en planos, serán de cerámica vitrificada y con acabado de color blanco, de las características especificadas en planos. La instalación deberá hacerse conforme a las instrucciones del fabricante, se debe tener especial cuidado en utilizar juntas que permitan su mantenimiento.

En el caso de los inodoros, estos serán instalados utilizar empaques en el piso y colocación de contrallaves de agua en la pared.

En cuando a los lavamanos, existen dos opciones:

1. Si los planos indican lavamanos, se utilizarán ovalines nacionales color blanco con grifería de una sola llave, montados sobre una mesa de concreto reforzado, forrada con azulejo, estos deberán ser instalados sin el uso de instrumentos en tubería y accesorios, especialmente en el sifón, que deberá utilizarse las manos en su ajuste final.
2. Si indican canal, se deberá construir de concreto reforzado, con alisado de cemento (como se indica en planos) y chorros de bronce de ½” de diámetro.

Ensayos de laboratorio.

La empresa constructora tiene que presentar certificado de calidad de los materiales que se utilizaran el cual indicara su resistencia y consistencia.

Realizar pruebas de laboratorio de granulometría, límites de Attemberg y gravedad

específica para el material base. En la base y sub-rasante tiene que realizar el proctor modificado para medir la compactación de la base y la sub-rasante se debe verificar que esta sea de 95% cada 1000 m² el cual cumpla con las normas de Ensayo de Compactación de Suelos ASSHTO T-180 (PROCTOR), Ensayo de Compresión Triaxial.

Realizar pruebas de densidad de campo que cumplan con un 100% de la densidad máxima determinada por el proctor modificado. Cada 400 m² en base realizar ensayos de cbr en base y sub- rasante que cumplan con de 70 y 20 respectivamente cada 1000m².

Realizar ensayo de compresión de cilindros de concreto para pavimento y bordillo a los 7,14 y 28 días respectivamente según lo establecido en por el estudio de Resistencia de Cilindros de Concreto según normas ASTM – 30.

De los ensayos requeridos, se deberán realizar los que se consideren pertinentes por el supervisor municipal o municipalidad se estos consideran que serán útiles para el desarrollo de sus actividades y soporte técnico cuando este sea requerido.

Especificaciones técnicas Específicas

Preliminares (1 unidad):

Previo a la limpieza del terreno, deberá observarse las medidas de mitigación existente, sobre el sector y/o sobre el terreno específico. De la misma forma se identificará el botadero, por el supervisor, para la deposición de material sobrante producto de la limpieza y de la obra, y evitar dificultades en la ejecución. En caso de requerir autorización municipal, ésta deberá ser tramitada por el Ejecutor.

Deberá extraerse todo el material que sea nocivo a la construcción, especialmente en sectores en donde se utilice para soporte estructural y pisos, principalmente; se tomarán las medidas de precaución para evitar el peligro de daño a los trabajos y a la construcción misma.

Canal + bajas de agua pluvial (1 unidad):

Bajo este renglón, se desarrollarán todos los trabajos necesarios para la recolección, conducción, tratamiento y disposición de las aguas pluviales.

Tubería para drenajes

Para protección del medio ambiente, toda la tubería y accesorios serán de cloruro de polivinilo PVC, que cumpla con las normas de fabricación de tuberías ASTM D-2241-93 y PS-2270 (CS 256-63), SDR 32.5. La tubería será clase 160 PSI para agua pluvial.

Dimensiones y pendientes

Los diámetros, dimensiones y pendientes de la tubería de agua pluvial se indican en los planos y cualquier cambio de los mismos deberá ser justificado por el Contratista y aprobado por el Supervisor.

Accesorios

Los accesorios para la tubería PVC serán del mismo material y capacidad; y deberán tener los extremos en campana para recibir al tubo. No se permitirá doblar tubos PVC ni aun utilizando calor para el doblado. Todos los cambios de dirección deberán ser hechos utilizando el accesorio apropiado.

En los cambios de dirección, de pendiente o donde se indique en los planos se construirán cajas de ladrillo de dimensiones apropiadas para recibir los tubos, el fondo y la tapadera de las cajas deberán ser hechas de concreto.

