

Gudelio Gonzalo Pérez Pérez

PROPUESTA DE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERÍO BUENOS AIRES,
ALDEA CUNLAJ, TACANÁ, SAN MARCOS.



Asesor General Metodológico:
Ing. Civil. Jairo Francisco Rodríguez Arévalo

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, agosto de 2022.

Informe final de Graduación

PROPUESTA DE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERÍO BUENOS AIRES,
ALDEA CUNLAJ, TACANÁ, SAN MARCOS.



Presentado al honorable tribunal examinador por:
Gudelio Gonzalo Pérez Pérez

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado en Ingeniería
Civil con énfasis en Construcciones Rurales.

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, agosto de 2022.

Informe final de Graduación

PROPUESTA DE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERÍO BUENOS AIRES,
ALDEA CUNLAJ, TACANÁ, SAN MARCOS.



Rector de la Universidad

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería

Ing. Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, agosto de 2022.

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

PRÓLOGO

La falta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos ha provocado aumentó de casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de la comunidad, por lo tanto, la presente investigación se ha denominado “Propuesta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos”, la cual surge como solución del problema.

Considerando que el acceso agua potable es un derecho fundamental para la salud de las personas, que le permite suplir sus necesidades y le posibilita desarrollar de mejor manera sus actividades cotidianas. Pero el agua potable, es aquella que es apta para el consumo humano y que no represente ningún riesgo para la salud humana. Dado que en los objetivos del desarrollo del milenio se considera que la disponibilidad del agua debe estar al alcance de las comunidades rurales y urbanas.

La presente investigación se limita a los últimos cinco años comprendidos del año 2017 a 2021, y surge a partir de la inminente necesidad que tiene los habitantes de la comunidad de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, el cual carece de un proyecto de abastecimiento de agua potable, tomando en cuenta que la comunidad ya tiene una fuente de agua, pero que por falta de recursos económicos no se ha logrado realizar los estudios técnicos y de ingeniería para la implementación del proyecto.

La presente investigación tiene como objeto hacer valer lo que indica en el código de salud, en su artículo 79, donde indica que es obligación de las municipalidades de abastecer de agua potable a las comunidades situadas dentro de su jurisdicción.

PRESENTACIÓN

El presente informe es el resultado del trabajo de tesis desarrollado como parte del proceso de graduación previo a optar el título que acredite al autor como Ingeniero Civil con énfasis en Construcciones Rurales, en el grado académico de Licenciatura, conforme a los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y la Facultad de Ingeniería, y con el objeto de aportar una solución viable a la problemática, se consideró realizar la propuesta denominada: “Propuesta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos”.

En la investigación se determinó que existe un deficiente sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos lo que provoca un aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de la comunidad.

Resultante de las consecuencias que provoca la falta de un proyecto de sistemas de abastecimiento de agua potable, y los efectos negativos producidos en la calidad de vida de las personas tanto en el área urbana como rural, es necesario buscar y proponer soluciones viables que garanticen el derecho universal al acceso del agua potable.

La finalidad de la investigación es conocer cuáles son las causas y efectos de la problemática detectada, y para ello es necesario realizar el marco lógico, como parte de la investigación, recolección de datos mediante la aplicación de boletas, análisis de los datos de las causas y efectos para finalmente proponer como medio de solución la propuesta denominada: “Propuesta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos”.

ÍNDICE

Contenido	Página
Prologo	
Presentación	
I.INTRODUCCIÓN	1
I.1. Planteamiento del Problema	2
I.2. Hipótesis	3
I.3. Objetivos	3
I.3.1. General.....	3
I.3.2. Especifico.....	3
I.4. Justificación	3
I.5. Metodología.....	4
I.5.1. Métodos	4
I.5.2. Técnicas	7
II. MARCO TEÓRICO	9
III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	75
III.1 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente “Y” o efecto.....	76
III.2. Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente “X” o causa.....	79
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
IV. 1. Conclusiones.....	82
IV. 2. Recomendaciones	83
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

INDÍCE DE TABLAS

Contenido	Pág.
Tabla 1. Valores de rugosidad dados por Horton para el uso de fórmulas de Kutter o Manning.....	33
Tabla 2. Valores de pendiente	33
Tabla 3. Características físicas y organolépticas de debe de tener el agua para el consumo humano	53
Tabla 4. Características químicas que debe tener el agua para el consumo humano	54
Tabla 5. Valores guías para verificación de la calidad microbiológica del agua ..	55
Tabla 6. Valores guías para los aspectos radiológicos en el agua	55
Tabla 7. Frecuencia de análisis según las OMS	59
Tabla 8. Frecuencia de análisis según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social para sistemas que abastezcan de 1 a 100,000 habitantes al día	60
Tabla 9. Frecuencia de análisis según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social para sistemas que abastezcan de 1 a 20,00 habitantes al día	62

INDÍCE DE CUADROS

Contenido	Pág.
Cuadro 1. Personas que opinan que existe aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos	76
Cuadro 2. Personas que opinan que en su familia ha tenido casos de enfermedades gastrointestinales	77
Cuadro 3. Personas que opinan desde hace cuánto tiempo existe aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos	78
Cuadro 4. Personas que opinan que existe proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable, en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.....	79
Cuadro 5. Técnicos que opinan que apoyarían la implementación del proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable, en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos	80
Cuadro 6. Técnicos que consideran necesario la implementación del proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable, en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos	81

INDÍCE DE GRAFÍCAS

Contenido	Pág.
Gráfica 1. Personas que opinan que existe aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos	76
Gráfica 2. Personas que opinan que en su familia ha tenido casos de enfermedades gastrointestinales	77
Gráfica 1. Personas que opinan desde hace cuánto tiempo existe aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos	78
Gráfica 2. Personas que opinan que existe proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable, en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.....	79
Gráfica 3. Técnicos que opinan que apoyarían la implementación del proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable, en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos	80
Gráfica 4. Técnicos que consideran necesario la implementación del proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable, en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos	81

I. INTRODUCCIÓN

El agua es esencial para la vida, y todas las personas deben de tener acceso a un suministro de agua potable eficiente, en cantidad y calidad que sea apta para el consumo humano. La implementación de los proyectos de sistemas de abastecimientos de agua potable, mejoran la calidad de vida de las personas de una comunidad, ya que es el recurso adecuado para realizar las actividades domésticas habituales, incluida las actividades de higiene personal, pero para ser llevada hasta los hogares. El agua es uno de los medios de transmisión de enfermedades más efectivos, siendo el grupo más vulnerable los lactantes y los niños de corta edad, las personas debilitadas o que viven en condiciones antihigiénicas y los ancianos.

En virtud de lo anterior la presente investigación se desarrolló como requisito establecido por la Universidad Rural de Guatemala y la Facultad de Ingeniería, previo a obtener el título universitario como ingeniero civil con énfasis en Construcciones Rurales, en el grado académico de Licenciatura.

El caserío Buenos Aires, está ubicada a 22 kilómetros de Tacaná, San Marcos, actualmente cuenta con una población de 140 habitantes entre hombres y mujeres, dividido en 35 viviendas, el cual carece lamentablemente de un proyecto de abastecimiento de agua potable.

La estructura del presente trabajo consta de cuatro capítulos. En el capítulo I, contiene la introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivos (general y específico), justificación, metodología (métodos y técnicas). En el capítulo II, se expone los aspectos conceptuales de los temas y subtemas del proyecto en investigación. En el capítulo III, comprobación de la hipótesis, comprende los resultados obtenidos en la investigación se logró comprobar la hipótesis planteada “El aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos

Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, durante los últimos cinco años es debido al deficiente abastecimiento de agua potable por falta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío”. En el capítulo IV, está compuesto por las conclusiones y recomendaciones generadas por la investigación, así también se presentan las fuentes bibliográficas consultadas y anexos: modelo domino, árbol de problemas y objetivos e hipótesis de trabajo, medio para solucionar de la problemática, boleta de investigación para comprobar el efecto principal, boleta de investigación para comprobar la causa general, cálculo de la muestra, cálculo del coeficiente de correlación, cálculo de la proyección del comportamiento de la problemática mediante la línea recta).

I.1. Planteamiento del Problema

Después del análisis donde se identificó la causa y el efecto que tienen relación con el tema a investigar se procede al planteamiento del problema que se presenta a continuación:

La falta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, constituye un medio de propagación de enfermedades gastrointestinales, tales como: cólera, fiebre tifoidea, disenterías, hepatitis, y diarreas. Afectando la salud de los habitantes de la comunidad.

La falta de abastecimiento de agua potable en el caserío de buenos Aires, provoca que los habitantes acudan a ríos o pozos más cercanos para satisfacer esta necesidad, de esta manera contaminan con químicos el agua, afectando la flora y fauna que se encuentran cercanas a las fuentes que les abastece.

En virtud de lo anterior resulta indispensable la implementación de la Propuesta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío

Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

I.2. Hipótesis

Causal:

El aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, durante los últimos cinco años es debido al deficiente abastecimiento de agua potable por falta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío.

En forma de pregunta:

¿Será la falta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos y el deficiente abastecimiento de agua potable la causante del aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes del caserío durante los últimos cinco años?

I.3. Objetivos

I.3.1. General

Disminuir los casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

I.3.2. Especifico

Mejorar el abastecimiento agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

I.4. Justificación

Al no contar con un proyecto de abastecimiento de agua potable, los habitantes de la comunidad se ven afectados por aumento de casos de enfermedades gastrointestinales de tipo parasitario, por consumir agua no potable, los que provocan en la población consecuencias como la anemia y diarreas que al no darle el tratamiento adecuado

puede ocasionar hasta la muerte. Además, limita la realización de las actividades diarias el cual evidentemente los mantiene en el subdesarrollo. Por lo consiguiente, se considera de suma importancia la implementación del proyecto de Propuesta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos. Permitiendo aumentar la calidad de vida de los habitantes y con ello garantizar el derecho al acceso de agua potable, de forma eficiente en calidad y cantidad las 24 horas del día. La implementación del proyecto contribuirá a disminuir las enfermedades de origen hídrico que afectan actualmente a la población.

En el año 2021 sin proyecto habrá 95 casos y con proyecto 70. En el año 2026 sin proyecto habrá 130 casos y con proyecto 32, por lo tanto la problemática crece a medida que pasa el tiempo; de no ejecutarse la presente propuesta, la situación del efecto identificado, seguirá en condiciones negativas, por lo que se hace evidente la necesidad de la pronta implementación de la propuesta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, para solucionar a la brevedad posible la problemática identificada.

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 que fue esencial es el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de

este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

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

I.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 sobre el aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos. A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación.

Observación directa: Esta técnica se utilizó directamente en la recopilación de información proporcionados por el área de salud, ubicado en aldea Cunlaj, en el periodo de 2017-2021. De manera específica se procedió a realizar la visita a los habitantes de la comunidad.

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.

Entrevistas: Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a las personas de la comunidad antes citada, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Ya poseyendo una visión más clara sobre la problemática del caserío antes citado, 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 independiente y dependiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación. La Grafica de la hipótesis se encuentran en el anexo número 2.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: El aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, durante los últimos cinco años es debido al deficiente abastecimiento de agua potable por falta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío.

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.

I.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 resultados específicos o particulares.

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

Entrevista: previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previas 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 población a investigar: en atención a este tema, se decidió no efectuar un muestreo estadístico que representara la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 140 personas que habitan en la comunidad antes citada; por lo que para obtener una información más confiable, se censo o investigo a 35 personas que representan a los jefes o encargados de las viviendas de la totalidad de la población; con lo que el nivel de confianza en este caso será del 100% y el 0% de error.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método 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 estas 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, en la investigación documental y las fichas bibliográficas; 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 y el censo.

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

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Enfermedades gastrointestinales

Las enfermedades gastrointestinales, es considerada como uno de los problemas más comunes en las poblaciones, tanto del área urbano como rural, afectan directamente al sistema digestivo, es decir, nuestro esófago, estómago e intestinos. Generalmente son ocasionadas por bacterias, parásitos, virus, o bien por el consumo de agua y alimentos contaminados (Hernández Cortez, Aguilera Arreola y Castro Escarpilli. 2011).

La población más vulnerable, son los niños menores de cinco años y ancianos, y su existencia dependerá del nivel económico que poseen los afectados ((Hernández Cortez, Aguilera Arreola y Castro Escarpilli. 2011).

2.1.1. Algunas enfermedades gastrointestinales:

2.1.1.1. Gastritis: Es considerada como la inflamación de la capa del estómago, esta se puede contraer por infecciones bacterianas, uso de analgésicos y beber alcohol frecuentemente. Al principio puede tratarse de una gastritis aguda, para posteriormente convertirse en gastritis crónica (Ops/oms, 2013).

Síntomas:

Dolor y ardor en la parte abdominal, se produce después de ingerir algún alimento (Ops/oms, 2013).

Nauseas: es la sensación de malestar que se presenta en el estómago, después de haber consumido o sentido el olor de laguna cosa (Ops/oms, 2013).

Vómitos: es la acción de forzar a eliminar los contenidos del estómago que suben por el esófago y terminar saliendo por la boca (Ops/oms, 2013).

2.1.1.2. Amebiasis: Es la infestación intestinal, causada principalmente por parásitos de tamaños microscópicos que habitan en el intestino grueso. Se produce por la falta de salubridad en el estilo de vida de las personas. (asociación de médicos de sanidad exterior (Oms, 2012).

2.1.1.3. Cólera: Considerada como la enfermedad que produce diarrea aguda, debido la infestación de alimentos o agua que están contaminados con bacilos, sino, se trata puede ser motivo de muerte, ya que el paciente se deshidrata muy rápido (Oms, 2019).

2.1.1.4. Parasitosis: Considerada como la enfermedad producida por parásitos, siendo estos de diferentes especies, que van formando una relación, donde uno se convierte en huésped y el otro como hospedador. El parásito más conocido que habita en el cuerpo huma es la solitaria (Oms, 2009).

2.1.1.5. Estreñimiento: Considera como la dificultad que tiene una persona para evacuar las heces, su efecto dura pocos días y no representa daño serio en la salud de las personas (MedlinePlus en español, 2020).

2.1.1.6. Esofagitis: Considerada como la afección que se produce directamente en el tejido del esófago, causando dolor al momento de ingerir los alimentos, sus orígenes se deben a ácidos estomacales que retroceden al esófago (Mayo Clinic. 2020).

