

Dany Daniel Milián Juárez

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE AGUA
POTABLE PARA ALDEA CHIRRAXQUEN, COBÁN, ALTA VERAPAZ.



Asesor(a) General Metodológico(a):
Ingeniero Agrónomo Juan Pablo Gramajo Pineda

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, diciembre de 2022

Informe final de graduación.

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE AGUA
POTABLE PARA ALDEA CHIRRAXQUEN, COBÁN, ALTA VERAPAZ.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Dany Daniel Milián Juárez

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, diciembre de 2022

Informe final de graduación.

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE AGUA
POTABLE PARA ALDEA CHIRRAXQUEN, COBÁN, ALTA VERAPAZ.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretaria de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, diciembre de 2022

Esta tesis fue presentada por el autor,
previo a obtener el título universitario de
Licenciatura en Ingeniería Civil con
Énfasis en Construcciones Rurales.

Prólogo

La aldea Chirraxquen se encuentra ubicada en el municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz, cuenta con fauna y flora propia de la región. Su tierra es productiva para el cultivo de hortalizas y principalmente de café, el cual es cultivado y comercializado a nivel nacional.

Las tierras de este pequeño espacio geográfico se alimentan del agua de las vertientes que corren a través del río Cahabón, de donde se aprovechan los riachuelos de alrededor para riegos, animales, aseo del hogar, higiene personal e incluso consumo humano.

El problema de deficiente abastecimiento de agua potable es uno de los problemas principales que afectan a las familias en general, todos los integrantes sin importar la edad, necesitan agua limpia para su consumo y el uso en sus diferentes formas. Con el paso de los años los hogares que no tienen el servicio de agua potable van en aumento, debido al crecimiento demográfico.

Los jefes de hogar de aldea Chirraxquen, han tomado como medidas para la recolección de agua: guardar agua de lluvia y traslado de agua desde la orilla del río hasta los hogares; sin embargo, para el consumo humano no es recomendable ingerir este tipo de líquido, debido a la alta contaminación que puede existir. Lo recomendable es por lo menos hervir el agua antes de beberla, también se sugiere la utilización de una pequeña dosis de cloro, agua filtrada o que se obtenga agua potable.

En este proyecto de tesis se propone el diseño y construcción de un sistema de agua potable que provea a los hogares de la aldea en mención agua potable entubada, en cada temporada del año, útil para la higiene personal, aseo del hogar, para los animales domésticos y de granja, para las plantas y principalmente para el consumo humano.

Presentación

El presente documento de investigación de tesis, se ha generado con el objetivo de plantear una solución viable al problema que presentan los vecinos de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, el cual se trata del deficiente abastecimiento de agua potable en la aldea. Para conocer el escenario completo se investigó cada tema entorno a la problemática, derivado de ello, se conoce la opinión de los vecinos y las medidas que toman para erradicar las consecuencias provocadas por la falta de agua potable.

Los métodos utilizados para comprobar la hipótesis planteada son: boletas de investigación dirigidas a una muestra del total de los jefes de hogar en la aldea, resultados que dieron a conocer los problemas causados por el consumo de agua contaminada; censo entre los integrantes del Consejo Municipal, Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) y Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE) para conocer la postura frente a la decisión de inversión en este tipo de proyectos.

Las conclusiones y recomendaciones planteadas directamente radican de la investigación de campo y el conocimiento teórico que se tiene del tema, aportan soluciones funcionales y al alcance de los interesados para mejorar su estilo y calidad de vida, todo con el objetivo de reducir los hogares sin el servicio de agua potable y los índices de enfermedades a causa del consumo de agua contaminada.

Las herramientas utilizadas para cada método, tanto cualitativo como cuantitativo, están descritas y detalladas en los anexos del Tomo I de este documento, lo que respalda a la investigación presentada. También se presentan gráficas, cuadros e ilustraciones para comprender mejor la problemática presentada y que el contenido le muestre la realidad de los habitantes en mención.

INDICE GENERAL

I.INTRODUCCIÓN	1
I.1. Planteamiento del problema.....	3
I.2. Hipótesis	4
I.3. Objetivos.....	4
I.3.3. Objetivo General.....	4
I.3.4. Objetivo Específico.....	4
I.4. Justificación	5
I.5. Metodología.....	7
I.5.1 Métodos	7
I.5.2 Técnicas	10
II. MARCO TEÓRICO	12
III.COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	88
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
IV.1. Conclusiones	99
IV.2. Recomendaciones	101
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

No.	Contenido	Página
1	Disponibilidad del agua.....	14
2	Política nacional de agua potable y saneamiento básico rural Colombia.....	33
3	Escalera para los servicios de agua potable doméstica.....	38
4	Efectos de los principales tratamientos sobre la calidad del agua.....	42
5	Escalera para los servicios de agua potable doméstica.....	42
6	Ejemplos de métricas para sistemas de agua y abastecimiento.....	44
7	Líneas de conducción.....	53
8	Bombeo de agua motorizado.....	59
9	Indicaciones de estrategias generales para manejar el recurso hídrico en función de las condiciones climáticas dominantes.....	64
10	Jefes de hogar que tienen acceso al agua potable en su hogar.....	89
11	Jefes de hogar que conocen a que se debe el incremento de hogares sin acceso al agua potable.....	90
12	Tiempo que llevan los jefes de hogar sin acceso al agua potable.....	91
13	Jefes de hogar que consideran que el actual sistema de distribución que existe en la aldea solucionará el incremento de hogares sin acceso al agua potable.....	92
14	Jefes de hogar que conocen sobre alguna propuesta por parte de las autoridades locales para abastecer a todos del vital líquido.....	93
15	Integrantes que cuentan con el proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable para la aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.....	94

16	Integrantes que consideran necesaria la construcción del sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.....	95
17	Integrantes que tienen como prioridad la ejecución de la construcción de un sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.....	96
18	Integrantes que contemplan dentro de su planificación, la construcción de un sistema de agua potable para la aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.....	97
19	Integrantes que apoyarían el proyecto de diseño y construcción del sistema de agua potable para la aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.....	98

INDICE DE GRÁFICAS

No.	Contenido	Página
1	Jefes de hogar que tienen acceso al agua potable en su hogar	89
2	Jefes de hogar que conocen a que se debe el incremento de hogares sin acceso al agua potable	90
3	Tiempo que llevan los jefes de hogar sin acceso al agua potable	91
4	Jefes de hogar que consideran que el actual sistema de distribución que existe en la aldea solucionará el incremento de hogares sin acceso al agua potable	92
5	Jefes de hogar que conocen sobre alguna propuesta por parte de las autoridades locales para abastecer a todos del vital líquido	93
6	Integrantes que cuentan con el proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable para la aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz	94
7	Integrantes que consideran necesaria la construcción del sistema de agua potable	95
8	Integrantes que tienen como prioridad la ejecución de la construcción de un sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.....	96
9	Integrantes que contemplan dentro de su planificación, la construcción de un sistema de agua potable para la aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz	97
10	Integrantes que apoyarían el proyecto de diseño y construcción del sistema de agua potable para la aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.....	98

INDICE DE IMÁGENES

No.	Contenido	Página
1	Inundaciones en Alta Verapaz durante la tormenta tropical ETA ...	15
2	Erupción del volcán de Fuego en Guatemala	16
3	Efectos de la sequía 2015, en San José el Golfo, Guatemala	17
4	¿De qué fuente obtiene agua la población de Guatemala?	19
5	Proyecto WASH ONG en Guatemala	20
6	Aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz	22
7	Agua en Guatemala	26
8	Sobre población en el casco semiurbano de la Ciudad de Guatemala	28
9	Escases de agua potable en aldeas de Guatemala	29
10	Distribución de agua segura	31
11	Rehabilitación de Sistema de Agua Potable en la Comunidad de Chicoj, Cobán, Alta Verapaz	35
12	Rehabilitación de Sistema de Agua Potable en la Comunidad de Samac, Cobán, Alta Verapaz	36
13	Esquema general del Árbol de Toma de Decisiones	45
14	¿Sabes cómo desinfectar el agua con cloro?	48
15	Tuberías en línea de conducción por gravedad.	50
16	Planta de tratamiento “Joya del Mora” es inaugurada en aldea el Pajón, Santa Catarina Pinula, Guatemala	54
17	Aforo por vadeo	56
18	Aforo por suspensión	57
19	Depósito de agua construido en la parte norte de la aldea Xecotoj, San Andrés Semetabaj	58
20	Sistema de abastecimiento de agua potable	61
21	¿Cuánta agua consumimos?	63
22	Acuíferos y pozos	68

23	Tubería al aire	69
24	El acceso al agua y saneamiento es un Derecho Humano	73
25	Modelo de gestión de servicios públicos municipales.....	78
26	Certificado de la calidad del agua.....	79
27	Proyectos e Iniciativas de Ley de Aguas en Guatemala	85
21	Tubería al aire	67
22	Proyectos e Iniciativas de Ley de Aguas en Guatemala	78

INDICE DE MAPAS

No.	Contenido	Página
1	Disponibilidad del agua.....	13
2	Ubicación de la Aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.....	21
3	Mapa de Guatemala con estadísticas INE.....	34
4	Mapa de cuencas y ríos de Guatemala	75

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo principal proponer una solución al problema identificado en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz; el cual consiste en el deficiente abastecimiento de agua potable.

Para encontrar una solución viable se realizó trabajo de campo, de donde se obtienen resultados reales de una muestra cuantitativa, y se determinó la cantidad de personas que necesitan el servicio de agua entubada.

De igual forma se realizó un censo con las autoridades municipales, Dirección Municipal de Planificación (DMP), Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) y Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE) para analizar la posibilidad de implementar dicho proyecto en un futuro a corto plazo, debido a que la cantidad de familias sin el servicio de agua potable continua en aumento.

Gracias a la investigación metodológica realizada, se entiende que una persona no puede tener una vida digna sin agua limpia para su consumo y para utilizarla en las actividades regulares, como lo son para limpieza e higiene personal y en el hogar, en la agricultura, para la crianza de animales de consumo y la subsistencia de animales de compañía, el agua potable es necesaria para generar un ambiente sano.

Se demuestra que la implementación del proyecto propuesto logrará minimizar el impacto que tiene el deficiente abastecimiento de agua potable frente al crecimiento demográfico, mejorará el estilo de vida de los jefes de hogar de la aldea, tendrán a su disposición agua limpia lo cual garantiza una vida sana y mayor producción agrícola.

El informe de está compuesto por dos tomos, en el Tomo I se incluye: prólogo, presentación e índices. Los capítulos siguientes están conformados por: Capítulo I: Contiene introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivo general y

objetivo específico, justificación, metodología conformada por métodos y técnicas utilizadas tanto para la formulación como para la comprobación de la hipótesis.

Capítulo II: Contiene el marco teórico y comprende los siguientes temas: Agua potable, importancia de tener acceso al agua potable, consecuencias del mal uso del agua, hogares sin acceso al agua potable, abastecimiento del agua potable, funcionamiento de sistemas del agua potable, diseño y construcción de sistemas de agua potable, legislación vigente.

Capítulo III: Contiene comprobación de la hipótesis, se incluyen cuadros y gráficas con la información tomada en campo relacionada con las variables dependiente “Y” e independiente “X”, cada uno con su respectivo análisis.

Capítulo IV: Contiene conclusiones y recomendación del capítulo III, y por último se encuentran la bibliografía y los anexos más importantes para respaldar el informe.

El tomo II contiene dos capítulos, el Capítulo I: Contiene un resumen del Tomo I, incluye el prólogo, presentación, una descripción de introducción, planteamiento del problema, hipótesis y objetivos, justificación, metodología utilizada y propuesta de solución la cual es una síntesis de los resultados.

Los resultados son 3: Resultado 1: Se cuenta con la unidad ejecutora Consejo comunitario de desarrollo (COCODE). Resultado 2: Se dispone del proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable en Aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz. Resultado 3: Se formula el programa de concientización para los jefes de hogar.

Al final del documento se incluye conclusión, recomendación y anexos que son la propuesta para solucionar la problemática y la matriz de estructura lógica.

I.1. Planteamiento del problema

El planteamiento del problema está conformado por el efecto o variable dependiente, el problema central y la causa o variable independiente.

Con el paso de los años, el número de familias va en aumento en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, y el resultado que se obtiene es el incremento de hogares sin acceso al agua potable, ocasionado por el mismo crecimiento demográfico.

En la actualidad el problema que ocasiona el efecto anterior es el deficiente abastecimiento de agua potable, lo cual limita el acceso a agua entubada para consumo humano, de animales y riego de los cultivos de las familias que habitan en la aldea y ocasiona que los jefes de hogar para poder tener agua para su uso diario, recolecten agua de lluvia, extraen agua del río de forma manual, lo cual representa demasiado tiempo y esfuerzo para las amas de casa que son quienes por costumbre local realizan esta tarea en el hogar.

Sin mencionar que el deficiente abastecimiento de agua potable también puede impactar en la salud de las personas, debido al consumo de agua contaminada y las malas prácticas de higiene desencadenadas por la costumbre y la necesidad de satisfacerse de agua sin importar su procedencia.

La causa del problema que enfrentan los jefes de familia de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, consiste en la carencia de proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable.

Las personas que viven en la aldea necesitan con urgencia se resuelva el problema de desabastecimiento de agua potable y mejorar con ello en aspectos de economía, salud, educación, equidad de género, desnutrición y mortandad de personas a causa de este problema.

I.2. Hipótesis

La hipótesis es una suposición que sirve de base para iniciar una investigación y en este documento, la suposición radica del conocimiento de las variables dependiente e independiente más el problema planteado.

Hipótesis Causal

“El incremento de hogares sin acceso al agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, en los últimos cinco años, por el deficiente abastecimiento, es debido a la carencia de proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable”.

Hipótesis Interrogante

¿Será la carencia de proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz; por el deficiente abastecimiento de agua potable en aldea la causante del incremento de hogares sin acceso al agua potable, en los últimos cinco años?

I.3. Objetivos

Parte de la propuesta de solución del problema integra los objetivos general y específico con el propósito de darle un sentido a la investigación, de esta forma contribuye a encontrar el rumbo hacia donde se desea llevar la problemática y crear una solución viable.

I.3.1 Objetivo General

Disminuir la cantidad hogares sin acceso al agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

I.3.2 Objetivo Específico

Mejorar el abastecimiento de agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

I.4. Justificación

El Estado de la República de Guatemala, tiene la obligación de procurar que sus habitantes cuenten con los servicios básicos para su sobrevivencia y buena calidad de vida, es por ello que para la elaboración de la presente tesis se ha tomado en cuenta a los integrantes de la Municipalidad de Cobán para recabar datos significativos respecto a la prioridad que se les da a los proyectos de agua potable en el municipio y sus alrededores. También se han tomado en cuenta los jefes de hogar de la aldea para conocer la situación y el nivel de necesidad que tienen al prescindir de dicho servicio.

El proyecto tiene como principal objetivo satisfacer la necesidad de agua potable para los jefes de hogar y así mejorar las condiciones de vida y la salud.

Se evidencia a través de la proyección con la ecuación lineal que, en los próximos cinco años de no realizar el proyecto propuesto, se tendrá un incremento constante anual de los hogares sin abastecimiento de agua potable, esto derivado del crecimiento demográfico y de la migración de las familias a orillas de la aldea, donde se crean espacios sobre habitados.

La proyección de familias afectadas por el desabastecimiento de agua potable para el año 2022 es de 453 familias, para el año 2023 es de 540 familias, para el año 2024, es de 627, para el año 2025 es de 713 y para el quinto año proyectado que es 2026, es de 800 familias afectadas.

Mientras que con el estudio que se realizó de los pasados cinco años a través del coeficiente de correlación también se evidencia lo mismo. Los hogares van en aumento progresivamente, y esto ocasiona mayor insatisfacción por falta del servicio básico de agua potable, donde principalmente las mujeres son las encargadas de ir a traer agua al río de forma manual lo cual crea desequilibrios en la salud tanto física como mental.

El análisis y la proyección de los datos en caso se realizara el proyecto se verían afectados igualmente por el crecimiento demográfico, de tal forma que las familias a quienes se les beneficie con el servicio de abastecimiento de agua potable, ya no entran en el listado de hogares sin acceso al agua potable, pero quienes si entran son las nuevas familias porque el proyecto no cubre hogares que aún no están establecidos dentro de la extensión geográfica de la aldea hasta el momento en que se realiza esta proyección.

La proyección se presenta de la siguiente forma: para el año 2022 el número de familias que presentan desabastecimiento de agua potable es de 19, para el año 2023 es de 20 familias, para el año 2024, es de 21, para el año 2025 es de 22 y para el quinto año proyectado que es 2026, es de 23 familias afectadas.

Es importante hacer estos análisis a través de métodos científicos para confirmar la información que se tiene del efecto y poder tomar decisiones futuras que puedan mejorar la calidad y el estilo de vida de los jefes de hogar de la aldea.

Si bien es cierto ya existen otro tipo de servicios, como luz eléctrica, escuela, centro de salud, iglesias y campo para hacer deportes; esto da una pauta de la urgencia y necesidad que hace indispensable contar con agua limpia y entubada para el consumo y para su utilización en las diferentes actividades que se desarrollan con las familias ubicadas dentro del perímetro rural de la aldea, se toma en cuenta que sus habitantes son de diferentes edades y diferentes necesidades a la vez.

El ideal encontrado a través de estos análisis es lograr que los jefes de hogar que actualmente habitan en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, sufragen la necesidad de agua potable con la implementación de este proyecto, se habla entonces de 378 jefes de hogar beneficiados, que tendrán un impacto positivo y un cambio transformacional con sus hábitos de higiene y salud.

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 y análisis.

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 aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

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

a) Observación directa.

Esta técnica se utilizó directamente en la aldea con los jefes de hogar, a cuyo efecto, se observó la forma en como recolectan agua y de qué forma satisfacen la necesidad básica del consumo de la misma, se observa que es una gran cantidad de jefes de hogar que comparten técnicas que les ayudan a facilitar la actividad.

b) 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 la temática citada.

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.

c) Entrevista.

Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a los jefes de hogar, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Ya con una visión más clara sobre la problemática que aqueja a los jefes de hogar de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz y 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 se pudo definir el área de trabajo idóneo para implementar una solución viable y que reduzca la problemática, también se determinó el tiempo para desarrollar la investigación.

Para determinar los temas que involucran al problema, la propuesta y la evaluación de la propuesta se utilizó el modelo de investigación y proyectos “Dominó”, el cual con los datos que proporciona contribuye con la formulación de la hipótesis, los verificadores, indicadores y cooperantes, además de los resultados propuestos.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “El incremento de hogares sin acceso al agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, en los últimos cinco años, por el deficiente abastecimiento, es debido a la carencia de proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable.”

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:

a) 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, se estableció utilizar el cálculo de la muestra finita con un 90% de confianza y 9.5% de margen de error para la variable dependiente donde el grupo objetivo los 378 jefes de hogar, sin

embargo, no se encuestó al total de los jefes de hogar porque el parámetro utilizado es de 35 como máximo para realizar un censo, de manera que la muestra de los jefes de hogar encuestados es de 70.

Mientras que, para la variable independiente se realizó un censo debido que únicamente eran los 16 integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Consejo Municipal de Cobán, Alta Verapaz. 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

I.5.2 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, las fichas bibliográficas, el coeficiente de correlación y la

ecuación de línea recta; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, para la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista, que sirvió de instrumento para recabar información sobre los jefes de hogar de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz y el censo que se aplicó para adquirir información de los miembros del Consejo de la Municipalidad de Cobán, donde las boletas a entregar para la investigación no sobrepasan las 35.

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.

En la investigación el coeficiente de correlación se refiere a la relación que existe entre las variables dependiente e independiente, que para esta investigación la variable dependiente es el “Incremento de hogares sin acceso al agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz” mientras que la variable independiente es la “Carencia de proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz”, la relación entre ambas es igual a 0.976, dato que se obtiene luego del cálculo y el análisis entre el año uno, donde los jefes de hogar sin acceso al agua potable eran 50 y entre el año cinco, donde los jefes de hogar ascendieron a 378.

Para proyectar la dependencia lineal de las dos variables que son objeto de estudio, es decir, los años estudiados y el número de jefes de hogar afectados por el desabastecimiento de agua potable, se utiliza la ecuación de línea recta donde se evidencia que con proyecto se tendrá una reducción impresionante desde el primer año, al descender a 19 jefes de hogar sin abastecimiento de agua potable.

II. MARCO TEÓRICO

II.1. Agua Potable

Guatemala es un país lleno de riquezas naturales, tanto en flora, fauna y principalmente en recurso hídrico; se cuenta con áreas geográficas que presentan mayor humedad y otras que son de clima árido, todo en un espacio relativamente pequeño como lo es el territorio nacional, sin embargo, aunque la superficie terrestre se vea árida, es posible encontrar corrientes de agua dulce cerca.

Si bien es cierto, en Guatemala se encuentra abundante agua en estado líquido, no toda es apta para el consumo humano, debido al nivel de contaminación que se genera día con día por las actividades humanas.

El país cuenta con tres vertientes principales de agua de las que se abastece, las cuales se describen a continuación:

a) Vertiente del Golfo de México.

Es la vertiente más grande del territorio guatemalteco y contiene más del 40% de agua de todo el territorio nacional, lo cual beneficia a más o menos el 18% del total de jefes de hogar, esto debido a que la densidad poblacional en el norte del país es baja, se concentran más las reservas naturales y la flora y fauna silvestre, por lo que este paso acuífero alimenta a este sector.

b) Vertiente del Mar Caribe.

Es más pequeña que la vertiente anterior y abastece a una parte de la ciudad metropolitana y a los departamentos de El Progreso, Izabal, San Marcos, Alta Verapaz y en general a las áreas afectadas por el corredor seco; esta vertiente recibe aguas residuales y contaminantes los cuales llegan al mar.

Las tres vertientes descritas demuestran que se cubre de agua una extensa área de la superficie terrestre en el territorio nacional y que es capaz de proveer 2,645 millones de metros cúbicos a nivel nacional incluso en el mes más seco, según el cuadro que se presenta a continuación:

Cuadro 1. Disponibilidad del agua.

Disponibilidad del Agua								
VERTIENTES	ÁREA (KM2)	%ÁREA	POBLACIÓN	HAB./10M2	VOLUMEN ANUAL (MILLONES DE M3)	L/H/DI*	VOLUMEN MENSUAL MES MÁS SECO (MILLONES M3)	L/H/DI*
Totales	108,889	100.0%	15,920,000	1462	97,119.84	10,714.00	2,645	5,537
Océano Pacífico	23,990	22.0%	8,358,000	348.4	22,973.03	7,530.00	755	3,012
Mar Caribe	34,259	31.5%	4,887,440	142.7	33,224.75	18,025.00	847	5,774
Golfo de México	50,640	46.5%	2,674,560	52.8	40,922.06	41,919.00	1,043	12,995

Nota: Elaboración licenciado Julio Toledo para tesis de Economía, actualizada con datos de población al 2015, basado en Global Water Partnership Centro América (2017) y Segeplan (2006).

Fuente: Municipios Eficientes, 2021

En Guatemala se encuentran las condiciones naturales favorables para satisfacer la demanda de agua a nivel nacional, el inconveniente es que no se cuentan con los sistemas adecuados y plantas de tratamiento para distribuir agua de calidad y que sea apta para el consumo humano.

El agua potable es un recurso indispensable para preservar la vida del ser humano y sus acciones de subsistencia; es un recurso limitado y de gran valor, el cual es cada día más escaso debido al mal uso que se le da y a las condiciones climáticas que nuestro país presenta.

“En América Latina y el Caribe, el desempeño de los sistemas de agua y saneamiento puede verse afectado por interrupciones debido principalmente a

sismos, eventos volcánicos e inundaciones. (...) Igualmente, los eventos volcánicos pueden afectar los servicios de agua y abastecimiento mediante flujos piroclásticos y ceniza sobre infraestructura clave.” (Homero Paltán, 2020, pág. 7)

En los últimos años Guatemala se ha visto afectada por varios fenómenos naturales que no solo por su naturaleza afecta a los pobladores, sino que también las consecuencias secundarias acarrear el desabastecimiento de agua potable a los poblados.

Las inundaciones extremas han dejado municipios y aldeas incomunicadas, hogares destruidos, pobreza, enfermedades, desnutrición y exceso de agua contaminada, la cual no es apta para el consumo humano, sin embargo, muchas personas la han consumido debido a la necesidad de hidratarse, lo que en muchas ocasiones los ha llevado a enfermedades mortales.

Imagen 1. Inundaciones en Alta Verapaz durante la tormenta tropical ETA.



Fuente: Plaza Pública, 2020.

Las erupciones volcánicas pasadas dejaron comunidades afectadas debido a la severidad del fenómeno natural lo que provoca daños severos a la infraestructura de agua potable y evita el abastecimiento del mismo.

Imagen 2. Erupción del volcán de Fuego en Guatemala.



Fuente: BBC News, 2018.

Las sequías en época de verano también afectan a la población, debido a que el agua potable se hace más escasa y se debe privar a las personas del líquido interrumpidamente para que a todos los lugares llegue y no llegue a terminarse por completo, sino que todos tengan acceso y le den el uso adecuado.

“Por otra parte, estudios indican que Centroamérica es considerada una de las regiones más vulnerables al cambio climático como resultado de una reducción en precipitación e incrementos en temperaturas. Esto se espera que provoque no solo épocas secas más intensas, sino también pérdidas anuales importantes en el agua total disponible.” (Homero Paltán, 2020, pág. 14)

Imagen 3. Efectos de la sequía 2015, en San José el Golfo, Guatemala.



Fuente: Entremundos, 2015

El cambio climático afecta directamente a Guatemala, y a todos los países del tercer mundo, debido a que la infraestructura y las vías de acceso a las comunidades más lejanas se dificulta; incluso los cauces fluviales y mantos acuosos se contaminan con el exceso de precipitación lo que provoca en los lugares costeros mareas altas y salinidad de las corrientes de agua dulce.

“En Guatemala, el acceso al agua se ve limitado por factores como el aumento en la demanda, la reducción de caudales, la contaminación de las fuentes como consecuencia de actividades productivas que se realizan sin planes reguladores urbanos o de manejo de cuenca, la falta de infraestructura hidráulica, la ausencia de una legislación específica que regule el uso y aprovechamiento sostenible y una cultura de desperdicio y sobreexplotación de las fuentes.” (Lara, 2020)

“Además, Guatemala se ubica en una de las regiones más expuestas a los efectos adversos del cambio climático, que ocasiona períodos más cortos de lluvias, inundaciones, sequías y variación en las temperaturas promedio.” (Lara, 2020)

“El estrés hídrico (demanda superior a la disponibilidad del recurso) tiene un impacto más fuerte en el Corredor Seco Centroamericano, donde se concentra buena parte de la población y se realizan actividades agropecuarias.” (Lara, 2020)

“El Corredor inicia en el sur de México, se desplaza por el oriente de Guatemala, El Salvador, el sur de Honduras y el occidente de Nicaragua y Costa Rica.” (Lara, 2020)

A pesar que en los últimos años se ha logrado llegar a más aldeas y comunidades con un sistema de agua potable mediante programas de apoyo social, aún falta mucho por trabajar, la demografía sigue en crecimiento y se abarca cada vez más territorio boscoso, de forma que se reducen las oportunidades de preservar los recursos naturales.

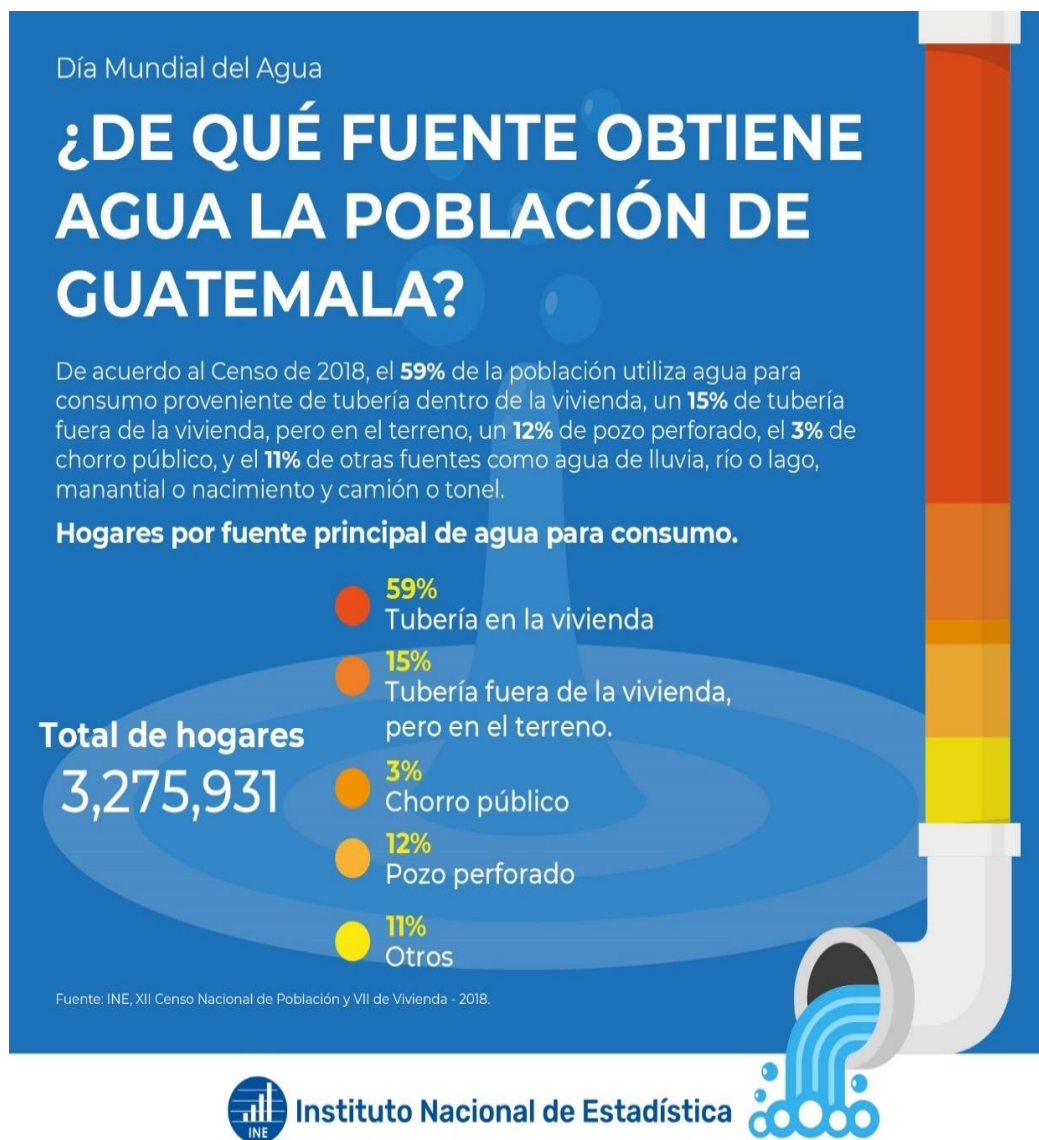
Según el censo realizado en el año 2018, brinda la información siguiente:

Más del 50% de la población obtiene agua para consumo a través de tubería dentro de la vivienda, un 15% la recauda a través de un chorro fuera de la vivienda, pero dentro del predio o terreno, un 12% de un pozo perforado, el 3% de un chorro público y el 11% que en realidad es un gran número, recauda agua de fuentes como ríos, lagos, manantiales, nacimientos de agua, del agua de la lluvia, de camión o de tonel.

Incluso el agua potable ha cambiado la vida a muchas familias y principalmente a mujeres y niñas guatemaltecas. Debido a la cultura guatemalteca, en las regiones

rurales se le atribuye a la mujer ser la encargada de proporcionar el líquido para consumo de la familia en general, es por ello que accedían a invertir hasta seis horas al día en el acarreo de agua para uso doméstico, para los animales y de consumo para un día; sin embargo, cuando en la comunidad existe un sistema de agua potable todo cambia, se tiene más tiempo para la familia.

Imagen 4. ¿De qué fuente obtiene agua la población de Guatemala?



Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2018

Imagen 5. Proyecto WASH ONG en Guatemala.