Cajas de unión

Estas se colocarán con tapaderas base de concreto completamente selladas, a fin de evitar fugas de agua, la cual se hará sellando completamente entre ladrillo y tapadera final con una mezcla denominada sabieta a base de cemento y arena de río cernida.

Sistema de agua potable (1 unidad):

La tubería para agua potable será de Cloruro de Polivinilo (PVC) rígida estabilizada con estaño que cumpla con las normas de fabricación de tuberías ASTM D-2241-93 y CS-256-63 de EE.UU., para accesorios de ASTM D-2466.

La tubería de agua será clase PVC 1120, para una presión de trabajo de 250 PSI, SDR 13.5, para ½” y de ¾” de diámetro y una presión de 250 PSI, SDR 17 para los restantes diámetros.

Dimensiones de la tubería de PVC

La longitud de los tubos será de 20 pies (6.10 metros). El diámetro de la tubería se indica en los planos. Cualquier cambio del diámetro por condiciones especiales encontradas en el campo deberá ser autorizado por el Supervisor.

Accesorios para tubería

Los accesorios serán para empalmar la tubería y para una presión de trabajo mínimo de 250 (PSI). Se incluyen aquí las cruces, tees, reductores, codos, adaptadores, etc., que deberán ser de la misma calidad que la tubería. Si en el diseño, se hubiera omitido accesorios básicos para asegurar el buen funcionamiento del sistema, el Contratista deberá instalarlos sin costo adicional para el Contratante.

Tinaco rotoplas 1700lts.

Contará con un sistema filtro Hydronet, el cual no permitirá el paso de tierra y sedimentos, para brindar una mejor calidad de aguay libre de bacterias acumulativas. El tinaco estará cubierto de una capa negra que tendrá como función principal un recubrimiento bacteriológico.

Material: plástico

Capacidad: 1,700 litros

Altura máxima: 1.40m

Diámetro máximo: 1.40m

Color: negro

Marca: Rotoplas

Cisterna con bomba (1 unidad):

El agua se almacenará en una cisterna fabricada de concreto reforzado con dimensiones según los planos, aproximadamente 72m³ saliendo hacia el tinaco elevado sobre una losa para después finalizar en la red de distribución existente.

En el lugar más cercano de las tuberías de succión y de los electrodos para el control de los niveles alto y bajo se deberá proyectar la entrada para fácil operación según ubicación en planos.

El registro de acceso debe ser mínimo de 0.60x0.40m y dará comunicación a una escalera tipo marinero metálica con tratamiento de pintura galvanizada. Contará con un sumidero para permitir la sedimentación de los sólidos en suspensión en la superficie del fondo.

Tendrá un tubo de ventilación de cobre de 5cm de diámetro. El agua se distribuirá en el sistema de agua por medio de una bomba centrífuga truper de 1/2hp, la cual succionará el agua de la cisterna hacia el tinaco de abastecimiento, será de 220v monofásica, ver detalle en planos.

Memoria de calculo

Se hace mención que en dicho proyecto se tiene proyectado que el tanque de captación se llenará en invierno y se utilizará para la temporada de verano.

La recolección de agua de lluvia como única fuente de agua, sólo es conveniente en

regiones con lluvia confiable a lo largo del año (o donde no están disponibles otras fuentes de agua), debido a que las obras individuales de almacenamiento para todas las casas de una comunidad rural pueden ser costosas.

La cantidad de agua de lluvia que puede recolectarse depende del área de captación y de la precipitación promedio anual. Un milímetro de lluvia en un metro cuadrado produce alrededor de 0.8 litros de agua, considerando la evaporación y otras pérdidas. Cuando se diseña un sistema de captación de aguas pluviales es necesario determinar el área de captación y el volumen de almacenamiento.

$$V_s = D \times t \times (1 + l) \times P$$

Donde:

- V_s : Volumen de almacenamiento necesario para satisfacer la demanda en época de secas
- D : dotación, L/ hab./ día
- t : tiempo que dura la temporada de secas, días
- l : Factor de seguridad, mínimo 30 % en decimal
- P : número de habitantes

El volumen anual de agua de lluvia captada se puede estimar a partir de la ecuación (1) donde se relaciona la precipitación media anual y área de captación. En diseños conservadores es conveniente considerar que se pueden aprovechar el 75 % de la precipitación total anual.

$$V_c = Pr \times A \times n \quad (1)$$

Donde:

- V_c : volumen anual captado, m³
- Pr : precipitación media anual, m
- A : área de captación, m²
- n : eficiencia de captación del agua pluvial, decimal

Si el volumen anual captado es mayor que el volumen de almacenamiento necesario para satisfacer la demanda durante la época de secas, no existirá problema de

suministro.