2.1.1.7. Colitis: Considerada como la enfermedad que ataca al intestino grueso, afecta principalmente a las paredes internas del colon, su aparición se debe a diversas causas, entre estas están el estrés y el consumo de ciertos alimentos (Oms, 2015)

2.1.2. Recomendaciones para no adquirir enfermedades gastrointestinales

La opinión del Mspas (2020), sugiere las recomendaciones para no adquirir enfermedades gastrointestinales: Las enfermedades gastrointestinales, es algo que se puede evitar, siguiendo las medidas de prevención, que a continuación se mencionan:

-Lavarse las manos constantemente: considerando que las manos son utilizadas para realizar cualquier actividad, teniendo contacto con muchas superficies que están contaminadas, pero con el hábito del lavado de manos constantemente se eliminan las bacterias que posteriormente desarrollan enfermedades gastrointestinales (Mspas, 2020)

-Consumir agua hervida: considerando que esta práctica sirve para desinfectar y eliminar las bacterias y parásitos que vienen en el agua (Mspas, 2020)

-Desinfectar frutas y verduras: esta práctica es importante, considerando que las frutas y verduras muchas veces han sido cultivados en espacios que están contaminados con agentes patógenos, microorganismos y factores ambientales (Mspas, 2020)

-Evitar comer en lugares públicos: considerando que los puestos de comidas ubicados en los lugares públicos, no siguen los protocolos de salubridad adecuado, la cual afecta de manera negativa a la salud de los consumidores (Mspas, 2020)

2.2. Aumento de casos de enfermedades gastrointestinales

Según el Mspas (2020), el aumento de los casos de enfermedades gastrointestinales está directamente relacionado al consumo de alimentos y agua contaminada. En Guatemala es muy frecuente, tanto que se ha llegado a registrar como la segunda causa de enfermedad de niños pequeños menores de cinco años, donde los principales peligros son la deshidratación y la desnutrición.

La opinión del Mspas (2020), asegura que las condiciones que influyen, en que el grupo más vulnerable sean los niños menores de cinco años, se debe a:

- No se cuente con sistemas de abastecimiento de agua potable, por lo tanto, usan agua contaminada para preparar el biberón a los pequeños.
- Se usa agua no potable para lavar y preparar los alimentos que se consumen.
- Falta de hábitos de higiene del lavado correcto de las manos.
- Falta de lugares adecuados para la disposición final de excretas y desechos sólidos.

En el caso específico de las enfermedades gastrointestinales, se tiene un recuento de 7,906 casos, siendo los mayores causantes los padecimientos gastrointestinales y respiratorios son virus, bacterias y parásitos que proliferan en el ambiente y que a la vez son contagiosos (Iggs, 2015)

Según el Mspas (2015), se considera que las enfermedades más recurrentes son los causados por parásitos intestinales con cifras representativas de 432,407 casos, las diarreas y gastroenteritis con 426,749 casos, así como la amebiasis no especificada con 215,421 casos registrados.

De acuerdo con el Mspas (2015), las principales causas de mortalidad general son: enfermedades respiratorias 56% y gastrointestinales 16% en adultos. A nivel mundial en 2015, se estima que causaron más de 1.3 millones de muertes.

Para reducir los datos estadísticos presentados es necesario seguir las recomendaciones proporcionadas, como: las buenas prácticas higiénicas, mejoramiento en los hábitos de salubridad en las viviendas (Mspas, 2015).

2.2.1. Enfermedades relacionadas con el agua

Las enfermedades transmitidas por el agua son causadas por: Bacterias, virus y lombrices. Se transmiten tanto en humanos como en animales, al momento de consumir agua de mala calidad, infectada o contaminada. Estos microbios patógenos se van multiplicando en los intestinos de los humanos o animales, estos se excretan y continúan en el ambiente de manera que los microbios pueden volver a infectar a otros humanos o animales (Manual de la ao&m, 2011, p. 8).

Al estar los microbios expuestos al medio ambiente, tienen diferentes tiempos de supervivencia expuestos, por lo tanto, la misma actividad humana o los efectos de la lluvia a través del escurrimiento superficial, puede llevar estos parásitos a los manantiales o puntos de abastecimiento de agua, los cuales llega a los alimentos, o al tener contacto directo con humanos o animales infectados se van transmitiendo cada vez más en humanos (Manual de la ao&m, 2011, p. 8).

Otro factor de que los microbios se transmitan y multipliquen constantemente es debido a la falta de tratamiento de las aguas de las pilas o almacenamiento de agua que sirve para el consumo. La mala disposición de las aguas residuales, ocasionan enfermedades gastrointestinales en los seres humanos y animales (Manual de la ao&m, 2011, p. 8).

2.2.2. Contaminación del agua

La contaminación del agua es aquella en la que existe la presencia de químicos alterando así su composición o condición. De manera que no reúne las condiciones para el uso o consumo humano (Manual de la ao&m, 2011, p. 8).

Según el manual de la ao&m (2011), esta alteración afecta directamente las

propiedades físicas, químicas y biológicas del agua, siendo la causa del aumento de enfermedades gastrointestinales, provocando que su consumo afecte la calidad de vida de las personas.

2.2.3. Actividades que originan la contaminación de agua

Manual de la ao&m (2011), las fuentes de abastecimiento de agua se contaminan por diversos factores o actividades humanas como: la descarga de aguas residuales o domésticas, comerciales industriales o agrícolas sin tratamiento.

2.2.3.1. Aguas residuales domesticas: Son aquellas provenientes de las viviendas y contienen sustancias como residuos de alimentos, basura, producto de limpieza o residuos de aguas jabonosas (Manual de la ao&m, 2011, p. 8).

2.2.3.2. Agua industrial: Son las que proceden de cualquier actividad industrial en los cuales en los procesos de producción y manipulación se altera el agua con químicos que afectan gravemente los componentes del agua que son tirados directamente a los drenajes, sin ser tratados (Manual de la ao&m, 2011, p. 8).

2.2.3.3. Aguas agrícolas: Son el resultado del riego y de labores que contaminan el agua agentes patógenos por el uso excesivo de químicos y uso excesivo de fertilizantes (Manual de la ao&m, 2011, p. 8).

Esto puede causar la extinción de especies acuáticas, además de ser un ente de proliferación de malos olores que afectan la calidad del medio ambiente. Siendo esta, la razón, de que el agua para consumo humano pierde su calidad y cada vez existen en menores cantidades (Manual de la ao&m, 2011, p. 10).

2.2.4. Formas de contaminación de agua

La contaminación del agua es un problema habitual del ciclo de la agua. Provocando que las aguas contaminadas han aumentado a un ritmo desconsiderado debido al crecimiento poblacional y sus actividades que realiza constantemente (Manual de la ao&m, 2011, p. 10).

La contaminación puede considerarse de forma accidental, pero en la mayoría de ocasiones se debe a:

- La descarga directa de aguas residuales y otros desechos líquidos procedentes de la actividad humana dentro de las viviendas
- Desechos industriales que contienen una gran cantidad de contaminantes.
- Descargas agrícolas y de drenajes de riego y de aguas pluviales urbanas.
- Aplicación deliberada del uso de productos químicos para aumentar el rendimiento de los cultivos, o para controlar organismos indeseables.
- Falta de saneamiento y a los malos hábitos de personas.
- Tirar basura en las fuentes de agua.
- Lavar la ropa directamente en la fuente de agua (Manual de la ao&m, 2011).

2.2.5. Riesgos de la contaminación del agua para la salud

Según el manual de la ao&m (2011), el agua es parte del medio ambiente humano, ya que está presente para la resolución de diferentes actividades diarias, es por ello que al afectar su calidad es un riesgo para las poblaciones humanas. Pueden afectar a la salud humana al momento de ingerir directamente o en la preparación de los alimentos; su empleo en la higiene personal la agricultura, industria o recreación, también al habitar cerca de fuentes contaminadas. El agua se encuentra presente en el medio ambiente en cuatro formas principales: depósitos subterráneos, corrientes

superficiales, el mar y como vapor en la atmosfera.

En este contexto se analizan dos aspectos principales de riesgos para la salud relacionados con el uso del agua (p.12).

2.2.6. Riesgos relacionados con el agua debido a la ingestión de agentes biológicos

La contaminación del agua por bacterias patógenas puede deberse a la presencia de contaminación de la propia fuente de abastecimiento de agua o a la contaminación durante su transporte desde la fuente al consumidor (Manual de la ao&m, 2011, p. 12).

Según el manual de la ao&m (2011), este tipo de riesgos se debe principalmente a la presencia de agentes biológicos como: bacterias patógenas, virus, parásitos y otros organismos.

2.2.6.1. Bacterias patógenas: constituyen una de las principales fuentes de enfermedad y mortalidad en muchos países en desarrollo. Las enfermedades resultado de las bacterias se dan como; la cólera, fiebre tifoidea y en mayores casos diarreas infantiles, disentería y otras enfermedades entéricas. A veces con resultado mortales (Manual de la ao&m, 2011, p. 12).

2.2.6.2. Virus: Según el manual de la ao&m (2011), son aquellos que se van mutilando en el aparato digestivo del ser humano, que queda expuesta al medio ambiente al momento de que las personas realicen sus necesidades fisiológicas (defecar), el virus se encuentra en la aguas negras y aguas contaminadas. Entonces, su presencia, origina algunas enfermedades como:

Hepatitis A= virus de la hepatitis A

Poliomielitis = virus de la poliomielitis

Gastroenteritis agudas y diarreas,

Rotavirus

Enterovirus

Adenovirus

2.2.6.3. Parásitos: Son aquellas especies que viven dentro de otra persona o ser vivo, en el caso de aquellos que son transmitidos por el consumo del agua y representan un riesgo potencial para la salud humana esta: Entamoeba histolytica, causa la amebiasis intestinal y se encuentra más en lugares que tienen climas cálidos y donde las condiciones sanitarias son deficientes (Oms, Comité de expertos en amebiasis, 1969).

Cada año, se producen unos dos millones de casos de diarreas en todo el mundo. Las enfermedades diarreicas son una causa principal de mortalidad y morbilidad en la niñez en el mundo, y por lo general son consecuencia de la exposición de malos alimentos o aguas contaminados (Oms (2015).

2.2.7. Riesgos derivados de agentes biológicos transmitidos por contacto con el agua, sin ingestión

2.2.7.1. Vectores: Son considerados como aquellos que organismos que pueden transmitir patógenos infecciosos entre personas, o de animales a personas. La mayoría de los vectores son insectos que ingirieron los organismos patógenos junto con la sangre de un portador infectado (persona o animal), y posteriormente lo transmiten a un nuevo portador (Oms, 2020).

2.2.8. Conservación de las fuentes de agua

El manual de la OMS (2011), para lograr conservar y mantener las fuentes de agua,

aptas para el consumo humano es necesario realizar las siguientes acciones:

- No desperdiciarla
- Evitar su contaminación
- No tirar basura en los ríos, arroyos y manantiales.
- Eliminar de forma correcta las aguas de las viviendas.

2.2.9. Como evitar las enfermedades

Lo más importante es cuidar el medio ambiente, que es todo espacio que nos rodea y que influye en la salud de todos, dependiendo de los niveles de contaminación a los que se está expuesto. Cuando el medio ambiente está contaminado, existe la necesidad de sanitizarlo, para que la salud de las personas no corra riesgo de enfermarse, ni debilitarse. Por lo tanto, nace la necesidad de realizar los procesos de saneamiento ambiental; siendo estas las medidas preventivas de la disposición final de los desechos sólidos (Manual de la ao&m, 2011, p. 23).

2.3. Fuentes de agua

Las fuentes de agua, son aquellos provenientes de los manantiales que tienen su origen en la tierra, siendo este el elemento primordial en el diseño de proyectos de abastecimiento de agua potable (López Alegría, 2010).

Según su origen las aguas se clasifican en: Meteóricas, aguas superficiales y aguas subterráneas.

2.3.1 Aguas Meteóricas: Según López Alegría (2010), este tipo de agua se encuentra en estado líquido o vapor, regularmente se localizan en las nubes, y otras veces, cae en forma de lluvia, granizo o nieve. Es considerada como pura, porque carece de sales

minerales, contiene oxígeno y un alto contenido de dióxido de carbono; otra característica de este tipo de agua es que es corrosiva (p.18).

2.3.2 Aguas superficiales: Considerada como las corrientes naturales, regularmente se encuentran en los ríos, arroyos, lagos, embalses, mares y en estado sólido en el hielo y la nieve que se acumulan en cantidades grandes. Una desventaja de las aguas superficiales, es que tienen mayor probabilidad de contaminarse, transformándola en nociva e impropias para la salud, otro factor que afecta su calidad es el suelo y la vegetación por donde la corriente de agua pasa (López Alegría, 2010, p.18).

2.3.3 Aguas subterráneas: Según López Alegría (2010), son las que se ubican bajo las superficies terrestres, ocupando los vacíos y fisuras de las rocas más duras. Su descubrimiento se basa en la profundidad en que estas se encuentran. Se divide en dos grupos: agua freática y agua artesisiana. El primero es la que se encuentra contenida en la superficie de la tierra y la primera capa o estrato impermeable. Estas se encuentran en espacio permeable que le permite moverse libremente y mantiene la presión atmosférica; la segunda se refiere es la que se encuentra dispuesto en dos estratos diferentes, no tiene movilidad y esta confinada y tiene una presión diferente a la atmosférica (p.18).

Las fuentes de aguas superficiales son las que más afloran, formando manantiales que posteriormente sirven de sustento a proyectos de agua potable que van desde viviendas aisladas hasta servir a poblaciones con mayor densidad poblacional. Su aprovechamiento se debe a que estos manantiales en su mayor parte de veces no han recibido recargas de aguas contaminadas, lo que la hace apta para el consumo humano (López Alegría, 2010).

2.4. Agua potable

El agua potable es aquella que es apta para el consumo humano, sin afectar la salud humana, es decir, tiene que ser sanitariamente segura y agradable a los sentidos, es decir, que el agua puede beberse directamente o usarse para lavar o preparar los alimentos sin ningún riesgo alguno, que esté libre de concentraciones de sustancias minerales y orgánicas y que tenga bajos contenidos de sustancias tóxicas. Debe de ser incoloro, inodoro y de sabor agradable a los sentidos (Aguilar Ruiz, Pedro, 2007).

Aguilar Ruiz, Pedro (2007), el agua es sumamente abundante en nuestro planeta y dado que es el elemento universal, usualmente contiene sustancias disueltas en ella, estas pueden o no detectarse a simple vista, estas sustancias modifican su color, olor y sabor, factor que lo hace potencialmente peligroso para la salud humana.

Según la ONU (2011) “afirma que solo el 0.007% del agua existente en la tierra es potable, y esa cantidad se reduce año tras años debido a diversos factores que deterioran el medio ambiente”.

2.4.1. Características del agua potable

Debido a que el agua es el vital líquido para el consumo humano es importante considerar evaluar una serie de características para medir su potabilidad (Fundación Aquae, 2020).

-Debe ser limpia y segura: Fundación Aquae (2020), para que puede ser apta para el consumo humano y ser utilizado en la preparación de los alimentos, el agua debe estar exento de atentar contra la salud humana.