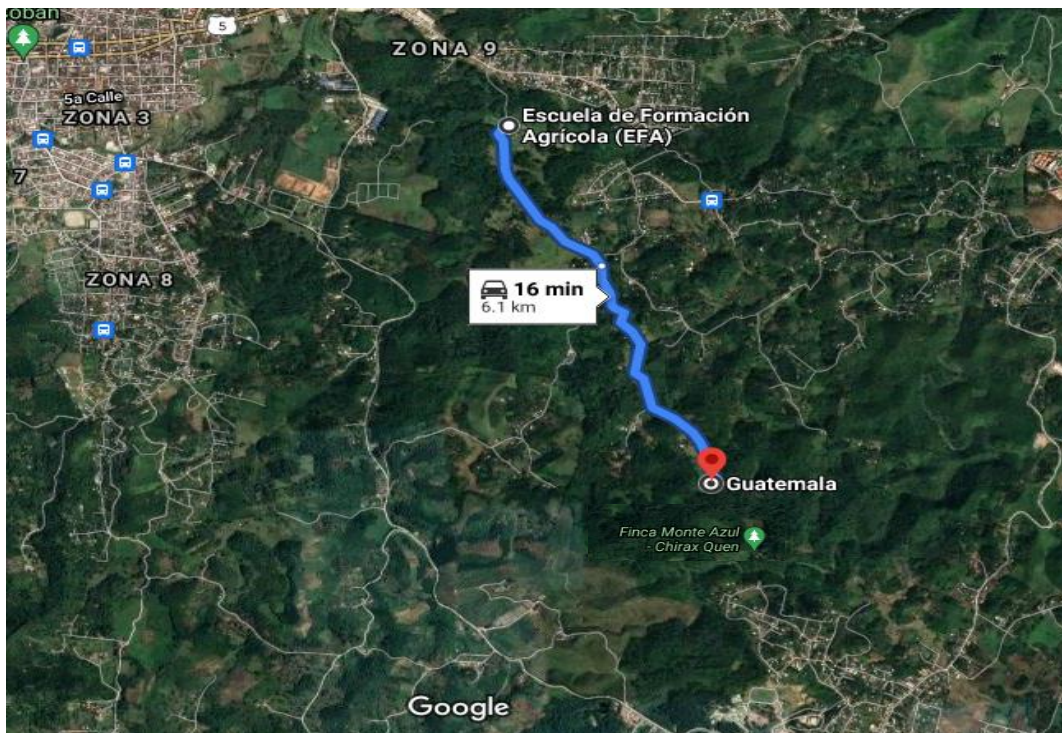
Fuente: Mercy Corps Guatemala, 2020

Información de localización de la aldea que es efecto de estudio para el presente plan de diseño y construcción de un sistema de agua potable:

En el mapa 2 puede observarse el camino más corto para llegar a la aldea con paso vehicular, como anteriormente se menciona, existen veredas que se pueden tomar a pie y que simplifican el recorrido, sin embargo, se prevé el mejoramiento de la carretera, lo que permite aumentar el desarrollo de la comunidad.

No se tienen datos históricos de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, Guatemala porque es de reciente creación y sus inicios no están bien definidos como muchos otros lugares de nuestro departamento.

Mapa 2. Ubicación de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.



Fuente: Google Maps, 2021

La aldea situada en la Micro Región IV periurbano Este, de la zona 9 de Cobán, Alta Verapaz a tres kilómetros del centro de la ciudad de Cobán, con un total de 378 jefes de hogar, agricultores y reflejan sus ancestros mayas queqchies.

Según los vecinos, lo que hoy se conoce como aldea Chirraxquen, formaba parte de la Finca Monte Azul – Chirrax Quen está ubicada en una porción central periurbano limita al norte con la Escuela de Formación Agrícola (EFA), al sur Aldea Sacanilla, al este vivero del MAGA, al oeste Caserío Chibulbuth, Caserío Quebrada Nacimiento Sarocja y donde comienza la finca que quedó.

La finca posee una casa patronal y amplia biodiversidad de flora y fauna propia de la región, se dedica en una parte a la producción de té negro orgánico, maíz y hortalizas;

situándose a un costado de un afluente del Rio Cahabón que a su paso deja la ventaja de poder aprovechar sus aguas.

Para la fecha tres de abril del año dos mil uno, se forma el comité pre mejoramiento Aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, y para esta época se iniciaron acercamiento a instituciones y entrega de solicitudes para un mejor desarrollo de la comunidad principal de carretera y puente ya que el acceso en la comunidad se hacía en veredas.

Después de darle seguimiento a las solicitudes para el año dos mil quince se construye la vía de acceso para la carretera de un solo carril, construcción de un puente vehicular, construcción de campo de futbol y construcción de Escuela Oficial Rural Mixta atendida por cinco docentes, la cual satisface la necesidad de todas las familias que habitan en la aldea para facilitar el derecho a la educación de los niños y niñas.

En la comunidad se empiezan a construir casas formales de block, habitaciones formales de madera y algunas casas informales, no se cuenta aún con el vital líquido entubado, aunque ya existe solicitud sin respuesta respecto al agua potable y el bacheo de la carretera, porque se encuentra en malas condiciones.

Imagen 6. Aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.



Fuente: VYMaps, 2016

II.2. Importancia de tener acceso al agua potable.

“El ser humano necesita disponer de agua de una cierta calidad y en un momento y lugar determinados. Para ello desde siempre ha ideado y perfeccionado una serie de sistemas que conforman el ciclo integral del agua, que comprende varios procesos.” (González González, 2015, pág. 21)

Existen varias formas para obtener agua de uso humano, encontramos la recaudación de agua de lluvia a través de tuberías instaladas en el techo o con valdes que sencillamente se llenan con las precipitaciones, de los manantiales, de los ríos, de pozos profundos, de lagunas o reservas naturales, entre otras.

Los usos que generalmente se le da es para riego, para consumo humano, para higiene, para lavar diferentes objetos o para proveer a los animales de compañía y para animales de corral.

“Cuando el agua es estrictamente para consumo humano, necesita un tratamiento especial, el cual asegura que ha quedado libre de parásitos, bacterias, suciedad, sedimentos y microorganismos que pueden ser dañinos para la salud humana.” (Sanchez Sainz-Trapaga, 2018, pág. 59)

“Los desafíos que implica la cobertura del servicio del agua se incrementan al tener en cuenta la calidad del propio servicio, que es un aspecto esencial de los nuevos Objetivos de Desarrollo Sostenible y de la declaración del agua y saneamiento contemplados como derechos humanos, desde 2015 como derechos independientes pero vinculados.” (Sanchez Sainz-Trapaga, 2018, pág. 59)

Dichos desafíos no solo se dan en países desarrollados, realmente se observan mucho más marcados en países en vías de desarrollo como Guatemala, donde los recursos existen, pero no son bien aprovechados.

“Los déficits de cobertura de los servicios evidencian sólo una parte de los problemas del sector de agua potable y saneamiento de Guatemala. Otro aspecto relevante es la calidad de los servicios que se suministran, cuyos niveles son altamente deficitarios” (RASGUA, 2007; SEGEPLAN, 2008; Samper Rodríguez, 2008).

“Si bien existen importantes diferencias entre las entidades prestadoras (por ejemplo, la calidad del servicio sería mejor en el caso de EMPAGUA en comparación con el resto del sector), estos problemas son generalizados en todo el país.” (Samper Rodríguez, 2008).

“Uno de los problemas de mayor importancia respecto de la calidad de la prestación se refiere a las condiciones físico-químicas del agua. Se estima que sólo el 15% del agua abastecida por los sistemas de red es desinfectada previamente de acuerdo con los parámetros mínimos que sobre el particular exigen las normas, y que sólo el 25% de los municipios cuenta con algún sistema de desinfección, desconociéndose el estado de funcionamiento de los mismos” (Samper Rodríguez, 2008).

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), a través del Sistema Integral de Atención en Salud (SIAS), cuenta con un cuerpo de inspectores que entre otras tareas realizan el control de calidad del agua suministrada. Sin embargo, la escasez de recursos y la débil capacidad de sanción han llevado a que el sistema prácticamente carezca de efectividad.” (Lentini, 2020, pág. 14)

La mala administración financiera del Estado, la gobernabilidad y mal aprovechamiento de los afluentes, el exceso de agua contaminada, el mal manejo de los residuos sólidos, lugares donde no llega el agua potable y lugares donde hay exceso de agua de mala calidad a causa del cambio climático son algunos de los problemas que presenta nuestro país.

A pesar de que se privilegia la atención al desarrollo de la infraestructura hídrica en las ciudades latinoamericanas, los déficits en la provisión de servicios de agua potable y saneamiento básico en el medio rural no pueden ser ignorados.

“En estas zonas los indicadores de desempeño son claramente inferiores a los del sector urbano, pues actualmente 21 millones de habitantes rurales aún carecen de acceso a fuentes de agua potable y 46 millones todavía no disponen de instalaciones de saneamiento mejorado.” (Sanchez Sainz-Trapaga, 2018, pág. 79)

Y esta es una realidad palpable en Guatemala, donde el área rural no cuenta con un sistema de distribución de agua potable digno, el cual sea capaz de llevar al líquido hasta el último rincón; esto desencadena pobreza extrema, enfermedades, muertes humanas y cuantiosas pérdidas económicas, las cuales se ven reflejadas en el estilo de vida que llevan los habitantes de las zonas vulnerables, donde lo que hace falta son gestiones públicas para brindar los servicios mínimos aceptables.

La importancia que tiene el agua potable relacionada con la salud, es impactante, porque afecta directamente a todas las personas, pero mayormente a los menores de 5 años quienes aún no han desarrollado un sistema de defensa fortalecido, porque aunado a la falta de agua potable tampoco llevan una dieta balanceada y adquieren enfermedades crónicas que los pueden llevar a la desnutrición y muerte.

El agua potable relacionada con la educación, tiene gran impacto en la vida de las mujeres y niñas, quienes son las responsables en los hogares rurales de atender al resto de la familia, deben proveer de agua para el consumo y para preparar alimentos. Debido a que en muchos casos no se cuenta con agua entubada, ellas ocupan gran parte de su tiempo y esfuerzo físico para acarrear agua por lo cual dejan de lado sus propios intereses, como la educación, el bienestar personal, la salud, la oportunidad del trabajo remunerado y sus propios intereses.

Imagen 7. Agua en Guatemala.



Fuente: Fundación Azteca GT, 2019

Contar con un servicio de agua potable en casa también mejora la calidad de vida en cuanto al género se refiere, porque donde hay agua, hay más privacidad, menos violencia y acoso sexual, las mujeres velan por su propio bienestar e incluso logran la inserción en oportunidades laborales debido a que no deben dedicarle tanto tiempo a los quehaceres del hogar y principalmente a los relacionados con el agua potable.

El agua está íntimamente relacionada a la pobreza, donde no hay agua potable, existe analfabetización, desnutrición crónica, maltrato intrafamiliar y mayormente se desarrolla debido al origen étnico y en zonas rurales del país.

En definitiva, una persona sin acceso al agua potable, se ve limitada y expuesta a sufrir tanto física como mentalmente debido a las situaciones extremas a las que se enfrenta día a día, independientemente si se trata de un menor, una persona adulta o una persona de la tercera edad, aunque los más vulnerables son los niños y los ancianos, de quienes se debe tener cuidado especial en cuanto a la alimentación e higiene para evitar enfermedades que causen la muerte.

II.3. Consecuencias del mal uso del agua.

El agua es un elemento necesario para la vida y para cada una de las actividades humanas. Lo que no se sabe es que el agua no se encuentra en la naturaleza en su forma química pura, de lo contrario no podría existir vida en los cuerpos acuáticos debido a que en su forma química H₂O puede disolver la mayoría de compuestos; gracias al oxígeno disuelto se permite la vida acuática.

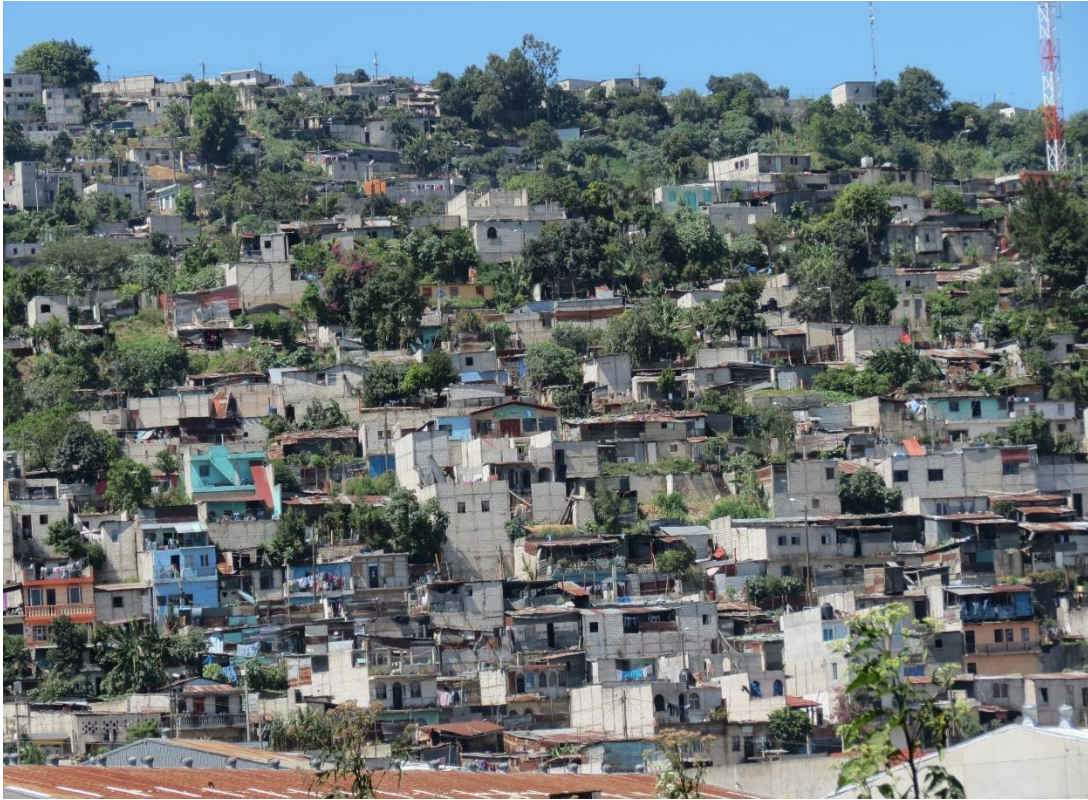
Pero esta propiedad de disolver compuestos extraños a ella es la que provoca serios problemas de contaminación: los desechos domésticos o industriales incorporados a las masas de agua llegan a hacerla inadecuada y hasta peligrosa para la vida.

“Conocer los límites de impurezas que para cada uso pueden aceptarse y estudiar la manera de eliminarlas es una tarea de higiene extremadamente importante para conservar los recursos acuáticos, así como tomar conciencia del daño que podemos causar, pues una vez contaminada, el costo de purificación del agua es muy alto.” (Guerrero Legarreta, 2010, pág. 128)

La explotación de los recursos naturales hace que sea imposible recuperar las cantidades enormes de agua que se pierden a lo largo de los años. En Guatemala no se cuenta con un sistema que regule el uso del agua potable ni mucho menos el tratamiento de aguas residuales que al mismo tiempo contaminan los mantos de agua de los cuales se extrae el agua para su distribución en los hogares.

Otro factor importante es el crecimiento demográfico en zonas específicas, lo que ocasiona sobrepoblación y limita el uso de los recursos que existen en las áreas urbanas, aunque en éstas si exista un sistema de distribución de agua potable, no es suficiente para sufragar la necesidad de las familias y el recurso que se utiliza no compensa el tiempo para su renovación, lo que provoca la escases y desabastecimiento de agua.

Imagen 8. Sobre población en el casco semiurbano de la Ciudad de Guatemala.



Fuente: BONFERT, 2016

A diferencia de las zonas rurales donde el agua es escasa y donde se ven afectados los sectores más vulnerables quienes son los niños lo que además de presentar desnutrición, también presentan enfermedades gastrointestinales debido al consumo de agua contaminada produciéndoles incluso hasta la muerte.

“De acuerdo a MSPAS (2007), al considerar dos causas de morbilidad infantil (enfermedad diarreica aguda y parasitismo intestinal), hubo 88 mil casos, lo que representa el 13% del total. De forma análoga, al tomar en cuenta tres causas de morbilidad de niños entre 1 y 4 años (enfermedad diarreica aguda, parasitismo intestinal y amebiasis intestinal) hubo 320 mil casos, lo que representa el 23% del total.” (Lentini, 2020, pág. 20)

Vale destacar que el síndrome diarreico agudo fue la segunda causa de morbilidad infantil (72 mil casos) y de morbilidad de niños entre 1 y 4 años (153 mil casos). Según RASGUA (2007), en el 2005, hubo 400 mil casos reportados con este diagnóstico y el sistema de salud atendió a más de medio millón de niños y niñas por enfermedades de transmisión hídrica.” (Lentini, 2020, pág. 20)

El cambio climático ha aumentado la escases del agua y afecta más a la población que se encuentra en pobreza extrema, estas personas son las que menos se pueden adaptar a los cambios debido a su condición económica y la falta de aplicabilidad de las leyes relacionadas al agua y la deficiente gestión de recursos provoca aún más la mala calidad de vida de los habitantes guatemaltecos.

Imagen 9. Escases de agua potable en aldeas de Guatemala.



Fuente: Guatevisión, 2018

“En Guatemala, los hogares cuando no tienen acceso al suministro por red, se abastecen por chorro público fuera del local (4% de la población del país), pozo (15,3%), camión o tonel (2,2%), río, lago o manantial (4,8%) y otro tipo (3%). En general, los hogares sin servicio deben incurrir en mayores costos para alcanzar un nivel de consumo equivalente a los hogares provistos por red domiciliaria. A manera ilustrativa, el costo por metro cúbico de abastecerse por camión o tonel es entre 10 y 20 veces más caro que el suministro por red. Entonces siempre consumen menos y de peor calidad.” (Lentini, 2020, pág. 23)

“En Guatemala, los hogares cuando no tienen acceso al suministro por red, se abastecen por chorro público fuera del local (4% de la población del país), pozo (15,3%), camión o tonel (2,2%), río, lago o manantial (4,8%) y otro tipo (3%). En general, los hogares sin servicio deben incurrir en mayores costos para alcanzar un nivel de consumo equivalente a los hogares provistos por red domiciliaria.” (Lentini, 2020, pág. 23)

Muchas familias incurren en gastos mayores para poder tratar el agua y eliminar contaminantes, por ejemplo: hervir el agua, utilizar cloro, utilización de filtros o bien compra de agua embotellada o en garrafones, compra de agua potable por cisterna lo cual se puede realizar si se cuenta con el conocimiento de la procedencia del agua y el recurso económico para evitar de alguna manera las enfermedades causadas por agua contaminada.

En conclusión, los seres humanos son los responsables número uno del cuidado y buen uso del agua, si se reducen las actividades que provocan su contaminación y se le tratamiento y un buen manejo a las aguas residuales, también puede mejorar el uso del agua en la agricultura, reducir la deforestación; todas estas actividades contribuyen en prevenir enfermedades y mortalidad a causa de la ingesta de agua contaminada y por supuesto, contribuyen a que todos los habitantes tengan acceso al agua limpia.

Si se cuida el recurso agua y se mejoran las prácticas de su uso a través de la educación y la concientización sobre las buenas prácticas con el uso del agua, se puede revertir el proceso de contaminación lo que provoca que los ecosistemas brinden las condiciones para tener una mejor calidad de vida, tanto en el presente como en el futuro.

II.4. Hogares sin acceso al agua potable.

El acceso al agua potable es un servicio básico que todos los guatemaltecos necesitan para el uso diario, tanto para consumo como para realizar todas las actividades que conllevan la subsistencia humana, animal y vegetal.

Imagen 10. Distribución de agua segura.



Fuente: La Coordinadora de Organizaciones para el Desarrollo, 2014

En la actualidad la distribución de agua segura es un reto para el país, especialmente para las áreas marginadas y lugares rurales donde el acceso es imposible, no solo por

las distancias, sino porque no se le presta la atención debida para solucionar este tipo de problemas sociales, los cuales van más allá del ser mismo, sino que se deben afrontar a través del marco legal, la política, la institucionalidad y se toma como guía las acciones que han ayudado a mejorar en el área urbana a lo largo de los años.

Para esto se necesita una visión integral y la participación de todos los niveles del estado para fortalecer la descentralización y la gestión comunitaria para que en conjunto se alcance el objetivo que es mejorar la calidad de vida de los habitantes del país.

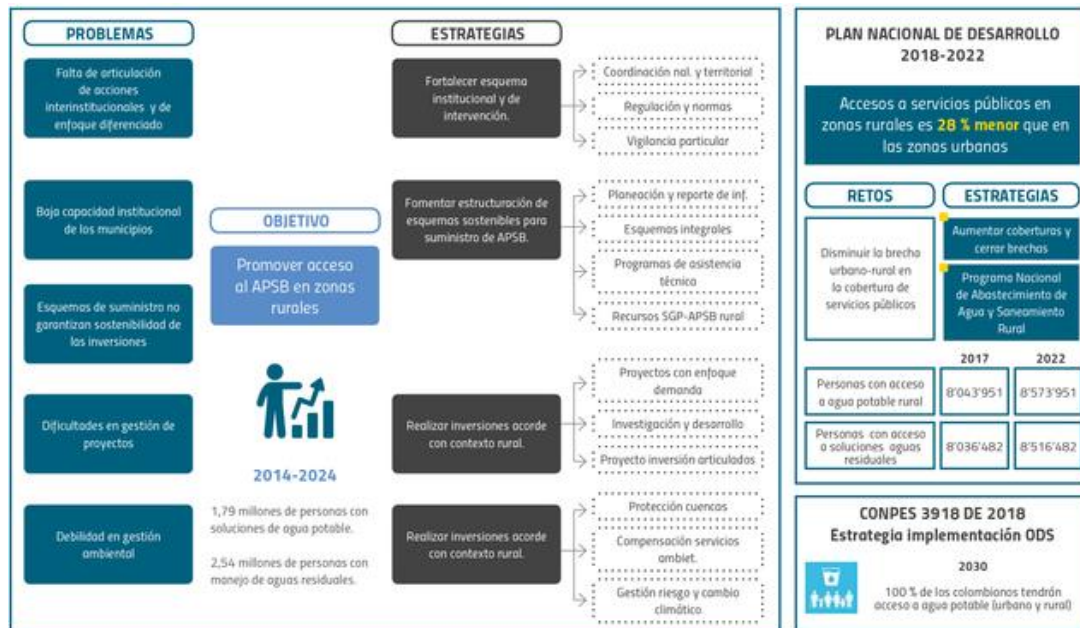
En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de un país de Latinoamérica que empieza a agregar mejoras en sus sistemas de agua potable y saneamiento básico rural, modelo que si se considera el nivel de desarrollo de Guatemala y Colombia puede servir de guía y ejemplo para mejorar el acceso al agua potable para los habitantes de este país en cuestión.

Los problemas son bastante similares, si se toma en cuenta que se trata de temas básicos como la falta de articulación de acciones interinstitucionales y de enfoque diferenciado; baja capacidad institucional de los municipios; dificultades en gestión de proyectos y debilidad en gestión ambiental donde el objetivo principal es promover el acceso del agua potable y saneamiento básico en zonas rurales.

Lo cual es básico y necesario para brindarle a los guatemaltecos servicios básicos y de calidad.

“El acceso al agua potable, libre de contaminantes y micro organismos nocivos, es un recurso distribuido inequitativamente, limitado y en riesgo de reducirse aún más. En consecuencia, éste es uno de los indicadores más importantes para determinar si la humanidad está en camino de resolver los problemas regionales y globales del agua o no.” (Guerrero Legarreta, El agua. México., 2010, pág. 145)

Cuadro 2. Política nacional de agua potable y saneamiento básico rural Colombia.



Fuente: Revista de Ingeniería No. 49, Méndez, 2020

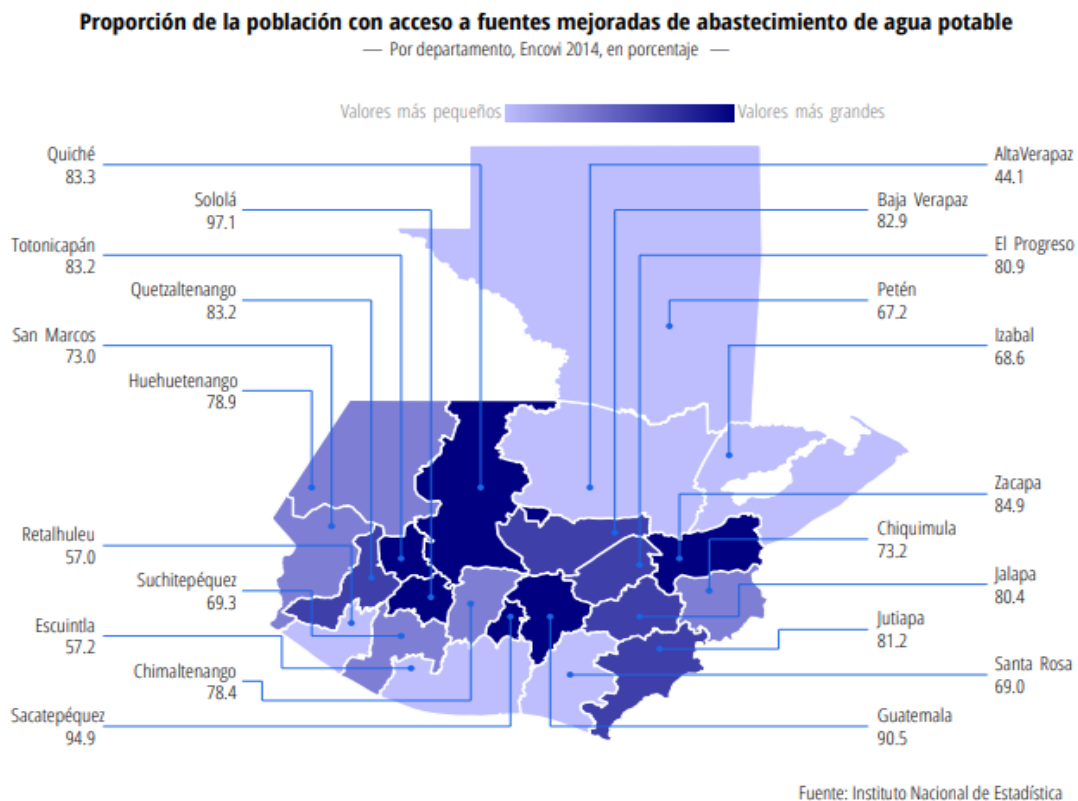
Es una lucha constante lo que las familias deben atravesar para poder sobrevivir con el limitado acceso a agua limpia, estas necesidades se reflejan en casos en todo el globo terráqueo, debido a que son muchas las necesidades que se presentan y se ven limitadas con la falta de servicios básicos.

Existen deficiencias de agua tanto en el área rural como urbano, y más ahora que entra al contexto la pandemia del COVID – 19, donde una de las recomendaciones básicas es el constante lavado de manos con agua y jabón. Aspectos que generan más pobreza, más mortalidades y múltiples problemas sanitarios para la región.

El Estado de Guatemala tiene la obligación de cumplir con las leyes y proveer de agua potable a todas las personas que la necesitan, Guatemala cuenta con el recurso natural, hace falta gestionar proyectos que contribuyan a la buena utilización de métodos y técnicas para proveer agua potable a todas las comunidades y aldeas del país.

Sin embargo, no se le da la importancia debida al tema por lo cual las autoridades no hacen nada al respecto, mientras que las aguas se contaminan y se hacen cada vez más peligrosas para el consumo de los habitantes guatemaltecos.

Mapa 3. Mapa de Guatemala con estadísticas INE.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2015

Según los datos del INE en el año 2015 se realizó la recopilación de información que facilitó los datos respecto a la proporción de la población con acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable.

Es Alta Verapaz con un 44.1% de la población quien lidera negativamente esta encuesta, lo que nos revela que uno de los departamentos con mayores afluentes de

agua dulce no satisface la necesidad de agua limpia para consumo humano ni a la mitad de sus pobladores.

Sin embargo, existen organizaciones que trabajan en conjunto con la municipalidad local y el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, para mermar en parte la deficiencia de agua potable que existe en el área de Alta Verapaz.

“Como parte de nuestras acciones de respuesta, Mercy Corps Guatemala, en el marco del proyecto: Respuesta de Emergencia: DEPRESIÓN TROPICAL ETA EN GUATEMALA, financiado por Xylem Foundation y Starbucks Foundation, ha realizado la rehabilitación de sistemas de agua potable en tres comunidades: Santa María Chipur Sanimtacá, Chicoj y Samac de Cobán, Alta Verapaz.” (MercyCorps, 2021)

Imagen 11. Rehabilitación de Sistema de Agua Potable en la Comunidad de Chicoj, Cobán, Alta Verapaz.



Fuente: MercyCorps, 2021

“Trabajamos en coordinación con la Municipalidad de Cobán y el Área de Salud de Cobán del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.” (MercyCorps, 2021)

“En el proceso de implementación se realizaron estudios de impacto y evaluación de daños, estos contribuyeron a proveer de la información necesaria para las acciones implementadas en cada comunidad.” (MercyCorps, 2021)

“A través de la compra de repuestos, tubería, trabajos de construcción/albañilería. Se pudieron rehabilitar los 3 sistemas de agua beneficiando a muchas familias de las tres comunidades con agua potable hasta sus hogares.” (MercyCorps, 2021)

Imagen 12. Rehabilitación de Sistema de Agua Potable en la Comunidad de Samac, Cobán, Alta Verapaz.



Fuente: MercyCorps, 2021

Este tipo de organizaciones buscan ayudar a la población con alianzas estratégicas con las entidades de gobierno para lograr los objetivos en conjunto.

II.5. Abastecimiento del agua potable

En Guatemala las familias del área urbana se abastecen de agua potable a través de sistemas de distribución de agua potable, no en todos los lugares llega todos los días, pero de alguna manera se aseguran de contar con el servicio por lo menos una vez a la semana o según de la demografía del lugar.

Por el contrario, las familias del área rural recolectan agua aparentemente limpia de los ríos, nacimientos, agua de lluvia y pozos artesanales, sin darle el tratamiento debido para su consumo, situación que pone en riesgo la salud de las personas, mientras que las autoridades no contribuyen al desarrollo y mejora de la calidad de vida de los aldeanos.

Según la siguiente imagen, el ideal de distribución de agua potable es “gestionado de forma segura”, aunque para llegar a este nivel es necesario encontrar una fuente de agua 100% limpia y para ello se debe someter a pruebas exhaustivas para garantizar que se encuentre libre de sustancias químicas prioritarias y de contaminación fecal.

Si analizamos el nivel “básico” del cuadro No. 3, podemos concluir que es el agua que más se distribuye en el área urbana, ya que se cuenta con cañería y proviene de una fuente mejorada porque en un inicio estaba contaminada con sustancias químicas y contaminación fecal.

El nivel “limitado” se compara con el servicio de agua potable que se brinda en las laderas de las áreas urbanas, donde el servicio es deficiente e incluso no llega todos los días, lo que provoca escases y limitaciones en su uso doméstico y de consumo.

Cuadro 3. Escalera para los servicios de agua potable doméstica.

Nivel de servicio	Definición
Gestionado de forma segura	Agua para consumo procedente de una fuente mejorada ubicada dentro de la vivienda o en el patio o parcela, disponible en el momento necesario y libre de contaminación fecal y sustancias químicas prioritarias.
Básico	Agua para consumo procedente de una fuente mejorada cuyo tiempo de recogida no supera los 30 minutos, incluyendo el trayecto de ida y vuelta y tiempo de espera, además se incluye el agua suministrada por cañería, pero con contaminación fecal o alguna sustancia química tóxica.
Limitado	Agua para consumo procedente de una fuente mejorada, cuyo tiempo de recogida supera los 30 minutos incluyendo trayecto de ida y vuelta y tiempo de espera.
No mejorado	Agua para consumo procedente de un pozo o manantial no protegido.
Sin servicio	Agua para consumo recogida directamente de un río, arroyo, represa, lago, estanque, canal o de un canal de irrigación.

Fuente: Dr. Darner Mora Alvarado, 2017

Los niveles de “servicio no mejorado” y “sin servicio” se observan en las áreas rurales y lugares marginados de nuestro país, donde el servicio de agua potable aun no llega y los pobladores deben buscar el vital líquido en las fuentes más cercanas que tengan sin considerar si ésta cuenta con las propiedades mínimas para uso doméstico y consumo diario, generalmente son fuentes contaminadas por sustancias químicas tóxicas y contaminación fecal.

En el agua contaminada se puede encontrar diversidad de microorganismos que provocan enfermedades, algunas mortales y otras no.

“El agua y los alimentos son vehículos de transmisión de enfermedades cuya puerta de penetración es la boca y tubo digestivo. El agua puede contener agentes

infecciosos del colera, de la tifoidea, paratifoidea, disentería, salmonelosis, amibiasis, anquilostomiasis y teniasis. Los microorganismos infecciosos suelen llegar al agua con excreta de enfermos o portadores.” (López Alegría, 2010, pág. 15)

“Según la procedencia del agua se clasifica en: Meteóricas (lluvia, nieve, granizo, rocío); Aguas superficiales (ríos, arroyos, lagos, embalses) y aguas subterráneas (manantiales, pozos, galerías)” (López Alegría, 2010, pág. 18).

Para que los hogares estén abastecidos de agua potable, el agua debe cumplir con ciertos parámetros que indican que es de calidad. No es fácil definir cuál es el agua de calidad para el uso humano, pero debido a su tratamiento y procedencia se puede establecer para que tipo de uso será apta el agua.

“Todas aquellas aguas que no llenen los requisitos de potabilidad establecidos en las Normas COGUANOR, deberán tratarse mediante procesos adecuados para poder ser empleadas como fuente y abasto para poblaciones.” (INFOM, 1997, pág. 40)

Según la forma de distribución del agua se han establecido tres grandes grupos a nivel nacional, los cuales son: Municipal, Privada y Comités Administradores de Agua Potable (CAAP) que son empresas privadas, con personalidad jurídica propia, normadas por el Código Civil y sin fines de lucro; y es ésta última la que predomina para el apoyo de distribución de agua potable a nivel rural, mientras que para el área urbana predominan las municipalidades.