En el caso contrario, se tendrán problemas de abastecimiento. Entonces, al considerar sistemas de abastecimiento con agua de lluvia, se deberá garantizar al menos que el volumen captado es igual al volumen almacenado para satisfacer la demanda durante la época de sequía.

Determinar qué volumen de agua puede ser almacenado en una cisterna próxima a una casa rural, con un área de captación de 628.30 m², si la precipitación media anual es de 75 cm.

Solución:

Considerando una eficiencia de captación de 75 % (diseño conservador) y convirtiendo la precipitación media anual a metro, se tiene:

$$V_c = 0.75 \text{ m} (628.30 \text{ m}^2) (0.75) = 353.42 \text{ m}^3$$

Si bien el diseño de la cisterna de almacenamiento se tiene contemplado de 72m², esto permite el recaudo y el llenado de la misma un aproximado de 4 veces al año.

Anexo 4. Cronogramas

Cronograma de ejecución financiero:

| | REGLÓN | cantidad | unidad | MESES | | | MONTO | |
|---|---------------------------------|-----------------|--------|------------|------------|-------------|--------------|--------------|
| | | | | 1.00 | 2.00 | 3.00 | POR REGLON | ACUMULADO |
| 1 | PRELIMINARES | 1 | UNIDAD | Q4,675.00 | | | Q 4,675.00 | Q 4,675.00 |
| 2 | CANAL + BAJADAS DE AGUA PLUVIAL | 1 | UNIDAD | Q24,575.00 | | | Q 24,575.00 | Q 29,250.00 |
| 3 | SISTEMA DE AGUA POTABLE | 1 | UNIDAD | | | Q5,000.00 | Q 5,000.00 | Q 34,250.00 |
| 4 | CISTERNA + BOMBA | 1 | UNIDAD | | Q32,875.00 | Q32,875.00 | Q 65,750.00 | Q 100,000.00 |
| | | MONTO MENSUAL | | Q29,250.00 | Q32,875.00 | Q37,875.00 | Q 100,000.00 | |
| | DURACION DE TRABAJO | MONTO ACUMULADO | | Q29,250.00 | Q62,125.00 | Q100,000.00 | | |

Cronograma de ejecución físico:

| CRONOGRAMA DE EJECUCION FISICO | | | | | | | | |
|--|----------|---------------------|-------|------|------|------------|-----------|--------|
| CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA PLUVIAL EN LA ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA (E.O.R.M.) | | | | | | | | |
| ALDEA PINALITO, SAN PEDRO PINULA, JALAPA. | | | | | | | | |
| REGLÓN | cantidad | unidad | MESES | | | PORCENTAJE | | |
| | | | 1.00 | 2.00 | 3.00 | POR REGLON | ACUMULADO | |
| PRELIMNARES | 1 | UNIDAD | 100 | | | 4.680 | % | 4.68 |
| CANAL+BAJADAS DE AGUA PLUVIAL | 1 | UNIDAD | 100 | | | 24.580 | % | 29.26 |
| SISTEMA DE AGUA POTABLE | 1 | UNIDAD | | | 100 | 5.000 | % | 34.26 |
| CISTERNA +BOMBA | 1 | UNIDAD | | 0.50 | 0.50 | 65.750 | % | 100.01 |
| | | DURACION DE TRABAJO | | | | | | |

Anexo 5. Presupuesto.