-Debe ser incolora: el agua potable debe de ser transparente, es decir, que por sus

características naturales debe de carecer de color (Fundación Aquae, 2020).

-Debe de ser inodoro: Fundación Aquae (2020), el agua potable no debe de contener nada en su composición que pueda generar malos olores.

-Debe de ser insípida: el agua potable debe de carecer de sabor, y si en un caso tiene es porque contiene algún elemento que está alterando su composición química que puede afectar su calidad (Fundación Aquae, 2020).

-Carecer de elementos en suspensión: Fundación Aquae (2020), se refiere a que no debe de existir ninguna concentración de partículas en su composición, si existiera solo debe de ser aquella que se genera dentro de las tuberías de conducción, su permanencia debe de ser temporal y desaparecer en poco tiempo.

-Libre de contaminantes: el agua al provenir de manantiales, está expuesto a contaminarse y afectar su calidad, sin embargo, el agua potable debe de esta libre de contaminantes orgánicos, inorgánicos o radioactivos (Fundación Aquae, 2020).

2.4.2. Para qué sirve el agua potable

El agua potable es utilizada primordialmente para el consumo humano, pero también es utilizada para la preparación de los alimentos, para mantener la higiene personal, pero a la vez es base fundamental para el desarrollo y bienestar de las poblaciones humanas. Tener el acceso a la misma reduce los índices de pobreza (María Estela Ruffino, 2020).

Para María Estela Ruffino (2020), otra de los usos que se le da al agua es en las grandes industrias alimenticias, o en las actividades agrícolas que utilizan agua potable para producir y cultivar plantaciones.

2.4.3. Importancia del agua potable

El recurso hídrico es un elemento que se tiene en cantidad limitada, y que debido a las explotaciones sin medida de este recurso y la alteración negativa que se le está provocando al medio ambiente, está causando que día tras día se esté escaseando este recurso, por lo que es importante evitar contaminar las fuentes de agua potable, ya que las inversiones en este tema por cuidar los reservorios de agua son pocas (María Estela Ruffino, 2020).

Según la Oms (2020) “ha advertido en numerosas ocasiones la relación directa entre la incidencia y morbilidad de enfermedades diarreicas y otras epidemias, con el acceso al agua potable en las poblaciones más desfavorecidas del mundo. En la medida en que no cuidemos el agua y reduzcamos el impacto de nuestra civilización sobre ella, más expuestos estaremos a las consecuencias de salud que ello implica”.

2.5. Sistemas de abastecimiento de agua potable

Un sistema de abastecimiento de agua potable, es considerada como el conjunto de obras necesaria para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde las fuentes o manantiales, conduciéndolas a las viviendas de los habitantes que serán beneficiados con la implementación de un sistema (Siapa, 2014).

Para Siapa (2014), los sistemas de abastecimiento de agua potable tienen como fin primordial el mejoramiento de la calidad de vida, salud y desarrollo de las poblaciones, por esta razón para el correcto diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable es necesario considerar las normas y parámetros de diseño vigentes para su correcto funcionamiento.

Según Infom (2011), los sistemas de agua potable se clasifican por las fuentes de captación del que se obtienen:

2.5.1. Captaciones superficiales

2.5.1.1. Ríos

Para captar el agua proveniente de un río, es necesario la construcción de una presa el cual sirve para elevar el nivel del agua, que después será conducido mediante tuberías (Aguilar Ruiz, Pedro, 2007, P. 19).

Según Aguilar Ruiz, Pedro (2007), el sitio de la captación debe de llenar las siguientes condiciones.

-Preferiblemente debe de ubicarse en tramos rectos o en la orilla exterior de las curvas de los cuerpos de agua cuando no acarren sólidos y material flotante, de lo contrario debe de ubicarse en el interior de las curvas, pero deberá de evitarse el ingreso de material flotante a la estructura de la obra (Aguilar Ruiz, Pedro, 2007).

-Se deberá de evitar elegir una fuente que se encuentre aguas debajo de fuentes que tengan contaminación (Aguilar Ruiz, Pedro, 2007).

-La estructura de la obra de captación y la fuente deberá de aislarse para evitar el ingreso de animales y personas, u otro tipo de agentes externos (Aguilar Ruiz, Pedro, 2007).

-La obra de captación deberá de colocarse en un espacio donde no exista riesgo de deslave o derrumbes que dañen la superestructura (Aguilar Ruiz, Pedro, 2007).

-Deberá de evitarse construir las captaciones en espacios donde se formen bancos de arena (Aguilar Ruiz, Pedro, 2007, p. 19).

2.5.1.2. Bocatoma de fondo

Es una estructura hidráulica destinada a derivar parte del agua disponible desde un curso de agua, se ubica perpendicular a la corriente de agua, con una rejilla que permita la entrada de la misma y a la vez evita el ingreso de material de acarreo de mayor tamaño (Infom, 2011, p. 30).

Según el Infom (2011), la rejilla tendrá un ángulo de inclinación de 60° y su área libre deberá de estar en el rango de 150 a 200%, al área del flujo que protege. La rejilla deberá de esta hecha con hierro fundido y su colocación permitirá su limpieza y reemplazo constantemente o cuando sea necesario. Las barras que forman las rejillas tendrán una separación entre sí de 1 o 2 cm fijadas con tornillos de bronce u otro mecanismo inoxidable (p. 30).

La velocidad final de aproximación de la corriente a la rejilla deberá ser mayor que 60m/s, para que no permita sedimentación o acumulación de material inadecuado (Infom, 2011).

2.5.1.3. Captación lateral

Es la más utilizada cuando se trata de captar agua proveniente de ríos, pero se recomienda utilizarla cuando el caudal sea significativo, 4 veces al caudal máximo diario, definido en el análisis de la población a servir (Infom, 2011, p. 31).

Según el Infom (2011), entre los componentes de suministro se deberá de equipar con válvulas desagüe para su respectiva limpieza, rebalse y caja de inspección con su respectiva tapa sanitaria (p. 31).

2.5.1.4. Captaciones de agua de manantial

El agua de manantial es el espacio donde se produce el afloramiento natural de agua subterránea. El agua fluye a través de estratos con grava, arena o roca fisurada. Cuando se tienen espacios impermeables, estos bloquen la infiltración de agua y permite que este aflore a la superficie (Infom, 2011, p. 32).

Según Infom (2011), para su captación se construirá un tanque de recolección, este deberá de ser con material impermeable con completa protección sanitaria. También deberá de protegerse la captación con cerco que delimita el espacio para evitar el ingreso de animales o personas. Deberá de colocarse una pichacha a 10 cm debajo del nivel del agua, esto con el fin de evitar que ingrese aire a la tubería (p. 32).

2.5.1.5. Galería de infiltración

Una galería de infiltración es una obra hidráulica cuya función tiene es la de captar aguas subterráneas que se ubican muy próximas a la superficie y cuyos afloramientos se dan en áreas considerables, su uso depende de la profundidad que encuentre en un rango de 5 a 8 metros por debajo de la superficie (Infom, 2011, p. 33).

Infom (2011), están formados por canales horizontales con cierta pendiente contruidos para interceptar y cosechar agua, que fluya por gravedad. Frecuentemente se encuentran paralelas a los lechos de las corrientes de los ríos el cual los abastece con recarga hídrica permanente. Para su utilización se debe de realizar una valoración hidrogeológica. Para su construcción se realizará con tuberías de diámetros tal que aseguren la capacidad solicitada (p. 31).

Según Infom (2011), las tuberías se instalarán a junta perdida o tendrán perforaciones diseñadas para que capten el caudal necesario y estarán recubiertos con material adecuadamente graduado, considerando la granulometría del material del acuífero y de las características del agua. Usualmente se coloca sobre el tubo colector 20 cm de

agregado grueso de $\frac{3}{4}$ ", 15 cm de grava fina y 15 cm de arena gruesa y lavada (p. 33).

Para su respectiva inspección, limpieza y desinfección se diseñarán las cojas correspondientes y como medio de protección sanitaria se utilizará una capa impermeable y drenajes laterales en la superficie. El agua deberá de recolectarse en un depósito cubierto. La velocidad máxima de ingreso del agua por las perforaciones de la tubería será de 0.05 m/s y no será menor a 0.60 m/s (Infom, 2011, p. 33).

2.5.1.6. Toma de agua utilizando los principios del ariete hidráulico

Es una máquina que usa la energía potencial de un volumen de agua comparativamente grande, ubicada a una altura pequeña, para convertirla a energía de presión, que sirve para bombear, por medio de una generación de alta presión, una menor cantidad de fluido a una altura mayor (Infom, 2011, p. 34).

Según el Infom (2011), este sistema podrá utilizarse cuando el nacimiento del agua este ubicado a una cota más baja que el punto de distribución y su caudal sea de 10 a 36 veces el caudal requerido por los habitantes de la comunidad. La relación entre altura de descarga y altura de caída varía entre 6:1 y 12:1. Asimismo la tubería de alimentación debe tener una longitud de 5 a 10 la carga de alimentación; de lo contrario debe de situarse una obra auxiliar (p. 34).

2.5.2. Aguas subterráneas

2.5.2.1. Pozos excavados a mano

Los pozos excavados a mano son una forma tradicional y viable para abastecerse de agua no higiénicas y sin protección, se produce, mayormente en las comunidades rurales de países en desarrollo. Estos proyectos son económicamente baratos y los

costos de inversión y mantenimiento son casi nulos (Infom, 2011, p. 34).

Según Infom (2011), los pozos excavados deberán situarse, considerando los siguientes aspectos:

-La fuente debe ubicarse a un nivel más alto de cualquier foco de contaminación que amenace la calidad del agua.

-Debe ubicarse en áreas no inundables y de fácil acceso para el agua superficial.

-Estar alejados de tanques sépticos, letrinas, pozos de absorción, sumideros, campos de infiltración o cualquier otro foco de contaminación, a una distancia mínima de 20 mts (Infom, 2011, p. 34).

Según Infom (2011), aspectos a considerar en la construcción de pozos perforados a mano:

-El subsuelo del lugar escogido no debe de situarse en puntos de fallas, grietas o socavaciones, que faciliten el tránsito del agua superficial (Infom, 2011).

-En el área de captación debe de fijarse con piedras o juntas perdida para garantizar que la corriente circule libremente, para despreciar el riesgo de obstrucción del agua (Infom, 2011).

-Se construirá una losa de concreto armado, este incluirá una tapa de inspección con cierre hermético el cual funcionará como cubierta, y deberá de situarse encima de un brocal construido con al menos 80 cm de altura y deberá de sobresalir 20 cm del nivel del piso (Infom, 2011).

-Se sugiere encamisar el pozo con una tubería de concreto en las áreas con riesgo de derrumbamiento. Se instalará una bomba manual para la extracción del agua, cuando la profundidad lo amerite (Infom, 2011).

-Para facilitar las tareas de mantenimiento y limpieza, se deberá de considerar un diámetro mínimo del 0.90 cm (Infom, 2011).

El pozo excavado a mano deberá tener como mínimo en época de estiaje un manto de agua de 1 metro $\frac{1}{2}$. y el nivel inicial deberá restablecerse en un máximo de 12 horas (p. 34).

2.5.2.2. Pozos excavados por métodos mecánicos

Estos se realizan con maquinaria especializada, ya que las profundidades a las que se encuentra el agua son mayores. Un pozo perforado tiene como fin extraer el agua desde los mantos acuíferos profundos y se constituye a través de lechos de roca. Y para que llegue a la superficie se utilizan diferentes tipos de bombas como mecanismo de extracción del agua. El agua al ser bombeada se forma una especie de remolino conocido como abatimiento y es lo que permite que el agua se seccione de forma dinámica, y cuando este se suspende vuelve a la normalidad, es decir a un nivel estático (Infom, 2011, p. 35).

Según Infom (2011), los pozos perforados mecánicamente, y los perforados a mano, para su construcción deberá de considerar lo siguiente:

-Conocer y determinar el caudal de demand, según el número de viviendas a abastecer.

-Establecer la profundidad a la que se encuentra el nivel freático mediante un estudio

hidrogeológico.

Según Infom (2011), Para diseñar el diámetro del encamisado o casing del pozo se considerará:

-Considerar la existencia del diámetro comercial de las tuberías al carbono, que tengan una holgura entre esta y las paredes de al menos libre en su alrededor.

-El diámetro de la bomba a instalar debe de satisfacer el caudal deseado o efectivo del pozo y de la profundidad en la que esta estará.

-La productividad efectiva del pozo se tomará con un valor del 70% del caudal de la prueba de bombeo, después de un día y medio de forma continua de funcionamiento de la bomba.

-El área comprendida entre la perforación y el tubo de revestimiento deberá de llenar con agregado grueso de ¼” o menor en toda su profundidad, fundido con cemento de alta resistencia hasta los tres últimos tres metros superiores, este funcionará como sello sanitario.

-El tubo de cemento de casing estará por encima del piso de la caseta de bombeo a 25 cm.

-Se deberá de circular alrededor de la caseta de bombeo, de tal manera que drenen las aguas superficiales hacia afuera.

-Establecer el diseño que tendrán las rejillas y su colocación en relación a los acuíferos a explotar. Esto se realizar antes d realizar el entubado.

-Considerar la colocación de tubería lisa, por si en un futuro se quiere instalar equipos de bombeo (Infom, 2011, p. 35).

2.5.3. Aguas meteóricas

2.5.3.1. Agua de lluvias

La función de implementar un sistema de captación de agua de lluvia es la de recolectar las aguas que se precipitan de forma natural, se aprovecha los techos de la vivienda como áreas recolectoras, se implementa a través de un proceso de filtración de la agua con el objeto de eliminar las impurezas que pudiera contener el agua, y después transportarla a un espacio de almacenamiento para distribuirla finalmente a una vivienda y utilizarla para las diferentes actividades humanas (Infom, 2011, p. 35).

También es aplicable en las regiones donde la pluviosidad es alta.

Según el Infom (2011), para la recolección es aceptable utilizar materiales como: tejas y el hierro galvanizado. Los techos deben de cumplir con una pendiente de al menos un 10% con el objeto de facilitar el lavado durante los aguaceros. Para la limpieza y mantenimiento el techo de ser capaz de soportar el peso de una persona para realizar estos trabajos.

2.6. Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable

Según el Manual de la aom (2011). Para que un sistema de abastecimiento de agua potable cumpla las funciones para la que fue diseñado, tiene que tener los siguientes componentes:

2.6.1. Captación

Las fuentes de abastecimiento deben estar funcionando de forma permanente y tiene que tener la capacidad para abastecer a la comunidad que abastecerá, el origen de estas puede ser superficiales o subterráneas, para que esta puede llegar a la comunidad tiene que ser suministrada por gravedad; cuando la captación está más alta que la

comunidad y por bombeo; cuando la fuente está más baja que la comunidad a la que abastecerá. También el agua de lluvia o condensación puede abastecer a una vivienda (Manual de la ao&m, 2011).