En la siguiente imagen se encuentra el efecto de los principales tratamientos sobre la calidad del agua con su respectivo código de símbolos, para poder entenderlo con más claridad, se analiza el significado de cada concepto comprendido dentro del cuadro mismo, según conceptos del diccionario de la Real Academia Española.

Encuentre a continuación el significado de los conceptos de los contaminantes del agua:

“Bacterias: Microorganismo unicelular sin núcleo diferenciado, algunas de cuyas especies descomponen la materia orgánica, mientras que otras producen enfermedades.” (Diccionario, 2014)

“Color: Sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda.” (Diccionario, 2014)

“Turbidez: Cualidad de turbio.” (Diccionario, 2014)

“Olor: Impresión que los efluvios producen en el olfato.” (Diccionario, 2014)

“Sabor: Sensación que ciertos cuerpos producen en el órgano del gusto.” (Diccionario, 2014)

“Dureza: Resistencia que opone un mineral a ser rayado por otro.” (Diccionario, 2014)

“Corrosividad: Que corroe o tiene la propiedad de corroer. Corroer: Desgastar lentamente algo como royéndolo.” (Diccionario, 2014)

“Hierro: Elemento químico metálico, de color lustroso o gris azulado, dúctil, maleable, muy tenaz, abundante en la corteza terrestre, que entra en la composición de sustancias importantes en los seres vivos y es el metal más empleado en la industria.” (Diccionario, 2014)

“Magnesio: Elemento químico metálico, maleable, muy abundante en la corteza terrestre, donde se encuentra en la magnesita, el talco, la serpentina y, en forma de

cloruro, en el agua de mar, usado en metalurgia, en pirotecnia y en medicina.”
(Diccionario, 2014)

“Aireación: Acción y efecto de airear. Airear: Poner al aire o ventilar algo.”
(Diccionario, 2014)

“Sedimento: Dicho de las materias suspendidas en un líquido.” (Diccionario, 2014)

“Simple: Constituido por un solo elemento, no compuesto” (Diccionario, 2014)

“Filtración: Acción de filtrar. Filtrar: Hacer pasar algo por un filtro.” (Diccionario,
2014)

“Coagulación: Acción y efecto de coagular. Coagular: Hacer sólido un líquido,
especialmente la sangre.” (Diccionario, 2014)

“Corrección: Acción y efecto de corregir. Corregir: Enmendar lo errado.”
(Diccionario, 2014)

“Cloración: Acción y efecto de clorar. Colar: Tratar con cloro el agua para hacerla
potable o mejorar sus condiciones higiénicas.” (Diccionario, 2014)

Al tener claros los conceptos se entiende que según el tipo de tratamiento que se aplique al agua para mejorar su calidad, así es el efecto que tiene sobre las características contaminantes que presenta la misma. Cabe mencionar que mientras más contaminada se encuentra el agua, el efecto que se aplica es más amplio. También es importante tomar en cuenta que depende de las características contaminantes que presente el agua, así se realizará el tratamiento, ya que hay tratamientos que tienen cero efectos sobre los contaminantes.

Cuadro 4: Efectos de los principales tratamientos sobre la calidad del agua.

TRATAMIENTO CARACTERÍSTICA	AIREACIÓN	SEDIMENTACIÓN SIMPLE	FILTRACIÓN LENTA	COAGULACIÓN, SEDIMENTACIÓN FILTRACIÓN RÁPIDA	CORRECCIÓN DE DUREZA Y FILTRACIÓN RÁPIDA	SEDIMENTACION (CLORACIÓN)
BACTERIAS	0	++	++++	++++	(+++)	++++
COLOR	0	0	++++	++++	(++++)	0
TURBIDEZ	0	+++	++++	++++	(++++)	0
OLOR Y SABOR	++++	(+)	(++)	(++)	(++)	S++++
DUREZA	+	0	(-)	(-)	++++	0
CORROSIVIDAD	+++	0	(-)	(-)	VARIABLE	0
HIERRO Y MAGANESO	+++	+	++++	++++	(++)	0

EFFECTOS FAVORABLES	GRADO	EFFECTOS ADVERSOS
++++	AMPLIAMENTE	--
+++	BASTANTE	-
++	POCO	--
+	LIGERAMENTE	-
0	SIN EFECTO	0

Fuente: INFOM, 1997

Cuadro 5. Escalera para los servicios de agua potable doméstica.

	Millones de hogares servidos			Porcentaje sobre hogares servidos		
	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural
Municipal	1,203	1,014	0,189	59	79	25
Privada	0,195	0,128	0,067	10	10	9
CAAP	0,628	0,140	0,488	31	11	66
Total	2,026	1,282	0,744	100	100	100

Fuente: Lentini, 2020

Mientras que los sectores se preocupan más por encontrar financiamiento para tener un mayor alcance y que más personas sean beneficiadas con el servicio de agua potable; los habitantes de áreas rurales con pobreza extrema son quienes pagan el precio.

El agua es indispensable para la conservación de la vida humana y de los ecosistemas que le rodean, sin agua no hay vida, el agua incluso es capaz de aportar crecimiento socioeconómico para una población, mejora la calidad de vida y disminuye la pobreza.

La fuente de abastecimiento en aldea Chirraxquen para el proyecto de diseño y construcción del sistema de distribución de agua potable será agua superficial, se considera la corriente natural del Rio Cahabón que corre detrás de la aldea para proveer a los usuarios agua limpia, potable, desinfectada, que se pueda utilizar libremente en las actividades cotidianas dentro de los hogares, sin temor a correr el riesgo de presentar enfermedades crónicas.

Este ecosistema está afecto a contaminantes de procedencia humana, pero su calidad se puede medir a través del tipo de vegetación y el tipo de suelo que se encuentra en el área, esta es un área poblada donde se trabaja principalmente la agricultura de té orgánico, maíz y hortalizas y no hay contaminación industrial.

II.6. Funcionamiento de sistemas del agua potable.

“El funcionamiento del servicio domiciliario de agua potable y alcantarillado tiene dos puntos principales de influencia sobre el medioambiente, especialmente sobre los recursos hídricos: toma agua cruda y devuelve aguas residuales. Aunque el consumo para el abastecimiento de agua potable es relativamente reducido, en comparación con otros usos como la agricultura, se trata de uno de los usos del agua más exigentes por su continuidad e inelasticidad de la demanda (Álvarez, 1998).” (Lentini, 2020, pág. 24)

“Se siguen los principios de escalamiento y toma de decisiones resientes, el Banco Mundial publicó en el 2016 el Árbol de Toma de Decisiones (DTF, por sus siglas en inglés). Esta es una herramienta para guiar a los tomadores de decisiones en el

sector hídrico para planificar con base en la resiliencia, los riesgos e incertidumbres.” (Homero Paltán, 2020, pág. 26)

Es importante entender cómo funcionan los sistemas de distribución de agua potable y para ello se deben tomar en cuenta algunos factores métricos como la robustez que se refiere a la demanda y cantidad de lugares que puede abarcar con su sistema adecuado; resiliencia que es la habilidad de los sistemas para adaptarse y mantener sus condiciones de desempeño adecuadas; vulnerabilidad y confiabilidad se refiere a la forma en que reaccionan los sistemas ante el riesgo.

En la imagen siguiente se muestran las etapas a seguir según el esquema de toma de decisiones, donde es importante evaluar la factibilidad de los proyectos a implementar, para que no se fracase al momento de implementar dicho proyecto.

El plan de manejo de riesgo climático asegura que quede documentado el riesgo en el cual se puede incurrir al ejecutar algún proyecto, incluye principalmente el riesgo ante los cambios climáticos, motivo por el cual cualquier proyecto puede fracasar.

Cuadro 6. Ejemplos de métricas para sistemas de agua y abastecimiento.

Métrica	Ejemplos
Resiliencia	i) Número de días en que un sistema de abastecimiento de agua recupera sus niveles adecuados de entrega después de un sismo. ii) Número de días en que una planta de tratamiento vuelve a mantener sus niveles operativos óptimos después de un evento inesperado de ocurrencia de algas y eutroficación.
Robustez	ii) Porcentaje de escenarios de cambio climático en que un reservorio mantiene sus niveles de agua por encima de un nivel dado de agua. ii) Porcentaje de escenarios de crecimiento poblacional en que un sistema de abastecimiento logra cumplir con sus entregas de agua. iii) Porcentaje de escenarios de sequías en que un sistema logra mantener su servicio de abastecimiento.
Confiabilidad	i) Número de días en que un reservorio satisfactoriamente entrega agua hacia una planta de tratamiento. ii) Porcentaje de días en que un sistema satisfactoriamente entrega sus metas de entrega a una ciudad.

Fuente: Homero Paltán, 2020

Imagen 13. Esquema general del Árbol de Toma de Decisiones.

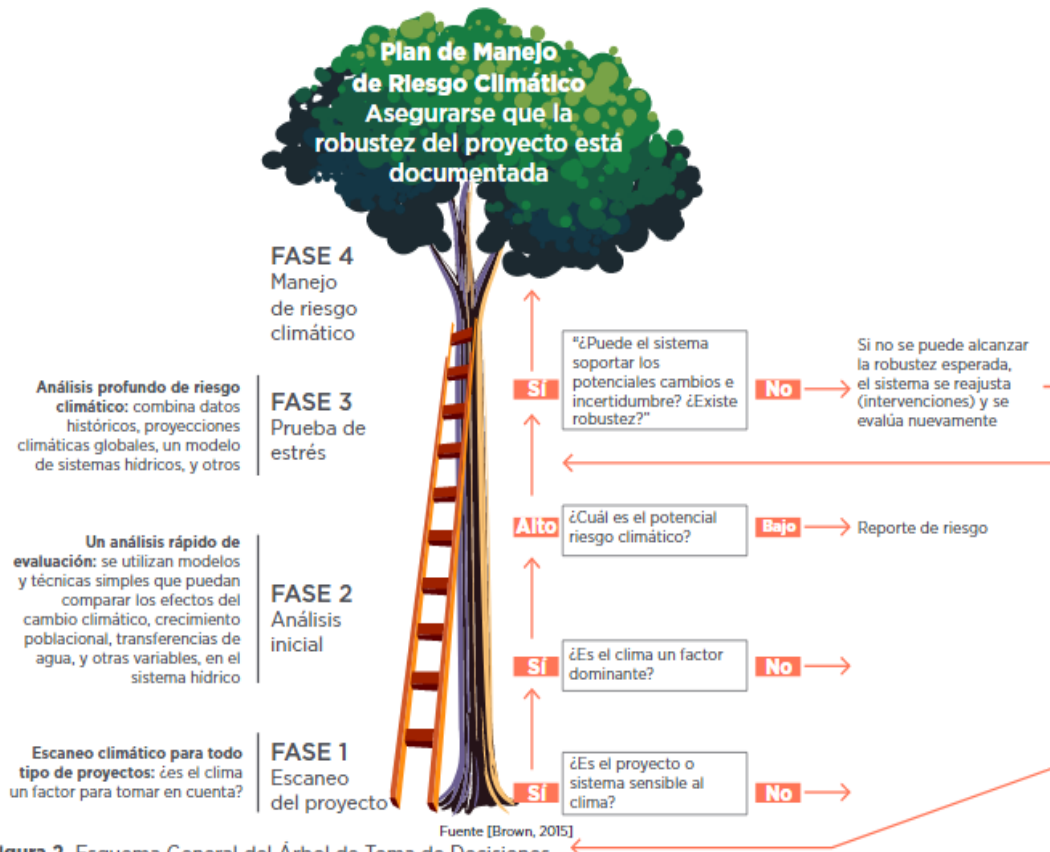


Figura 2. Esquema General del Árbol de Toma de Decisiones.

Fuente: Homero Paltán, 2020

Posterior a ello se descartan los elementos que no afectan ni afectarán al sistema de distribución de agua, únicamente se consideran los factores que si lo hacen vulnerable y que en determinado momento modificará su desempeño.

En la siguiente etapa se somete al sistema a una prueba de estrés, donde los elementos de mayor influencia se ponen a prueba para determinar el nivel de fallas y bajo qué condiciones se pone al límite su funcionamiento. El sistema falla cuando el sistema de abastecimiento no cumple con las métricas de desempeño establecidas, porque éstas determinan su máxima capacidad y flexibilidad ante los cambios que se generen al momento de su funcionamiento.

En la última etapa se modifican los elementos o características donde el sistema falla para mejorarlo; en esta fase se puede modificar tanto como se desee, en infraestructura, sistemas, estrategias, procedimientos operacionales o manejo del recurso hídrico para lograr que sea menos vulnerable ante eventos naturales, del propio sistema o demográficos.

“Para llegar a estas etapas es importante contar con un protocolo de decisiones y herramientas de modelación, (...), que permitan describir un sistema de abastecimiento y saneamiento y que posibilite la evaluación multicriterio de intervenciones.” (Homero Paltán, 2020, pág. 38)

“Naturalmente, este proceso necesita de una participación de tomadores de decisiones, técnicos, organizaciones, actores y otros actores que participen dentro de los sistemas.” (Homero Paltán, 2020, pág. 38)

“Alrededor de este enfoque, una empresa puede generar resiliencia a nivel local, pero además puede contribuir a que las empresas sean agentes para cumplir metas nacionales y regionales de seguridad hídrica, saneamiento, desarrollo sustentable y de adaptación al cambio climático.” (Homero Paltán, 2020, pág. 38)

La desinfección es un proceso que se hace necesario para eliminar microorganismos que amenazan la salud humana. En el agua natural se encuentran diferentes tipos de elementos capaces de transportar directa o indirectamente los agentes que provocan padecimientos estomacales.

“En particular, estos métodos se fundamentan en la elaboración o utilización de modelos hidrológicos de sistema de agua y generadores de clima. En el caso de modelos hidrológicos, se busca esencialmente describir relaciones entre precipitación, escorrentía, caudal, agua subterránea u otros procesos hidrológicos

que los tomadores de decisiones consideren relevantes.” (Homero Paltán, 2020, pág. 57)

“Los modelos de sistemas de agua, por otra parte, buscan describir las interacciones entre hidrología, infraestructura, y usos. Si bien la complejidad, los límites y el nivel de sofisticación de estos modelos varían según de la necesidad de los tomadores de decisiones y del tipo de sistema, estos generalmente buscan describir infraestructuras existentes (captaciones, reservorios, entre otros), principales usuarios y niveles de extracción de agua y otros.” (Homero Paltán, 2020, pág. 57)

“Finalmente, los generadores de clima son modelos estadísticos que crean numerosas secuencias sintéticas de variables climáticas, que mantienen las mismas propiedades estadísticas que los registros históricos usados para alimentarlos.” (Homero Paltán, 2020, pág. 57)

El método más utilizado en Guatemala es la utilización de químicos como el cloro y sus compuestos; ozono y agua oxigenada.

El cloro es un gas con olor irritante, de color amarillento y es tóxico en exceso, es más pesado que el aire, por lo tanto, al dejarlo caer se esparce sobre el suelo. Es capaz de atacar metales o aleaciones corrientes como el hierro, acero, acero inoxidable, plomo, entre otros si se calienta por ello es importante seleccionar adecuadamente los materiales que servirán para la conducción del líquido a lo largo de la tubería hasta llegar a los hogares.

El cloro es utilizado para purificar el agua porque tiene el poder de destruir directamente la estructura de una célula viva y tiene acción inhibitoria sobre algunos organismos vivos entre los que están los patógenos; destruye gérmenes y por su poder oxidante no se debe olvidar que elimina hierro, magnesio, sulfhídrico y sulfuros.

El cloro también es capaz de corregir los olores y sabores de los compuestos existentes antes de la cloración, reduce el color de origen orgánico y combate el crecimiento de algas u otros microorganismos presentes en los filtros.

La demanda del cloro es en relación a la cantidad de agua que se desea desinfectar y de que tan contaminada se encuentre el agua a distribuir.

Imagen 14. ¿Sabes cómo desinfectar el agua con cloro?

¿Sabes cómo desinfectar el agua con cloro?

Cantidad de agua		Cantidad de cloro	
 1 Litro	→	1 gota	
 1 Galón	→	4 gotas	
 1 Cubeta	→	15 gotas	
 1 Tonel	→	2 cucharadas soperas	

#JUNTOS
SALDREMOS ADELANTE

www.mides.gob.gt  [mides.gt](#)  [Mides Guatemala](#)





Fuente: MIDES, 2020

II.7. Diseño y construcción de sistemas de agua potable.

Existen criterios que determinan las características técnicas y económicas mínimas con las cuales deben cumplir las obras, y se toman en cuenta aspectos importantes tales como:

“La selección de la fuente, la calidad del agua, las características técnicas de las instalaciones (sistema), el período de diseño, la población de diseño, la dotación per cápita, el tipo de servicio, el criterio del proyectista, el uso correcto y aprovechamiento de las instalaciones, el sistema tarifario.” (Cano, 1996).

Los factores anteriores se suelen dividir en los cuatro grupos siguientes:

“Factores tecnológicos: Estos factores dependen de los aspectos hidráulicos, sanitarios, de los equipos a utilizar y las soluciones que se adopten para el sistema de distribución de agua.” (Cano, 1996).

“Los factores tecnológicos dependen de la simplicidad en la construcción, del diseño, del tamaño, de la resistencia de los materiales, que el mantenimiento de los equipos de producción sea de bajo costo y que los criterios de diseño sean uniformes logrando con ello la reducción de costos.” (Cano, 1996).

“Factores sociales y antropológicos: En este aspecto se toman muy en cuenta las creencias, la cultura, los hábitos y las costumbres de las personas de la comunidad, para que el proyecto sea aceptado y utilizado en armonía y congruentemente, sin crear conflictos que más adelante puedan acarrear problemas sociales y económicos.” (Cano, 1996).

“Factores económicos: En este grupo no únicamente se toma en cuenta la inversión al realizar el proyecto de sistema de agua potable, también se toma en cuenta el

gasto posterior de operación y mantenimiento y también muy importante que vaya de la mano con la capacidad de pago de las personas que utilizarán el servicio para establecer una tarifa determinada.” (Cano, 1996).

“Factores ambientales: Según la teoría los factores ambientales se pueden subdividir en tres sub grupos que son los factores ambientales físicos (clima, topografía, geografía, geología, siembras, etc.); factores ambientales químicos (atmósfera, descarga de sustancias químicas, descarga de gases); factores ambientales biológicos (disposición de excretas, aguas negras, basura, fuentes de infección, calidad bacteriológica del agua).” (Cano, 1996).

“Los parámetros de diseño que se toman en cuenta son: período del diseño que va de entre 5 a 20 años según el tipo de sistema que se realice; índice de crecimiento poblacional; cálculo de la población que utilizará el sistema; dotación de agua per capita.” (Cano, 1996).

El levantamiento topográfico se efectuará de la línea de la fuente del agua hacia cada uno de los domicilios, se toman en cuenta las líneas principales y los ramales secundarios que se puedan utilizar para la instalación de tubería de distribución de agua potable, también identificar, los establecimientos, edificios, calles, caminos, puentes y todo sitio relevante para la instalación del servicio.

Imagen 15. Tuberías en línea de conducción por gravedad.



Fuente: USAID, 2016

“Previamente al inicio de los trabajos de topografía se tendrá la certeza, mediante documentos, de que las fuentes seleccionadas pueden ser empleadas para los fines del proyecto, y durante la ejecución de los trabajos, cerciorarse y obtener las promesas de servidumbre de paso para las conducciones y de propiedad de los terrenos para las obras de arte importantes y plantas de tratamiento, se considera la gestión de expropiación, si fuere necesario.” (INFOM, 1997, pág. 13)

Para realizar el levantamiento topográfico se toma en cuenta el tamaño y tipo de proyecto, las características del terreno, la distancia de la fuente de abastecimiento con el poblado y los errores permisibles. Los levantamientos topográficos pueden realizarse de primer orden, de segundo orden y de tercer orden y varían según la cantidad de personas beneficiadas, la distancia de la fuente de agua, la longitud del polígono, entre otros.

“Levantamiento topográfico de primer orden: Debe usarse en levantamiento de sistemas por gravedad con diferencias totales de altura entre puntos obligados críticos menores de 5m/km., que hayan sido determinados en el estudio de prefactibilidad y en sistemas por bombeo.” (INFOM, 1997, pág. 14)

“Levantamiento topográfico de segundo orden: Debe usarse cuando la distancia de la fuente a la comunidad sea mayor de 6 kilómetros, la diferencia de altura fuente - comunidad (viviendas más altas) sea hasta de 10 metros por kilómetro, en sistemas por gravedad y que las viviendas a abastecer sean más de 100, al momento de hacer el levantamiento.” (INFOM, 1997, pág. 15)

Levantamiento topográfico de tercer orden: Debe usarse cuando la distancia de la fuente a la comunidad sea mayor de 6 kilómetros, que la diferencia de altura fuente - comunidad (viviendas más altas) sea hasta de 15 metros por kilómetro, en sistemas

por gravedad y que las viviendas a abastecer sean 100 como máximo, al momento de hacer el levantamiento. (INFOM, 1997, pág. 16)

“Zona de captación: Se hará el levantamiento topográfico lo más amplio y detallado posible, de acuerdo a las condiciones del terreno y al tipo de obra, con secciones transversales donde se localicen el o los brotes.” (INFOM, 1997, págs. 16, 17)

“Cuando se trate de una corriente de agua, se levantarán secciones en una longitud mínima de 20 m a un espacio máximo de 20m transversales, aguas arriba y abajo del sitio seleccionado. En corrientes se determinarán los niveles de escorrentía máximo y mínimo. Igual especificación se tendrá en cuenta al utilizar lagos o lagunas. Es recomendable sacar cuadrícula a cada 5 metros.” (INFOM, 1997, págs. 16, 17)

“Líneas de conducción: Previamente a iniciar el levantamiento de las líneas de conducción, deberá hacerse un recorrido desde las fuentes hasta las comunidades para hacer una selección preliminar de la localización de la o las líneas de conducción.” (INFOM, 1997, pág. 17)

“El levantamiento topográfico de estas líneas deberá registrar los obstáculos más importantes y los que pudieran provocar algún problema en el diseño y construcción y para tales efectos, deberá observarse la siguiente norma: cuando las distancias sean uniformes, sin accidentes intermedios como zanjones o montículos, las distancias entre puntos de nivelación dependerán de la pendiente longitudinal y se tomarán los siguientes parámetros:” (INFOM, 1997, pág. 17)

“Líneas de conducción: En los levantamientos topográficos del núcleo de la población, así como de la zona de desarrollo futuro, se localizarán y nivelarán todas

las calles y caminos, se indica el tipo y estado de la rasante.” (INFOM, 1997, págs. 17, 18)

Cuadro 7. Líneas de conducción.

Pendiente longitudinal Línea de conducción	Distancia horizontal mínima Entre puntos de nivelación
Menor de 5%	20.0 metros
Entre 5 y 20%	10.0 metros
Mayor de 20%	5.0 metros

Fuente: INFOM, 1997

“Se localizarán las edificaciones por radiaciones. Se señalarán los edificios públicos, escuelas, industrias, puestos de salud, parques, campos de deporte, cursos de agua, puentes y todas aquellas estructuras naturales o artificiales que guardan relación con el proyecto de la red o influyan en su diseño.” (INFOM, 1997, págs. 17, 18)

“Se correrá nivelación de los accidentes topográficos de importancia y se tomará la cota de los cruces de las calles, viviendas, escuelas e iglesias, se ligan estas nivelaciones a la general, cuando el nivel de servicio lo requiera.” (INFOM, 1997, págs. 17, 18)

La zona de distribución deberá levantarse por medio de poligonales cerradas cuando sea posible, o abiertas; otros ejes de levantamiento deberán enlazarse a la poligonal principal. El detalle de estos trabajos será consecuente con el orden del levantamiento topográfico.” (INFOM, 1997, págs. 17, 18)

“Levantamientos adicionales o replanteos: Levantamientos para la ubicación de las obras de arte como tanques y plantas de tratamiento; se harán posteriormente,

enlazándolas a las poligonales iniciales. Lo mismo se hará para los replanteos.”
(INFOM, 1997, pág. 18)

Imagen 16. Planta de tratamiento “Joya del Mora” es inaugurada en aldea el Pajón, Santa Catarina Pinula, Guatemala.



Fuente: Emisoras Unidas, 2022

“Amojonamiento: Para los levantamientos de primero y segundo orden, en las líneas de conducción y en la zona de distribución y de desarrollo futuro, se dejarán mojones de concreto debidamente referenciados en número tal que permitan se replanteo y que sean visibles de 2 en 2. Los mojones deberán tener una dimensión mínima de 20 cm y una profundidad mínima de 30 cm, un tamaño adecuado para registrar la siguiente información: número de estación, caminamiento y fecha.”
(INFOM, 1997, pág. 18)

“Libretas de campo: Los datos de todo estudio topográfico deberá quedar claramente consignado en las libretas de campo y estarán libres de borrones, manchas, etc. Además, se considera indispensable que se acompañen los croquis o esquemas correspondientes, los que deberán ser ejecutados en el campo y a medida que avanza el trabajo. Deberá consignarse el tipo de suelo encontrado en el recorrido.” (INFOM, 1997, pág. 18)

“Censo de población: Durante el proceso del levantamiento topográfico, la cuadrilla de topografía deberá levantar un censo de la localidad en el que se ubiquen el número de viviendas a ser completadas en el proyecto, número de habitantes por vivienda y totales y nombres del jefe de la familia.” (INFOM, 1997, pág. 19)

“Aforos: La cuadrilla de topografía, deberá también hacer el aforo de las fuentes sobre las cuales haga el levantamiento topográfico, e indicar el punto exacto y el método utilizado. Cuando se trate de una fuente con varios brotes, deberá aforar cada brote y el total.” (INFOM, 1997, pág. 19)

“Según el tipo de corriente existen diferentes tipos de aforos. En lo que a aforos se refiere, el tipo de corriente depende exclusivamente de la altura de la lámina de agua y de las velocidades superficiales. Para garantizar la seguridad del personal técnico, solo se puede ingresar al cauce cuando las profundidades son menores a 60 cm, y las velocidades superficiales del flujo no superan 1 m/s. A continuación, se describen los tipos de aforo utilizados durante las campañas y sus limitaciones.” (Aburra, 2019, pág. 9)

“Aforo por vadeo: (...) Se emplea para corrientes de profundidad menor a 60 cm, con fondo fijo y resistente. Además, el flujo debe presentar velocidades superficiales menores a 1 m/s, que permita el ingreso de los técnicos y de los

equipos sin generar riesgos para los mismos. Para este tipo de aforos, es necesario ingresar al cuerpo de agua con un eje de referencia en la abscisa, y una cuerda que marque las verticales, sobre las cuales se realizarán las mediciones. “
(Aburra, 2019, pág. 10)

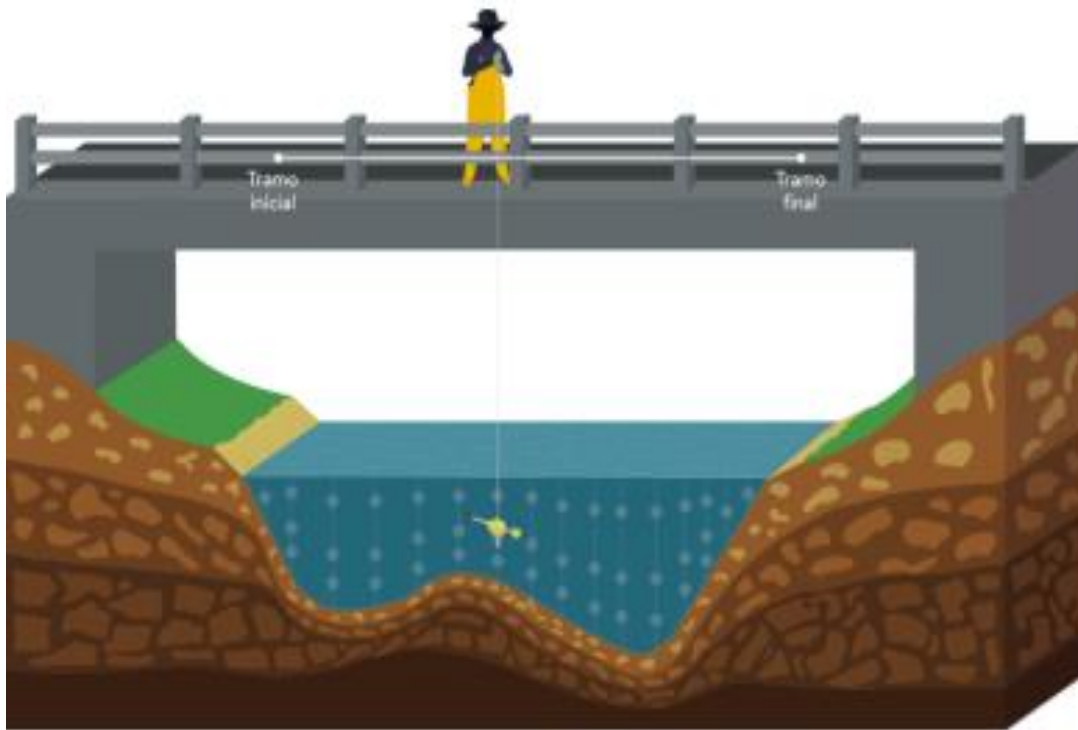
Imagen 17. Aforo por vadeo.



Fuente: Aburra, 2019

“Aforo por suspensión: Con este método se realiza la medición de velocidades y se obtiene la geometría de la sección, sin ingresar a la corriente. Esto se logra dotando el equipo de un lastre (peso muerto) que permita aforar la sección desde puntos elevados, tales como puentes. Para las mediciones de velocidad, se hace uso del correntómetro C31. Este método es utilizado para las secciones sobre el río Aburrá debido a la dificultad para acceder a las fuertes corrientes que se presentan.”
(Aburra, 2019, pág. 20)

Imagen 18. Aforo por suspensión.



Fuente: Aburra, 2019

“Deberá anotarse en cada caso el nombre de la fuente, el lugar, fecha y hora exactos. En caso fuere necesario verificar el aforo, se procederá conforme al procedimiento arriba descrito. En caso no fuera posible hacerlo, indicar el motivo que lo impide, describir el sitio exacto escogido para practicar un nuevo aforo, así como el método utilizado.” (INFOM, 1997, pág. 19)

“Es recomendable practicar como mínimo un aforo en época seca y otro en época lluviosa.” (INFOM, 1997, pág. 19)

“El diseño de los sistemas de acueductos rurales involucra el diseño funcional y el diseño hidráulico de sus diferentes componentes y el diseño estructural de aquellos que así lo requieran.” (INFOM, 1997, pág. 19)

Los sistemas de agua potable deben contar con las siguientes características, que son mínimas para su correcto funcionamiento:

“Fuente de abastecimiento. Que pueden ser ríos, lagos, embalses, agua de lluvias o aguas subterráneas. Las fuentes dependen de la calidad del agua y de la localización de la fuente con respecto a la población a suministrar.” (Cualla, 1995)

“Obras de captación: Estructura para captar el agua. En los casos de agua superficial como ríos, se construyen bocatomas, mientras que para la captación de aguas subterráneas se habla de pozos.” (Cualla, 1995)





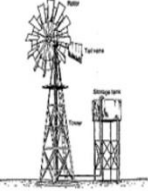


Imagen 19. Depósito de agua construido en la parte norte de la aldea Xecotoj, San Andrés Semetabaj.



Fuente: Prensa Libre, 2014

“Pozos superficiales: Debido a la naturaleza de las formaciones geológicas y la hidráulica subterránea, estos pozos se pueden excavar manualmente o por medio de un barreno manual ya que su profundidad no es mayor a 20 metros.” (Cualla, 1995)

Cuadro 8. Bombeo de agua motorizado.