| PRESUPUESTO PROYECTO | | | | | | | |
|--|----------|------------------|--------------------|---------------------|--------------|--|--|
| CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA PLUVIAL EN LA ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA (E.O.R.M.) | | | | | | | |
| ALDEA PINALITO, SAN PEDRO PINULA, JALAPA. | | | | | | | |
| REGLÓN | CANTIDAD | UNIDAD MEDIDA | PRECIO UNITARIO | TOTAL | % | | |
| 1 PRELIMINARES | 1 | UNIDAD | Q 4,675.00 | Q 4,675.00 | 4.68 | | |
| 2 CANAL+BAJADAS DE AGUA PLUVIAL | 1 | UNIDAD | Q 24,575.00 | Q 24,575.00 | 24.58 | | |
| 3 SISTEMA DE AGUA POTABLE | 1 | UNIDAD | Q 5,000.00 | Q 5,000.00 | 5.00 | | |
| 4 CISTERNA +BOMBA | 1 | UNIDAD | Q 65,750.00 | Q 65,750.00 | 65.75 | | |
| | | | SUB-TOTAL | Q 100,000.00 | 100.0 | | |

Descripción de renglones

Trabajos Preliminares:

| PROYECTO: CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA PLUVIAL EN LA ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA (E.O.R.M.) UBICACIÓN: ALDEA PINALITO, SAN PEDRO PINULA, JALAPA. | | | | | |
|--|-------------|----------|----------------|----------------|-------|
| DESCRIPCION DEL RENGLON | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIOUNITARIO | TOTAL | |
| PRELIMINARES | UNIDAD | 1 | Q 4,675.00 | Q 4,675.00 | |
| MATERIALES E INSUMOS | | | | | |
| DESCRIPCION DEL INSUMO | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIOUNITARIO | TOTAL | |
| TRAZO Y ESTAQUEADO | UNIDAD | 1 | Q500.00 | Q500.00 | |
| ALAMBRE Y CLAVO | LB | 5 | Q10.00 | Q50.00 | |
| MADERA | PIE /TABLA | 15 | Q5.00 | Q75.00 | |
| | | | | Q0.00 | |
| TOTAL DE MATERIALES E INSUMOS CON IVA | | | | Q625.00 | |
| EQUIPO Y MAQUINARIA | | | | | |
| DESCRIPCION DEL INSUMO | RENDIMIENTO | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIOUNITARIO | TOTAL |
| | | | | | Q0.00 |
| | | | | | Q - |
| TOTAL DE MATERIALES E INSUMOS CON IVA | | | | Q - | |
| COMBUSTIBLES | | | | | |
| DESCRIPCION DEL INSUMO | RENDIMIENTO | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIOUNITARIO | TOTAL |
| | | | | | Q - |
| | | | | | Q - |
| TOTAL DE MATERIALES E INSUMOS CON IVA | | | | Q - | |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION DEL INSUMO | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIOUNITARIO | TOTAL | |
| EXCAVACION | M3 | 99 | Q 30.01 | Q2,970.99 | |
| | | | | Q0.00 | |
| | | | | Q0.00 | |
| TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | Q2,970.99 | |
| TOTAL COSTO DIRECTO (MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLES + FLETES + MANO DE OBRA) | | | | Q 3,595.99 | |
| TOTAL COSTO INDIRECTO | | | | Q1,079.01 | |
| SUB TOTAL (SUMA DE DIRECTOS + INDIRECTOS) | | | | Q 4,675.00 | |
| TOTAL DEL RENGLON | | | | Q 4,675.00 | |
| PRECIO UNITARIO DEL RENGLON | | | | Q 4,675.00 | |
| LOS PRECIOS DE MATERIALES INCLUYEN EL TRASLADO A LA OBRA | | | | | |