2.6.2. Tanque de captación

Es la estructura con forma de caja construida con concreto reforzado que protege y reúne adecuadamente el agua del brote elegido, además evita que el agua se contamine. Está constituido por partes internas y externas (Omas, 2012).

Según el manual de la ao&m (2011), las partes externas de un tanque de captación son:

-Canaleta: tiene la función de evitar que el agua proveniente de la escorrentía ingrese a la contaminación y lo contamine (Manual de la ao&m, 2011).

-Plataforma: tiene la función de proteger los taludes que se forman en el área de captación y estabilizarlo para evitar futuros derrumbes (Manual de la ao&m, 2011).

-Cámara colectora: es la parte que está destinada a almacenar y proteger el agua proveniente de la fuente, estará construida en mampostería o concreto reforzado. Su tamaño va a depender de la demanda promedio de agua, así como la frecuencia de suministro a la población beneficiada (Manual de la ao&m, 2011).

-Tapa sanitaria: está destinada para poder realizar el mantenimiento y limpieza de los accesorios de la parte interna (Manual de la ao&m, 2011).

-Desagüe o rebalse: sirve para evacuar el agua del tanque cuando este no está siendo

utilizada por los usuarios (Manual de la ao&m, 2011).

Según el manual de la ao&m (2011), las partes internas del tanque de captación están formadas por los siguientes accesorios:

-Cono de rebose: cumple la función de inspeccionar el nivel del agua, y su respectiva limpieza y desinfección (Manual de la ao&m, 2011).

-La válvula: cumple la función de regular y permitir el paso del agua hacia la línea de conducción, para realizar la limpieza del tanque de captación, la válvula se cierra y evitar que el agua ingrese al tanque (Manual de la ao&m, 2011).

-Canastilla: cumple la función de evitar el ingreso de material flotante que pudiera contaminar y afectar la calidad del agua (Manual de la ao&m, 2011).

-Tubo de desagüe: cumple la función de eliminar el agua cuando se realice la limpieza y desinfección (Manual de la ao&m, 2011).

2.6.3. Línea de conducción o aducción

Es el tramo de tubería que conduce el agua desde la captación hasta el tanque de almacenamiento por la cual se requieren conducirlo por gravedad o por bombeo, estarán en dependencia de la topografía del terreno donde se ubique el proyecto (Manual de la ao&m, 2011).

Según el manual de la ao&m (2011), en la línea de conducción cuando el terreno presenta mucha pendiente y se dan grandes diferencias de desniveles el agua pasa con mayor presión y esto pueda causar que el tubo se rompa, para evitar esto se construyen las cajas de rompe-presión. En algunos proyectos de agua potable se puede contar

con más d una línea de conducción.

2.6.3.1. Conducción libre (canales)

Tiene como característica la conducción libre, donde la superficie libre del canal se encuentra a presión atmosférica y este coincide con la línea piezométrica. El agua se desplaza debido a las fuerzas de gravitación y presentan rugosidades diferentes (Infom, 2011, pág. 39).

Según el Infom (2011), recomienda para las conducciones libres lo siguiente:

- Para secciones circulares utilizar diámetros mínimos de 6”.
- Para secciones no circulares tomar en cuenta la velocidad de 0,4 m/s a 0,5 m/s.
- Considerar las perdidas por evaporación, filtración y fugas.
- Utilizar las fórmulas de Manning para determinar las variables hidráulicas de un flujo uniforme y diseño de cajas de inspección.

Tabla 1. Valores de rugosidad dados por Horton para el uso de fórmulas de Kutter o Manning

Tipo de canal	n
Tierra, rectos o uniformes	0.025
Roca, lisos y uniformes	0.033
Roca con salientes y sinuosos	0.040
Revestido de concreto	0.014 a 0.016
Mampostería con cemento	0.020 a 0.025

Fuente: López, Pedro, Abastecimiento de agua potable, disposición y eliminación de excretas, pág. 94.

Tabla 2. Valores de pendiente

Tipo de canal	n
Tierra	1.30
Con paredes lisas de concreto	0.16
Con paredes de canto rodado o roca con salientes	0.46
Con paredes mixtas	0.55

Fuente: López, Pedro, Abastecimiento de agua potable, disposición y eliminación de excretas, pág. 94.

2.6.3.2. Conducción forzada (tuberías)

Con respecto al comportamiento que tiene la tubería se puede apreciar que el fluido ejerce una presión sobre el contorno de la misma posee un área constante y el agua se mueve por acción de la presión ejercida y generalmente su superficie es menos rugosa (Infom, 2011, pág. 39).

Según el Infom (2011), recomienda para las conducciones libres lo siguiente:

-El diámetro de la tubería de la línea de conducción estará dado en función de las características hidráulicas y económicas, considerando un diámetro mínimo de $\frac{3}{4}$.

-La velocidad del fluido está comprendida entre 0,4 m/s y 3 m/s.

Según el Infom (2011), recomienda los siguientes aspectos mínimos a considerar en la colocación de la tubería de conducción:

-La tubería debe de ser colocada a una profundidad de 0,60 metros a la cota superior del tubo. Si el uso del terreno es agrícola la profundidad mínima será de 00,80 y en

caminos y urbanizaciones o paso de vehículos de carga la profundidad mínima será de 1,20 metros.

-En terrenos inclinados se recomienda proteger la tubería de posibles deslaves mediante la construcción de muros o túneles.

-Todo tipo de anclaje en la conducción requiere de análisis estructural para determinar el dimensionamiento y refuerzo de la obra, además, debe de especificarse en los planos y especificaciones.

-En los puntos más bajos y en cruce de cuerpos de agua se puede colocar tubería aérea, que cumpla con la seguridad estructural y sanitaria.

-En los puntos bajos se colocará válvulas de limpieza.

-En los puntos altos se colocarán válvulas de aire.

-En puntos donde la presión sea alta se utilizará válvulas reguladoras de presión con el fin de aliviar la presión.

-Se colocarán cajas rompe-presión con el fin que la máxima presión estática no exceda la presión de trabajo de la tubería (Infom, 2011).

2.6.4. Tanques de almacenamiento o distribución

Los tanques de almacenamiento cumplen la función de almacenar, clorar y distribuir a la comunidad tomando como principal factor de diseño la oferta y la demanda en un tiempo específico. También cumple la función de almacenar agua durante algunas horas cuando las líneas de conducción cuando existan rompimiento de tuberías. Estos estarán ubicados en los puntos más altos de la región o también pueden ser tanques elevados pero que no sobrepasen los 20 metros de altura (Manual de la ao&m, 2011, p. 85).

Según Aguilar Ruiz, Pedro, (2007), para su diseño deben de considerarse los siguientes aspectos:

-Para la tubería de rebalse debe estar libremente y debe de estar a un nivel más bajo que la cota de la tubería de ingreso del agua.

-El tubo de desagüe debe tener sus respectivos accesorios que permitan vaciar el tanque cuando se necesario.

-Debe de estimarse el diseño de gradas interiores y exteriores cuando las alturas sean mayores a 1.20 mts (Aguilar Ruiz, Pedro, 2007).

Los tanques pueden estar contruidos de concreto reforzado, acero estructural y otros materiales (Aguilar Ruiz, Pedro, 2007, p. 103).

2.6.4.1. Formas de los tanques

Los tanques de almacenamiento pueden ser de forma:

-Circular

-Rectangular

2.6.4.2. Ubicación de los tanques de almacenamiento respecto a la rasante

Los tanques son clasificados de acuerdo a su función y posición respecto al nivel del terreno, entre estas están:

2.6.4.2.1. Tanques enterrados: Estos se construyen bajo el nivel del suelo y se usan preferentemente cuando la cota de terreno es la adecuada, tienen la ventaja de proteger el agua de las variaciones de temperatura. El fondo del terreno debe estar encima del

nivel freático, el área donde se localice debe de aislarse mediante la entrada con cercos, para evitar el ingreso de personas y animales que pudieran afectar y contaminar el agua (Aguilar Ruiz, Pedro. 2007, p. 104).

2.6.4.2.2. Tanques semienterrados: Para Aguilar Ruiz, Pedro (2007), considera a estas obras que tienen parte de su estructura bajo el nivel del suelo y parte encima del suelo. Se emplean generalmente cuando la altura topográfica respecto al punto de alimentación es suficiente y el terreno presenta dificultades para excavar. Estos son los más utilizados, ya que parte del terreno alrededor del tanque absorbe el empuje de la tierra, además los tanques deben de construirse a 30 metros respecto a la horizontal, y de cualquier fuente de contaminación (p. 104).

2.6.4.2.3. Tanques superficiales: Están contruidos sobre la superficie del terreno. La construcción de este tipo de tanques se da cuando el terreno es firme y no conviene perder altura y además se cuenta con las alturas topográficas adecuadas (Aguilar Ruiz, Pedro. 2007, p. 104).

2.6.4.2.4. Tanques elevados: Aguilar Ruiz, Pedro (2007), considera a este tipo de tanque al que se construyen en los lugares cuando las superficies de los terrenos son muy planos, y el material con que están contruidos pueden ser de concreto reforzado o metal (p. 105).

2.6.5. Red de Distribución

Es el conjunto de tuberías que lleva el agua desde el tanque de almacenamiento y lo conduce hasta los diferentes ramales de donde se realizaran las conexiones domiciliars, o mediante conexiones prediales o comunales (llena cantaros). Para su diseño se pueden consideras redes de distribución principales o primarias y secundarias; la primera es la encargada a distribuir el agua en las diferentes zonas de

la población y la segunda son las que conectan a las viviendas domiciliarias (Manual de la ao&m. 2011, p. 95).

El diseño de la red de distribución dependerá de la población y ubicación de donde se implementará el proyecto, se pueden establecer redes abiertas, redes cerradas y redes mixtas (Infom, 2011, p. 30).

2.6.5.1. Redes abiertas: Es aquella donde se cuenta con una tubería principal que es de mayor diámetro y después se divide en ramales que terminan en puntos ciegos o muertos. Se usa más cuando la topografía hace difícil, económicamente y técnicamente inviable el proyecto. Tiene como desventaja; que el flujo del agua va en un solo sentido, por lo que cuando se realizan mantenimiento o se produce alguna falla gran parte de la población se queda sin agua (Julio Roberes, 2016).

2.6.5.2. Redes cerradas: En este tipo de sistema el agua circula por tuberías que están interconectadas en forma de malla, la presión que se genera dentro del tubería es eficiente y el caudal es igual en toda la instalación, no existe puntos muertos y el sistema se abastece por ambos extremos, logrando menores pérdidas de carga (Julio Roberes, 2016).

2.6.5.3. Redes mixtas: Su utilización obedece a la población a abastecer, así en una zona urbana se puede trabajar con una red cerrada, y para los lugares aledaños una red abierta (Julio Roberes, 2016).

Según el Infom (2011, p. 45), recomienda para el diseño de redes de distribución recomienda lo siguiente:

-Para la población en general se utilizará el método del gradiente hidráulico, considerando los límites entre 10 m.c.a. y 60 m.c.a (Infom, 2011).

-La velocidad del agua en las tuberías deberá de estar entre 0,60 m/s a 3,00 m/s. Se puede utilizar el método de Hardy-Cross simultáneamente con métodos computarizados para verificación del cálculo. En el caso del uso del método de Hardy-Cross se permite un máximo del 1% del caudal total que entra a la red para el cierre de circuitos (Infom, 2011).

-Para estimaciones preliminares en distribuciones abiertas se puede utilizar el método de secciones, el método de Bustamante u otro método que sea comprobado (Infom, 2011).

-La red de distribución se debe de diseñar con circuitos cerrados y en el caso fueran ramales abiertos debe de partir de la tubería principal y cumplir con las presiones de servicio, además deben de terminar en conexiones domiciliarias, servicios públicos, o en caso especial, en puntos muertos con válvulas de limpieza (Infom, 2011).

-Se debe de diseñar la red de distribución para futuras ampliaciones (Infom, 2011).

Según el Infom (2011), las presiones deben ser:

-La presión de servicio para una red de distribución, se considerará a la menor altura de las viviendas en medios rurales, una presión mínima de 10 metros y una máxima de 60 metros (Infom, 2011).

-Se debe de chequear la calidad de las válvulas, uniones, accesorios, cuando el sistema esté en servicio y la presión hidrostática supere los 60 metros, con el fin de evitar fugas (Infom, 2011, p.45)

Según el Infom (2011), las obras de arte en la línea de distribución deberán de ser:

-Las válvulas de control serán tipo compuerta con el objeto de aislar un tramo, sin dejar fuera una extensión de red, para futuras reparaciones y mantenimientos. Se recomienda utilizar una válvula de control cada 20 viviendas (Infom, 2011).

-Las válvulas reguladoras de caudal serán de tipo globo y se utilizarán cuando el diseñador lo considere necesario (Infom, 2011).

-Las válvulas de limpieza se colocarán en puntos bajos de la red, dichos caudales serán conducidos a un zanjón, sin ocasionar daños o inundaciones (Infom, 2011).

-La válvula reguladora de presión servirá para aliviar la presión en tuberías y artefactos sanitarios (Infom, 2011).

-La caja rompe-presión tiene como fin disminuir la cota piezométrica en un punto de un tramo específico, dicho punto es el punto de referencia y donde inicia el nuevo diseño (Infom, 2011, p. 46).

2.6.6. llaves y cajas rompe presión

2.6.6.1. Cajas rompe presión: Cumple con la función de romper o eliminar la presión del agua dentro de las tuberías, su colocación se hace con el fin de evitar la rotura de las tuberías en alguna parte de los ramales (Manual de la ao&m. 2011, p. 96).

2.6.6.2. Válvula de control de ramales: Manual de la ao&m (2011), es una llave que cumple la función de controlar el paso del agua hacia determinado sector o ramal, su instalación se hace con el objeto de cortar el agua en algún sector cuando sea necesario realizar alguna reparación o revisión (p. 96).

2.6.6.3. Válvula de aire: Son llaves que son colocados en los puntos altos de las líneas de conducción y cumple con la función de eliminar el aire que pueda obstruir el paso

del agua (Infom, 2011).

2.6.6.4. Válvulas de limpieza: Son llaves que se colocan en la parte baja de las líneas de conducción y cumplen con la función de quitar o eliminar arena o basura acumulada en la tubería (Infom, 2011).

2.6.7. Conexiones domiciliarias

Es considerado como el conjunto de tuberías y accesorios que permiten al usuario acceder al servicio de agua potable proveniente de la red de distribución (Infom, 2011, p. 48).