Fuente de energía		Principio	Principales ventajas y desventajas	
Electricidad (Motor)	Red 	<ul style="list-style-type: none"> Central eléctrica centralizada que produce y distribuye electricidad a través de la red eléctrica. La energía eléctrica impulsa una bomba 	+	Alto rendimiento
	Solar/ Fotovoltaico 	<ul style="list-style-type: none"> Paneles solares producen electricidad (AC/DC) La energía eléctrica impulsa una bomba 	+	Sin costos de operación
	Generador Diésel/ gasolina 	<ul style="list-style-type: none"> Motor impulsado por combustible produce rotación La rotación es transformada en electricidad La energía eléctrica impulsa una bomba 	+	Fácil movilidad
Combustible (diésel/petróleo) (motor)		<ul style="list-style-type: none"> Motor impulsado por combustible produce rotación La rotación impulsa directamente una bomba 	+	Fácil movilidad Muy alto rendimiento
(Alternativamente biomasa/gas/carbón)			-	Costoso. Requiere combustibles, lubricantes y repuestos. Humos y ruidos
Energía eólica		<ul style="list-style-type: none"> Molino de viento produce rotación La rotación impulsa directamente una bomba 	+	Sin costos de operación
			-	Altos costos de capital El funcionamiento depende de la cantidad e intensidad del viento
Impulsado por animales		<ul style="list-style-type: none"> Animales producen rotación La rotación impulsa directamente una bomba 	+	Bajo costo de operación
			-	Los animales necesitan comida y resguardo todo el año
Energía hidráulica por gravedad		<ul style="list-style-type: none"> Ariete hidráulico 	+	Bajo costo de operación
			-	Altos costos de capital Técnicamente muy complejo

Fuente: Bruni, 2018

“Dependiendo de las características del nivel piezométrico y de las condiciones hidráulicas de la fuente de agua puede presentarse el caso de un acuífero (el agua sale a la superficie sin necesidad de utilización de bombas) o de un acuífero que se recarga por la infiltración superficial en cuyo caso se necesita la utilización de bombas sumergibles.” (Cualla, 1995)

“Volumen del agua: La determinación de la cantidad de agua que debe suministrar el acueducto es la base del diseño de éste. En razón de que los sistemas de acueductos y alcantarillados están contruidos por estructuras relativamente grandes, tales como presas, plantas de tratamiento, etc. los diseños deberán satisfacer las necesidades de la población durante un período suficientemente grande.” (Cualla, 1995)

“Para esto hay que estudiar: período de diseño, población de diseño, área de diseño, hidrología de diseño, usos del agua, inversión de capital.” (Cualla, 1995)

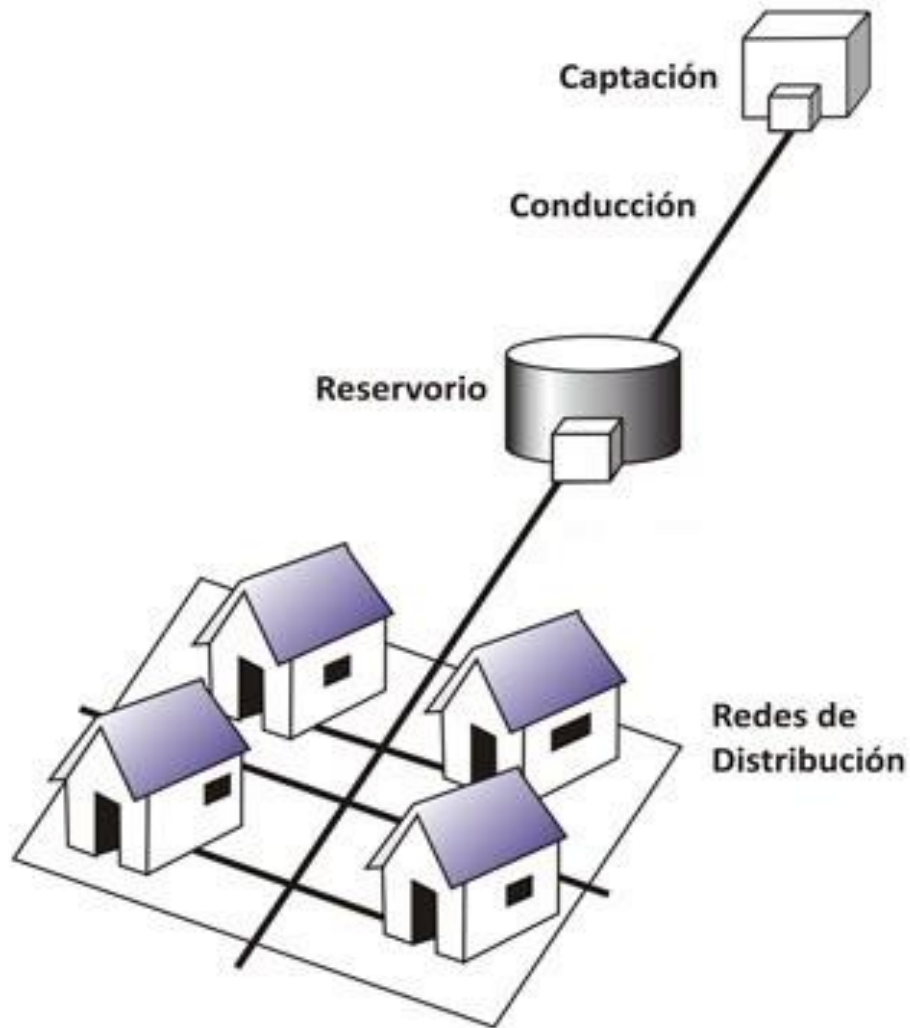
“Obras para el transporte del agua: El diseño de este elemento dependerá del tipo de fluido, por ejemplo, en el caso de agua potable el tipo de transporte es de conducción. Dependiendo de las condiciones topográficas y la distancia el transporte de agua pueden efectuarse en tuberías o conductos a presión por gravedad.” (Cualla, 1995)

“Tratamiento del agua: Ningún agua natural es apta para el consumo humano, debe ser tratada. Requiere un tratamiento mínimo de cloración con el fin de prevenir a los organismos patógenos durante la conducción del agua.” (Cualla, 1995)

“Almacenamiento: Debe ser almacenada porque el caudal de captación no es siempre el mismo y la demanda tampoco lo es. Se requiere almacenar agua en un tanque.” (Cualla, 1995)

“Distribución: Puede hacerse de la forma más simple; un suministro a través de una pileta o por medio de una forma más compleja a través de una serie de tuberías o redes de distribución que llevan el agua a cada domicilio.” (Cualla, 1995)

Imagen 20. Sistema de abastecimiento de agua potable.



Fuente: Arkiplus.com, 2022

Para que el sistema de diseño hidráulico funcione se deben tomar en cuenta las siguientes normas:

“Período de diseño: Se considera como tal el tiempo durante el cual, la obra dará servicio satisfactorio para la población de diseño. Para fijarlo se tomará en cuenta la vida útil de los materiales, costos y tasas de interés, población y diseño, comportamiento de la obra en sus primeros años y posibilidades de ampliación de acuerdo al recurso de agua. Se recomienda: Para obras civiles, 20 años; para equipos mecánicos, de 5 a 10 años. Para casos especiales se considerará proyectos en etapas.” (INFOM, 1997, pág. 20)

“Cálculo de la población: Para el proyecto de cada uno de los elementos de la obra deberá hacerse el cálculo de población con el período de diseño correspondiente. Se recomienda utilizar como mínimo dos métodos estadísticos, uno de ellos es el geométrico, con el objeto de obtener a través de la comparación entre ellos un resultado más real.” (INFOM, 1997, págs. 20, 21)

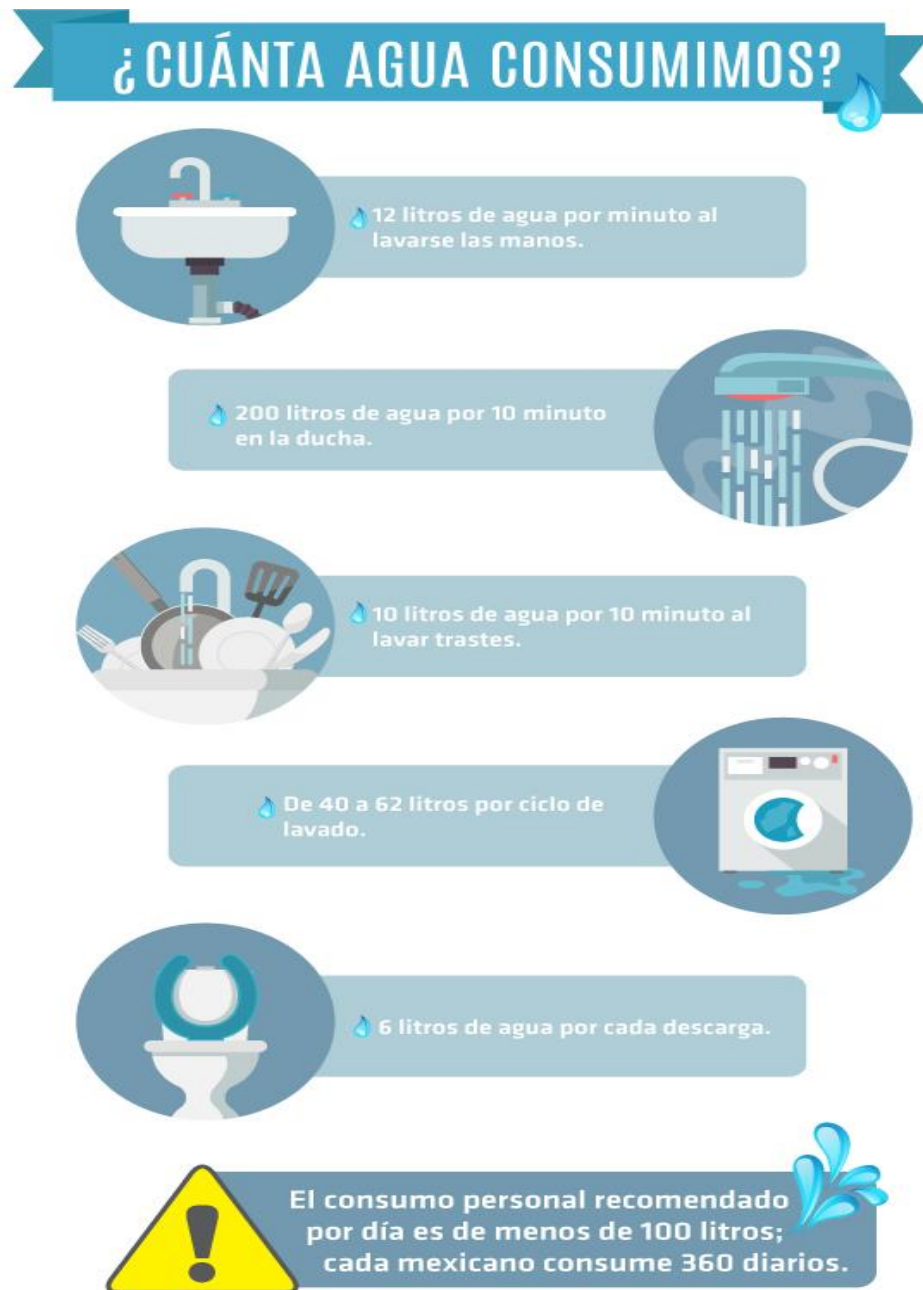
“Se tomará información básica del Instituto Nacional de Estadística (INE), registros municipales y de sanidad, censos escolares, levantamientos de densidad habitacional por instituciones gubernamentales, etc. En todo caso, el diseñador deberá verificar y evaluar la información.” (INFOM, 1997, págs. 20, 21)

“Cuando se justifique, la población flotante y la debida a crecimiento industrial o de cualquier índole fuera de lo normal, deberá tenerse en cuenta dentro del cálculo, así como considerar las tendencias locales de emigración al área urbana.” (INFOM, 1997, págs. 20, 21)

“El diseñador deberá tomar muy en cuenta el tamaño de la comunidad, de tal manera que el número final de habitantes, con respecto al actual sea el resultado del incremento vegetativo y migratorio dentro de la jurisdicción de la comunidad. No completar, por lo tanto, en aspectos, las ampliaciones que producen a otros

núcleos de población circunvecinos, a menos que este extremo sea explícitamente completado.” (INFOM, 1997, págs. 20, 21)

Imagen 21. ¿Cuánta agua consumimos?



Fuente: ORDOÑEZ, 2018

“Dotación de consumos de agua potable: Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario. Se expresa en litros por habitantes por día (L/hab./día).” (INFOM, 1997, pág. 21)

Cuadro 9: Indicaciones de estrategias generales para manejar el recurso hídrico en función de las condiciones climáticas dominantes.

Condición climática*	Características	Ambiente dominante	Estrategia de manejo del agua
Muy húmeda y húmeda (más de 1.200 mm de precipitación anual)	Precipitación abundante. Dominan excedentes hídricos casi todo el tiempo, sin déficit severo o prolongado. Pueden ocurrir períodos de déficit cortos (veranillos o estacionales).	<ul style="list-style-type: none"> » Suelos profundos y meteorizados. » Percolación profunda y lixiviación de nutrientes. » Vegetación abundante. » Disponibilidad de fuentes de agua. » Napa freática profunda, en terrenos de altitud, y alta, en terrenos de llanura (donde puede existir mal drenaje o exceso de agua). 	<ul style="list-style-type: none"> » Mantener infiltración elevada en el suelo. » Prevención y control de la escorrentía, dado el riesgo alto de erosión hídrica. » Técnicas para evitar la evaporación del agua del suelo y aumentar el almacenaje. » Drenaje puede ser necesario en terrenos llanos. » Baja necesidad de almacenar artificialmente el agua para utilización posterior.
Subhúmeda (800 a 1.200 mm de precipitación anual)	Precipitación superior a la evapotranspiración en parte del año e inferior en otros meses (déficit estacional más común y severo, régimen de precipitación puede ser muy errático).	<ul style="list-style-type: none"> » Suelos profundos y meteorizados. » Vegetación menos abundante. » Disponibilidad estacional y más escasa de fuentes de agua. » Alternancia de profundidad de la napa freática puede ser grande localmente. 	<ul style="list-style-type: none"> » Mantener infiltración elevada en el suelo. » Prevención y control de la escorrentía, dado el riesgo alto de erosión hídrica en el periodo húmedo. » Son recomendables técnicas para captar y almacenar agua en el periodo húmedo para uso en el periodo seco.
Semiárida (200 a 800 mm de precipitación anual)	Precipitación inferior a evapotranspiración durante gran parte del año. Déficit puede alcanzar casi todo el año.	<ul style="list-style-type: none"> » Suelos poco profundos y poco meteorizados. » Salinidad frecuente. » Vegetación pobre y característica de regiones con déficit hídrico. » Fuentes de agua escasas. » Agua puede ser de mala calidad para uso doméstico y agropecuario. 	<ul style="list-style-type: none"> » Mantener infiltración elevada en el suelo en los meses lluviosos. » Control de la escorrentía, dado el riesgo alto de erosión hídrica en los meses lluviosos. » Técnicas para evitar la evaporación del agua del suelo y aumentar el almacenaje. » Es indispensable aplicar técnicas para captar y almacenar agua en el periodo húmedo.
Árida (menos de 200 mm de precipitación anual)	Precipitación baja. Déficit todo el año.	<ul style="list-style-type: none"> » Suelos poco meteorizados. » Salinidad frecuente. » Vegetación casi inexistente. » Fuentes de agua son muy escasas y localizadas. » Agua puede ser de mala calidad para uso doméstico y agropecuario. 	<ul style="list-style-type: none"> » Prioridad absoluta para consumo humano. » Mantener hábitos y actividades productivas que dependan el mínimo del agua.

Fuente: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, 2013

“Se consideran los factores: clima, nivel de vida, actividad productiva, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad del agua, medición, administración del sistema y presiones del mismo.” (INFOM, 1997, pág. 21)

“Para fijar la dotación se tomarán en cuenta estudios de demanda para la población o de poblaciones similares, si los hubiere. A falta de éstos se tomará en cuenta los siguientes valores:” (INFOM, 1997, pág. 21)

“Servicio a base de llenacántaros exclusivamente: 30 a 60 litros. Servicio mixto de llenacántaros y conexiones prediales: 60 a 90 litros. Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda: 60 a 120 litros. Servicio de conexiones intradomiliares con opción a varios grifos por vivienda: 90 a 170 litros. Servicio de pozo excavado, con bomba de mano: mínimo 15 litros.” (INFOM, 1997, pág. 21)

“Consumo medio diario (cmd): A falta de registro, el consumo medio diario será el producto de la dotación adoptada, por el número de habitantes que se estimen al final del período de diseño.” (INFOM, 1997, pág. 21)

“Consumo máximo diario (CMD): A falta de registros, el consumo máximo diario (CMD) será el producto de multiplicar el consumo medio diario por un factor que oscile entre 1.2 y 1.5 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes. Sin embargo, el diseñador deberá justificar el factor que haya seleccionado.” (INFOM, 1997, pág. 22)

“Consumo máximo horario (CMH): El consumo máximo horario se determina multiplicando el consumo medio diario por el coeficiente 2.0 a 3.0 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y 2.0 para poblaciones futuras

mayores de 1,000 habitantes. La selección del factor es función inversa al tamaño de la población a servir. El diseñador deberá justificar el factor que haya seleccionado.” (INFOM, 1997, pág. 22)

Según las capacidades de diseño de las diferentes partes de un sistema de recolección y distribución de agua potable para una comunidad se toman en cuenta los siguientes criterios:

“Fuentes y captación: Las fuentes deberán garantizar el caudal de día máximo en forma continua. El diseñador deberá evaluar el registro de aforos y la información hidrológica disponible” (INFOM, 1997, pág. 22)

“Líneas de conducción: En sistemas a gravedad, la línea de conducción se diseñará para el caudal de día máximo. En sistemas por bombeo las líneas de conducción se diseñarán para conducir el caudal máximo diario durante el tiempo de bombeo adoptado. Se recomienda períodos de bombeo entre 8 y 12 horas por día para motores diesel y de 12 a 18 horas por día para motores eléctricos.” (INFOM, 1997, pág. 23)

“Tanques de almacenamiento o distribución: El volumen de los tanques de almacenamiento o distribución, se calculará de acuerdo a la demanda real de las comunidades. Cuando no se tengan estudios de dichas demandas, en sistemas por gravedad se adoptará de 25 a 40% del consumo medio diario estimando y en sistemas por bombeo de 40 a 65 % entre tanque de succión y de distribución.” (INFOM, 1997, pág. 23)

“Tanques de succión o alimentación: El tanque de succión se calculará con base en la relación entre el caudal de bombeo y el caudal de la fuente. En ningún caso será menor de 5 metros cúbicos.” (INFOM, 1997, pág. 23)

“Estación de bombeo: El tiempo diario de bombeo se considera criterios económicos y de consumo; se recomienda que no sea mayor de 18 horas diarias” (INFOM, 1997, pág. 23)

“Redes de distribución: La capacidad de las redes de distribución se calculará para el consumo máximo horario (...). Su funcionamiento deberá ser continuo.” (INFOM, 1997, pág. 23)

El sistema de abastecimiento de agua potable en general tiene sus normas de diseño en sus diferentes partes, de modo que sea más fácil y sin complicaciones su construcción, las cuales se mencionan a continuación:

“Captación del agua: (...) Las estructuras garantizarán seguridad, estabilidad y funcionamiento en todos los casos. (INFOM, 1997, págs. 23, 24)

“Para cualquier condición de la fuente, garantizarán protección contra la contaminación y entrada o proliferación de raíces, algas y otros organismos indeseables.” (INFOM, 1997, págs. 23, 24)

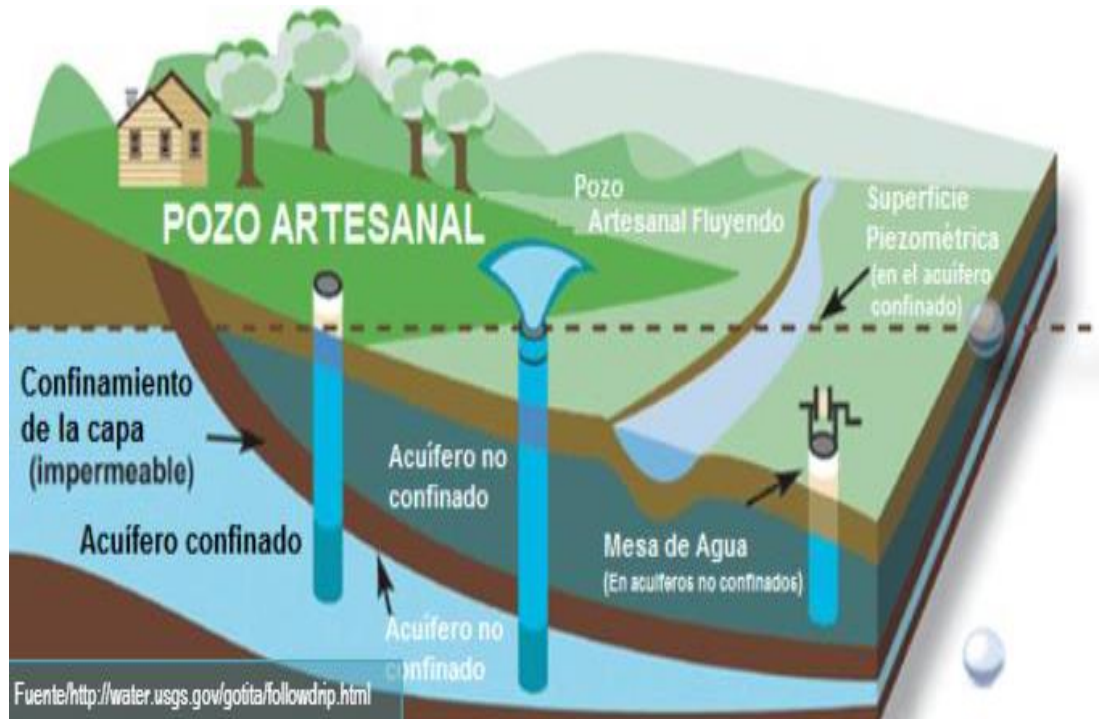
“Se impedirá al máximo la entrada de arena y materiales en suspensión y flotación.” (INFOM, 1997, págs. 23, 24)

Existen varios tipos de captaciones de agua dentro de las que destacan son: Captaciones superficiales, las más comunes son la sumergida y la captación lateral. También se encuentran las captaciones de agua de manantiales donde se diseña de forma que fluya el agua hacia un tanque de recolección.

Otro tipo de captaciones de agua son las galerías de infiltración que sirven para recolectar el agua subterránea que generalmente se encuentra a orillas de los ríos.

Los pozos excavados a mano o por métodos mecánicos son otra fuente de captación, sin embargo, deben ubicarse en zonas no inundables y no se deben excavar cerca de alguna fuente de contaminación de lo contrario el agua queda expuesta a contaminación directa. Para lograr la succión de agua en los pozos se pueden utilizar bombas de mano y equipo de bombeo y en cualquiera de los dos casos, el pozo debe tener un manto acuífero de entre un metro y medio y dos metros.

Imagen 22. Acuíferos y pozos.



Fuente: López, 2012

“Conducciones: Se diseñarán como libres o forzadas, dependen de las condiciones particulares de cada caso. Para agua de alta calidad o tratada, la conducción no deberá ser a cielo abierto.” (INFOM, 1997, pág. 30)

“Conducciones forzadas: Se emplearán en las condiciones desde las captaciones hasta los tanques de almacenamiento y en las redes de distribución. En las conducciones

forzadas se tendrán en cuenta los siguientes datos básicos para el cálculo hidráulico.”
(INFOM, 1997, pág. 30)

En cuanto a la colocación y anclaje de tubería deberá instalarse bajo las calles de tránsito peatonal, y la profundidad depende de las cargas vivas y muertas, también del tipo de suelo y la clase de tubería que se utilice, generalmente se instala a no menos de 1.20 metros.

Cuando se encuentran puntos demasiado bajos o ríos, la tubería puede quedar en el aire o colgado siempre y cuando se asegure para que no se rompa con la fuerza del viento.

Imagen 23. Tubería al aire.



Fuente: Sam Chun Informa, 2016

Los tanques de almacenamiento o distribución deben fabricarse en concreto, la loza va reforzada, tiene una boca para inspección sanitaria, ventilación rebalse y limpieza. Los tanques pueden instalarse enterrados, semienterrados o superficiales todo depende del tipo de terreno, la comunidad y el estudio realizado, se toma siempre en cuenta que se instale como mínimo a 30 metros de las fuentes de contaminación.

Los tipos de servicio que se pueden instalar son conexiones prediales, ésta se refiere a un chorro instalado fuera de la casa y dentro del predio domiciliar; la conexión intra domiciliar se da cuando se puede instalar más de un chorro en la misma vivienda; llena cántaros y se permite cuando por razones económicas no se puede realizar un sistema predial.

Y por último para un diseño de sistema de agua se debe seleccionar el sistema a utilizar, ya sea por bombeo, por gravedad o mixto.

Un sistema por bombeo es más costoso tanto al momento de instalación como para su mantenimiento y operación, aunque existen unos sistemas por bombeo más simples y económicos que otros.

“Para la selección de la bomba se debe tomar en cuenta el caudal de bombeo, la temperatura y turbiedad del agua, la temperatura del lugar, la altura sobre el nivel del mar, la presión atmosférica del lugar, la presión de vapor, la velocidad específica, la eficiencia y la potencia.” (INFOM, 1997, pág. 38).

“Para brindarle energía a la bomba puede ser a través de la red nacional de energía eléctrica, una hidroeléctrica en el lugar, por motores de combustión interna, con energía humana, con energía eólica, con energía hidráulica o con energía solar que es la que utiliza en lugares lejanos que no cuentan con energía eléctrica.” (INFOM, 1997, pág. 38)

II.8. Legislación vigente.

“Se destaca la importancia del rol de los municipios como responsables de la prestación de los servicios de agua por red y saneamiento. La Constitución Nacional establece que los municipios son instituciones autónomas, entre cuyas funciones les corresponde atender los servicios públicos locales, el ordenamiento territorial de su jurisdicción y el cumplimiento de sus fines propios”. (Lentini, 2020, pág. 16)

Los 340 municipios de Guatemala tienen la obligación de atender a los ciudadanos y cubrir las necesidades básicas para tener una vida digna, dentro de las cuales se encuentra el acceso a agua potable en cada una de las aldeas de estos municipios mismos. Aunque el servicio de agua potable no es gratis, el ciudadano tiene la obligación de pagar la tasa que la municipalidad asigne, la cual es por un monto relativamente bajo en consideración del beneficio que se obtiene, el cual, debe ser, la utilización de agua limpia a cualquier hora todos los días de la semana, con sus debidas regulaciones.

“El Código Municipal reafirma esa responsabilidad con relación a los servicios públicos locales, se indica que el municipio debe regular y prestar los servicios públicos de su jurisdicción, y que le cabe la facultad de la determinación y cobro de las tasas correspondientes.” (Lentini, 2020, pág. 16)

“La Ley General de Descentralización, por su parte, enuncia principios y objetivos específicos referidos a: i) la eficiencia y eficacia en la prestación de los servicios públicos; y ii) la universalización de la cobertura y el mejoramiento de la calidad de los servicios básicos que se prestan a la población.” (Lentini, 2020, pág. 16)

“El Código de Salud del año 1997 establece la obligación de las municipalidades de proveer el abastecimiento de agua a sus pobladores, y asigna al MSPAS el

desarrollo de normas relacionadas con la administración, construcción y mantenimiento de los servicios de agua potable y la obligación de vigilar, en coordinación con las municipalidades y la ciudadanía, la calidad del servicio de agua.” (Lentini, 2020, pág. 16)

En Guatemala se ha realizado en numeradas ocasiones la gestión de crear normativas que contribuyan a la regulación sobre el uso adecuado del agua ante el Congreso de la República de Guatemala, en algunas se ha obtenido la aprobación y el cumplimiento y en otras no; a continuación, se señalan las más relevantes:

“Artículo 5. Todos los miembros del Comité serán electos por la Comunidad en Asamblea General y desempeñarán sus cargos sin remuneración alguna.” (Congreso, 2011, pág. 33)

Lo cual refiere que las personas que acepten el cargo, asumen la responsabilidad de velar porque se cumpla la ley y los ciudadanos cuenten con los servicios básicos con constancia y cabalidad, así también que cumplan con sus obligaciones, realizan también gestiones para mejorar continuamente.

Artículo 9. Los miembros del Comité durarán en el ejercicio de sus funciones dos años, pueden ser confirmados para períodos adicionales y también removidos en cualquier momento cuando se compruebe que ha cometido actos ilícitos.” (Congreso, 2011, pág. 33)

Si en dado caso, la persona que se encuentre en el cargo público no cumple con sus funciones como espera la población que representa, se puede destituir de sus funciones y elegir a otra persona que cuente con el perfil adecuado para poder gestionar en nombre de toda la población. Se toma en cuenta que es un trabajo no remunerado y que ejerce bajo su propia cuenta y riesgo.

Imagen 24. El acceso al agua y saneamiento es un Derecho Humano.



Fuente: IAGUA, 2014

Según la imagen anterior, los números reflejan que a nivel mundial se tiene el problema de escases de agua potable, no es un caso aislado el de Guatemala, sin embargo, esto no significa que se debe seguir esa tendencia, constantemente las autoridades correspondientes y los ciudadanos deben velar por el mejoramiento de las condiciones de vida

“Artículo 68 Competencias propias del Municipio. Inciso:” (Congreso, 2011, pág. 34)

“a) Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada, alcantarillado; alumbrado público; mercados; rastros; administración de cementerios y la autorización y control de los cementerios privados; limpieza y ornato; formular y coordinar políticas, planes y programas relativos a la recolección, tratamiento y disposición final de desechos y residuos sólidos hasta su disposición final;” (Congreso, 2011, pág. 34)

“k) Desarrollo de viveros forestales municipales permanentes, con el objeto de reforestar las cuencas de los ríos, lagos, reservas ecológicas y demás áreas de su circunscripción territorial para proteger la vida, salud, biodiversidad, recursos naturales, fuentes de agua y lucha con el calentamiento global,” (Congreso, 2011, pág. 34)

“Artículo 15. El Gobierno velará por el mantenimiento de calidad del agua para el uso humano y otras actividades cuyo empleo sea indispensable, por lo que emitirá las disposiciones que sean necesarias y los reglamentos correspondientes para: Incisos: (Congreso, 2011, págs. 34, 35)

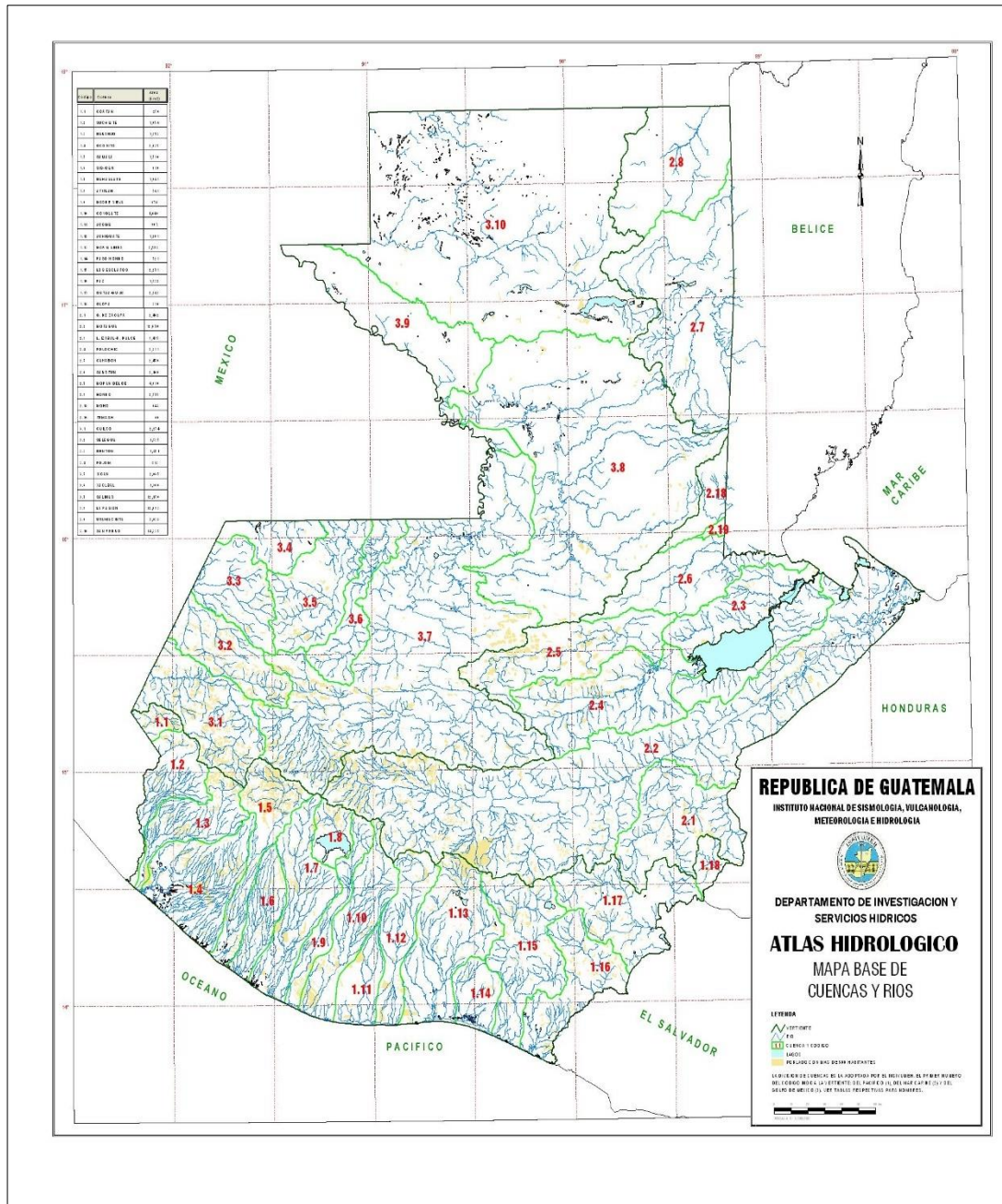
“b) Ejercer control para que el aprovechamiento y uso de las aguas no cause deterioro ambiental,” (Congreso, 2011, págs. 34, 35)

En Guatemala cuenta con diferentes fuentes de abastecimiento de agua dulce, tanto a nivel superficial como subterráneo y el objetivo principal de cumplir con las leyes es lograr un equilibrio entre el uso que se le da a este recurso no renovable y la forma como se logra no afectar el medio ambiente.