Canal + bajada de agua:

| | | | | | | |
|--|--|-------------|----------|-----------------|-----------------|-------|
| PROYECTO: CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA PLUVIAL EN LA ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA (E.O.R.M.) UBICACIÓN: ALDEA PINALITO, SAN PEDRO PINULA, JALAPA. | | | | | | |
| | | | | | | |
| DESCRIPCION DEL RENGLON | | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | TOTAL | |
| CANAL + BAJADAS DE AGUA PLUVIAL | | UNIDAD | 1 | Q 24,575.00 | Q 24,575.00 | |
| | | | | | | |
| <u>MATERIALES E INSUMOS</u> | | | | | | |
| DESCRIPCION DEL INSUMO | | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | TOTAL | |
| | | | | | Q - | |
| | | | | | Q - | |
| | | | | | Q - | |
| | | | | | Q - | |
| | | | | | Q - | |
| Construccion de cajas U | | Unidad | 3 | Q 500.00 | Q 1,500.00 | |
| Canal de aguas pluviales | | ml | 85.4 | Q 105.00 | Q 8,967.00 | |
| accesorios para fijacion | | unidad | 1 | Q 150.00 | Q 150.00 | |
| tueria de bajada de agua 4" | | unidad | 6 | Q 88.00 | Q 528.00 | |
| codo bajada de agua 4" | | unidad | 39 | Q 35.00 | Q 1,365.00 | |
| Tuberia para captacion de agua pluvial 4" | | unidad | 22 | Q 88.00 | Q 1,936.00 | |
| TOTAL DE MATERIALES E INSUMOS CON IVA | | | | | Q 14,446.00 | |
| | | | | | | |
| <u>EQUIPO Y MAQUINARIA</u> | | | | | | |
| DESCRIPCION DEL INSUMO | | RENDIMIENTO | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
| | | | | | | Q - |
| | | | | | | Q - |
| TOTAL DE MATERIALES E INSUMOS CON IVA | | | | | Q - | |
| | | | | | | |
| <u>COMBUSTIBLES</u> | | | | | | |
| DESCRIPCION DEL INSUMO | | RENDIMIENTO | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
| | | | | | | Q - |
| | | | | | | Q - |
| TOTAL DE MATERIALES E INSUMOS CON IVA | | | | | Q - | |
| | | | | | | |
| <u>TRASLADO DE MATERIALES (FLETES)</u> | | | | | | |
| DESCRIPCION DEL INSUMO | | UNIDAD | 0 | PRECIO UNITARIO | TOTAL | |
| | | | | | Q - | |
| TOTAL DE MATERIALES E INSUMOS CON IVA | | | | | Q - | |
| | | | | | | |
| <u>MANO DE OBRA</u> | | | | | | |
| DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD | | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | TOTAL | |
| Instalacion de tuberia de 4" | | ml | 61.00 | Q 25.00 | Q 1,525.00 | |
| instalacion de canal de agua pluvial | | ml | 85.40 | Q 25.56 | Q 2,182.82 | |
| Construccion de cajas | | Unidad | 3.00 | Q 250.00 | Q 750.00 | |
| TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | Q 4,457.82 | |
| | | | | | | |
| TOTAL COSTO DIRECTO (MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLES + FLETES + MANO DE OBRA) | | | | | Q 18,903.82 | |
| TOTAL COSTO INDIRECTO | | | | | Q 5,671.18 | |
| SUB TOTAL (SUMA DE DIRECTOS + INDIRECTOS) | | | | | Q 24,575.00 | |
| TOTAL DEL RENGLON | | | | | Q 24,575.00 | |
| PRECIO UNITARIO DEL RENGLON | | | | | Q 24,575.00 | |

Anexos 6. Planos del proyecto

Plano de localización:



Plano de ubicación:



Anexos 5. fotografías

Fotografía 1: Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa.



Fuente: Captura realizada por Luis David Junior Cetino Marroquín.

Fotografía 2: Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa.



Fuente: Captura realizada por Luis David Junior Cetino Marroquín.

Fotografía 3: Recopilación de datos en Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa.



Fuente: Captura realizada por Luis David Junior Cetino Marroquín.

Fotografía 4: Recopilación de datos en Escuela Oficial Rural Mixta aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa.



Fuente: Captura realizada por Luis David Junior Cetino Marroquín.

Fotografía 5: Recopilación de datos y reconocimiento de la fuente de abastecimiento de la aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa.



Fuente: Captura realizada por Luis David Junior Cetino Marroquín.

Fotografía 7: Recopilación de datos y reconocimiento de la fuente de abastecimiento de la aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa.



Fuente: Captura realizada por Luis David Junior Cetino Marroquín.