2.7. Proyecto de abastecimiento de agua potable

Un proyecto de abastecimiento de agua potable es el conjunto de las diversas obras que tiene como fin primordial la de suministrar agua a una población en cantidad suficiente, calidad adecuada, presión necesaria y en forma continua, para satisfacer sus necesidades, por lo que el agua es el vital líquido es vital para la supervivencia de los seres vivos (Farfán Cruz, 2005).

La demanda de un proyecto debe ser iniciativa comunitaria sin embargo si este hecho no se diera dentro de la comunidad, será la municipalidad de la responsable de promover este tipo de proyectos, apoyada en las instituciones de gobierno. Para la realización de un proyecto es necesario cumplir con ciertos requisitos técnicos, mismos que nos servirán para el diseño e implementación del proyecto en las comunidades (Farfán Cruz, 2005).

2.7.1. Etapas constitutivas de un proyecto:

Según Segeplan (2002) para que un proyecto se ejecute tiene que comenzar desde su

concepción como una idea, para posteriormente convertirse como un bien común, para ello todo proyecto tiene que atravesar por un ciclo de vida, comenzando por:

2.7.1.1. Pre inversión

esta esta es esencial porque se determina la factibilidad de implementar o no un proyecto de acuerdo a los análisis realizados. Esta se divide en otras sub etapas, siendo estas: idea, perfil pre factibilidad, factibilidad y diseño (Segeplan, 2002).

En esta fase se inicia con la solicitud de la comunidad. Puede ser a través de la municipalidad, la oficina regional del Infom, los consejos de desarrollo, las microrregiones, los fondos sociales (Segeplan, 2002).

Segeplan (2002), los contenidos mínimos de información, en esta etapa son:

2.7.1.1.1. Idea: Consisten en establecer la necesidad u oportunidad de la cual es posible empezar con un proyecto (Segeplan, 2002).

- Identificación del problema
- Identificación de la necesidad insatisfecha
- Localización geográfica del problema

2.7.1.1.2. Perfil: Aquí se comienza a recabar información general de la comunidad. para ello se utilizan los formularios del sistema nacional de información de agua y saneamiento (Segeplan, 2002).

- Definición del problema
- Identificación de la posible solución
- Diagnóstico de la situación actual

- Estudio de la oferta
- Estudio de la demanda
- Determinación de la brecha oferta-demanda proyectada en el tiempo
- Análisis preliminar de las alternativas técnicas
- Identificación del tamaño del proyecto.
- Estimación de los costos de inversión por ítem
- Estimación de los costos de mantenimiento
- Vida útil
- Identificación de los objetivos que se espera alcanzar con el proyecto
- Identificación de los posibles beneficios esperados (Segeplan, 2002).

2.7.1.1.3. Pre factibilidad: Según Segeplan, (2002), es la etapa donde se precisa con mayor información y detalle el proyecto en estudio. En un proyecto de abastecimiento de agua potable se puede considerarse los estudios de en las áreas técnicas, legal y administrativa, que incluye al menos los siguientes aspectos:

- Proyección de la demanda (aforar la fuente para verificar e caudal)
- Justificación técnica de las alternativas (realizar el levantamiento topográfico)
- Justificación económica de las alternativas (estudio económico de opciones)
- Identificación de la alternativa viable (bases para el diseño)
- Descarte de las alternativas no viables (apoyo legal en los derechos legales de la fuente legalización de los derechos de paso y legalización del comité de vecinos (Segeplan, 2002).

Cuando se cumple con todos los requisitos legales características técnicas y condiciones sociales, se busca financiamiento para la siguiente fase de diseño (Segeplan, 2002).

2.7.1.1.4. Factibilidad: Para continuar con esta etapa de deberá de contar con el apoyo

de la iniciativa privada, que se encargará de verificar los datos recabados anteriormente y de realizar el diseño detallado del proyecto de abastecimiento de agua potable, también se deberá de realizar el estudio de impacto ambiental, análisis socioeconómico de la comunidad, análisis financiero, aportes comunitarios y municipales. que incluye al menos los siguientes aspectos (Segeplan, 2002).

- Perfeccionamiento de las alternativas seleccionada en la etapa anterior
- Reducción de riesgos e incertidumbre a límites aceptables.

Con el aval técnico y la certificación se procede a la gestión de financiamiento para la ejecución y concreción del proyecto (Segeplan, 2002).

2.7.1.1.5. Diseño: En esta etapa se inicia a realizarlos compromisos y elaboración de convenios una vez se tienen los recursos disponibles para iniciar la ejecución del proyecto, el convenio incluye los compromisos de la comunidad, municipalidad y ente ejecutor y la cantidad del total a invertir (Segeplan, 2002).

El diseño debe incluir al menos los siguientes aspectos:

- Diseños aprobados técnicamente
- Diseños finales de arquitectura
- Diseños finales de ingeniería
- Diseños finales con especialidades
- Elaboración de bases técnicas para contratación de obras (Segeplan, 2002).

Teniendo el juego de planos y las especificaciones técnicas se realiza la compra de materiales y contratación de servicios externos de mano de obra calificada (Segeplan, (2002).

2.7.1.2. Inversión

Esta etapa se refiere a la concreción de los proyectos que fueron analizados anteriormente y que tuvieron el visto bueno para su ejecución, esta fase cuenta con una etapa que es la ejecución del proyecto (Segeplan, 2002).

Los contenidos mínimos de información en la etapa de ejecución, son: (Segeplan, 2002).

- Diseños aprobados técnicamente
- Estudio de costos de inversión definitivo
- Estudio de costos de operación definitivo
- Estudio de costos de mantención
- Programación plurianual o calendarización de la inversión por componentes
- Cronograma de actividades por componentes de inversión
- Cronograma financiero
- Asignación presupuestaria
- Licitación del proyecto por componentes
- Firma de contratos
- Ejecución física y financiera del proyecto por contrato
- Monitoreo, seguimiento y evaluación del proyecto
- Informe de cierre preliminar y definitivo del proyecto (Segeplan, 2002)

2.7.1.3. Operación

Consisten en la puesta en marcha del proyecto de inversión y en ella se materializan los beneficios analizados en la pre inversión. También son consideradas como las actividades que hay que realizar para mantener un proyecto y hacer que el mismo sea auto sostenible, esto se logra a través del cobro de una tarifa al usuario por el servicio

prestado, que se utilizar para cubrir los costos de administración, operación y mantenimiento, en función económica de la comunidad (Segeplan, 2002).

El objetivo final es que en esta etapa exista un comité capaz de resolver los problemas técnicos, operativos y administrativos que se produzcan en el proyecto de abastecimiento de agua potable (Segeplan, 2002).

Los contenidos mínimos de información, en esta etapa son:

- Puesta en marcha
- Operación propiamente dicha (Segeplan, 2002)

2.8. Normas Coguanor

Actualmente en Guatemala, los criterios utilizados para que el agua sea potable, debe basarse en las especificaciones que demanda la norma coguanor ntg 29001, el objeto de esta norma es establecer los valores de las características que definen la calidad del agua potable para el consumo humano, su aplicación es para toda agua para consumo humano, destinada para alimentación y uso doméstico, que provenga de fuentes como: pozos, nacimientos, ríos. El agua podrá estar ubicada en una red de distribución, en reservorios o depósitos (Aguilar Ruiz, Pedro, 2007).

Según la norma coguanor ntg 29001 (2013), se excluyen a las aguas purificadas envasadas y aguas carbonatadas, las cuales son cubiertas por normas específicas, en esta norma encontramos lo siguiente:

- Agua potable: Es aquella que, por sus características organolépticas, físicas, químicas y bacteriológicas, no representa un riesgo para la salud del consumidor (Norma Coguanor ntg 29001, 2013, p. 4).

-características físicas y organolépticas del agua: Esta característica es la que se puede concebir con los sentidos o con estudios realizados en los laboratorios que se realizan de forma analítica (Norma Coguanor ntg 29001, 2013, p. 4).

-Características químicas del agua: Son aquellas características relativas o debidas a elementos formados por compuestos químicos e inorgánicos, que determinan la calidad del agua (Norma Coguanor ntg 29001, 2013, p. 5).

-Características microbiológicas del agua: Es aquella que se produce por la presencia de microorganismos, el cual determinan su calidad (Norma Coguanor ntg 29001, 2013, p. 5).

-Cloro residual libre: Es el parámetro que indica la concentración de cloro disuelto en el agua y químicamente disponible después de la cloración (Norma Coguanor ntg 29001, 2013, p. 5).

-Límite Máximo Aceptable (LMA): Es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual estas características son percibidas por los consumidores desde el punto de vista sensorial, pero sin que implique un daño a la salud del consumidor (Norma Coguanor ntg 29001, 2013, p. 5).

-Límite Máximo Permisible (LMP): es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual el agua no es adecuada para consumo humano (Norma Coguanor ntg 29001, 2013, p. 5).

-Programa de análisis mínimo los análisis en esta etapa de control son: a. Análisis microbiológico: a) coliformes totales y Escherichia coli; b. Análisis fisicoquímico: color, turbiedad, potencial de hidrogeno (pH), conductividad, cloro residual libre, cloruros, dureza total, sulfatos, calcio, magnesio, nitratos, nitritos, hierro total y

manganeso total (Norma Coguanor ntg 29001, 2013).

2.8.1. Análisis microbiológico:

2.8.1.1. Coliformes totales

Debido a que un gran número de enfermedades son transmitidas por vía fecal-oral utilizando como vehículo los alimentos y el agua, es necesario contar con microorganismos que funcione como indicador de contaminación fecal. Estos deben de ser constantes, abundantes y exclusivos de la materia fecal, deben tener una sobrevivencia similar a la de los patógenos intestinales y debe de ser capaces de desarrollarse extra intestinalmente (Ramos Ortega, 2008).

Para Aguilar Ruiz (2007), estas bacterias en forma de bacilos, aerobios y anaerobios facultativos, Gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y de gas a $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en un período de 24 a 48 horas, características cuando se investigan por el método de los tubos múltiples de fermentación. Para el caso de la determinación del grupo coniforme total empleando el método de membrana de filtración, se definirá como todos los microorganismos que desarrollen una colonia rojiza con brillo metálico dorado en un medio tipo endo (u otro medio de cultivo reconocido internacionalmente) después de una incubación de 24 horas a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ (p. 2).

2.8.1.2. Escherichia coli

Es una bacteria que se encuentra normalmente en el intestino del ser humano y de los animales de sangre caliente. La mayoría de las cepas de E.coli son inofensivas. Sin embargo, pueden causar grandes enfermedades a través de los alimentos. Sin embargo, hay algunas cepas de E. coli patógenas que provocan enfermedades

diarreicas. Estas E. coli se clasifican con base en las características que presentan sus factores de virulencia únicos, cada grupo provoca la enfermedad por un mecanismo diferente. Las propiedades de adherencia a las células epiteliales de los intestinos grueso y delgado son codificadas por genes situados en plásmidos. De manera similar las toxinas son mediadas por plásmidos o fagos (Oms, 2018).

Estas bacterias que forman parte del grupo coliforme total, fermentan la lactosa con producción de gas a $44\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, en un período de 24 horas, cuando se investigan por el método de tubos múltiples de fermentación. En el método de filtración en membrana se utilizan un medio de lactosa enriquecido y una temperatura de incubación de $44.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en un período de 24 horas. Al grupo coniforme fecal también se le designa como termo tolerante o termo resistente (Aguilar Ruiz, Pedro, 2007, p. 3).

2.8.2. Análisis fisicoquímico

Los análisis físicos son aquellos que se determinan mediante los sentidos, y los químicos se refiere a las concentraciones de sustancias que afectan al ambiente o a la salud, para evaluar los parámetros de la calidad de agua es necesario evaluar, cada componente, según las normas Coguanor ntg 29001 (2013, p.5), considera los siguientes aspectos:

2.8.2.1. Color: El color del agua se debe por la presencia de material orgánico, sustancias hímnicas, metales como el hierro y el manganeso, y en algunos casos se debe por el vertimiento de desechos industriales fuertemente coloreados. En consecuencia, el agua apta para el consumo humano y que no represente riesgo para la salud del consumidor el agua debe ser incolora (Manual de la ao&m. 2011, p.5).

2.8.2.2. Turbiedad: Según el manual de la ao&m (2011), es la cualidad del agua de

perder su color transparente debido a la presencia de partículas en suspensión, estos niveles pueden afectar negativamente a la calidad del agua, considerando que puede proteger a la presencia de microorganismos contra los efectos de la desinfección, demandando mayor cantidad de cloro para su desinfección. Si el agua es turbia, se considera que se ha contaminado, aumentando los riesgos de enfermar a quienes lo consuman.

En los proyectos de abastecimiento de agua potable la turbiedad debe de ser baja, con la finalidad de que la desinfección se efectiva. Para analizar la turbiedad el agua se utiliza un turbidímetro (p.5).

2.8.2.3. Potencial de hidrogeno (pH): Es la que indica la acidez o alcalinidad del agua, y está directamente relacionada con el cloro residual, ya que la eficiencia de la desinfección con cloro depende en alto grado del pH, para su medición se realiza en una escala logarítmica que esta expresada de 1 a 14, siendo el 7 el valor neutral, las soluciones con pH menor a 7 se consideran ácidos, y el agua en este caso se puede desinfectar con cloro, con una escala mayor de 8 hasta 14 se consideran bases o alcalinos, y la desinfección con cloro en esta escala es menos eficaz. Para las estimaciones del pH se hace con el potenciómetro (Manual de la ao&m. 2011, p.7).

2.8.2.4. Conductividad: Según el manual de la ao&m (2011), la conductividad eléctrica sirve para evaluar las concentraciones de minerales disueltas en el agua, permite estimar de forma rápida el contenido de solidos disueltos. Para su medición se hace a través del método de los electrodos de conductividad eléctrica (p.5).

2.8.2.5. Cloro residual libre: El cloro es un producto relativamente barato y ampliamente disponible que es utilizado como desinfectante, cuando se disuelve en el agua limpia, destruye y elimina la mayoría de organismo causantes de enfermedades, sin poner en riesgo la salud de las personas. En los proyectos de abastecimiento de

agua potable ayuda a prevenir la contaminación durante la distribución, el transporte y el almacenamiento para finalmente ser consumida de forma segura por las personas (Manual de la ao&m. 2011, p.6).

2.8.2.6. Cloruros: Su presencia en el agua puede variar de niveles, esto dependerá de gran manera de los terrenos por donde atraviesa el agua y su aumento se debe en algunos casos a las infiltraciones de agua de mar. Si las concentraciones son moderadas hasta 250 mg/L, es segura para el consumo humano (Argueta Tejeda, Silvia .2011, p. 20).