“c) Revisar permanentemente los sistemas de disposición de aguas servidas o contaminadas para que cumplan con las normas de higiene y saneamiento ambiental y fijar los requisitos,” (Congreso, 2011, págs. 34, 35)

“f) Promover el uso integral y el manejo racional de cuencas hídricas, manantiales y fuentes de abastecimiento de aguas,” (Congreso, 2011, págs. 34, 35)

Mapa 4. Mapa de cuencas y ríos de Guatemala.



Fuente: INSIVUMEH, 2003

“i) Velar por la conservación de la flora, principalmente los bosques, para el mantenimiento y el equilibrio del sistema hídrico, promover la inmediata reforestación de las cuencas lacustre de ríos y manantiales.” (Congreso, 2011, págs. 34, 35)

Es necesario hacer mención de la importancia de reforestar los bosques, evitar la tala excesiva, evitar la quema de los ecosistemas, porque con estas actividades se prevé la escases de agua dulce en el manto friático, los ecosistemas le dan vida a la tierra y se logra que el recurso hídrico se mantenga para luego ser transportado y purificado para el consumo humano.

“Decreto 90-97. Código de salud” (Congreso, 2011, págs. 36, 37, 38)

“Artículo 82. Fomento de la construcción de servicios. 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.” (Congreso, 2011, págs. 36, 37, 38)

Las leyes son creadas para ser cumplidas y tal como dice el artículo anterior, las construcciones que se realicen en función de la prestación de servicios deben aplicarse a todos los ciudadanos, sin importar si viven en el área urbana o rural, merecen el mismo nivel de importancia porque la necesidad del uso de los servicios básicos no distingue estrato social o ubicación geográfica.

“Artículo 86. Normas. El Ministerio de Salud establecerá las normas vinculadas a la administración, construcción y mantenimiento de los servicios de agua potable para consumo humano, se vigila en coordinación con las Municipalidades y la

comunidad organizada la calidad del servicio y del agua de todos los abastos para uso humano. Son estos públicos o privados.” (Congreso, 2011, págs. 36, 37, 38)

“Artículo 87. Purificación del agua. Las Municipalidades y demás instituciones públicas o privadas encargadas del manejo y abastecimiento de agua potable, tienen la obligación de purificarla, en base a los métodos que sean establecidos por el Ministerio de Salud.” (Congreso, 2011, págs. 36, 37, 38)

“El Ministerio deberá brindar asistencia técnica a las Municipalidades de una manera eficiente para su cumplimiento. La transgresión a esta disposición conllevará sanciones que quedarán establecidas en la presente ley, sin detrimento de las sanciones penales en que pudiera incurrirse.” (Congreso, 2011, págs. 36, 37, 38)

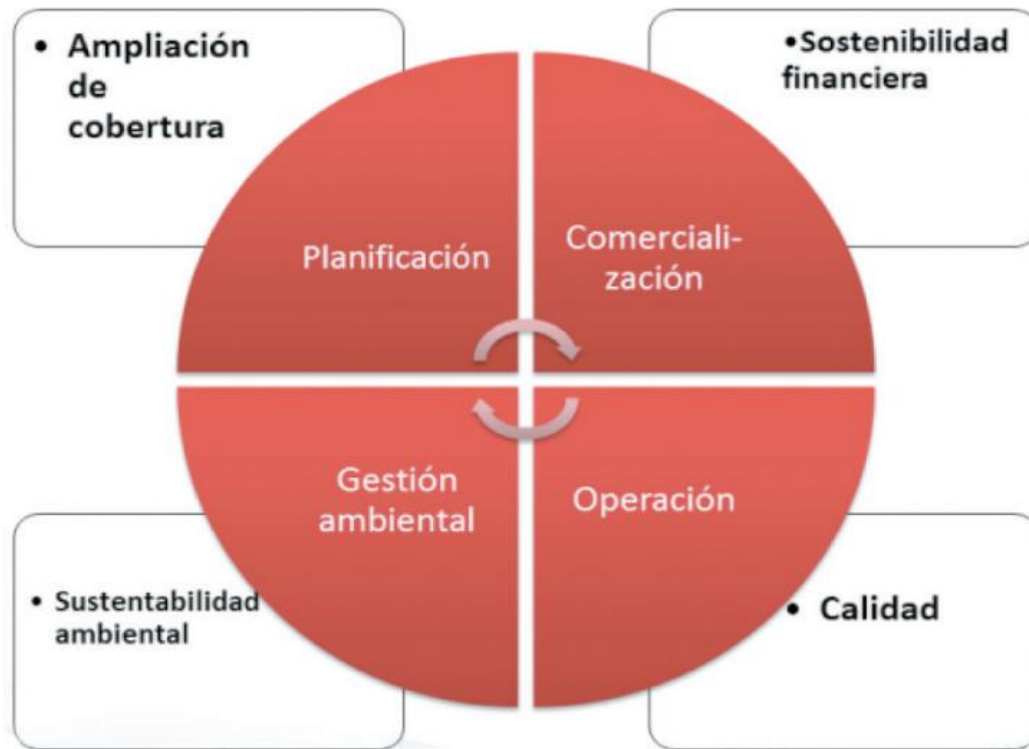
Las municipalidades son entes que no trabajan solos, siempre se encuentran apoyadas de los ministerios según sea la necesidad y en lo que se refiere al agua, saneamiento y asistencia social, cuenta con el respaldo del Ministerio de Salud ante cualquier eventualidad que se presente.

“Artículo 89. Conexión de servicios. Los propietarios o poseedores de inmuebles y abastecimientos de agua ubicados en el radio urbano, dotado de redes centrales de agua potable. deberán conectar dichos servicios de acuerdo con los reglamentos municipales; corresponde a las municipalidades controlar el cumplimiento de esta disposición.” (Congreso, 2011, págs. 36, 37, 38)

“Artículo 90. Agua contaminada. Queda prohibido utilizar agua contaminada, para el cultivo de vegetales alimentarios para el consumo humano en el reglamento respectivo. Quedarán establecidos los mecanismos de control.” (Congreso, 2011, págs. 36, 37, 38)

“Artículo 3. Se modifica el artículo 3 del Acuerdo Ministerial No. SP-M-278-2004, el cual queda así: Artículo 3. Objetivos Específicos.” (Congreso, 2011, pág. 39)

Imagen 25. Modelo de gestión de servicios públicos municipales.



Fuente: PROMUDEL, 2013

Existe un programa nacional creado con la finalidad de vigilar la calidad del agua para consumo humano y establece los mecanismos más apropiados para ejecutar y desarrollar la vigilancia sanitaria, denominado PROVIAGUA.

“Los objetivos específicos que debe cumplirse por medio del PROVIAGUA, son los siguientes:” (Congreso, 2011, pág. 39)

“a) Crear y actualizar continuamente un inventario de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano a nivel nacional.” (Congreso, 2011, pág. 39)

“b) Ejecutar la vigilancia sanitaria periódica de la calidad del agua y del servicio que se suministre a la población por medio de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, con énfasis en la obtención de información relevante para la prevención y control de las enfermedades transmitidas a través del agua.”
(Congreso, 2011, pág. 39)

El gobierno de Guatemala, mediante las leyes aprobadas, garantiza que las fuentes de abastecimiento y los sistemas de agua potable funcionan de forma regular y se cumple con las normas sanitarias vigentes que garantizan la calidad del agua que los guatemaltecos disponen para su consumo.

Imagen 26. Certificado de la calidad del agua.



Fuente: Mixco, 2019

“Acuerdo gubernativo 178-2009. Reglamento para la certificación de la calidad del agua para consumo humano en proyectos de abastecimiento.” (Congreso, 2011, pág. 42)

“Artículo 7. Criterios para la Extensión del Certificado. La Dirección de Área de Salud extenderá el Certificado de Calidad del Agua para consumo humano para un proyecto de abastecimiento, sólo cuando se cumplan los criterios siguientes:” (Congreso, 2011, pág. 42)

“a) Los procesos y métodos previstos para el tratamiento y la desinfección del agua a ser utilizados están en concordancia con lo establecido por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social,” (Congreso, 2011, pág. 42)

“b) Las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de las fuentes evaluadas, deben ser sanitariamente aptas para ser objeto de los procesos y métodos de tratamiento y desinfección propuestos para el proyecto de abastecimiento, de manera que se pueda satisfacer las normas y especificaciones de potabilidad vigentes, y” (Congreso, 2011, pág. 42)

“c) Las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de las fuentes evaluadas no deben mostrar variaciones significativas a través del tiempo, y no debe existir evidencia de exposición a fuentes de contaminación.” (Congreso, 2011, pág. 42)

La valoración del sistema legal del agua en Guatemala se refleja en los siguientes enunciados:

“Los criterios jurídicos de valoración de las normas son la justicia, validez y eficacia. El criterio de justicia está influido por las ideas políticas, producto de la historia y no

corresponde analizarlas en este trabajo. Sin embargo, es importante señalar lo siguiente:” (Universidad Rafael Landívar, 2005, pág. 25)

“a) La base jurídica del agua descansa en el sistema de propiedad el cual no ha variado desde su organización inicial en 1821 respecto a un aspecto esencial: proteger la propiedad. Desde entonces y hasta ahora (2003) reconoce y protege la propiedad pública y privada y limita su ejercicio a las leyes como medio para garantizar el interés público y el ejercicio de los derechos privados, pero no prevé un sistema para regular el ejercicio de esos derechos ni garantizar el acceso universal al recurso; y” (Universidad Rafael Landívar, 2005, pág. 25)

“b) El recurso se deteriora, el potencial hídrico es subutilizado, no todas las demandas se satisfacen y/o la calidad de los servicios es precaria, los conflictos van en aumento y la falta de liderazgo de los actores públicos y privados del agua es evidente.” (Universidad Rafael Landívar, 2005, pág. 25)

“La modernización del sistema de conceptos y organización legal de las aguas se evidencia como necesaria.” (Universidad Rafael Landívar, 2005, pág. 25)

“El criterio de validez de la norma se refiere a la legitimidad del órgano emisor. En el presente caso, se refiere a la competencia de los órganos públicos de emitir normas jurídicas: constitucionales, ordinarias, reglamentarias, normas técnicas, disposiciones individualizadas. El límite y extensión lo fija la norma constitucional y su emisión corresponde a la Asamblea Nacional Constituyente o al Congreso, según el caso.” (Universidad Rafael Landívar, 2005, pág. 25)

“Las normas constitucionales son las de jerarquía superior, junto con los convenios de derechos humanos aprobados y ratificados por el país. El régimen especial del agua se funda en los artículos 127 y 128; el primero integra al patrimonio nacional

todas las aguas y define el interés social como el fin de su aprovechamiento; el segundo reitera que las aguas están al servicio de la comunidad y la obligación de adoptar medidas para la conservación del bosque alrededor de las fuentes de agua.” (Universidad Rafael Landívar, 2005, pág. 25)

“Las leyes ordinarias, comunes y especiales, desarrollan las garantías constitucionales, son de observancia general, norman temas específicos y su promulgación compete al Congreso de la República; y han transcurrido 16 años sin que el mandato constitucional de emitir una ley de aguas haya sido cumplido por el citado organismo.” (Universidad Rafael Landívar, 2005, pág. 25)

“Es importante señalar el criterio establecido por la Corte de Constitucionalidad en cuanto al órgano emisor de normas para regular el uso de las aguas, lo cual compete exclusivamente al Congreso de la República, argumento aplicado para declarar inconstitucionales dos reglamentos municipales (Antigua Guatemala y Zacapa). (Universidad Rafael Landívar, 2005, pág. 25)

En este orden de ideas, se estima inconstitucional el Artículo 16, literal (d) del Acuerdo Ministerial 29-2000 que organizó la Unidad de Normas y Regulaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.” (Universidad Rafael Landívar, 2005, pág. 25)

“Las disposiciones reglamentarias hacen operativas las leyes ordinarias, las cuales definen su límite y extensión, también son de observancia general y las emiten las instituciones del Organismo Ejecutivo debidamente facultadas por ley, Presidencia de la República, algunas Juntas Directivas de entes descentralizados y los concejos municipales. Para citar un ejemplo, el Reglamento de Requisitos Mínimos y Máximos Permisibles de Contaminación para la Descarga de Aguas Servidas (1989).” (Universidad Rafael Landívar, 2005, págs. 25, 26)

“En la estructura legal también encontramos normas técnicas y disposiciones individualizadas. Las primeras son emitidas especialmente por el sistema COGUANOR 10 –agua potable, por ejemplo–; y otros entes facultados expresamente por la ley como la Comisión Nacional de Energía –sistema de seguridad de las presas, por ejemplo–; y las disposiciones individualizadas son emitidas cuando un ente público aplica la ley en un caso concreto –concesiones forestales, por ejemplo– y como lo serían también los títulos para amparar derechos de aprovechamiento de las aguas públicas.” (Universidad Rafael Landívar, 2005, pág. 26)

“Finalmente, el tercer criterio de valoración de las normas jurídicas es el de la eficacia de la aplicación de la ley, responde a la pregunta ¿La aplicación de la ley ha cumplido con los objetivos previstos y ha empleado los medios legalmente instituidos?” (Universidad Rafael Landívar, 2005, pág. 26)

“Significa valorar los resultados de la aplicación de la ley, requiere contar con un sistema de evaluación del desempeño construido con base en indicadores medibles conforme múltiples criterios, entre ellos, los financieros, jurídicos; exige distinguir el cumplimiento de la ley de dos grandes actores: las instituciones de los distintos organismos del Estado, Ejecutivo, Judicial y Legislativo, y los particulares.” (Universidad Rafael Landívar, 2005, pág. 26)

“El camino a seguir: Promover la modernización del régimen legal, institucional y de políticas públicas del agua mediante un proceso social informado y amplio que permita la emisión de instrumentos legales cuyo objeto sea otorgar seguridad jurídica y certeza hídrica al proceso de aprovechamiento y conservación de las aguas.” (Universidad Rafael Landívar, 2005, pág. 26)

En continuación al párrafo anterior:

“Lo cual ha sido y es propuesto tanto a nivel regional como continental y mundial en numerosos foros y talleres y específicamente para Guatemala ha sido recomendado por expertos de organismos internacionales: Dante Caponera, de FAO, 1958; A. Glick, de AID, 1963; A., Merea, de IICA, 1980; Solanes, Llop y Braceli, de PNUD 1987; Pérez y Pérez de BID, Burchi, Aguilar y Manríquez, de FAO, 1996 11.” (Universidad Rafael Landívar, 2005, pág. 26)

“En el caso de Guatemala, se estima necesario considerar durante el proceso de modernización los temas siguientes:” (Universidad Rafael Landívar, 2005, pág. 26)

“a) Un sistema de derechos de aprovechamiento especial de las aguas y de obligaciones de los usuarios para garantizar los derechos de uso –públicos y privados– y el mercado regulado de los derechos de uso.” (Universidad Rafael Landívar, 2005, pág. 26)

“b) Herramientas legales y de planificación mínimas: inventario del agua, con su respectivo catastro físico y registro de derechos y obligaciones de uso de las aguas; y un sistema administrativo para conocer y resolver conflictos por el uso del agua. En todo caso, supone un servicio nacional de medición, estudio y evaluación del agua.” (Universidad Rafael Landívar, 2005, pág. 26)

“c) Un sistema de uso y aprovechamiento bajo el criterio del uso óptimo del agua para equilibrar principios, realidades, criterios e instrumentos y alcanzar objetivos sociales –universalidad en el acceso para fines domésticos y de seguridad alimentaria– y económicos, introduciendo incentivos de eficiencia pre y post uso y de efectividad en el uso, incorporado por el uso real; y ambientales sostenibilidad del recurso como elemento abiótico–, para la sostenibilidad misma del abasto de agua y para garantizar derechos de tercera generación; y” (Universidad Rafael Landívar, 2005, pág. 26)

“d) La organización de la administración general del agua, por medio de una dirección nacional que considere:” (Universidad Rafael Landívar, 2005, pág. 26)

“a. La planificación, regulación y evaluación nacional de las acciones del Estado (sistema de programas, proyecto y presupuesto) y ejecución a través del ejercicio de atribuciones de entes sectoriales, descentralizados y autónomos; b. La gestión del recurso por regiones hidrográficas (grupos de cuencas, subcuencas y microcuencas) c. Mediante figuras que incorporen la participación de los gobiernos locales, los usuarios y el público y permitan la paulatina asunción de atribuciones de planificación y administración de derechos y obligaciones de parte de los organismos locales.” (Universidad Rafael Landívar, 2005, pág. 26)

Imagen 27. Proyectos e Iniciativas de Ley de Aguas en Guatemala.

PROYECTOS	INICIATIVAS DE LEY
• Comisión Nacional de Riego 1958	• Comisión de Recursos Hídricos 1993 Iniciativa 1001
• MAGA DIRENARE, AID 1962	• Presidencia 1996, iniciativa 1296
• SEGEPLAN, Vivanco 1967	• Diputado Muñoz Ríos, 2002
• Congreso, comisión adhoc—Viteri, Vivanco y Topke 1969	• Comisión Recursos Hídricos, diputado Cojtí, 2005
• Congreso, diputado Carpio 1974	• Comisión Recursos Hídricos, diputada Marroquín, 2006
• Vicepresidente, 1980	• Comisión Recursos Hídricos, diputado Zea, 2007
• INTA e IICA, 1980	• Comisión Recursos Hídricos, diputado Solares, 2008
• CIV, Comisión 1983	• Comisión Recursos Hídricos, diputado Orellana, 2009 Iniciativa 3702
• CIV, Comisión INSIVUMEH- PNUD, 1987	

Fuente: (López C. , 2014)

Existe la estrategia nacional de agua en Guatemala, la cual tiene tres enfoques dentro de la estrategia misma que se describen a continuación:

“Primera Línea Estratégica: Agua potable y saneamiento para el desarrollo humano.” (Gabinete específico del agua, 2011, pag. 20)

“Contribuir al mejoramiento de las condiciones de la calidad de vida, bienestar individual y social como parte del desarrollo humano de los habitantes de Guatemala, mediante el mejoramiento de la gestión pública sostenible de los servicios públicos de agua potable y saneamiento y de las prácticas del manejo del agua para el consumo humano.” (Gabinete específico del agua, 2011, pag. 20)

“Segunda Línea Estratégica: Conservación, protección y mejoramiento de fuentes de agua, bosques, suelos y riveras de ríos en cuencas.” (Gabinete específico del agua, 2011, pag. 23)

“Contribuir a la adaptación nacional al cambio climático mediante la conservación, protección y mejoramiento de las fuentes de agua y de los bosques, suelos y riveras de ríos que regulan el ciclo hidrológico en cuencas. Está a cargo el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y se refiere al bien natural hídrico y a las acciones necesarias para proteger y recuperar calidad, cantidad y comportamiento, en cumplimiento de los mandatos legales definidos por la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Guatemala 1986) al sector ambiental del país” (Gabinete específico del agua, 2011, pag. 23)

“Tercera Línea Estratégica: Planificación Hidrológica, Obras hidráulicas de regulación y Gobernabilidad del agua. Esta línea estratégica aborda directamente dos objetivos específicos de la Política Nacional del Agua” (Gabinete específico del agua, 2011, pag. 26)

“Contribuir con los objetivos de desarrollo económico y social y con la adaptación nacional al cambio climático, mediante la gobernabilidad y gestión eficaz del agua, la planificación hidrológica y el sistema nacional de obras hidráulicas que regulen el ciclo hidrológico para satisfacer al mayor número de demandas, prever requerimientos futuros y gestionar los riesgos hídricos y adoptar gradualmente un sistema nacional de gestión del agua y que promueva la modernización del régimen legal e institucional para asegurar la implementación de acciones de planificación, programación y presupuesto vinculadas a las políticas sociales, económicas ambientales y de relaciones exteriores del país” (Gabinete específico del agua, 2011, pág. 26)

“Cuarta Línea Estratégica: Política Pública y Régimen Legal e Institucional de Cursos de Aguas Internacionales” (Gabinete específico del agua, 2011, pág. 32)

“Contribuir al logro de los valores de justicia, seguridad y bien común del país, mediante la implementación de los lineamientos y principios de negociación que establezcan esquemas de compensación para proteger los cursos de agua internacionales a través de tratados bilaterales y que primero Guatemala debe satisfacer las necesidades de su población, economía y ambiente.” (Gabinete específico del agua, 2011, pág. 32)

“La implementación de la Estrategia Nacional del Agua necesita formular e implementar las herramientas de planificación y presupuesto que aseguren la producción de servicios institucionales previstos para favorecer la gestión y gobernanza del agua” (Gabinete específico del agua, 2011, pág. 34)

Y es en esta vía como se merece trabajar para asegurar que el recurso hídrico potabilizado llegue a todas las comunidades de Guatemala, para proveer de los recursos mínimos y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La investigación se realizó en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, con el objetivo de comprobar la hipótesis sobre “El incremento de hogares sin acceso al agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, en los últimos cinco años por el deficiente abastecimiento, debido a la carencia de proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable”.

Dicha información se obtuvo de dos grupos involucrados, los cuales son: 378 jefes de hogar de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, para los cuales se realizó un cálculo de la muestra, mediante población finita cualitativa con 90% de confianza y 9.5% de error, con el resultado de 63 jefes de hogar, debido a que la población sobrepasa los 35 individuos para la comprobación del efecto.

Para la causa principal o variable independiente, se dirigieron las boletas a los 16 integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Concejo Municipal de Cobán, Alta Verapaz, por medio de la técnica de censo debido a que la cantidad de personas no sobrepasan los 35 individuos de estudio.

En la siguiente sección, se presentan los cuadros y gráficas de los resultados obtenidos gracias al trabajo de campo realizado durante los últimos meses, los cuales han sido analizados, tabulados y graficados para lograr su clasificación y presentación de la siguiente manera:

De los cuadros 10 al 14 y de la gráfica 1 a la 5 se describe la comprobación del efecto o la variable dependiente. De los cuadros 15 al 19 y gráfica de la 6 a la 10 se describe la comprobación de la causa principal o variable independiente.

Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente (Y) o el efecto.

Cuadro 10.

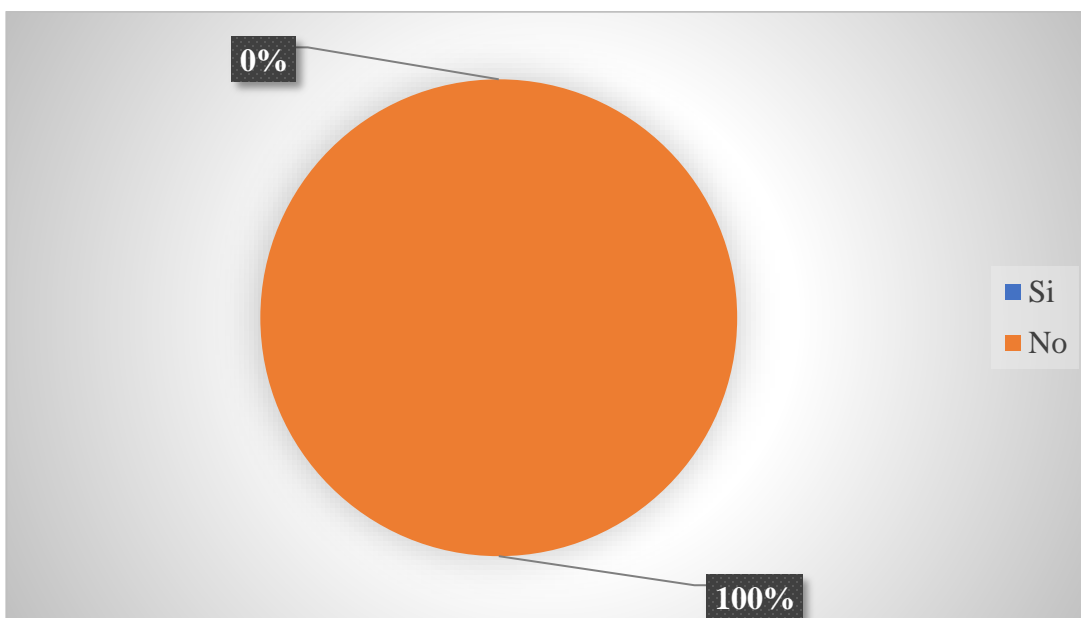
Jefes de hogar que tienen acceso al agua potable en su hogar.

Respuestas	Cantidad de jefes de hogar	Valor relativo (%)
Si	0	0
No	63	100
TOTAL	63	100

Fuente: jefes de hogar de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, octubre de 2021.

Gráfica 1.

Jefes de hogar que tienen acceso al agua potable en su hogar.



Fuente: jefes de hogar de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, octubre de 2021.

Análisis: En el cuadro y gráfica anteriores se observa que el total de los jefes de hogar manifiesta que carecen del servicio del sistema de distribución de agua potable, es decir que necesitan apoyo para mejorar su calidad de vida y con los datos se ayuda a comprobar el efecto, debido a que es necesario priorizar el abastecimiento para estas familias, con esto se ayuda a comprobar el efecto.

Cuadro 11.

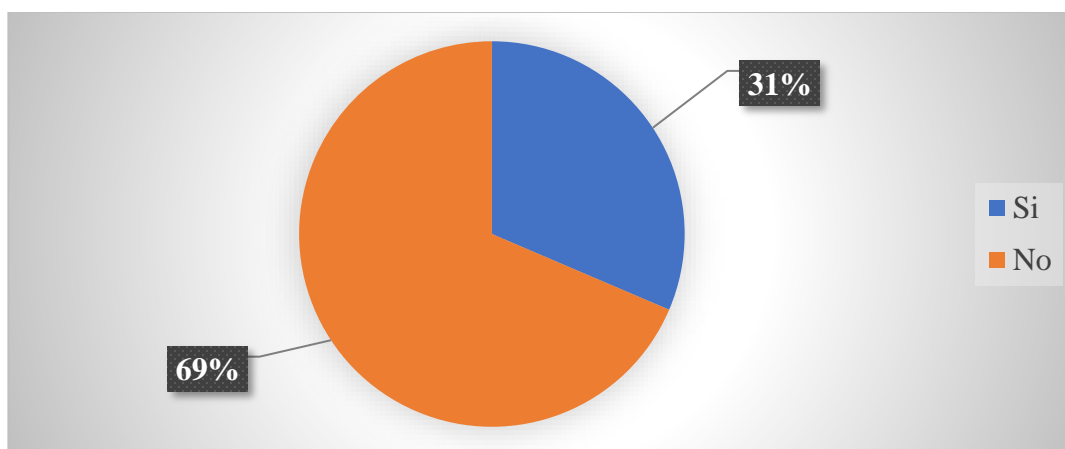
Jefes de hogar que conocen a que se debe el incremento de hogares sin acceso al agua potable.

Respuestas	Cantidad de jefes de hogar	Valor relativo (%)
Si	20	31
No	43	69
TOTAL	63	100

Fuente: Jefes de hogar de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, octubre 2021.

Gráfica 2.

Jefes de hogar que conocen a que se debe el incremento de hogares sin acceso al agua potable.



Fuente: Jefes de hogar de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, octubre 2021.

Análisis: Aproximadamente un tercio de los jefes de hogar encuestados dice si saber el motivo por el cual se ha incrementado el número de hogares sin acceso al agua potable y dentro de los motivos se menciona: porque no hay tubería, porque no alcanza el agua y porque la municipalidad de Cobán no ha previsto la necesidad; por el contrario, dos tercios aproximados de la población dice no tener conocimiento del tema, pero que si necesitan del servicio de agua potable, lo que ayuda a comprobar el efecto.

Cuadro 12.

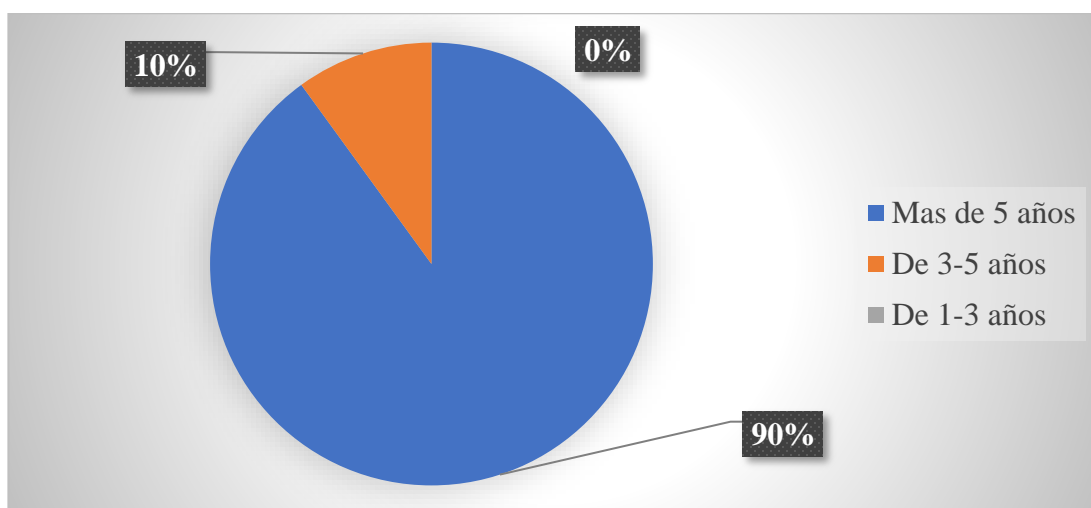
Tiempo que llevan los jefes de hogar sin acceso al agua potable.

Respuestas	Cantidad de jefes de hogar	Valor relativo (%)	Valor relativo absoluto (%)
De 1-3 años	0	0	0
De 3-5 años	6	10	10
Más de 5 años	57	90	100
TOTAL	63	100	

Fuente: Jefes de hogar de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, octubre 2021.

Gráfica 3.

Tiempo que llevan los jefes de hogar sin acceso al agua potable.



Fuente: Jefes de hogar de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, octubre 2021.

Análisis: Según las personas de estudio responden que ninguno tiene conocimiento que los hogares tengan menos de tres años sin acceso al agua potable, una décima parte responde que tiene conocimiento que los hogares no tienen agua desde hace tres a cinco años y el resto dominante manifiesta que los hogares no tienen agua desde hace más de cinco años y comentan que el número de hogares va en crecimiento, con esto se contribuye a comprobar el efecto.

Cuadro 13.

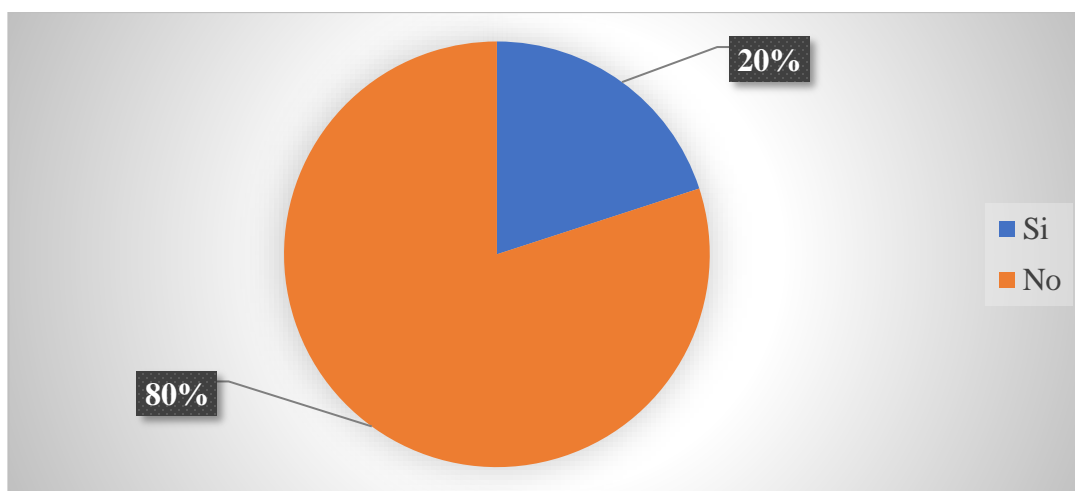
Jefes de hogar que consideran que el actual sistema de distribución que existe en la aldea solucionará el incremento de hogares sin acceso al agua potable.

Respuestas	Cantidad de jefes de hogar	Valor relativo (%)
Si	13	20
No	50	80
TOTAL	63	100

Fuente: Jefes de hogar de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, octubre 2021.

Gráfica 4.

Jefes de hogar que consideran que el actual sistema de distribución que existe en la aldea solucionará el incremento de hogares sin acceso al agua potable.



Fuente: Jefes de hogar de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, octubre 2021.

Análisis: De las personas de estudio, dos décimas responden que el actual sistema de distribución y forma de abastecimiento sí es capaz de solucionar el problema de provisión en los hogares a pesar del incremento que se dé; sin embargo, la gran mayoría que son ocho décimas de la población confirma que no es capaz solucionar el problema de esta forma, ya que los hogares van en aumento conforme el tiempo pasa, con esto se ayuda a comprobar el efecto.

Cuadro 14.