2.8.2.7. Dureza total: Para Aguilar Ruiz, Pedro (2007), se refiere a la concentración de sales de magnesio y calcio que existe en una cantidad de agua. El agua es considerada como dura cuando contiene una elevada concentración de sales y se considera blanda, cuando la cantidad de sales es muy baja. Las aguas duras son menos corrosivas. El agua para uso doméstico lavado de ropa debe estar por debajo de los 50mg/L de dureza, cuando la dureza es de 300mg/L m más, es considerado como no apto para el consumo humano. Para eliminar la dureza se puede tratarse con cal, carbonato de sodio o intercambiadores catiónicos (p. 8).

2.8.2.8. Sulfatos: Se encuentran en diversas concentraciones en el agua y su contenido es muy variable, su presencia es debido a a que el agua atraviesa terrenos con contenidos ricos de yeso o a la contaminación de aguas residuales, para el consumo humano se observan límites establecidos pues su acción es de tipo laxante, como valor orientador debe estar comprendido entre 250 mg/l, por lo que no es deseable su presencia en exceso en el agua (Argueta Tejeda, Silvia .2011, p. 21).

2.8.2.9. Calcio: Para Argueta Tejeda, Silvia (2011), este se debe a que el agua tiene diversos orígenes, y antes de llegar a un brote natural, pasa cierto tiempo almacenado entre rocas que forman acuíferos, que se han formado por la misma geología, las rocas

por donde se encuentra almacenada el agua determina la cantidad de sales calcio, cuando más caliza es las rocas por donde pasa el agua, mayor es la dureza, mientras que si se trata de silicatos, como el granito, la presencia del calcio y magnesio serán en niveles más bajos (p. 20).

2.8.2.10. Magnesio: Normalmente está presente en el agua en diferentes niveles. Así como el calcio su presencia afecta los niveles de dureza del agua (Argueta Tejeda, Silvia .2011, p. 21).

2.8.2.11. Nitratos: Para Argueta Tejeda, Silvia (2011), estos compuestos representan el estado más oxidado del nitrógeno. Los niveles de nitratos es un indicador de la calidad del agua. Se encuentra relacionado con el ciclo del nitrógeno del suelo y las plantas superiores a los cuales se les añade fertilizantes o si la causa es por desechos biológicos, que proporciona que los niveles de nitratos aumenten. Estos no se consideran tóxicos, pero la ingesta de cantidades grandes produce un efecto diurético.

Los parámetros aceptables para que la calidad del agua sea aceptada está situado en un máximo de 50 mg/L y arriba de ello podría investigarse la causa que la está produciendo (p. 21).

2.8.2.12. Nitritos: Estos se encuentran en concentraciones menores que los nitratos. Se forman durante la biodegradación de desechos orgánicos que están en proceso de descomposición como los nitratos, nitrógeno amoniacal y otros compuestos nitrogenados y se utiliza como un indicador de contaminación fecal en aguas naturales. Estos pueden producir compuestos cancerígenos. Frecuentemente los nitritos son usados como inhibidores de la corrosión en los procesos industriales (Argueta Tejeda, Silvia. 2011, p. 21).

2.8.2.13. Hierro total: Para Argueta Tejeda, Silvia (2011), el hierro es un elemento

natural en la superficie de la tierra. Su presencia en el agua debe al proceso de infiltración que pasa el agua y a manera que tiene contacto con el suelo y rocas para desgastándolas y estos residuos se disuelven en el agua subterránea. En los sistemas de abastecimiento de agua potable, el hierro puede corroer la tubería. Para detectar la presencia de hierro en el agua, se puede ver en la apariencia del agua, si al abrir el grifo se observa partículas rojizas- cafés, o al lavar la ropa deja manchas, es un indicador que el agua contiene hierro (p. 20).

2.8.2.14. Manganeso total: al igual que el hierro, su presencia es de origen natural, no representa un riesgo para la salud de las personas que consumen el agua con contenidos de hierro y manganeso, sino que representa un riesgo económico ya que al lavar la ropa se produce manchas, mal sabor o problemas estéticos en el uso del agua Argueta Tejeda, Silvia .2011, p. 20).

2.8.3. Características y especificaciones

2.8.3.1. Características físicas y organolépticas

De acuerdo a la norma coguanor ntg 29001, las características físicas y organolépticas deben de contener los siguientes valores:

Tabla 3. Características físicas y organolépticas que debe tener el agua para el consumo humano.

Características	LMA	LMP
Color	5.0 u	35.0 u ^(a)
Olor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 UNT	15.0 UNT ^(b)
Conductividad eléctrica	750 μ S/cm	1500 μ S/cm ^(d)

Potencial de hidrogeno	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5 ^{(c) (d)}
Solidos totales disueltos	500.0 mg/L	1000,0 mg/L
(a) Unidades de color en la escala de platino-cobalto.		
(b) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT)		
(c) En unidades de pH		
(d) Límites establecidos a una temperatura de 25°C.		

Fuente: Norma Técnica Guatemalteca. Coguanor ntg 29001: Agua para consumo humano. Características y Especificaciones. P.6.

Tabla 4. Características químicas que debe tener el agua para el consumo humano.

Características	LMA (mg/L)	LMP (mg/L)
Cloro residual libre ^(a)	0.5	1.0
Cloruro (Cl ⁻)	100.0	250.0
Dureza Total (CaCO ₃)	100.0	500.0
Sulfato (So ₄ ⁻)	100.0	250.0
Aluminio (Al)	0.050	0.100
Calcio (Ca)	75.0	150.0
Cinc (Zn)	3.0	70.0
Cobre (Cu)	0.050	1.500
Magnesio (Mg)	50.0	100.0
Manganeso Total (Mn)	0.1	0.4
Hierro Total (Fe) ^b	3.0	----
a) El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social será el ente encargado de indicar los límites mínimos y máximos de cloro residual libre según sea necesario o en caso de emergencia.		
b) No se incluye el LMP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al LMA.		

Fuente: Norma Técnica Guatemalteca. Coguanor ntg 29001: Agua para consumo humano. Características y Especificaciones. P.7.

2.8.4. Características microbiológicas

2.8.4.1. Límites

Tabla 5. Valores guías para verificación de la calidad microbiológicas del agua.

Microorganismos	Límite máximo permisible
Agua para consumo directo Coliformes totales y E. coli	No deben ser detectables en 100mL de agua
Agua tratada que entra al sistema de distribución Coliformes totales y E. coli	No deben ser detectables en 100mL de agua
Agua tratada en el sistema de distribución Coliformes totales y E. coli	No deben ser detectables en 100mL de agua

Fuente: Norma Técnica Guatemalteca. Coguanor ntg 29001: Agua para consumo humano. Características y Especificaciones. P.10.

2.8.5. Aspectos radiológicos

Tabla 6. Valores guías para los aspectos radiológicos en el agua.

Características	Valores máximos aceptable	Observaciones
Radioactividad total	0.10 Bq/L ⁽¹⁾	Si se sobrepasa el valor límite, es necesario un análisis más detallado de los radionúclidos
Radioactividad beta total	1.0 Bq/L	
(1) Bq es Bequerel que es la unidad radiométrica utilizada para medir la actividad de una fuente. Se simboliza por Bq y es equivalente a 1 desintegración/segundo.		

Fuente: Norma Técnica Guatemalteca. Coguanor ntg 29001: Agua para consumo humano. Características y Especificaciones. P.10.

2.8.6. Muestreo

El muestreo consiste en extraer una parte representativa de un volumen de agua con el propósito de examinar sus características físicoquímico, microbiológico y los aspectos radiológicos del agua, indicado en la presente norma, y los criterios de aceptación o rechazo, se deben realizar de acuerdo con las normas coguanor ntg 29001 correspondientes.

Las muestras deberán de realizarse con todas las precauciones para no alterar o modificar sus características (Coguanor ntg 29001, 2013).

En los sistemas de agua potable deben tomarse como mínimo dos muestras, una en época de estiaje y la otra en época de lluvia. Estas muestras deberán de entregarse en un lapso de tiempo de 48 horas después de que fueron tomadas (F. Ramírez, 2007).

2.8.7. Tipos de muestras

2.8.7.1. Muestras simples o de sondeo

Se realiza cuando se desea conocer las condiciones de los niveles del pH del agua en un momento específico. Su aplicación se da cuando la fuente no tiene demasiada intervención antrópica, lo cual le permite mantener de forma constante sus características a través del tiempo y sus variaciones en la calidad del agua son pequeñas (F. Ramírez, 2007).

2.8.7.2. Muestras compuestas

Son las que se realizan de forma simple en un mismo punto, pero la toma de muestras se produce en tiempos distintos. Este tipo de muestras determina las concentraciones

medias. El periodo de tiempo para la obtención de muestras está condicionado por el factor del tipo de muestras que se está tomando como aguas sometidas a procesos de tratamiento, depuración y vertidos (F. Ramírez, 2007).

2.8.7.3. Muestras integradas

Este tipo de muestras son de forma individual pero que se recogen en distintos puntos al mismo tiempo. Su aplicación obedece cuando el tamaño de los cuerpos de aguas varia en profundidad, tamaño y ancho, como: lagos, embalses, ríos o corrientes. Para su aplicación se necesita el empleo de quipo especial que permita tomar las muestras a distintas profundidades a un ritmo deseado en todo el perfil (F. Ramírez, 2007).

Para preservar la integridad de las muestras es necesario considerar lo siguiente:

-Recipiente de transporte: se deben de considerar dos recipientes, uno para transportar la muestra que fue tomada en el campo y un segundo recipiente para transportar de forma segura el primer recipiente que contiene la muestra (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2002).

-Temperatura de transporte: Las muestras se deben de almacenar en un recipiente que permita las condiciones de refrigeración asta realizar el análisis (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2002).

2.8.8. Técnicas de muestreo

Estas varían según la naturaleza del agua a analizar y el punto de muestreo elegido

2.8.8.1. Grifos: Se debe de secar y dejar abierto por un minuto antes de recoger la muestra (F. Ramírez, 2007).

2.8.8.2. Lagos o ríos: La muestra se tomará lo más lejos posible de la orilla, tratando de no remover el fondo y no se debe de realizar donde el agua este almacenado a estancada (F. Ramírez, 2007).

2.8.8.3. Manantiales: Se deberá de tomar directamente de la fuente (F. Ramírez, 2007).

2.8.9. Procedimiento para hacer las tomas de las muestras

Para determinar la calidad del agua es necesario analizar los parámetros antes indicados, considerando los siguientes factores.

2.8.9.1. Llenado de envase: Una característica específica es que los envases no se deben de llenar por completa, debe de existir un espacio entre la muestra y la tapa y la existencia de cámara de aire (Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2007).

2.8.9.2. Identificación: Según la Superintendencia de Servicios Sanitarios (2007), cada muestra deberá de contener información que ayude a identificarla de forma rápida y eficaz, tales como:

-Lugar en donde se tomó la muestra.

-Fecha

-Hora

-No. de muestra

-Nombre de quien tomo la muestra

2.8.9.3. Condiciones y tiempo de almacenamiento: el tiempo para realizar las muestras debería de ser lo menos posible, considerando un tiempo comprendido entre 24 a 30 horas después de realizar la muestra, esto en condiciones adecuadas bajo

preservación, siendo la más ideal en hieleras o dispositivos herméticos con una temperatura en 1°C y 4 °C (Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2007).

2.8.10. Frecuencia de los análisis

Según la Oms (2015) la frecuencia con la que se llevan los análisis depende de factores como los recursos económicos o humanos disponibles, establecido bajo los siguientes estándares”

Tabla 7. Frecuencia de análisis según la Oms

Menos de 5000 habitantes	1 muestra mensual
De 5000 a 100,000 habitantes	1 muestra al mes por cada 5,000 habitantes
Más de 100,000 habitantes	20 muestras al mes más una muestra mensual por cada 10,000 habitantes.

Fuente: Organización mundial de la salud, 2015.

2.8.10.1. Según el acuerdo ministerial 523-2013, manual de especificaciones para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano, considera lo siguiente:

Artículo 12. Control microbiológico. La frecuencia con que el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social deberá efectuar la vigilancia de los parámetros “coliformes totales” y “Escherichia coli”, en cada uno de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, es la siguiente: (Acuerdo Ministerial 523-2013).

- Para sistemas urbanos que abastezcan a más de cien mil (100,000) habitantes, al menos una vez al día.

- Para los sistemas urbanos que abastezcan menos de cien mil (100,000) habitantes; debe consultarse la siguiente tabla:

Tabla 8. Frecuencia de análisis según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social para sistemas que abastezcan de 1 a 100,000 habitantes al día.

Habitantes abastecidos	Muestras por mes	Habitantes abastecidos	Muestras por mes
1-5000	1	50001 – 55000	11
5001 – 10000	2	55001 – 60000	12
10001 – 15000	3	60001 – 65000	13
15001 – 20000	4	65001 – 70000	14
20001 – 25000	5	70001 – 75000	15
25001 – 30000	6	75001 – 80000	16
30001 – 35000	7	80001 – 85000	17
35001 – 40000	8	85001 – 90000	18
40001 – 45000	9	90001 – 95000	19
45001 – 50000	10	95001 – 100000	20

Fuente: Acuerdo Ministerial 523-2013. Manual de especificaciones para la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo humano.

- Para los sistemas rurales, al menos una vez por bimestre

Artículo 13. Vigilancia por el programa de análisis mínimo. La frecuencia con que el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social deberá efectuar la vigilancia por medio de la aplicación del “programa de análisis mínimo” recomendado por la Norma Técnica Guatemalteca Coguanor ntg 29001 “Agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones”; en cada uno de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, (Acuerdo Ministerial 523-2013) establece lo siguiente:

- Para sistemas urbanos que abastezcan a más de cien mil (100,000) habitantes, al menos dos veces por mes.

- Para los sistemas urbanos que abastezcan menos de cien mil (100,000) habitantes; al menos una vez por año, por cada cinco mil (5,000) habitantes servidos.

- Para los sistemas rurales, al menos una vez por año.

Artículo 14. Control de cloro residual libre. La frecuencia con que los prestadores del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano deberán efectuar el control del parámetro “cloro residual libre”, en cada uno de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano a su cargo, (Acuerdo Ministerial 523-2013) establece lo siguiente:

- Para los sistemas urbanos, al menos una vez por día.

- Para los sistemas rurales, al menos una vez por semana abastecimiento de agua para consumo humano deberán efectuar el control de los parámetros “coliformes totales” y “Escherichia coli”, en cada uno de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano a su cargo, es la siguiente: a) Para sistemas urbanos que abastezcan a más de veinte mil (20,000) habitantes, al menos una vez al día. b) Para los sistemas urbanos que abastezcan menos de veinte mil (20,000) habitantes; debe consultarse la siguiente tabla: (Acuerdo Ministerial 523-2013)

Tabla 9. Frecuencia de análisis según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social para sistemas que abastezcan de 1 a 20,000 habitantes al día.

Habitantes abastecidos	Muestras por semana	Habitantes abastecidos	Muestras por semana
1 – 5000	1	10001 – 15000	3
5001 – 10000	2	15001 – 20000	4

Fuente: Acuerdo Ministerial 523-2013. Manual de especificaciones para la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo humano.

- Para los sistemas rurales, al menos una vez por mes.

Artículo 16. Control por el programa de análisis mínimo. La frecuencia con que los prestadores del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano deberán efectuar el control de la calidad del agua, por medio de la aplicación del programa de análisis mínimo” recomendado por la Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR NTG 29001 “Agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones”; en cada uno de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano a su cargo, según él, (Acuerdo Ministerial 523-2013) establece lo siguiente:

- Para sistemas urbanos que abastezcan a más de veinte mil (20,000) habitantes, al menos una vez por mes.

- Para los sistemas urbanos que abastezcan menos de veinte mil (20,000) habitantes; al menos una vez por semestre, por cada cinco mil (5,000) habitantes servidos.

- Para los sistemas rurales, al menos una vez por semestre.

2.9. Base legal

Las normas vigentes que integran el régimen legal del agua y saneamiento en Guatemala se consideran principalmente:

2.9.1. Constitución Política de la República de Guatemala

Las herramientas referidas con agua y saneamiento tienen su base primordialmente en la constitución política de Guatemala, contenido en el capítulo II sección séptima, el cual hace referencia a los temas de salud, seguridad y asistencia social.

Artículo 93. Derecho a la salud: En este artículo se refiere a que la persona puede disfrutar de salud, siendo un derecho inherente de la persona sin discriminación alguna. (Acuerdo legislativo No. 18-93, 1993).

Artículo 97. Medio Ambiente y Equilibrio Ecológico: El estado, las municipalidades y los habitantes están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictan todas las normas necesarias para garantizar la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, y de la tierra y del agua, se realice racionalmente, evitando su depredación. (Acuerdo legislativo No. 18-93, 1993).

En este artículo se hace énfasis en que instituciones y personas individuales están comprometidos a evitar que se contaminen el medio ambiente, ya que de esta manera se mantendrá el equilibrio ecológico, se pueden realizar el aprovechamiento de los recursos naturales, siempre y cuando estos aprovechamientos se realicen de manera racional, sin sobreexplotar los mismos, considerando que hay recursos que son limitados (Acuerdo legislativo No. 18-93, 1993).

Artículo 127. Régimen de agua: todas las aguas son bienes de dominio público inalienables e imprescindibles. Su aprovechamiento, uso y goce, se otorgará en la forma establecida por la ley, de acuerdo con el interés social. Una ley específica regulará esta materia. (Acuerdo legislativo No. 18-93, 1993).

Indica que debería de existir una ley específica que regula el uso y aprovechamiento del agua considerando que todas las aguas son de dominio público.

Artículo 128. Aprovechamiento de aguas, lagos y ríos: El aprovechamiento de las aguas de los lagos y de los ríos para fines agrícolas. Agropecuarios, turísticos o de cualquier otra naturaleza que contribuya al desarrollo de la economía nacional está al servicio de la comunidad y no de persona particular alguna, pero los usuarios están obligados a reforestar las riberas y los cauces correspondientes. Así como facilitar las vías de acceso. (Acuerdo legislativo No. 18-93, 1993).

2.9.2. Ley de Protección Y Mejoramiento del Medio Ambiente:

Decreto 68-86 (1986), es ley que protege el mejoramiento y protección del medio ambiente y los recursos naturales y culturales, considerando que estos aspectos son importantes para lograr el desarrollo social y económico de un país, de manera sostenible. Esta ley contiene el reglamento referido con el manejo del agua; (el reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos acuerdo 236-2006).

Esta ley fue emitida en 1986, cuando el ente rector en materia ambiental era la comisión nacional del medio ambiente (CONAMA), posteriormente sustituida por la creación del Ministerio de ambiente y recursos naturales por lo que la misma en su artículo 1, se refiere a; que el estado, las municipalidades y los habitantes deben de prevenir la contaminación del medio ambiente y mantener el equilibrio ecológico,

indicando para ese fin la necesidad de usar los recursos naturales de manera racional (Decreto 68-86, 1986).

En el capítulo II se encuentra lo relacionado al sistema hídrico:

Artículo 15: el gobierno velara por el mantenimiento de la cantidad 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:

- Evaluar la calidad del agua y sus posibilidades de aprovechamiento, mediante análisis periódicos sobre sus características físicas, químicas y biológicas. (Decreto 68-86, 1986).
- Ejercer control para que aprovechamiento y uso de las aguas no causen deterioro ambiental (Decreto 68-86, 1986).
- 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 (Decreto 68-86, 1986).
- Determinar técnicamente los casos en que debe producirse o permitirse el vertimiento de residuos, basuras o desechos o desperdicios en una fuente receptora, de acuerdo a las normas de calidad del agua (Decreto 68-86, 1986).
- Promover y fomentar la investigación y el análisis permanente de las aguas interiores, litorales y oceánicas, que constituyen las zonas económicas marítimas en dominio exclusivo (Decreto 68-86, 1986).
- Promover el uso integral y el manejo racional de las cuencas hídricas, manantiales y

fuentes de abastecimiento de agua (Decreto 68-86, 1986).

- Investigar y controlar cualquier causa o fuente de contaminación hídrica para asegurar la conservación de los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies. (Decreto 68-86, 1986).

- Propiciar en el ámbito nacional e internacional las acciones necesarias para mantener la capacidad reguladora del clima en función de la cantidad y calidad del agua (Decreto 68-86, 1986).

- Velar por la conservación de la flora, principalmente los bosques, para el mantenimiento y el equilibrio del sistema hídrico, promoviendo la inmediata reforestación de las cuencas lacustres, de ríos y manantiales (Decreto 68-86, 1986).

- Prevenir, controlar y determinar los niveles de contaminación de los ríos, lagos y mares de Guatemala; y (Decreto 68-86, 1986).

- Investigar, prevenir y controlar cualesquiera otras causas o fuentes de contaminación hídrica. (Decreto 68-86, 1986).

2.9.3. Código de Salud

En consideración que la constitución política de la república de Guatemala, reconoce que el goce de la salud es un derecho fundamental del ser humano sin discriminación alguna, y obliga al estado a velar por el cumplimiento de la misma, desarrollando a través de sus instituciones acciones de prevención, promoción, recuperación y rehabilitación, a fin de procurarles a los habitantes el más completo bienestar físico, mental y social, reconociendo que la salud es un bien público (Decreto 90-97, 1997).

En consideración de lo anterior, el Ministerio de Salud, en el decreto 90-97, en la sección II, dispone lo referente al agua para el consumo humano, agua potable y agua envasa.

Sección II, del código de salud, aspectos relacionados con el agua:

Artículo 78. Acceso y cobertura nacional. El estado a través del ministerio de salud en coordinación con el instituto de fomento municipal y otras instituciones del sector, impulsa una política prioritaria y de necesidad pública, que garantice el acceso y cobertura universal de la población a los servicios de agua potable con énfasis de la gestión de las propias comunidades para garantizar el manejo sostenible del recurso (Código de Salud, 1997, p. 14).

Artículo 79. Obligatoriedad de las municipalidades. Es obligación de las municipalidades abastecer de agua potable a las comunidades situadas dentro de su jurisdicción territorial conforme lo establece el código municipal y las necesidades de la población en el contexto de las políticas del estado en esta materia y consignadas en la presente ley (Código de Salud, 1997, p. 14).

Artículo 80. Protección de las fuentes de agua. El estado a través del ministerio de salud en coordinación con las instituciones del sector, velaran por la protección, conservación, aprovechamiento y uso racional de las fuentes del agua potable en las Municipalidades del país están obligadas como principales prestatarias del servicio de agua potable a proteger y conservar las fuentes de agua y apoyar y colaborar con las políticas del sector, para el logro de la cobertura universal dentro de su jurisdicción territorial, en términos de calidad y cantidad del servicio (Código de Salud, 1997, p. 14).

Artículo 81. Declara ración de utilidad pública. El estado a través del ministerio de

salud, instituciones del sector y otras, garantizara que los ríos, lagos, lagunas, riachuelos, nacimientos y otras fuentes naturales de agua, puedan en base a dictamen técnico, declararse de utilidad e interés público, para el abastecimiento de agua potable en beneficio de las poblaciones urbanas y rurales de acuerdo con la ley específica, la servidumbre de acueducto se regulara en base al código civil y otras leyes de la materia (Código de Salud, 1997, p. 14).

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 (Código de Salud, 1997, p. 14).

Artículo 83. Dotación de agua en centros de trabajo. Las empresas agroindustriales, o de cualquier otra índole garantizaran el acceso a los servicios de agua a sus trabajadores que cumplan con los requisitos para el consumo humano (Código de Salud, 1997, p. 14).

Artículo 84. Tala de árboles. Se prohíbe terminantemente la tala de árboles en las riberas de ríos, riachuelos, lagos, lagunas y fuentes de agua, hasta 25 metros de sus riveras. La transgresión a dicha disposición será sancionada de acuerdo a lo que establezca el presente código (Código de Salud, 1997, p. 14).

Artículo 85. Organizaciones no gubernamentales/ong. El ministerio de salud, las municipalidades y las comunidades organizadas, establecerán las prioridades que las instituciones no gubernamentales deban atender para abastecer de servicios de agua potable (Código de Salud, 1997, p. 14.)

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 vigilando en coordinación con las municipalidades y la comunidad organizada la calidad del servicio y del agua y de todos los abastos para uso humano, sean estos públicos o privados (Código de Salud, 1997, p. 14).

Artículo 87. Purificación del agua. Las municipalidades y demás instituciones públicas o privadas encargados del manejo y abastecimiento de agua potable, tienen la obligación para purificarla, en base a los métodos que sean establecidos por el ministerio de salud. El ministerio deberá de brindar asistencia técnica a las municipalidades de una manera eficiente para su cumplimiento. La transgresión a esta disposición llevara sanciones que quedaran establecidas en la presente ley, sin detrimento de las sanciones penales en que pudieran incurrirse (Código de Salud, 1997, p. 15).

Artículo 88. Certificado de calidad. Todo proyecto de abastecimiento de agua, previo a su puesta en ejecución, deberá de contar con un certificado extendido de una manera ágil por el ministerio de salud en la cual se registre que es apta para el consumo humano. Si el certificado no es establecido en el tiempo establecido en el reglamento respectivo, el mismo se dará por extendido quedando la responsabilidad de cualquier darlo en el funcionario o empleado que no emitió opinión en el plazo estipulado (Código de Salud, 1997, p. 15)

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 de conectar dichos servicios de acuerdo con los reglamentos municipales; corresponde a las municipalidades controlar el cumplimiento de esta disposición (Código de Salud, 1997, p. 14).

Artículo 90. Agua contaminada. Queda prohibido utilizar agua contaminada, para el

cultivo de vegetales alimentarios para el consumo humano en el reglamento respectivo. Quedaran establecidos los mecanismos de control (Código de Salud, 1997, p. 14)

Artículo 91. Suspensión del servicio. En las poblaciones que cuentan con servicio de agua potable, queda prohibido suspender este servicio, salvo casos de fuerza mayor que determinaran las autoridades de salud, en coordinación con las municipalidades tales como morosidad o alteración dudosa por parte del usuario (Código de Salud, 1997, p. 14)

2.9.4. Reglamento de normas sanitarias para la administración, construcción, operación y mantenimiento y abastecimiento de agua para consumo humano, acuerdo gubernativo 113-2009.

Artículo 1. Objeto. El presente reglamento tiene como objeto el establecimiento de las normas sanitarias para los servicios de abastecimiento de agua para consumo humano, relativos para su administración, construcción, operación y mantenimiento (Acuerdo Gubernativo no. 113-2009).

Este acuerdo gubernativo está vinculado directamente a lo especificado en el artículo 86 del código de ministerio de salud a la administración, construcción, y mantenimiento de los servicios de agua para consumo humano, vigilando en coordinación con las municipalidades y la comunidad organizada la calidad del servicio y del agua de todos los abastos para uso humano, sean éstos públicos o privados; en el marco de las acciones pertinentes para la prevención y control de las enfermedades causadas por microorganismos patógenos, sustancias químicas y toxinas naturales, transmitidas a través del agua (Argueta Tejeda, Silvia. 2011).

Otro artículo que está contemplado en este acuerdo es el artículo 91. Del código de

salud, donde se menciona que Cuando el abastecimiento de agua deba ser interrumpido por causa de mantenimiento o reparación de algún componente del servicio; los prestadores del servicio deben informar a la población que vaya a ser afectada con una anticipación de, al menos, cuarenta y ocho horas. En caso de que la interrupción obedezca a causas de fuerza mayor, deben informar inmediatamente después de sucedido el evento que la motiva. Esto está contemplado en este acuerdo en el artículo 5, literal w. (Argueta Tejeda, Silvia. 2011)

2.9.5. Manual de normas sanitarias que establecen los procesos y métodos de purificación del agua para consumo humano, acuerdo 1148-2009.

Este acuerdo tiene como objeto, crear el manual que desarrollará los procesos y métodos de purificación de agua para consumo humano necesarios para que ésta sea suministrada, en sistemas de abastecimiento, en calidad de potable. El Artículo 87 del Decreto número 90-97 del Congreso de la República, Código de Salud, regula que las Municipalidades y demás instituciones públicas o privadas encargadas del manejo y abastecimiento de agua potable, tienen la obligación de purificarla, con base a los métodos que sean establecidos por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (Acuerdo Ministerial No. 1148-2009).

En el capítulo II, del Acuerdo ministerial No. 1148-2009, manual de normas sanitarias que establecen los procesos y métodos de purificación de agua para consumo humano). Se menciona cuáles serán los proceso y métodos de purificación, siendo estas:

Artículo 6. Procesos de purificación. Se establecen como procesos para la purificación de agua para consumo humano, aplicables en sistemas de abastecimiento, los siguientes: (Acuerdo Ministerial No. 1148-2009)

- Remoción de sólidos;
- Intercambio de gases; y,
- Desinfección.

Artículo 17. Proceso de desinfección. El proceso de desinfección es obligatorio para cualquier sistema de abastecimiento de agua para consumo humano. Se establecen como métodos para el proceso de desinfección los siguientes: (Acuerdo Ministerial No. 1148-2009).

- Aplicación de cloro o sus derivados;
- Aplicación de ozono; y,
- Aplicación de radiación ultravioleta (Acuerdo Ministerial No. 1148-2009).

2.9.6. Reglamento para la certificación de la calidad del agua para consumo humano en proyectos de abastecimiento, acuerdo gubernativo 178-2009.