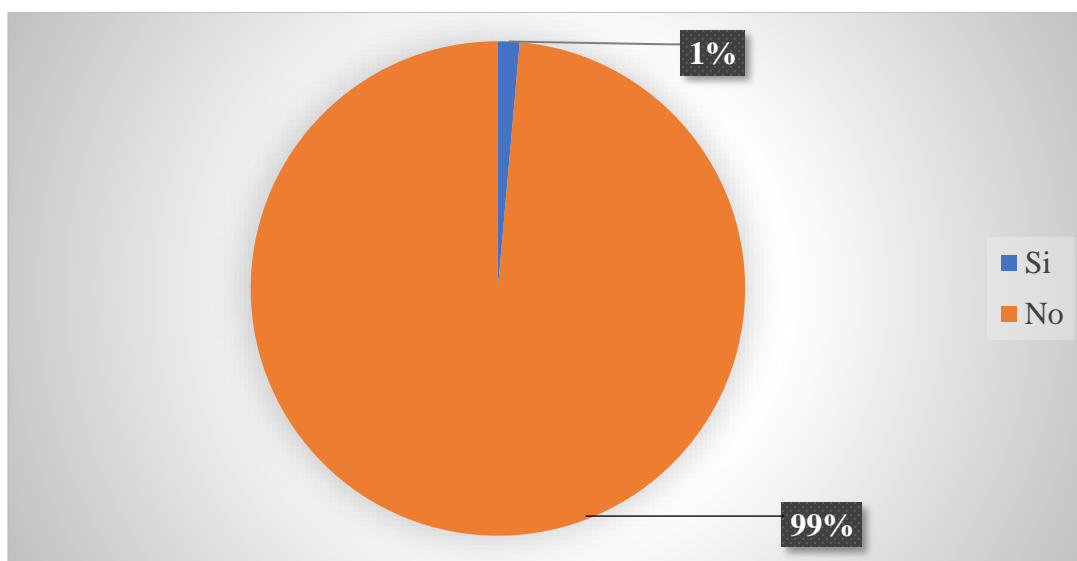
Jefes de hogar que conocen sobre alguna propuesta por parte de las autoridades locales para abastecer a todos del vital líquido.

Respuestas	Cantidad de jefes de hogar	Valor relativo (%)
Si	1	1
No	62	99
TOTAL	63	100

Fuente: Jefes de hogar de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, octubre 2021.

Gráfica 5.

Jefes de hogar que conocen sobre alguna propuesta por parte de las autoridades locales para abastecer a todos del vital líquido.



Fuente: Jefes de hogar de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, octubre 2021.

Análisis: Se observa que de las personas encuestadas únicamente una tiene conocimiento sobre alguna propuesta por parte de las autoridades locales para solventar el problema de abastecimiento, mientras que el resto de los jefes de hogar no tiene conocimiento sobre ninguna iniciativa que solucione la situación en cuestión, lo cual termina de rectificar el efecto.

Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente (X) o la causa principal.

Cuadro 15.

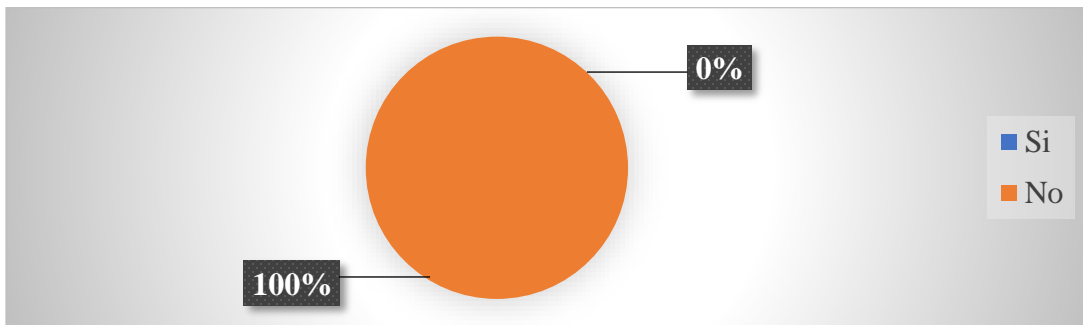
Integrantes que cuentan con el proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

Respuestas	Cantidad de jefes de hogar	Valor relativo (%)
Si	0	0
No	16	16
TOTAL	16	100

Fuente: integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Concejo Municipal de Cobán, Alta Verapaz, octubre de 2021.

Gráfica 6.

Integrantes que cuentan con el proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.



Fuente: integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Concejo Municipal de Cobán, Alta Verapaz, octubre de 2021.

Análisis: Se determina que el total de las personas censadas no cuentan dentro de su plan de trabajo con el proyecto de diseño y construcción de un sistema de agua potable para la aldea en mención, lo cual contribuye a la comprobación de la causa principal y abre espacio para que el actual proyecto se puede proponer sin inconvenientes, con esto ayuda a comprobar la causa.

Cuadro 16.

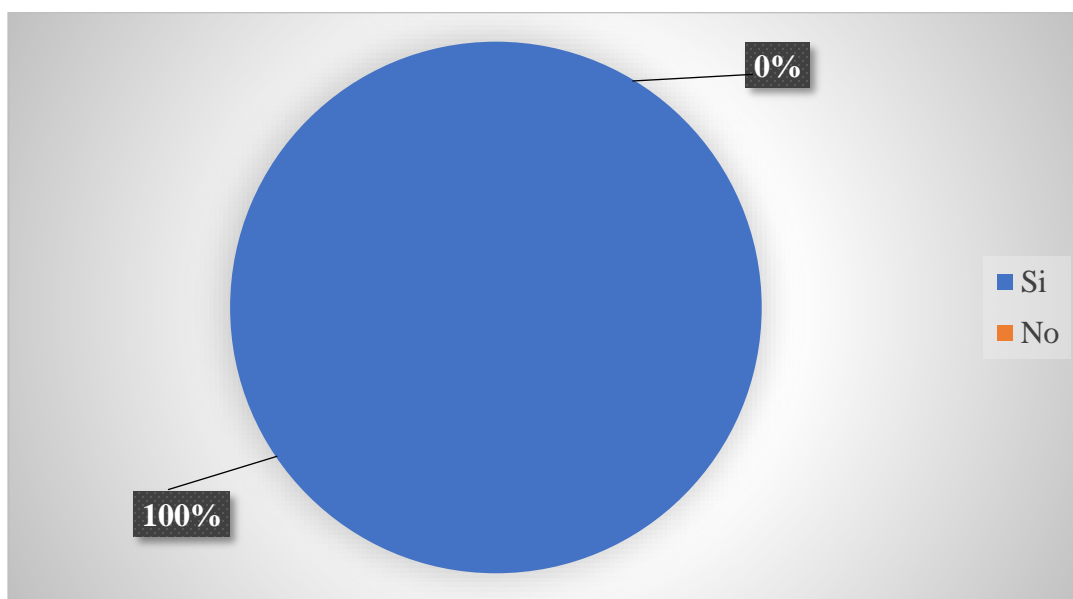
Integrantes que consideran necesaria la construcción del sistema de agua potable.

Respuestas	Cantidad de jefes de hogar	Valor relativo (%)
Si	16	100
No	0	0
TOTAL	16	100

Fuente: integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Concejo Municipal de Cobán, Alta Verapaz, octubre de 2021.

Gráfica 7.

Integrantes que consideran necesaria la construcción del sistema de agua potable.



Fuente: integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Concejo Municipal de Cobán, Alta Verapaz, octubre de 2021.

Análisis: Se observa que por unanimidad las autoridades correspondientes dicen estar a favor de la construcción del sistema de agua potable, ya que la consideran necesaria para el mejoramiento de la calidad de vida de los jefes de hogar de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, nadie dice que no es necesaria la construcción de dicho proyecto, con esto se ayuda a comprobar la causa.

Cuadro 17.

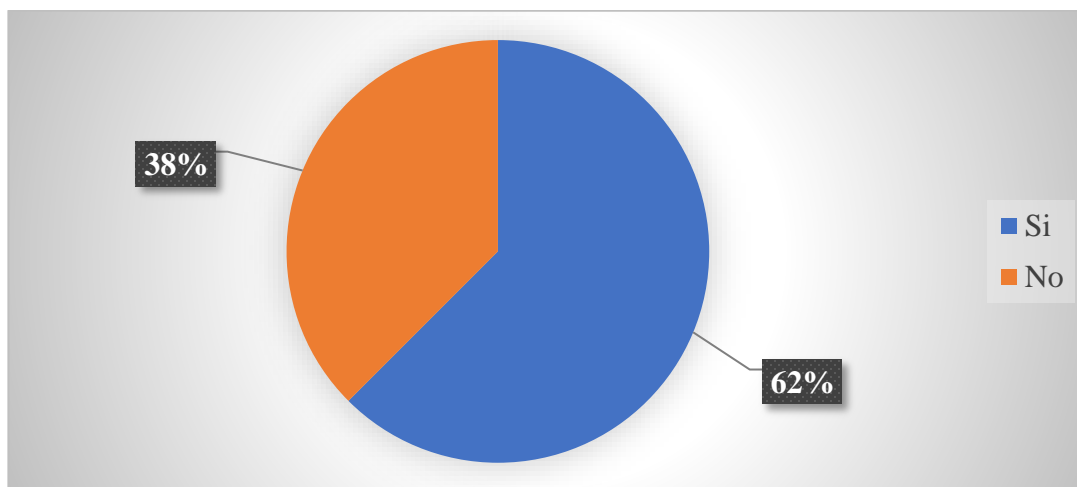
Integrantes que tienen como prioridad la ejecución de la construcción de un sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

Respuestas	Cantidad de jefes de hogar	Valor relativo (%)
Si	10	63
No	6	38
TOTAL	16	100

Fuente: integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Concejo Municipal de Cobán, Alta Verapaz, octubre de 2021.

Gráfica 8.

Integrantes que tienen como prioridad la ejecución de la construcción de un sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.



Fuente: integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Concejo Municipal de Cobán, Alta Verapaz, octubre de 2021.

Análisis: En aproximación tres quintas partes del total de personas censadas afirman que es prioridad la ejecución de la construcción del sistema de agua potable para la aldea en mención, mientras que dos quintas partes no lo consideran prioridad dentro de su plan de trabajo, lo cual ayuda a comprobar la causa principal o variable independiente (Y).

Cuadro 18.

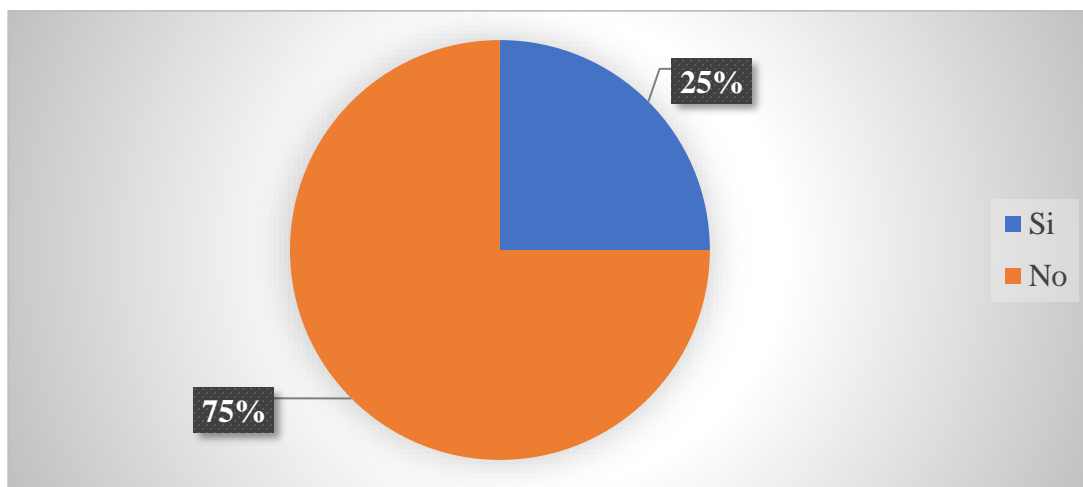
Integrantes que contemplan dentro de su planificación, la construcción de un sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

Respuestas	Cantidad de jefes de hogar	Valor relativo (%)
Si	4	25
No	12	75
TOTAL	16	100

Fuente: integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Concejo Municipal de Cobán, Alta Verapaz, octubre de 2021.

Gráfica 9.

Integrantes que contemplan dentro de su planificación, la construcción de un sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.



Fuente: integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Concejo Municipal de Cobán, Alta Verapaz, octubre de 2021.

Análisis: Del grupo de personas que dan representación a las autoridades y que a su vez fueron censadas, una cuarta parte afirma que se contempla dentro de su plan de trabajo la construcción de un sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz; mientras que tres cuartas partes restante dice que no lo había contemplado. Dicha información ayuda a comprobar la causa principal.

Cuadro 19.

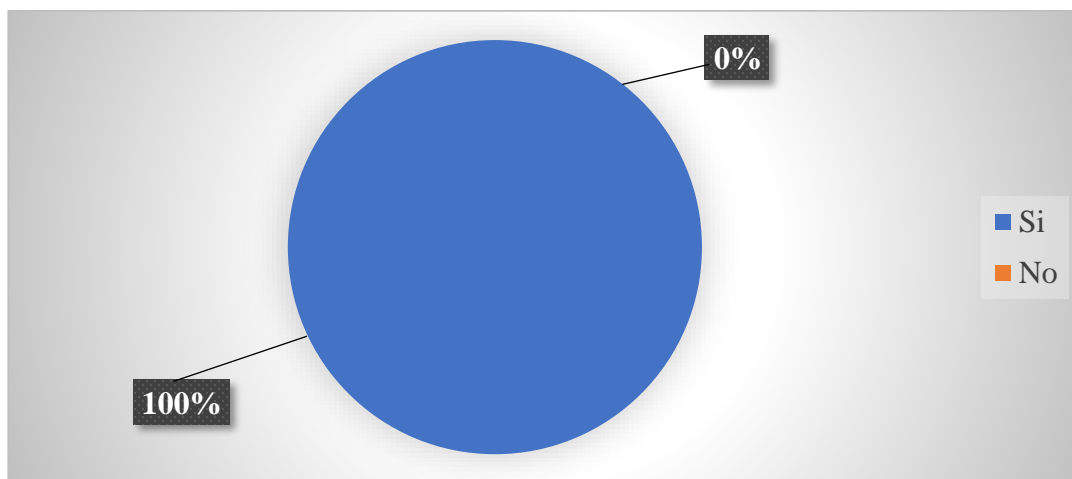
Integrantes que apoyarían el proyecto de diseño y construcción del sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

Respuestas	Cantidad de jefes de hogar	Valor relativo (%)
Si	16	100
No	0	0
TOTAL	16	100

Fuente: integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Concejo Municipal de Cobán, Alta Verapaz, octubre de 2021.

Gráfica 10.

Integrantes que apoyarían el proyecto de diseño y construcción del sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.



Fuente: integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Concejo Municipal de Cobán, Alta Verapaz, octubre de 2021.

Análisis: El total de las personas cesadas afirman que apoyarían el proyecto de diseño y construcción del sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Alta Verapaz, a pesar de que algunos de los integrantes no lo hayan tomado en cuenta dentro de su planificación de trabajo, consideran que si es un proyecto necesario y viable para ejecutar y con esto se ayuda a comprobar la causa.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan las conclusiones y recomendaciones que constituyen el resultado del trabajo de campo que se realizó en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

IV.1. Conclusiones

1. Se comprueba la hipótesis siguiente: “El incremento de hogares sin acceso al agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, en los últimos cinco años, por el deficiente abastecimiento, es debido a la carencia de proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable” mediante el caso de población finita cualitativa con 90% de confianza y 9.5 de error de muestreo.
2. La mayoría de familias de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, no cuentan con el servicio de distribución de agua potable, debido a que el sistema actual no es suficiente para cubrir los 378 hogares que ahí residen, es uno de los problemas principales que afectan a los pobladores.
3. Debido a que se trata de una aldea recién formada, los jefes de hogar no tienen conocimiento de los proyectos que podrían mejorar su comunidad y esto conlleva a la falta de comunicación entre sí, porque claramente se observa que la mayoría no conoce el motivo principal del por qué no tienen acceso al agua potable en sus hogares.
4. El problema de escases de agua potable para los jefes de hogar de la aldea los aqueja desde hace más de 5 años, en el momento en que crece demográficamente el lugar y se amplían las construcciones rurales, las cuales ya no contaban con el servicio del vital líquido debido a la insuficiencia del actual sistema de distribución de agua potable.

5. Se observa en el grupo de personas encuestadas que no todos tienen conocimiento de cómo funciona un sistema de agua potable, ya que un pequeño porcentaje de ellos menciona que el sistema actual si es capaz de distribuir el agua en los hogares que se han creado en los últimos años, indican que es fácil extender la tubería a través de los ramales de las calles, sin embargo; la mayoría restante está consciente que esto no es posible y que es necesario un nuevo sistema de distribución de agua potable.

6. Los jefes de hogar no tienen conocimiento de nuevos proyectos que beneficien a los habitantes respecto al tema del sistema de agua potable, debido a esto han tomado otro tipo de medidas para poder recolectar agua y así satisfacer sus necesidades, pero esto no quiere decir que sea suficiente para garantizar la calidad de vida de los pobladores.

7. Ninguno de los representantes de las autoridades locales tiene un proyecto de diseño y construcción del sistema de agua potable ya definido para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, lo cual se aprovecha para proponer este proyecto.

8. Al indagar con preguntas ante las autoridades locales, se observa que consideran necesario el diseño y construcción de un sistema de distribución de agua potable para la aldea, lo cual mejora en gran parte la calidad de vida de los habitantes.

9. El diseño y construcción del proyecto es una prioridad, debido a que es una aldea muy cercana al casco urbano, es un lugar que demográficamente ha crecido en sobremanera y que además cuenta con los recursos naturales para poder distribuir el vital líquido a todos los habitantes del lugar.

10. Después de exponer la necesidad que tiene la aldea respecto al agua potable, la mayoría de los miembros que han contestado la encuesta contemplan el proyecto de diseño y construcción del sistema de distribución de agua potable dentro de su

planificación, aunque un pequeño número aún se resiste en contemplar dicho proyecto.

11. Para finalizar es importante destacar que, aunque no todos los miembros encuestados contemplan el proyecto dentro de su planificación, en su totalidad apuestan a que sí apoyarían el proyecto una vez esté diseñado para su construcción y así mejorar en gran manera el nivel de vida que llevan los jefes de hogar de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

IV.2. Recomendaciones

1. Implementar el proyecto de diseño y construcción de un sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz para evitar el problema de desabastecimiento en los hogares.

2. Evaluar la capacidad que el nuevo sistema de agua potable propuesto debe tener para así evitar en un futuro cercano el mismo problema de desabastecimiento para las familias en la aldea.

3. Comunicar entre pobladores y autoridades para conocer la situación actual del lugar, por lo que los jefes de hogar y en general las familias deberían tener una comunicación más abierta con el Consejo de Desarrollo Comunitario (COCODE) y éste con las autoridades municipales y departamentales para que en conjunto se tomen decisiones que mejoren la calidad de vida de las personas, para lograr un desarrollo integral en las comunidades del municipio.

4. Contar con los servicios básicos asegura la calidad de vida de los pobladores; si bien es cierto, los proyectos se realizan en relación a la población actual, pero también es necesario en este caso prever el crecimiento demográfico para evitar problemas futuros.

5. Informar a los vecinos acerca del funcionamiento de los proyectos que se realizan dentro de la aldea y brindar información clara y concisa para que no existan mal interpretaciones y que por la información misma se tengan ideas erróneas y hasta confusas.
6. Tomar acciones que reflejen la sostenibilidad de la comunidad, pero estas acciones deber ir acompañadas del apoyo municipal para que tenga mayor impacto y mejore la calidad de vida de las personas.
7. Lograr un desarrollo integral en aldea Chirraxquen es posible ya que se pueden aprovechar los recursos que se tienen en la región y las autoridades en conjunto con la comunidad aprovechar proyectos de mejoramiento en el tema de agua potable y su distribución.
8. Considerar necesario el diseño y construcción del sistema de distribución de agua potable para aldea Chirraxquen y buscar los medios para llevar a cabo el proyecto propuesto.
9. Dar prioridad al diseño y construcción del sistema de agua potable para la aldea, ya que estos proyectos son necesarios para que los habitantes tengan una vida digna y cubran sus necesidades básicas.
10. Apoyar los proyectos que encaminen al desarrollo y crecimiento, porque si las autoridades locales trabajan en pro de su municipio y en consecuencia de las aldeas del mismo, los resultados serán mejores.
11. Aprovechar cada oportunidad de desarrollo y cambio positivo que llega a las mesas municipales, y así crear oportunidades de desarrollo y crecimiento para las comunidades.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aburra, S. A. (2019). *Manual para la realización de aforos de caudal en fuentes superficiales de agua*. Medellín.
2. AGRICULTURA, O. D. (s.f.). CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA. *EL AGUA EN LA FINCA*. Santiago, Chile: E-ISBN 978-92-5-307581-2.
3. agua, G. e. (2011). *Política Nacional del Agua y su Estrategia*. Guatemala.
4. Arkiplus.com, E. d. (2022). *Sistema de abastecimiento de agua potable*. www.arkiplus.com.
5. BONFERT, A. T. (29 de Febero de 2016). ¿Tienes ideas para combatir la pobreza en Guatemala? ¡Puedes venir a presentarlas en Washington!
6. Bruni, M. (2018). Bombeo de agua motorizado.
7. Cano, I. R. (Noviembre de 1996). Evaluación de normas de diseño para acueductos rurales. Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
8. Congreso. (2011). *Manual de Administración, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento*. Ciudad de Guatemala: Página 33. Versión Digital.
9. Cualla, R. A. (1995). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados*. Bogotá: Quebecor Impreandes.
10. Desarrollo, L. C. (20 de Marzo de 2014). Más del 90% de las fuentes de agua en Guatemala tienen contaminación bacteriológica.
11. Diccionario. (2014). *Diccionario de la lengua española*.
12. Dr. Darner Mora Alvarado, L. C. (2017). *Agua potable y saneamiento: Cobertura de viviendas y más allá del hogar en Costa Rica al 2027*. Costa Rica: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados Laboratorio Nacional de Aguas.
13. Entremundos. (2015). *Sequía, Canícula y Cambio Climático en Guatemala*. Guatemala.

14. González González, J. (2015). *El acceso al agua potable como derecho humano: su dimensión internacional*. Spain: ECU. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/urural/43702?page=21>.: San Vicente (Alicante),.
15. GT, F. A. (2019). *Guatemala*. Guatemala.
16. Guatemala, M. C. (2020). *Proyecto WASH*. Guatemala.
17. Guatevisión. (2018). Expertos prevén que escasez de agua se agudizará en los próximos 10 años.
18. Guerrero Legarreta, M. (2010). *El agua. México*,. Mexico:: FCE - Fondo de Cultura Económica. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/urural/72081?page=145>.
19. Guerrero Legarreta, M. (2010). *El agua. México*,. Mexico:: FCE - Fondo de Cultura Económica. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/urural/72081?page=128>.
20. Guerrero, J. (2020). *Plaza Pública*. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala.
21. Homero Paltán, M. B. (2020). *Servicios de agua potable y saneamiento resilientes en América Latina y el Caribe* . América Latina y el Caribe: Banco Interamericano de Desarrollo.
22. IAGUA. (16 de Junio de 2014). *IAGUA*. Obtenido de El desafío del derecho humano al acceso a agua limpia y saneamiento: <https://www.iagua.es/noticias/abastecimiento/14/06/15/el-desafio-del-derecho-humano-al-acceso-agua-limpia-y-saneamiento-50940>
23. INFOM. (1997). *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: Unidad ejecutora del programa de acueductos rurales.
24. Informa, S. C. (21 de Enero de 2016). Municipalidad de Tactic. *COMUNICADO TACTIC* . Tactic, Alta Verapaz, Guatemala.
25. INSIVUMEH. (2003). *INSIVUMEH*. Obtenido de Atlas Hidrológico: https://insivumeh.gob.gt/hidrologia/ATLAS_HIDROMETEOROLOGICO/Atlas_hidro.htm

26. Instituto Nacional de Estadística Guatemala (2015). *República de Guatemala: Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2014*. Recuperado de . (s.f.).
27. Instituto Nacional de Estadística Guatemala. (2015). República de Guatemala:: Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2014. Recuperado de <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2015/12/11/vjnvdb4izswoj0ztuivpicaaxet8lzqz.pdf>.
28. Lara, H. T. (2020). *El mercado del agua y saneamiento en Guatemala*. Guatemala: ICEX España Exportación e Inversiones, E.P.E., M.P.
29. Lentini, E. (2020). *Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Guatemala*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
30. LIBRE, P. (25 de Marzo de 2014). Pobladores construyen tanque de captación de agua.
31. López Alegría, P. (2010). *Abastecimiento de agua potable: y disposición y eliminación de excretas*. México, México:: Instituto Politécnico Nacional. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/urural/72163?page=18>.
32. López Alegría, P. (2010). *Abastecimiento de agua potable: y disposición y eliminación de excretas*. México, Mexico:: Instituto Politécnico Nacional. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/urural/72163?page=15>.
33. López, C. (03 de Noviembre de 2014). *Slideshare*. Obtenido de Avances en los procesos de elaboración y discusión de las leyes generales de agua y otras leyes relacionadas- : <https://es.slideshare.net/gwpcam/presentacion-agua-guatemala>
34. López, M. T. (Mayo de 2012). Guía para el Manejo Adecuado del Recurso Hídrico en el Instituto Nacional de Educación Básica “Miguel Ángel Asturias JM” de Santo Tomás de Castilla, Municipio de Puerto Barrios, Departamento de Izabal. Guatemala.
35. Maps, G. (2021). . <https://www.google.es/maps/dir/15.4434366,-90.3373964/15.466149,-90.3480851/15.4434366,-90.3373964/@15.4484432,-90.349431,2875m/data=!3m1!1e3!4m2!4m1!3e0?hl=es>.

36. Méndez, J. O. (2020). Los retos del acceso a agua potable y saneamiento básico de las zonas rurales en Colombia. *Revista de Ingeniería No. 49*, 28-37.
37. MercyCorps. (13 de Abril de 2021). *MERCY CORPS*. Obtenido de Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable en comunidades de Cobán, Alta Verapaz.: <https://www.mercycorpsguatemala.com/post/rehabilitaci%C3%B3n-de-sistemas-de-agua-potable-en-comunidades-de-cob%C3%A1n-alta-verapaz>
38. MIDES. (16 de septiembre de 2020).
39. Mixco, M. d. (16 de Diciembre de 2019). *Rio Azul*. Obtenido de Certificación: <https://rioazul.com.gt/agua/certificaciones>
40. MunicipiosEficientes. (2021). *Implementación de OMAS y planificación estratégica*. Guatemala: Comisión Presidencial de Asuntos Municipales.
41. News, B. (2018). *Volcán de Fuego de Guatemala*. Guatemala.
42. ORDOÑEZ, J. (30 de Octubre de 2018). MILENIO. *¿Cuánta agua consume un mexicano al día?*
43. Picado, V. T. (2018). *Metodología para el Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable: Caso Urbanización*. Nicaragua: Independently Published.
44. PROMUDEL. (2013). Obtenido de Agua Potable para el Saneamiento y el Bienestar: http://www.mdgfund.org/sites/default/files/EDG_SISTEMATIZACION_%20Guatemala_%20Agua%20Potable%20y%20Saneamiento.pdf
45. Sanchez Sainz-Trapaga, C. (2018). *Libro blanco de la economía del agua (3a. ed.)*. México, D.F.; Spain: McGraw-Hill España. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/urural/50326?page=79>.
46. Sanchez Sainz-Trapaga, C. (2018). *Libro blanco de la economía del agua (3a. ed.)*. México, D.F, Spain:: McGraw-Hill España. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/urural/50326?page=59>.
47. SIA/MARN. (2013). *Mapa de cuencas y vertientes de Guatemala*. Guatemala: MARN.

48. Unidas, E. (2022). *Planta de Tratamiento*. Guatemala.
49. Universidad Rafael Landívar, F. d.-F.-I.-I. (2005). *Situación del Recurso Hídrico en Guatemala*. Guatemala: © URL/FCAA/IARNA & IIA.
50. USAID. (2016).
51. VYMaps. (2016). *Finca Chirax Quen*. Cobán, Alta Verapaz.

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de Investigación y Proyectos Dominó.

f-30-07-2019-01

Modelo De Investigación y Proyectos: Dominó

No. de Grupo: 531-059-18

(Derechos reservados por Doctor Fidel Reyes Lee y Universidad Rural de Guatemala)

Elaborado por: Dany Daniel Milián Juárez
Carné: 11-059-0025

Para: Programa de Graduación de la
Universidad Rural de Guatemala

Fecha: 26 de octubre de 2022

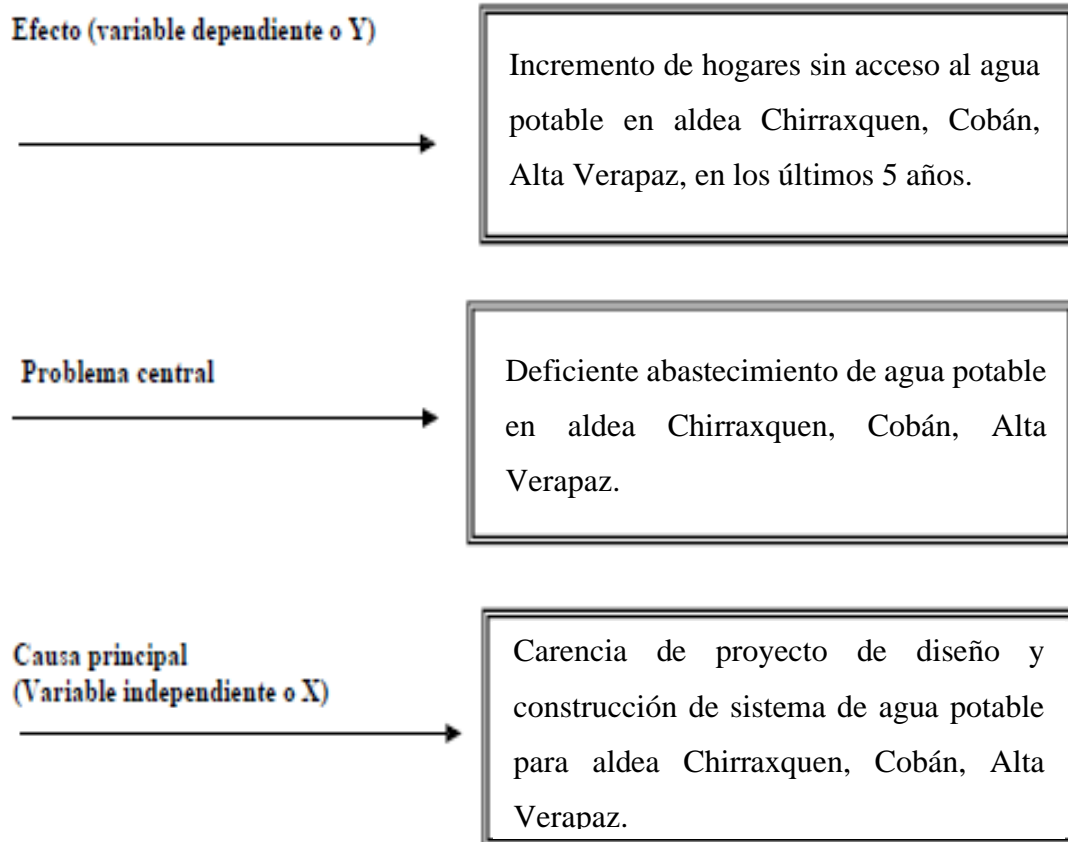
Problema	Propuesta	Evaluación
<p>1) Efecto o variable dependiente Incremento de hogares sin acceso al agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, en los últimos cinco años.</p>	<p>4) Objetivo general Disminuir la cantidad hogares sin acceso al agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.</p>	<p>15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general Indicadores: A partir del primer año después de ejecutar el proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable, se disminuye la cantidad de hogares sin acceso al agua en un 95%. Verificadores: Encuestas, Entrevistas, Inauguración del proyecto. Cooperantes o Supuestos: El Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE), contribuye con la agilización del financiamiento del proyecto.</p>
<p>2) Problema central Deficiente abastecimiento de agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.</p>	<p>5) Objetivo específico Mejorar el abastecimiento de agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.</p>	
<p>3) Causa principal o variable independiente Carencia de proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.</p>	<p>6) Nombre Proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.</p>	<p>16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico Indicadores: Al primer año después de ejecutar el proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable, se mejora el abastecimiento en un 95%. Verificadores: Encuestas, Entrevistas, Inauguración del proyecto. Cooperantes o Supuestos: El Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE), contribuye con la agilización del financiamiento del proyecto.</p>
<p>7) Hipótesis “El incremento de hogares sin acceso al agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, en los últimos cinco años, por el deficiente abastecimiento, es debido a la carencia de proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable”.</p>	<p>12) Resultados o productos * Se cuenta con la unidad ejecutora (Consejo comunitario de desarrollo -COCODE-) * Se dispone del proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable. * Se formula el programa de concientización para los habitantes.</p>	
<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto 1. ¿Tiene sin acceso al agua potable en su hogar? Si ___ No ___ 2. ¿Conoce usted, a que se debe el incremento de hogares sin acceso al agua potable? Si ___ No ___ 3. ¿Desde hace cuánto tiempo se encuentra sin el acceso de agua potable? 3.1. de 1-3 años ___ 3.2. de 3-5 años ___ 2.3. Más de 5 años ___ Será dirigida a los 1000 jefes de hogar de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz; boletas 70, mediante el caso de población finita cualitativa con 90% de confianza y 9.5% de error.</p>	<p>13) Ajuste de costos y tiempo (por separado) (No aplica)</p>	

<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cuenta con el proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable para aldea Chirraxquen? Si ___ No ___ 2. ¿Considera necesaria la construcción del sistema de agua potable? Si ___ No ___ 3. ¿Apoyaría el proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable? Si ___ No ___ <p>Será dirigida a los 16 integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Concejo Municipal de Cobán, Alta Verapaz, mediante un censo.</p>	<p>14) Anotaciones, Aclaraciones y advertencias</p> <p>Forma de presentar resultados: El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p> <p>R1: Se cuenta con la unidad ejecutora (Consejo comunitario de desarrollo -COCODE-) A1 An</p> <p>R2: Se dispone del proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable. A1 An</p> <p>R3: Se formula el programa de concientización para los habitantes. A1 An</p> <p>*Utilizar la tabla de contenidos por orden para elaborar la tesis. *Utilizar normas APA sexta edición para citas, y bibliografía. *No utilizar gerundios. *Redactar en tercera persona. *Puede utilizar la biblioteca virtual que está en la página de la Universidad. *Puede utilizar el modelo para elaborar la metodología que está en la página de la Universidad. *Desde introducción hasta recomendaciones del tomo 1, debe haber mínimo 75 páginas.</p>
<p>10) Temas del Marco Teórico</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Agua potable. 2. Importancia de tener acceso al agua potable. 3. Consecuencias del mal uso del agua. 4. Hogares sin acceso al agua potable. 5. Abastecimiento de agua potable. 6. Funcionamiento de sistemas del agua potable. 7. Diseño y construcción de sistema de agua potable. 8. Legislación vigente. 	
<p>11) Justificación: El investigador debe evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas.</p>	

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

Árbol de problemas:

Tópico: Deficiente abastecimiento de agua potable.



Hipótesis:

“El incremento de hogares sin acceso al agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, en los últimos cinco años, por el deficiente abastecimiento, es debido a la carencia de proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable”.

¿Será la carencia de proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz; por el deficiente abastecimiento de agua potable en aldea la causante del incremento de hogares sin acceso al agua potable, en los últimos cinco años?

Árbol de objetivos:

Fin u objetivo general



Disminuir la cantidad hogares sin acceso al agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

Objetivo específico



Mejorar el abastecimiento de agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

Medio



Proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

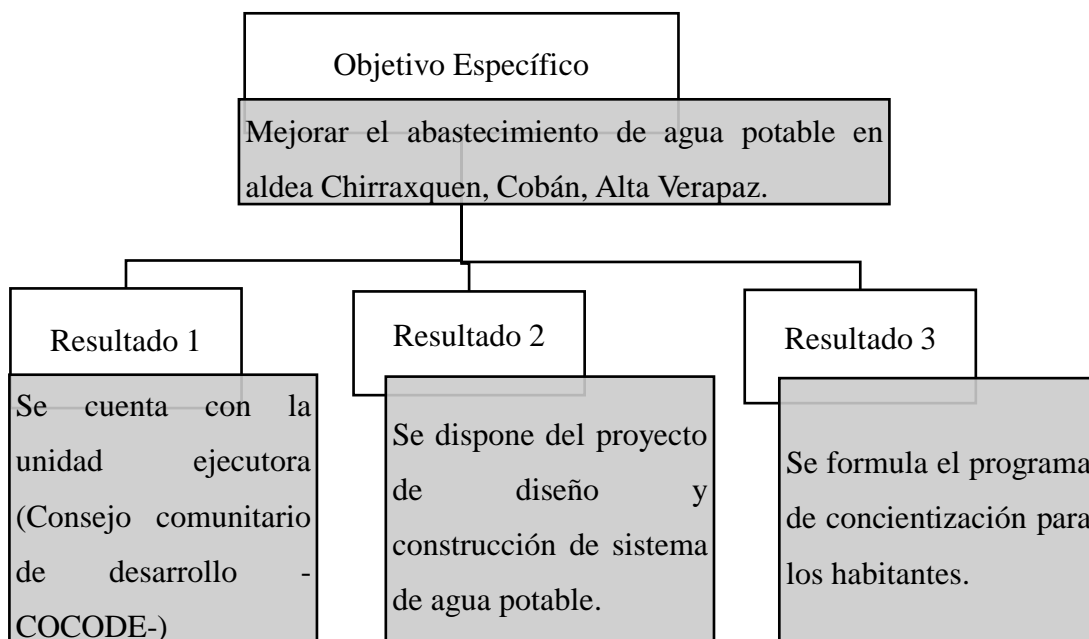
Anexo 3: Diagrama de medio de solución de la problemática.

Para efectos de la creación del nombre se toma de base la causa principal del problema o la variable independiente, cuando se pasó a positivo se encontró el nombre para el proyecto que se ha de trabajar.

Los resultados son tres; el primero es el resultado a la unidad ejecutora que apoyará para realizar el proyecto, se debe revisar que exista y si no existe se debe encontrar la manera para crearla.

El resultado numero dos consiste en la propuesta principal para solucionar el problema que se encontró.

Y por último se encuentra el tercer resultado que es el complemento de la creación del segundo resultado; juntos lograrán que las condiciones de vida para los habitantes de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz mejoren considerablemente en los próximos años. A continuación, se muestra el diagrama correspondiente:



Anexo 4: Boleta de investigación para la 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: “Incremento de hogares sin acceso al agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, en los últimos cinco años.”

Esta boleta está dirigida a los jefes de hogar de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz; de acuerdo al tamaño de la muestra que se calculó con el 90% del nivel de confianza y el 9.5% de error de muestreo, por el sistema de población finita cualitativa.

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. ¿Tiene acceso al agua potable en su hogar?
Si ____ No ____
2. ¿Conoce usted, a que se debe el incremento de hogares sin acceso al agua potable?
Si ____ No ____ si es si su respuesta ¿A qué se debe? _____
3. ¿Desde hace cuánto tiempo se encuentra sin el acceso de agua potable?
 - 3.1. De 1-3 años_____
 - 3.2. De 3-5 años_____
 - 3.3. Más de 5 años_____

4. ¿Cree usted que se podría solucionar el incremento de hogares sin acceso al agua potable con el actual sistema de distribución que existe en la aldea?

Si ____ No ____

5. ¿Conoce sobre alguna propuesta por parte de las autoridades locales para abastecer a todos los hogares del vital líquido?

Si ____ No ____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 5: Boleta de investigación para la 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: “Carencia de proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.”

Esta boleta censal está dirigida a los integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Concejo Municipal de Cobán, Alta Verapaz.

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. ¿Cuenta con el proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz?

Si ____ No ____

2. ¿Considera necesaria la construcción del sistema de agua potable?

Si ____ No ____

3. ¿Ha priorizado la ejecución de la construcción de un de sistema de agua potable para aldea Chirraxquen?

Si ____ No ____

4. ¿Existe dentro de su planificación, la construcción de un sistema de agua potable para aldea Chirraxquen?

Si ____ No ____

5. ¿Apoyaría el proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable?

Si ____ No ____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 6: Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra

Población finita cualitativa

Variable dependiente

A continuación, se describe el anexo metodológico para el cálculo de la muestra al 90% del nivel de confianza y el 9.5% de error de muestreo, por el método aleatorio de población finita cualitativa; que fue dirigida a los jefes de hogar de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

La fórmula utilizada para el cálculo de la muestra con los parámetros arriba indicados es la siguiente:

$$n = \frac{N Z^2 pq}{Nd^2 + Z^2 pq}$$

N=	378	Población
Z=	1.65	Valor de z en tabla
Z ² =	2.7225	
p=	0.5	% de éxito
q=	0.5	
d=	0.095	% de error de muestreo
d ² =	0.009025	
NZ ² pq=	257.27625	
Nd ² =	3.41145	
Z ² pq=	0.680625	
Nd ² +Z ² pq=	4.092075	
n=	63	

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

El coeficiente de correlación es una medida que calcula la dependencia entre dos variables cuantitativas, de modo que, si las variables que se tienen no se pueden contar o medir en números, no se puede obtener el coeficiente.

Se utiliza para conocer la relación entre la variable X con la variable Y, es decir, la relación entre el efecto y la causa.

El coeficiente de correlación no puede dar un resultado mayor a 1 ni menor a -1, y cuanto más cerca se encuentra el dato al uno positivo o negativo, más alta será la relación entre las variables; y mientras más cerca se encuentren del cero, más baja será la relación de las mismas.

Variables que intervienen en el cálculo:

Variable independiente (X): “Carencia de proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.”

Variable dependiente (Y): “Incremento de hogares sin acceso al agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, en los últimos cinco años.”

Análisis del resultado:

En el siguiente cuadro se establecen los cinco años que se toman de referencia, será hasta el año; la variable X es el número de datos que se han tomado en cuenta para el cálculo, que en este caso son cinco; la variable Y es el número de hogares que se han

visto afectados con el deficiente acceso al agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

Los datos siguientes son el resultado de X por Y; la variable X al cuadrado y por último la variable Y al cuadrado también.

Al aplicar la fórmula, tanto paso a paso como la fórmula de Excel, encontramos un resultado de correlación positiva intensa, lo cual quiere decir que las dos variables están íntimamente relacionadas y que presentan un buen ajuste en modelo lineal ascendente.

Año	"X" Años	"Y" Hogares sin acceso a agua potable	XY	X²	Y²
2017	1	50	50	1	2500
2018	2	90	180	4	8100
2019	3	150	450	9	22500
2020	4	300	1200	16	90000
2021	5	378	1890	25	142884
Totales	15	968	3770	55	265984

r =	0.9769314
-----	-----------

Según la tabla muestra que los hogares sin acceso al agua potable durante los últimos cinco años se han incrementado, debido a que se trata de un tema demográfico y crecimiento poblacional asciende en el año 2021 a 378 hogares sin el servicio entubado.

Procedimiento:

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	3770
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	265984
$\sum Y=$	968
$n\sum XY=$	18850
$\sum X*\sum Y=$	14520
Numerador=	4330
$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum Y^2=$	1329920
$(\sum Y)^2=$	937024
$n\sum X^2-(\sum X)^2=$	50
$n\sum Y^2-(\sum Y)^2=$	392896
$(n\sum X^2-(\sum X)^2)*(n\sum Y^2-(\sum Y)^2)=$	19644800
Denominador=	4432.24548
r=	0.97693145

FÓRMULA:

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

Análisis: Además, con el resultado obtenido de 0.97693145 aproximado a 0.98, se demuestra la relación positiva y cercana que existe entre las variables del efecto o variable dependiente “X” y la causa o variable independiente “Y” donde el parámetro a tomar en cuenta para un resultado aceptable se encuentra entre + - > 0.80 a + - < 1. Las variables dependiente e independiente tienen una relación positiva entre sí, es decir que, si una aumenta, la otra en efecto lo hará también, para crear un contexto donde las dos siempre irán en consecuencia de ellas mismas.

Anexo 8: Anexo metodológico de la proyección

A través de la proyección con la ecuación lineal se hace el cálculo sin la ejecución del proyecto se establece que el incremento de hogares con desabastecimiento de agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz continua según la tabla siguiente:

Año	"Y" Hogares sin acceso a agua potable	Año	"Y" Hogares sin acceso a agua potable Sin Proyecto
2017	50	2021	453
2018	90	2022	540
2019	150	2023	627
2020	300	2024	713
2021	378	2025	800
Totales	968	Totales	3133

La fórmula que se utilizó para llegar a los resultados es $y = a + bx$ y se detalla a continuación:

Año	"X" Años	"Y" Hogares sin acceso a agua potable	XY	X²	Y²
2017	1	50	50	1	2500
2018	2	90	180	4	8100
2019	3	150	450	9	22500
2020	4	300	1200	16	90000
2021	5	378	1890	25	142884
Totales	15	968	3770	55	265984

n=	5
$\sum X =$	15
$\sum XY =$	3770
$\sum X^2 =$	55
$\sum Y^2 =$	265984
$\sum Y =$	968
$n\sum XY =$	18850
$\sum X * \sum Y =$	14520
NUMERADOR DE b=	4330
$n\sum X^2 =$	275
$(\sum X)^2 =$	225
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
DENOMINADOR DE b=	50
b=	86.6

$\sum Y =$	968
$b * \sum X =$	1299
NUMERADOR DE a=	-331
a=	-66.2

FÓRMULAS:

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

FÓRMULAS:

$$a = \frac{\sum y - b\sum x}{n}$$

Cálculos de la proyección sin proyecto:

Y=	a	+	b	*	X	Hogares sin acceso a agua potable
Y (2022) =	-66.2	+	86.6	*	6	453
Y (2023) =	-66.2	+	86.6	*	7	540
Y (2024) =	-66.2	+	86.6	*	8	627
Y (2025) =	-66.2	+	86.6	*	9	713
Y (2026) =	-66.2	+	86.6	*	10	800

Se despeja la formula con el valor de “a” que es -66.2 y se despeja el valor de “b” con el valor de 86.6, por último, el valor de x es el número de datos que va en la cuenta, que son los siguientes cinco años que se desean proyectar.

Esta proyección se calcula si el proyecto que se propone no fuera ejecutado.

Se realiza también la proyección con proyecto, se toman en cuenta los datos que el profesional considere convenientes para evaluar el impacto que tendría el proyecto en la sociedad donde fuere ejecutado.

A continuación, se muestra la tabla donde se analizan los tres resultados y sus actividades a realizar, cada una con el porcentaje de actividad por año.

Cálculos de la proyección con proyecto:

Año a proyectar	=	Año anterior	-	Porcentaje propuesto	
Y (2022)	=	Y (2021)	-	95%	=
Y (2022)	=	378.00	-	359	19
Y (2022)	=	19	hogares sin acceso a agua potable		

Año a proyectar	=	Año anterior	-	Porcentaje propuesto	
Y (2023)	=	Y (2022)	-	5%	=
Y (2023)	=	19	-	1	18
Y (2023)	=	18	hogares sin acceso a agua potable		

Año a proyectar	=	Año anterior	-	Porcentaje propuesto	
Y (2024)	=	Y (2023)	-	5%	=
Y (2024)	=	18	-	1	17
Y (2024)	=	17	hogares sin acceso a agua potable		

Año a proyectar	=	Año anterior	-	Porcentaje propuesto	
Y (2025)	=	Y (2024)	-	5%	=
Y (2025)	=	17	-	1	16
Y (2025)	=	16	hogares sin acceso a agua potable		

Año a proyectar	=	Año anterior	-	Porcentaje propuesto	
Y (2026)	=	Y (2025)	+	5%	=
Y (2026)	=	16	+	1	15
Y (2026)	=	15	hogares sin acceso a agua potable		

En el caso del primer año proyectado, se observa que los hogares descendieron en gran número debido a que el sistema de agua construido tomó en cuenta a todos los hogares que estaban establecidos para el año 2,021, sin embargo, el crecimiento demográfico continúa y en los siguientes años de proyección se han tomado en cuenta los hogares nuevos, constituidos después de la creación del sistema de distribución de agua potable.

Cuadro comparativo de la problemática sin y con proyecto:

AÑOS	Hogares sin acceso a agua potable sin proyecto	Hogares sin acceso a agua potable con proyecto
2022	453	19
2023	540	18
2024	627	17
2025	713	16
2026	800	15



Comentario: Al observar el cuadro y la gráfica comparativos anteriores entre las proyecciones con proyecto y sin proyecto se determina que el número de hogares sin acceso al agua potable disminuye, se presenta para el año 2022 un aumento de hogares sin acceso al agua potable de 453. Mientras que la proyección de hogares sin acceso al agua potable con el proyecto se estima que para el año 2022 serán 19 hogares, esto radica en que al momento en que se instala es servicio de agua potable, se satisface la demanda actual, sin embargo; la demografía continua en aumento, lo que ocasiona nuevos hogares no previstos sin acceso al agua potable.

Dany Daniel Milián Juárez

TOMO II

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE AGUA
POTABLE PARA ALDEA CHIRRAXQUEN, COBÁN, ALTA VERAPAZ.



Asesor(a) General Metodológico(a):
Ingeniero Agrónomo Juan Pablo Gramajo Pineda

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, diciembre de 2022

Informe final de graduación.

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE AGUA
POTABLE PARA ALDEA CHIRRAXQUEN, COBÁN, ALTA VERAPAZ.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Dany Daniel Milián Juárez

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, diciembre de 2022

Informe final de graduación.

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE AGUA
POTABLE PARA ALDEA CHIRRAXQUEN, COBÁN, ALTA VERAPAZ.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretaria de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, diciembre de 2022

Esta tesis fue presentada por el autor,
previo a obtener el título universitario de
Licenciatura en Ingeniería Civil con
Énfasis en Construcciones Rurales.

Prólogo

La aldea Chirraxquen se encuentra ubicada en el municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz, cuenta con fauna y flora propia de la región. Su tierra es productiva para el cultivo de hortalizas y principalmente de café, el cual es cultivado y comercializado a nivel nacional.

Las tierras de este pequeño espacio geográfico se alimentan del agua de las vertientes que corren a través del río Cahabón, de donde se aprovechan los riachuelos de alrededor para riegos, animales, aseo del hogar, higiene personal e incluso consumo humano.

El problema de deficiente abastecimiento de agua potable es uno de los problemas principales que afectan a las familias en general, todos los integrantes sin importar la edad, necesitan agua limpia para su consumo y el uso en sus diferentes formas. Con el paso de los años los hogares que no tienen el servicio de agua potable van en aumento, debido al crecimiento demográfico.

Los jefes de hogar de aldea Chirraxquen, han tomado como medidas para la recolección de agua: guardar agua de lluvia y traslado de agua desde la orilla del río hasta los hogares; sin embargo, para el consumo humano no es recomendable ingerir este tipo de líquido, debido a la alta contaminación que puede existir. Lo recomendable es por lo menos hervir el agua antes de beberla, también se sugiere la utilización de una pequeña dosis de cloro, agua filtrada o que se obtenga agua potable.

En este proyecto de tesis se propone el diseño y construcción de un sistema de agua potable que provea a los hogares de la aldea en mención agua potable entubada, en cada temporada del año, útil para la higiene personal, aseo del hogar, para los animales domésticos y de granja, para las plantas y principalmente para el consumo humano.

Presentación

El presente documento de investigación de tesis, se ha generado con el objetivo de plantear una solución viable al problema que presentan los vecinos de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, el cual se trata del deficiente abastecimiento de agua potable en la aldea. Para conocer el escenario completo se investigó cada tema entorno a la problemática, derivado de ello, se conoce la opinión de los vecinos y las medidas que toman para erradicar las consecuencias provocadas por la falta de agua potable.

Los métodos utilizados para comprobar la hipótesis planteada son: boletas de investigación dirigidas a una muestra del total de los jefes de hogar en la aldea, resultados que dieron a conocer los problemas causados por el consumo de agua contaminada; censo entre los integrantes del Consejo Municipal, Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) y Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE) para conocer la postura frente a la decisión de inversión en este tipo de proyectos.

Las conclusiones y recomendaciones planteadas directamente radican de la investigación de campo y el conocimiento teórico que se tiene del tema, aportan soluciones funcionales y al alcance de los interesados para mejorar su estilo y calidad de vida, todo con el objetivo de reducir los hogares sin el servicio de agua potable y los índices de enfermedades a causa del consumo de agua contaminada.

Las herramientas utilizadas para cada método, tanto cualitativo como cuantitativo, están descritas y detalladas en los anexos del Tomo I de este documento, lo que respalda a la investigación presentada. También se presentan gráficas, cuadros e ilustraciones para comprender mejor la problemática presentada y que el contenido le muestre la realidad de los habitantes en mención.

INDICE

No.	Contenido	Pagina
I.	RESUMEN.....	1
II.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	12
	Anexos	

I. RESUMEN

Se presenta un resumen del trabajo de investigación de tesis: “Proyecto De Diseño Y Construcción De Sistema De Agua Potable Para Aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.”

Planteamiento del problema

El planteamiento del problema está conformado por el efecto o variable dependiente, el problema central y la causa o variable independiente.

Con el paso de los años, el número de familias va en aumento en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, y el resultado que se obtiene es el incremento de hogares sin acceso al agua potable, ocasionado por el mismo crecimiento demográfico.

En la actualidad el problema que ocasiona el efecto anterior es el deficiente abastecimiento de agua potable, lo cual limita el acceso a agua entubada para consumo humano, de animales y riego de los cultivos de las familias que habitan en la aldea y ocasiona que los jefes de hogar para poder tener agua para su uso diario, recolecten agua de lluvia, extraen agua del río de forma manual, lo cual representa demasiado tiempo y esfuerzo para las amas de casa que son quienes por costumbre local realizan esta tarea en el hogar.

Sin mencionar que el deficiente abastecimiento de agua potable también puede impactar en la salud de las personas, debido al consumo de agua contaminada y las malas prácticas de higiene desencadenadas por la costumbre y la necesidad de satisfacerse de agua sin importar su procedencia.

La causa del problema que enfrentan los jefes de familia de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, consiste en la carencia de proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable.

Las personas que viven en la aldea necesitan con urgencia se resuelva el problema de desabastecimiento de agua potable y mejorar con ello en aspectos de economía, salud, educación, equidad de género, desnutrición y mortandad de personas a causa de este problema.

Hipótesis

La hipótesis es una suposición que sirve de base para iniciar una investigación y en este documento, la suposición radica del conocimiento de las variables dependiente e independiente más el problema planteado.

Hipótesis Causal

“El incremento de hogares sin acceso al agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, en los últimos cinco años, por el deficiente abastecimiento, es debido a la carencia de proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable”.

Hipótesis Interrogante

¿Será la carencia de proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz; por el deficiente abastecimiento de agua potable en aldea la causante del incremento de hogares sin acceso al agua potable, en los últimos cinco años?

Objetivos

Parte de la propuesta de solución del problema integra los objetivos general y específico con el propósito de darle un sentido a la investigación, de esta forma

contribuye a encontrar el rumbo hacia donde se desea llevar la problemática y crear una solución viable.

Objetivo General

Disminuir la cantidad hogares sin acceso al agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

Objetivo Específico

Mejorar el abastecimiento de agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

Justificación

El Estado de la República de Guatemala, tiene la obligación de procurar que sus habitantes cuenten con los servicios básicos para su sobrevivencia y buena calidad de vida, es por ello que para la elaboración de la presente tesis se ha tomado en cuenta a los integrantes de la Municipalidad de Cobán para recabar datos significativos respecto a la prioridad que se les da a los proyectos de agua potable en el municipio y sus alrededores. También se han tomado en cuenta los jefes de hogar de la aldea para conocer la situación y el nivel de necesidad que tienen al prescindir de dicho servicio.

El proyecto tiene como principal objetivo satisfacer la necesidad de agua potable para los jefes de hogar y así mejorar las condiciones de vida y la salud.

Se evidencia a través de la proyección con la ecuación lineal que, en los próximos cinco años de no realizar el proyecto propuesto, se tendrá un incremento constante anual de los hogares sin abastecimiento de agua potable, esto derivado del crecimiento demográfico y de la migración de las familias a orillas de la aldea, donde se crean espacios sobre habitados.

La proyección de familias afectadas por el desabastecimiento de agua potable para el año 2022 es de 453 familias, para el año 2023 es de 540 familias, para el año 2024, es de 627, para el año 2025 es de 713 y para el quinto año proyectado que es 2026, es de 800 familias afectadas.

Mientras que con el estudio que se realizó de los pasados cinco años a través del coeficiente de correlación también se evidencia lo mismo. Los hogares van en aumento progresivamente, y esto ocasiona mayor insatisfacción por falta del servicio básico de agua potable, donde principalmente las mujeres son las encargadas de ir a traer agua al río de forma manual lo cual crea desequilibrios en la salud tanto física como mental.

El análisis y la proyección de los datos en caso se realizara el proyecto se verían afectados igualmente por el crecimiento demográfico, de tal forma que las familias a quienes se les beneficie con el servicio de abastecimiento de agua potable, ya no entran en el listado de hogares sin acceso al agua potable, pero quienes si entran son las nuevas familias porque el proyecto no cubre hogares que aún no están establecidos dentro de la extensión geográfica de la aldea hasta el momento en que se realiza esta proyección.

La proyección se presenta de la siguiente forma: para el año 2022 el número de familias que presentan desabastecimiento de agua potable es de 19, para el año 2023 es de 20 familias, para el año 2024, es de 21, para el año 2025 es de 22 y para el quinto año proyectado que es 2026, es de 23 familias afectadas.

Es importante hacer estos análisis a través de métodos científicos para confirmar la información que se tiene del efecto y poder tomar decisiones futuras que puedan mejorar la calidad y el estilo de vida de los jefes de hogar de la aldea.

Si bien es cierto ya existen otro tipo de servicios, como luz eléctrica, escuela, centro de salud, iglesias y campo para hacer deportes; esto da una pauta de la urgencia y necesidad que hace indispensable contar con agua limpia y entubada para el consumo y para su utilización en las diferentes actividades que se desarrollan con las familias ubicadas dentro del perímetro rural de la aldea, se toma en cuenta que sus habitantes son de diferentes edades y diferentes necesidades a la vez.

El ideal encontrado a través de estos análisis es lograr que los jefes de hogar que actualmente habitan en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, sufragen la necesidad de agua potable con la implementación de este proyecto, se habla entonces de 378 jefes de hogar beneficiados, que tendrán un impacto positivo y un cambio transformacional con sus hábitos de higiene y salud.

Metodología

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

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 y análisis.

La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

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 aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

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

d) Observación directa.

Esta técnica se utilizó directamente en la aldea con los jefes de hogar, a cuyo efecto, se observó la forma en como recolectan agua y de qué forma satisfacen la necesidad básica del consumo de la misma, se observa que es una gran cantidad de jefes de hogar que comparten técnicas que les ayudan a facilitar la actividad.

e) 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 la temática citada.

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.

f) Entrevista.

Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a los jefes de hogar, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Ya con una visión más clara sobre la problemática que aqueja a los jefes de hogar de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz y 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 se pudo definir el área de trabajo idóneo para implementar una solución viable y que reduzca la problemática, también se determinó el tiempo para desarrollar la investigación.

Para determinar los temas que involucran al problema, la propuesta y la evaluación de la propuesta se utilizó el modelo de investigación y proyectos “Dominó”, el cual con los datos que proporciona contribuye con la formulación de la hipótesis.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “El incremento de hogares sin acceso al agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, en los últimos cinco años, por el deficiente abastecimiento, es debido a la carencia de proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable.”

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.

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:

b) 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, se estableció utilizar el cálculo de la muestra finita con un 90% de confianza y 9.5% de margen de error para la variable dependiente donde el grupo objetivo los 378 jefes de hogar, sin embargo, no se encuestó al total de los jefes de hogar porque el parámetro utilizado es de 35 como máximo para realizar un censo, de manera que la muestra de los jefes de hogar encuestados es de 70.

Mientras que, para la variable independiente se realizó un censo debido que únicamente eran los 16 integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Consejo Municipal de Cobán, Alta Verapaz. 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

IV.2.3 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, las fichas bibliográficas, el coeficiente de correlación y la ecuación de línea recta; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, para la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista, que sirvió de instrumento para recabar información sobre los jefes de hogar de aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz y el censo que se aplicó para adquirir información de los miembros del Consejo de la Municipalidad de Cobán, donde las boletas a entregar para la investigación no sobrepasan las 35.

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.

En la investigación el coeficiente de correlación es igual a 0.9769314, dato que se obtiene luego del cálculo y el análisis entre el año 2017, donde los jefes de hogar eran 50 y entre el año 2021, donde los jefes de hogar ascendieron a 378.

Para proyectar la dependencia lineal de las dos variables que son objeto de estudio, es decir, los años estudiados y el número de jefes de hogar afectados por el desabastecimiento de agua potable, se utiliza la ecuación de línea recta donde se evidencia que con proyecto se tendrá una reducción impresionante desde el primer año de su implementación, desciende a 19 jefes de hogar sin abastecimiento de agua potable.

La última técnica aplicada es el análisis efectuado en la interpretación de los datos recabados mediante las boletas de entrevistas aplicadas a la muestra de los jefes de hogar y en el censo, donde se obtiene información valiosa para comprobar la hipótesis planteada.

Resumen de sus resultados:

Del trabajo de investigación se obtienen tres resultados, descritos a continuación:

Resultado 1: Se cuenta con la unidad ejecutora quien apoya en la gestión de promover el interés en las autoridades competentes para la aprobación de la propuesta de un proyecto que contribuya a erradicar el deficiente abastecimiento de agua potable en la aldea.

Resultado 2: Se presenta el Proyecto de diseño y construcción de un sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz; el estudio incluye un levantamiento topográfico, diseño líneas de conducción de agua hasta cada domicilio, el agua que se propone potabilizar proviene del Rio Cahabón, se traslada hacia un

tanque donde se le dará tratamiento, para ser distribuida posteriormente hacia los hogares.

Resultado 3: Se trata de un plan de concientización sobre el uso adecuado del agua, dirigido a todos los integrantes de las familias que habitan en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, con el objetivo de mejorar su calidad de vida y que se ocupe de forma responsable en vital líquido.

En cuanto a los anexos del Tomo II, se encuentra la propuesta para solucionar la problemática, que contiene los tres resultados descritos anteriormente.

El segundo anexo es la Matriz de Estructura Lógica, ésta es una herramienta que sirve para evaluar el cumplimiento de los objetivos luego de desarrollada la propuesta, se encuentran contenidos los objetivos, los resultados, los medios de verificación, indicadores y los cooperantes y supuestos.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se enumeran la conclusión principal del trabajo de tesis donde se da a conocer la comprobación de la hipótesis y la recomendación principal, se resume a las opiniones de la investigación de campo realizada en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

Conclusión

Se comprueba la hipótesis siguiente: “El incremento de hogares sin acceso al agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, en los últimos cinco años, por el deficiente abastecimiento, es debido a la carencia de proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable” mediante el caso de población finita cualitativa con 90% de confianza y 9.5 de error de muestreo.

Recomendación

Implementar el proyecto de diseño y construcción de un sistema de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz para evitar el problema de desabastecimiento en los hogares.

ANEXOS

Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática

Introducción:

El presente resumen del trabajo de tesis tiene como objetivo principal exponer una solución al problema identificado en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz; el cual consiste en el deficiente abastecimiento de agua potable.

Para encontrar una solución viable se realizó trabajo de campo, de donde se obtienen resultados reales de una muestra cuantitativa, y se determinó la cantidad de personas que necesitan el servicio de agua entubada.

Se demuestra con el resultado que la implementación del proyecto propuesto logrará minimizar el impacto que tiene el deficiente abastecimiento de agua potable frente al crecimiento demográfico, mejorará el estilo de vida de los jefes de hogar de la aldea, tendrán a su disposición agua limpia lo cual garantiza una vida sana y mayor producción agrícola.

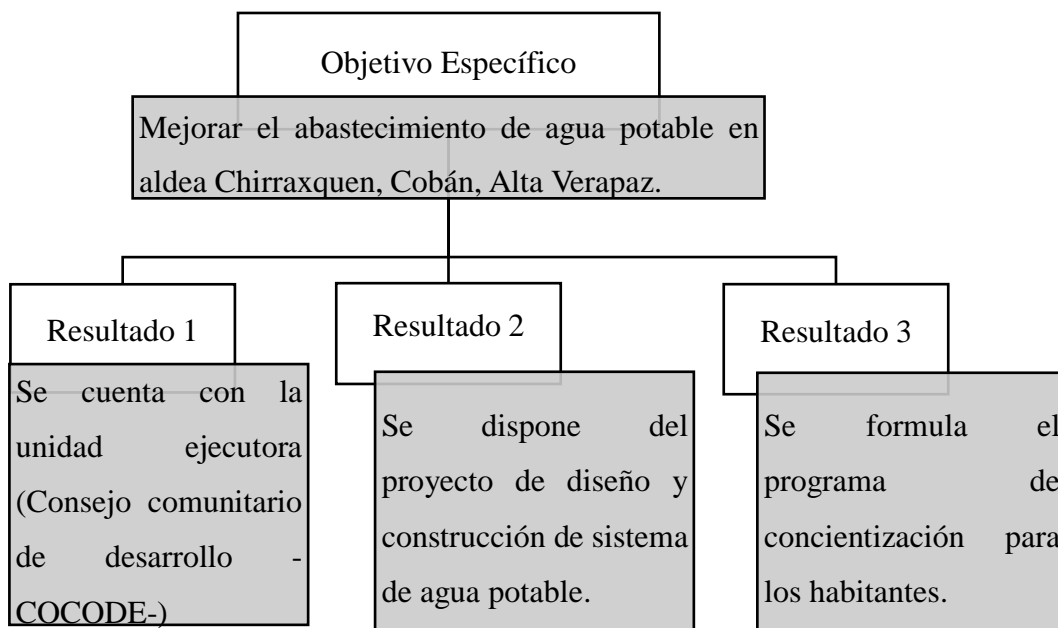
A continuación, encontrará el Tomo II que contiene dos capítulos, el Capítulo I: Contiene un resumen del Tomo I, incluye el prólogo, presentación, una descripción de introducción, planteamiento del problema, hipótesis y objetivos, justificación, metodología utilizada y propuesta de solución la cual es una síntesis de los resultados.

Los resultados son 3: Resultado 1: Se cuenta con la unidad ejecutora Consejo comunitario de desarrollo (COCODE). Resultado 2: Se dispone del proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable en Aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz. Resultado 3: Se formula el programa de concientización para los jefes de hogar.

Al final del documento se incluye conclusión, recomendación y anexos que son la propuesta para solucionar la problemática y la matriz de estructura lógica.

Las actividades propuestas para su implementación como medio de solución para la problemática presentada son las siguiente:

Diagrama del medio de solución de la problemática:



Descripción de resultados:

Los resultados que a continuación se presentan, son con el objetivo de que a través de su implementación se disminuya el número de hogares sin servicio de agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

Resultado 1. Se cuenta con la unidad ejecutora (Consejo comunitario de desarrollo -COCODE).

Actividad 1: Priorización del proyecto: El Consejo Comunitario prioriza un proyecto de agua para abastecer a aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz, a la cual se le va a proveer agua a 378 familias, se prevee que sea un proyecto por abastecimiento por gravedad, de la cual se va a impulsar el agua del Rio Cahabón hacia un tanque, se va a distribuir a las familias por medio de gravedad.

Actividad 2: Informar a los líderes comunitarios: Se realizará a través de una reunión presencial, sobre el proyecto que se implementará y los beneficios que trae consigo para todos los jefes de hogar. Se transcribe el acta con la prioridad para ser presentada a la Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz y ante el alcalde municipal y su consejo municipal.

Actividad 3: Presentación de propuesta: Se presenta la necesidad del proyecto al alcalde municipal y consejo municipal para la gestión de recurso para la priorización de su aprobación, por mayoría de votos lo aprueba el consejo municipal.

Actividad 4: Velar por los recursos: En cuanto a los recursos técnicos deben ser implementados de la mejor manera para no incurrir en atrasos o perdidas en el futuro, en cuanto a los recursos financieros, requieren de controles estrictos para su buen uso, y los recursos legales deben ser verificados para evitar contratiempos por permisos o trámites de otra índole para lograr ejecución del proyecto de abastecimiento de agua con éxito.

Actividad 5: Asamblea comunitaria: Informar a la comunidad el seguimiento del proyecto para la ejecución de los recursos asignados al proyecto de abastecimiento de agua, y se levanta el acta correspondiente de la misma en dicha reunión.

Actividad 6: Seguimiento a la construcción y financiamiento de obra: Para lograr el seguimiento de paso a paso de la obra a implementar, se debe realizar un cronograma con las actividades y avances en los periodos de tiempo con un responsable que garantice el cumplimiento del trabajo realizado hasta su finalización, luego se emiten un aval de aprobación del proyecto dado por el Consejo Comunitario de Desarrollo -COCODE- donde brinda su consentimiento del trabajo terminado para el proceso de recepción y liquidación del mismo.

Resultado 2: Se dispone del proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable.

Actividad 1: verificación del área: Se procede a verificar el área en compañía de la unidad ejecutora para cerciorarse el buen estado del terreno donde se plantea la ejecución del sistema de agua potable, éste debe estar registrado en el Registro General de la Propiedad -RGP- para que pueda pasar a nombre de la municipalidad y así utilizar el espacio sin inconvenientes a futuro; también se verifica la extensión del terreno para que las irregularidades que se encuentran en el mismo no afecten en la infraestructura diseñada, para que, en caso sea necesario cambiar de ubicación se realice en ese momento.

Actividad 2: Realización de topografía: Con la ayuda de aparatos topográficos se mide punto por punto desde el área de captación de agua hacia donde estará el tanque de distribución de agua y posteriormente hacia todas las viviendas beneficiadas con el proyecto de abastecimiento de agua potable para aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

Actividad 3: Realización del diseño: Se cargan los datos obtenidos en campo para el diseño del sistema de agua potable, y poder calcular que diámetro de tubería se utilizara y la dimensión del tanque de distribución.

Actividad 4: Elaboración de planos: Se imprimen los planos de perfiles y la longitud de las líneas de conducción hacia a cada vivienda se firman, timbran y sellan por un profesional, para poder hacer un estudio y presupuesto de dicho proyecto.

Actividad 5: Presupuesto del proyecto: Se define la cantidad y costos de materiales y mano de obra necesarios para la implementación del proyecto.

Actividad 6: Estudio del proyecto: Se procede a realizar el estudio necesario para ver si es factible la ejecución del proyecto en los temas legales, técnicos y financieros.

Actividad 7: Presentación de estudio: Una vez recopilada toda la información se presenta ante el Concejo Municipal para su aprobación y que sea tomado para el presupuesto del año siguiente.

Actividad 8: Ejecución del proyecto de sistema de agua potable: Se empieza a trazar donde pasara la tubería para que llegue el agua potable a cada vivienda esto se realiza con la ayuda de la comunidad.

Resultado 3: Se formula el programa de concientización para los habitantes de Aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.

Actividad 1: Acuerdos para el programa de concientización: En el programa de concientización se prevé realizar charlas enfocadas en el manejo adecuado del agua potable, los usos básicos, el agua para la siembra, como preparar el agua para consumo humano, el uso adecuado de las aguas residuales y según de donde provengan un segundo uso; todo dirigido a los habitantes de la aldea, incluyendo niños, jóvenes y adultos, con quienes en cada grupo se utilizará la metodología correspondiente según la forma de aprendizaje.

Actividad 2: La metodología: Se propone utilizar la metodología de aprendizaje cooperativo donde se realizan grupos para compartir experiencias y aprender de ellas. Las charlas tienen como objetivo dar ejemplos con equipo audiovisual para comprender mejor el entorno. Se programa en compañía del Consejo Comunitario de Desarrollo – COCODE- realizar 3 reuniones donde se implemente este programa de concientización sobre el uso correcto del agua con la niñez y juventud y 3 reuniones también con el apoyo de la unidad ejecutora para los jefes de hogar y amas de casa.

Actividad 3: Reuniones: Se realizarán el último viernes de cada mes, de 8:00 de la mañana a 12:00 del mediodía. En el caso de los niños y en el caso de los jefes de hogar y amas de casa, será el último viernes de cada mes, de 2:00 de la tarde a 4:00 de la tarde.

Actividad 4: Concientización: Se trabajará a través de material impreso (folletos, trifoliales y mantas vinílicas), con equipo audiovisual donde se proyectarán videos y presentaciones enfocadas en el tema central y también se realizarán prácticas que ayudan a reforzar el material impreso. Para evaluar posteriormente si el plan de concientización ha tenido resultados positivos se recomienda a la unidad ejecutora realizar visitas de forma mensual y evaluar si los jefes de hogar requieren retroalimentación sobre algún tema específico.

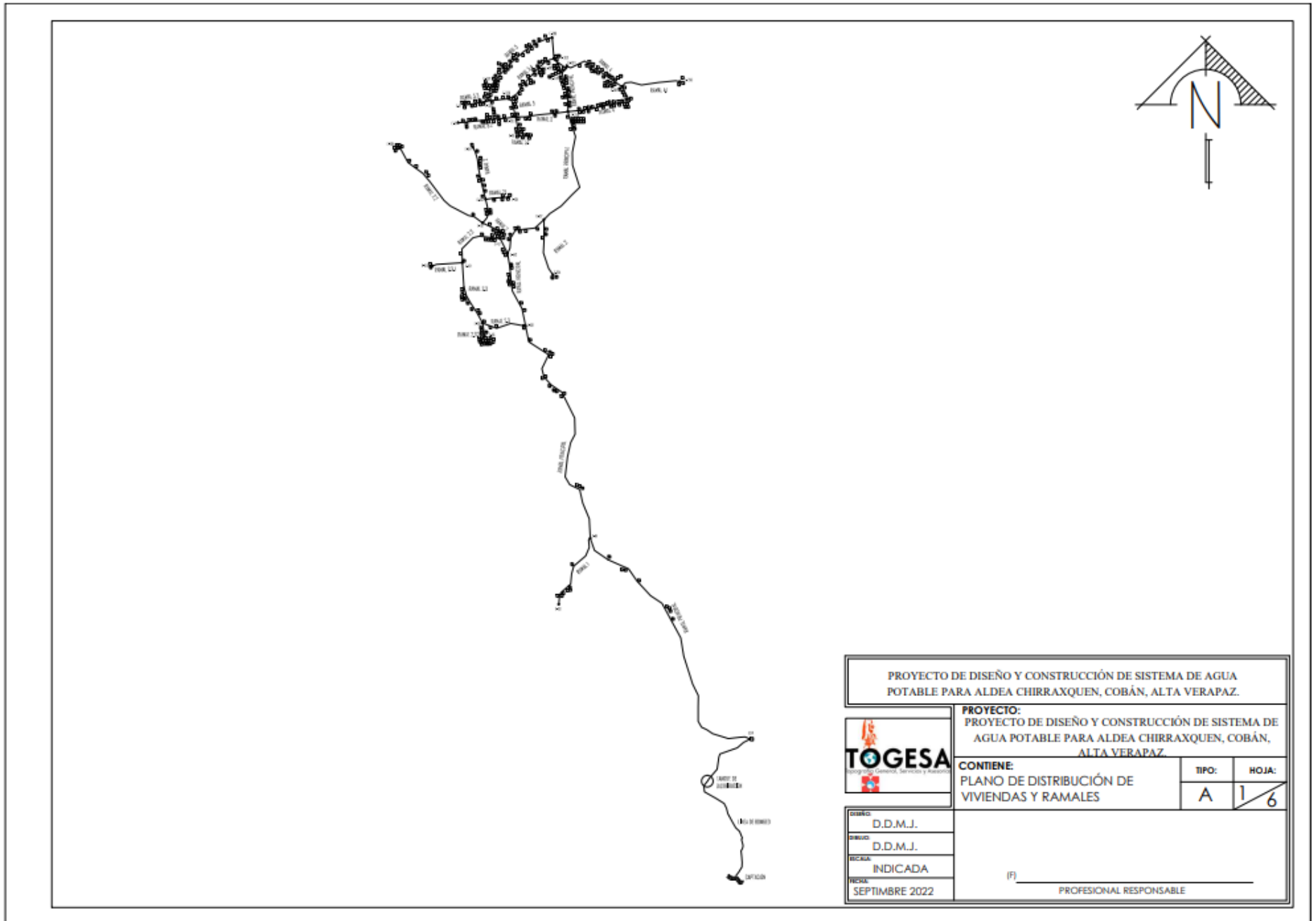
Anexo 2. Matriz de estructural lógica

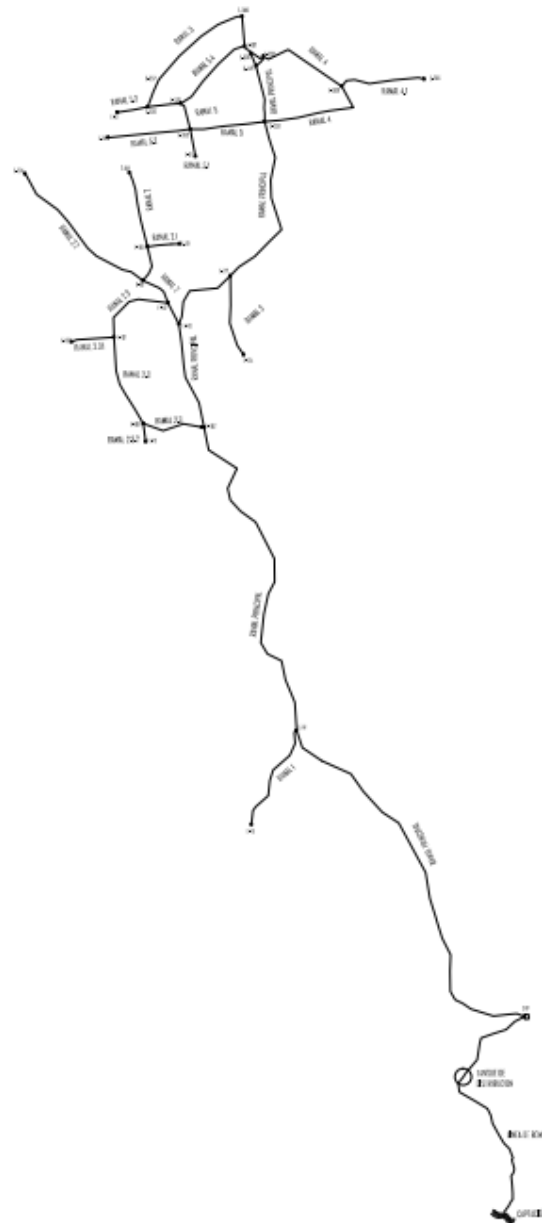
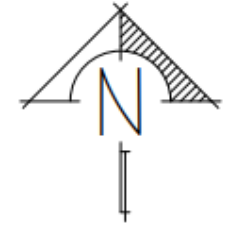
Es un instrumento que sirve para evaluar el cumplimiento de los objetivos después de desarrollar la propuesta, es una evaluación Expost.

Componentes	Indicadores	Medios de verificación	Cooperantes o supuestos
Objetivo general. Disminuir la cantidad de hogares sin acceso al agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.	A partir del primer año después de ejecutar el proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable, se disminuye la cantidad de hogares sin acceso al agua en un 95%.	Encuestas, Entrevistas, Inauguración del proyecto.	El Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE), contribuye con la agilización del financiamiento del proyecto.
Objetivo específico. Mejorar el abastecimiento de agua potable en aldea Chirraxquen, Cobán, Alta Verapaz.	Al primer año después de ejecutar el proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable, se mejora el abastecimiento en un 95%.	Encuestas, Entrevistas, Inauguración del proyecto.	El Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE), contribuye con la agilización del financiamiento del proyecto.
Resultado 1:			

<p>Se cuenta con la unidad ejecutora (Consejo comunitario de desarrollo - COCODE-)</p>			
<p>Resultado 2: Se dispone del proyecto de diseño y construcción de sistema de agua potable.</p>			
<p>Resultado 3: Se formula el programa de concientización para los habitantes.</p>			

Anexo 3. Planos del diseño





	TUBO			VELOCIDAD
	No.	Dia Capacidad	No. Tanque	
Bombas				1.32
Ramal Principal	1	Tanque	Caja	1.69
	2	Caja	181	1.92
	3	E14	1202	0.89
	4	E102	1140	0.98
	5	E140	1217	0.87
	6	E117	1288	1.39
	7	E138	1489	0.73
	8	E48	1262	0.79
Ramal 1	1	E11	176	0.87
Ramal 2	1	E140	1142	1.23
	2	E142	1181	0.81
	3	E145	1169	0.79
	4	E139	1184	0.82
Ramal 2.1	1	E139	1181	0.85
Ramal 2.2	1	E150	1204	0.88
Ramal 2.3	1	E142	1111	0.89
	2	E150	1160	1.06
	3	E109	1102	0.78
RAMAL 2.1.1	2	E150	1135	0.45
RAMAL 2.1.2	3	E109	1115	1.34
Ramal 3	1	E117	1234	0.81
Ramal 4	1	E138	1289	0.80
	2	E108	1300	0.68
	3	E100	1307	0.69
Ramal 4.1	1	E108	1290	0.98
Ramal 5	1	E138	1395	0.81
	2	E100	1209	0.61
	3	E128	1330	0.70
	4	E126	1327	0.84
	5	E152	1390	0.84
	6	E106	1307	0.84
Ramal 5.1	1	E100	1404	0.95
Ramal 5.2	1	E100	1415	1.07
Ramal 5.3	1	E136	1349	0.82
Ramal 5.4	1	E129	1307	1.30

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA CHIRRAQUEN, COBÁN, ALTA VERAPAZ.

TOGESA
Organismo Técnico Especializado en Agua Potable y Saneamiento

PROYECTO:
PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA CHIRRAQUEN, COBÁN, ALTA VERAPAZ.

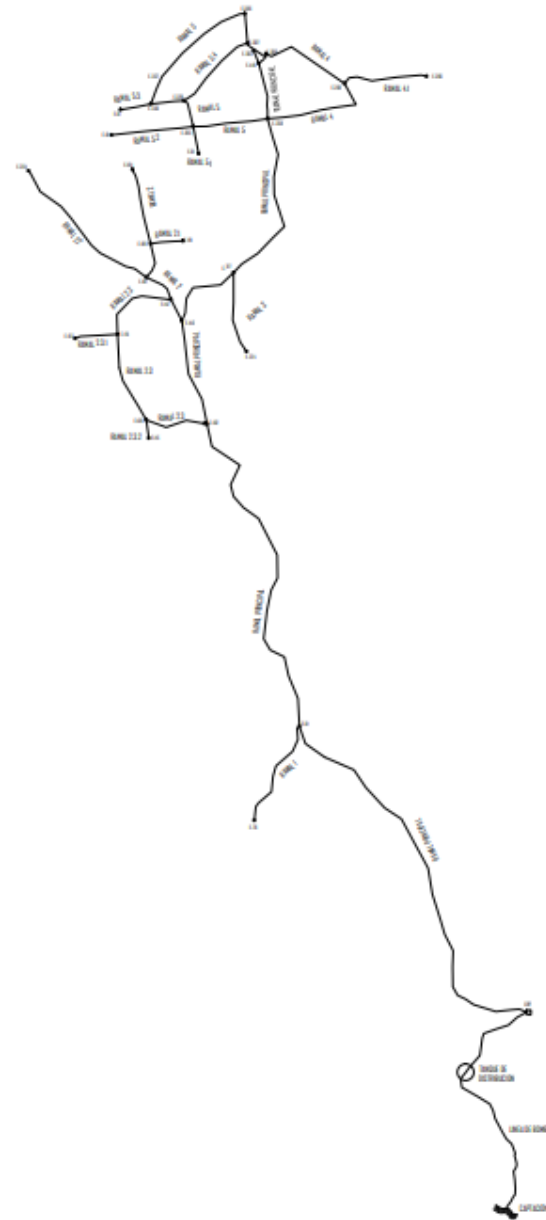
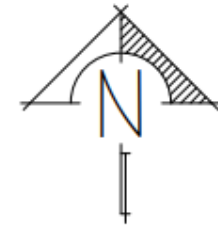
CONTIENE: PLANO DE VELOCIDAD DE CAUDAL	TIPO: A	HOJA: 2/6
	(F) _____ PROFESIONAL RESPONSABLE	

DISEÑO: D.D.M.J.

REVISADO: D.D.M.J.

REVISADA: INDICADA

FECHA: SEPTIEMBRE 2022



Ramal	Módulo			Clase	Clase	Diámetro
	No	Ca	Pa			
Ramal Principal	1	Tanque	1000	PVC	150	6
	2	250	251	PVC	150	8
	3	350	351	PVC	150	8
	4	450	451	PVC	150	8
	5	550	551	PVC	150	8
	6	650	651	PVC	150	8
	7	750	751	PVC	150	8
	8	850	851	PVC	150	10

Ramal 1	1	100	101	PVC	100	3
---------	---	-----	-----	-----	-----	---

Ramal 2	1	150	151	PVC	150	3.103
	2	152	153	PVC	150	3
	3	154	155	PVC	150	3.103
	4	156	157	PVC	150	3

Ramal 2.1	1	150	151	PVC	150	3
-----------	---	-----	-----	-----	-----	---

Ramal 2.2	1	150	151	PVC	150	3
-----------	---	-----	-----	-----	-----	---

Ramal 2.3	1	150	151	PVC	150	2
	2	152	153	PVC	150	3.103
	3	154	155	PVC	150	10

RAMAL 2.3.1	1	150	151	PVC	150	10
-------------	---	-----	-----	-----	-----	----

RAMAL 2.3.2	1	150	151	PVC	150	3
-------------	---	-----	-----	-----	-----	---

Ramal 3	1	200	201	PVC	150	3
---------	---	-----	-----	-----	-----	---

Ramal 4	1	200	201	PVC	150	3
	2	202	203	PVC	150	3.103

Ramal 4.1	1	200	201	PVC	150	10
-----------	---	-----	-----	-----	-----	----


Ramal 5	1	200	201	PVC	150	4
	2	202	203	PVC	150	4
	3	204	205	PVC	150	3
	4	206	207	PVC	150	3.103
	5	208	209	PVC	150	3.103
	6	210	211	PVC	150	3.103

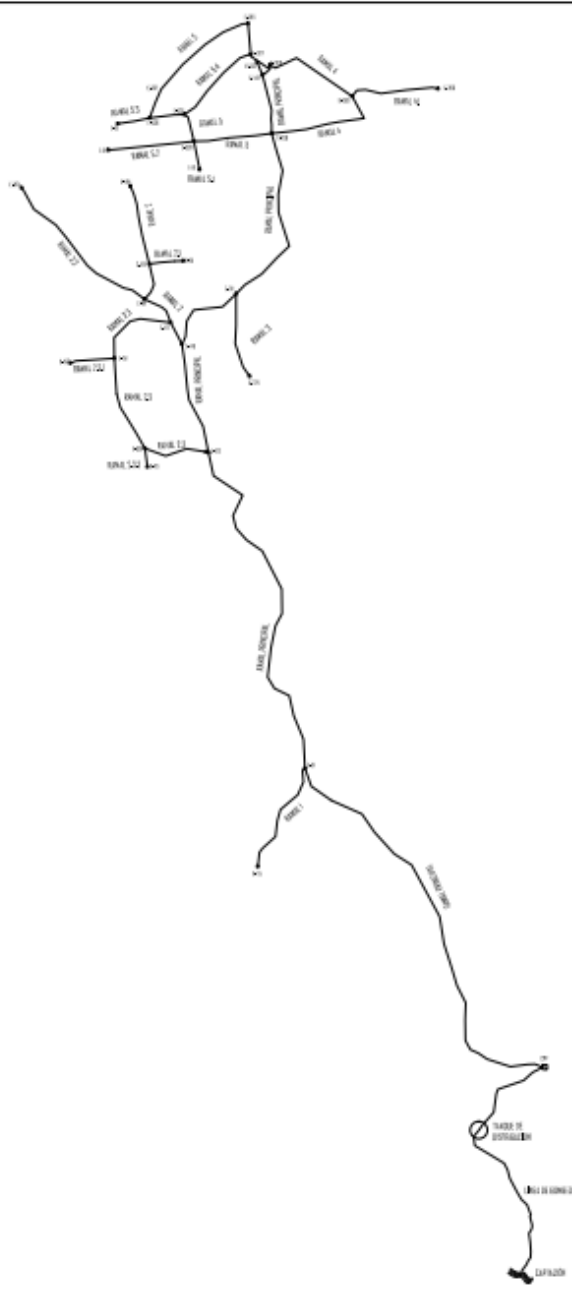
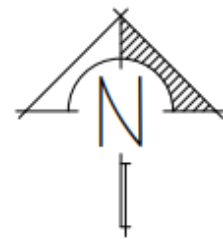
Ramal 5.1	1	200	201	PVC	150	3
-----------	---	-----	-----	-----	-----	---

Ramal 5.2	1	200	201	PVC	150	3
-----------	---	-----	-----	-----	-----	---

Ramal 5.3	1	200	201	PVC	150	3
-----------	---	-----	-----	-----	-----	---

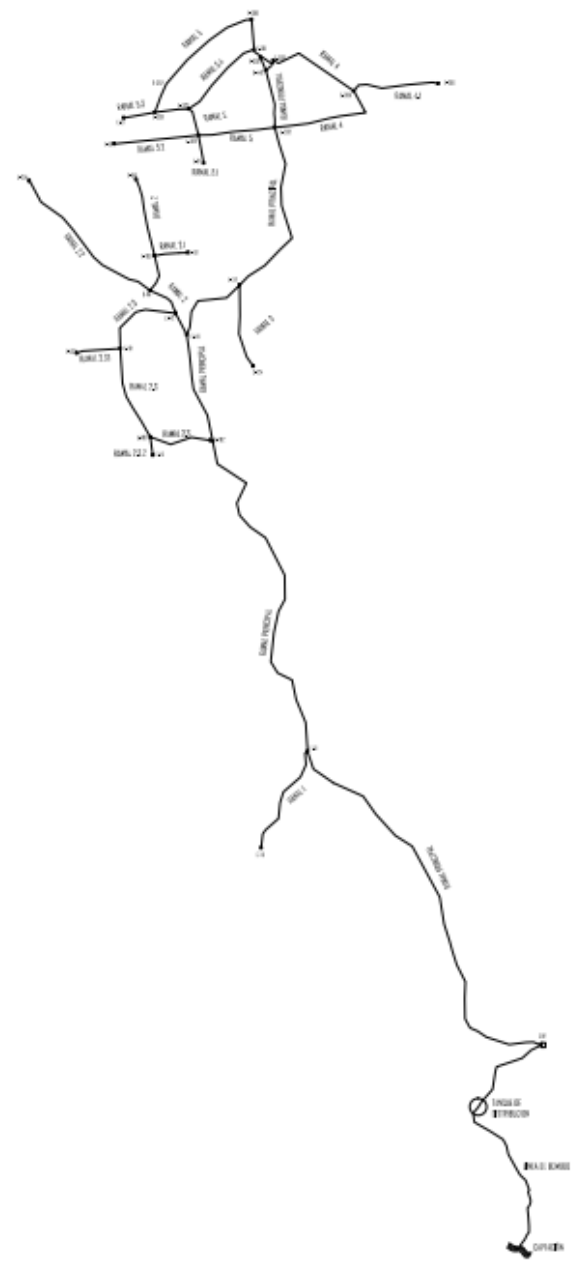
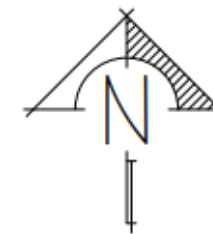
Ramal 5.4	1	200	201	PVC	150	3
-----------	---	-----	-----	-----	-----	---

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA CHIRRAQUEN, COBÁN, ALTA VERAPAZ.			
	PROYECTO: PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA CHIRRAQUEN, COBÁN, ALTA VERAPAZ.		
	CONTIENE: PLANO DE DIAMETRO PVC		
TIPO: A	HOJA: 3/6		
DISEÑO: D.D.M.J.	(F) _____ PROFESIONAL RESPONSABLE		
DIBUJO: D.D.M.J.			
REVISIÓN: INDICADA			
FECHA: SEPTIEMBRE 2022			



Bombeo	TRAMO			Caudal (l/s)
	No.	Ez. Captación	Pa. Tanques	
Ramal Principal	1	Tanque	Caja	19.52
	2	Caja	E51	19.52
	3	E51	E322	18.08
	4	E140	E148	18.05
	5	E140	E217	12.77
	6	E227	E188	12.16
	7	E289	E449	1.13
	8	E849	E807	0.14
Ramal 1	1	E51	E76	0.48
Ramal 2	1	E140	E142	4.38
	2	E142	E151	2.21
	3	E141	E189	1.13
	4	E149	E184	0.66
Ramal 2.1	1	E149	E195	0.43
Ramal 2.2	1	E141	E304	0.63
Ramal 2.3	1	E141	E151	2.35
	2	E151	E189	1.04
	3	E149	E182	0.14
RAMA 2.3.1	2	E151	E151	0.20
RAMA 2.3.2	3	E189	E115	0.82
Ramal 3	1	E227	E224	0.44
Ramal 4	1	E289	E188	3.19
	2	E289	E307	1.05
	3	E307	E307	1.05
Ramal 4.1	1	E289	E314	0.28
Ramal 5	1	E289	E493	7.11
	2	E393	E329	5.30
	3	E329	E186	3.71
	4	E385	E157	1.46
	5	E397	E386	1.48
	6	E385	E307	1.46
Ramal 5.1	1	E383	E404	0.09
Ramal 5.2	1	E393	E423	0.77
Ramal 5.3	1	E393	E149	0.66
Ramal 5.4	1	E329	E307	0.93

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA CHIRRAQUEN, COBÁN, ALTA VERAPAZ.			
	PROYECTO: PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA CHIRRAQUEN, COBÁN, ALTA VERAPAZ.		
	CONTIENE: PLANO DE CAUDAL		TIPO: A
DISEÑO: D.D.M.J.	(F) _____ PROFESIONAL RESPONSABLE		
DIBUJO: D.D.M.J.			
RECALA: INDICADA			
FECHA: SEPTIEMBRE 2022			



TRAMO			
Bombas	Nº	Est. Captación	Po. Toque
Ramal Principal	1	Toque	Cajá
	2	Cajá	F31
	3	86	F133
	4	F133	F140
	5	F140	F137
	6	C217	C208
	7	F238	F489
	8	F489	F303

Ramal 1	1	055	F76
---------	---	-----	-----

Ramal 2	1	F140	F140
	2	F143	F181
	3	F181	F189
	4	F189	F184

Ramal 2.1	1	C189	C191
-----------	---	------	------

Ramal 2.2	1	F181	C204
-----------	---	------	------

Ramal 2.3	1	F181	F151
	2	C151	C189
	3	F189	F182

RAMAL 2.3.1	2	F151	F151
-------------	---	------	------

RAMAL 2.3.2	3	C189	C115
-------------	---	------	------

Ramal 3	1	C217	C204
---------	---	------	------

Ramal 4	1	F238	F238
	2	C249	F389
	3	C389	C387

Ramal 4.1	1	F389	F238
-----------	---	------	------

Ramal 5	1	F238	F381
	2	C381	C329
	3	F329	F328
	4	C328	C357
	5	F357	F386
	6	F386	C387

Ramal 5.1	1	C381	C404
-----------	---	------	------

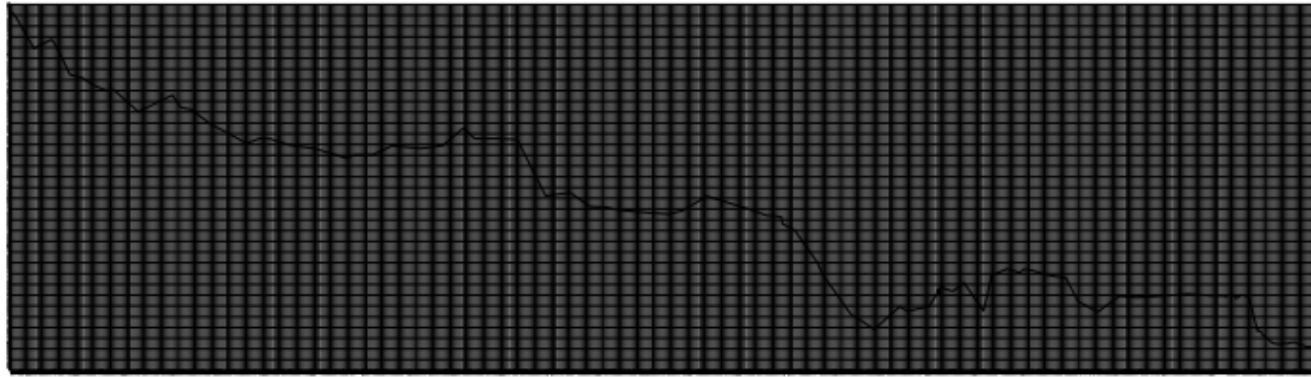
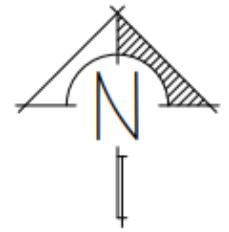
Ramal 5.2	1	F381	F421
-----------	---	------	------

Ramal 5.3	1	C328	C349
-----------	---	------	------

Ramal 5.4	1	F329	F387
-----------	---	------	------

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA CHIRRAQUEN, COBÁN, ALTA VERAPAZ.			
 TOGESA <small>Instituto Guatemalteco de Tecnología y Gestión Ambiental</small>	PROYECTO: PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA CHIRRAQUEN, COBÁN, ALTA VERAPAZ.		
	CONTIENE: PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE CAJAS CENTRALES		
DISEÑO: D.D.M.J. DIBUJO: D.D.M.J. REVISIÓN: INDICADA FECHA: SEPTIEMBRE 2022	TIPO: A HOJA: 5/6	(F) _____ PROFESIONAL RESPONSABLE	

Línea de Distribución

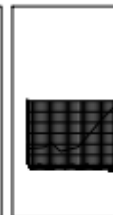
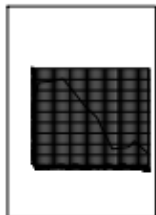


Ramal 1

Ramal 2

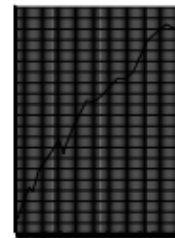
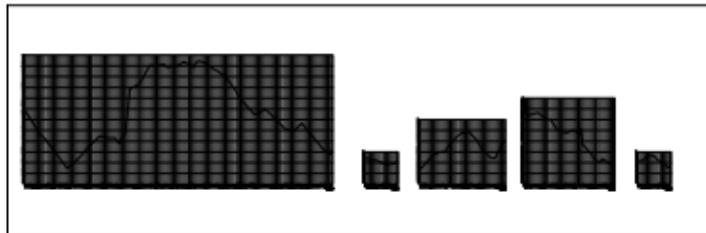
Ramal 3

Ramal 4



Ramal 5

Línea de Impulsión



PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA CHIRRAQUEN, COBÁN, ALTA VERAPAZ.			
	PROYECTO: PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA CHIRRAQUEN, COBÁN, ALTA VERAPAZ.		
	CONTIENE: PERFILES	TIPO: A	HOJA: 6/6
DISEÑO: D.D.M.J.	(F) _____ PROFESIONAL RESPONSABLE		
DIBUJO: D.D.M.J.			
REVISADO: INDICADA			
FECHA: SEPTIEMBRE 2022			