El objeto de este reglamento es establecer los criterios técnicos y administrativos aplicables al proceso de certificación de la calidad del agua para consumo humano en proyectos de abastecimiento (Acuerdo Ministerial no. 178-2009).

Según el acuerdo ministerial no. 178-2009, reglamento para la certificación de la calidad del agua para consumo humano en proyectos de agua potable). Para obtener la certificación de la calidad del agua se debe de contemplar lo descrito en el capítulo II, del presente acuerdo y cumplir con el artículo 4 y 5, el cual describe lo siguiente:

Artículo 4. Solicitud. Toda persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de un proyecto de abastecimiento de agua para consumo humano, debe solicitar y obtener el certificado de la calidad del agua para consumo humano en ese proyecto, previo a ponerlo en ejecución. La solicitud debe ser escrita y estar dirigida

al Director de Área de Salud correspondiente, de acuerdo con la ubicación geográfica del proyecto de abastecimiento (Acuerdo Ministerial no. 178-2009).

Artículo 5. Información Adjunta. Toda solicitud de extensión del certificado de la calidad del agua para consumo humano en proyectos de abastecimiento debe ir acompañada de la documentación que contenga, como mínimo, la siguiente información: (Acuerdo Ministerial no. 178-2009)

- Identificación o nombre del proyecto de abastecimiento.
- Ubicación detallada del proyecto de abastecimiento.
- Identificación del ente responsable de la prestación del servicio.
- Identificación del ente responsable de la ejecución de la obra sanitaria.
- Identificación o nombre de las fuentes de agua a ser utilizadas.
- Ubicación detallada de las fuentes de agua a ser utilizadas.
- Valor de aforo promedio de las fuentes de agua a ser utilizadas; evaluado para época seca y lluviosa.
- Número estimado de personas a ser beneficiadas por el proyecto.
- Descripción de los componentes que integran el proyecto.
- Descripción de los métodos de tratamiento y desinfección a ser utilizados.
- Valores bimensuales, durante los últimos seis meses, de las siguientes propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua a ser utilizada:
 - k.1) Calcio; k.2) Cloruros; k.3) Grupo coliforme fecal; k.4) Color; k.5) Conductividad; k.6) Hierro; k.7) Magnesio; k.8) Manganeso; k.9) Nitratos; k.10) Nitritos; k.11) Olor; k.12) Potencial de hidrógeno; k.13) Sabor; k.14) Sulfatos; y, k.15) Turbiedad. l) Valores bimensuales, durante los últimos seis meses, de las otras propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua a ser utilizada; que hayan sido catalogadas previamente como indispensables, por la Dirección de Área de Salud correspondiente. (Acuerdo Ministerial No. 178-2009).

2.9.7. Acuerdo ministerial SP-M-278-2004

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social es la encargada de crear unidades vinculadas a la administración, construcción y mantenimiento de los servicios de agua potable para consumo humano, vigilando en coordinación con las municipalidades y las comunidades organizadas, la calidad del servicio y del agua de los abastos para uso humano, sean estos públicos o privados. En consecuencia, se crea el Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano, en adelante denominado PROVIAGUA, y cuyo ámbito de aplicación es nacional (Acuerdo ministerial No. SP-M278, 2004)

El objetivo del PROVIAGUA es establecer y ejecutar los mecanismos técnicos más apropiados para desarrollar la vigilancia sanitaria de la calidad del agua abastecida a la población, por medio de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, ya sean públicos o privados; de manera que ésta provea la información necesaria para garantizar que el agua sea abastecida en calidad y cantidad (Acuerdo Ministerial No. SP-M278, 2004)

III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para la comprobación de la hipótesis: “El aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, durante los últimos cinco años es debido al deficiente abastecimiento de agua potable por falta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío”, se ejecutó un censo a la población, para comprobar la variable dependiente e independiente. Se utilizaron dos boletas, una para cada variable.

Los resultados obtenidos en el trabajo de campo son tabulados, graficados y analizados a continuación.

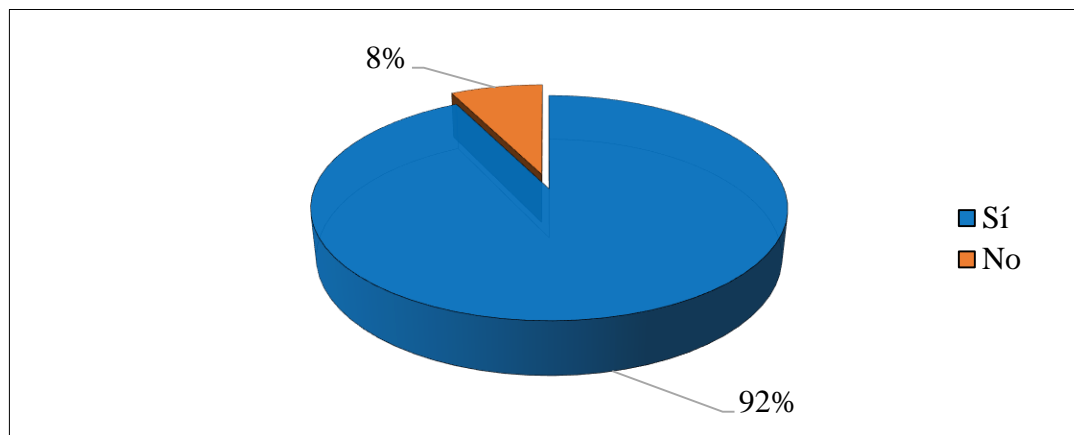
3.1 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente “Y” o efecto

Cuadro 1. Personas que opinan que existe aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo
Sí	32	92%
No	3	08%
Total	35	100%

Fuente: Información de vecinos de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj. Noviembre 2020.

Gráfica 1. Personas que opinan que existe aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.



Fuente: Información de vecinos de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj. Noviembre 2020.

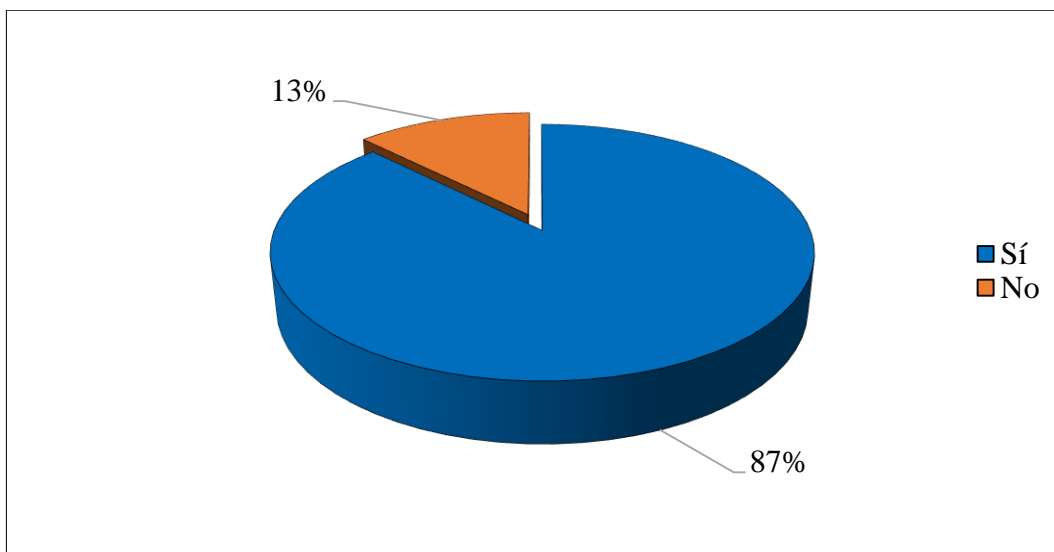
Análisis: Más de nueve décimas partes de los vecinos de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, consideran que si existe aumento de casos de enfermedades gastrointestinales por lo que se comprueba la variable dependiente o efecto.

Cuadro 2. Personas que opinan que en su familia ha tenido casos de enfermedades gastrointestinales.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo
Sí	30	87%
No	5	13%
Total	35	100%

Fuente: Información de vecinos de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj. Noviembre 2020.

Gráfica 2. Personas que opinan que en su familia ha tenido casos de enfermedades gastrointestinales.



Fuente: Información de vecinos de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj. Noviembre 2020.

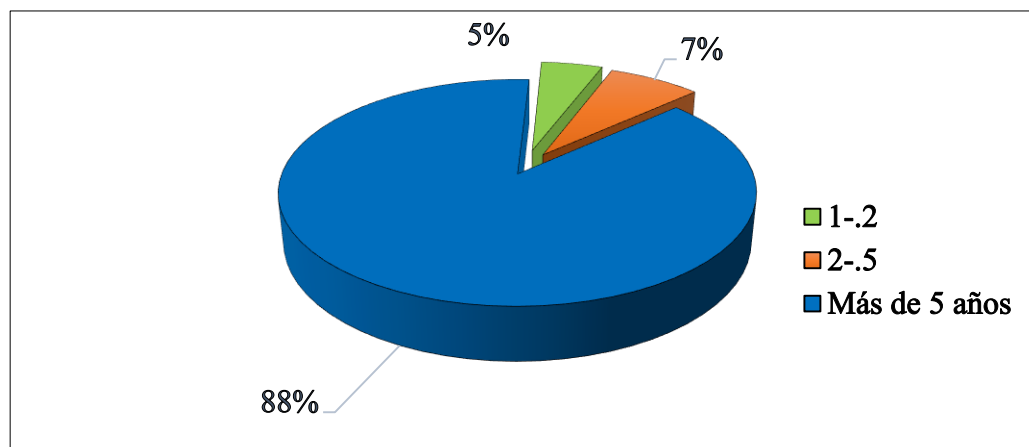
Análisis: Casi nueve décimas partes de los vecinos de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, opinan si haber tenido en su familia casos de enfermedades gastrointestinales por lo que se comprueba la variable dependiente o efecto.

Cuadro 3. Personas que opinan desde hace cuánto tiempo existe aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo
1-2 años	2	5%
2-5 años	2	7%
Más de 5 años	31	88%
Total	35	100%

Fuente: información de vecinos de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj. Noviembre 2020.

Gráfica 3. Personas que opinan desde hace cuánto tiempo existe aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.



Fuente: información de vecinos de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj. Noviembre 2020.

Análisis: Casi nueve décimas partes de los vecinos de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, opinan que existe aumento de casos de enfermedades gastrointestinales por más de cinco años, por lo que se comprueba la variable dependiente o efecto.

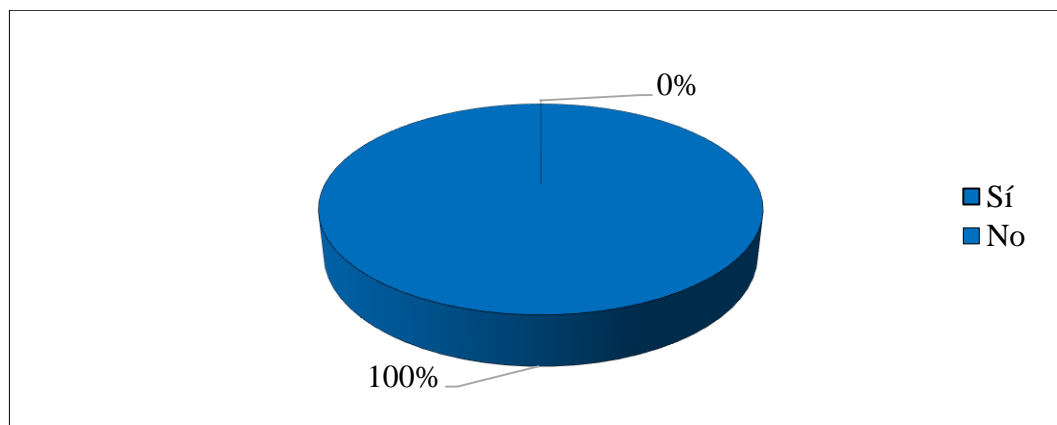
3.2. Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente “X” o causa.

Cuadro 4. Personas que opinan que existe proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable, en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo
Sí	0	0%
No	5	100%
Total	5	100%

Fuente: Información de Técnicos, Concejales y Alcalde Municipal de Tacaná. Noviembre 2020.

Gráfica 4. Personas que opinan que existe proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable, en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.



Fuente: Información de Técnicos, Concejales y Alcalde Municipal de Tacaná. Noviembre 2020.

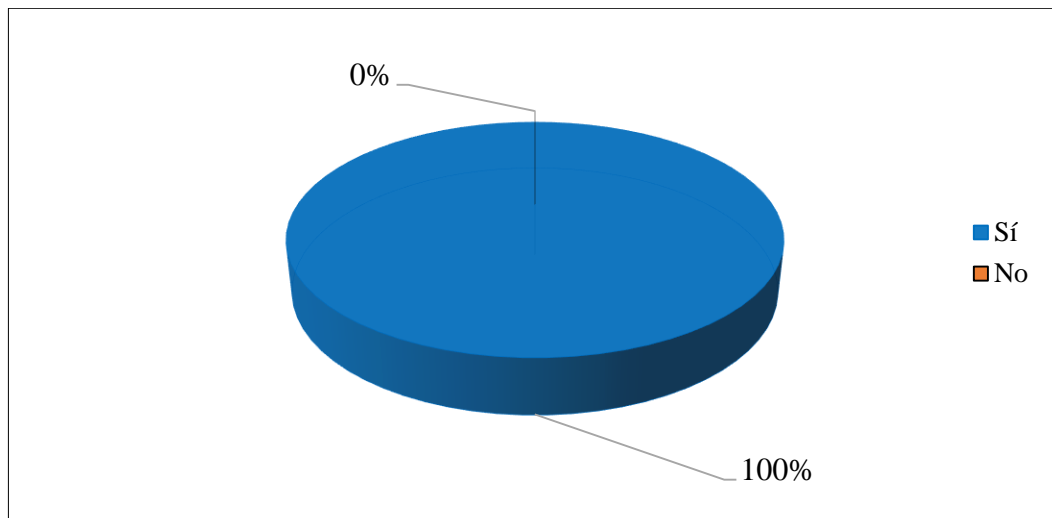
Análisis: El total de los técnicos de la Dirección Municipal de Planificación, concejales y Alcalde Municipal de Tacaná, San Marcos, opinan que no existe ningún proyecto de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, por lo que se comprueba la variable independiente o causa.

Cuadro 5. Personas que opinan que apoyarían la implementación del proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable, en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo
Sí	5	100%
No	0	0%
Total	5	100%

Fuente: Información de Técnicos, Concejales y Alcalde Municipal de Tacaná. Noviembre 2020.

Gráfica 5. Personas que opinan que apoyarían la implementación del proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable, en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.



Fuente: Información de Técnicos, Concejales y Alcalde Municipal de Tacaná. Noviembre 2020.

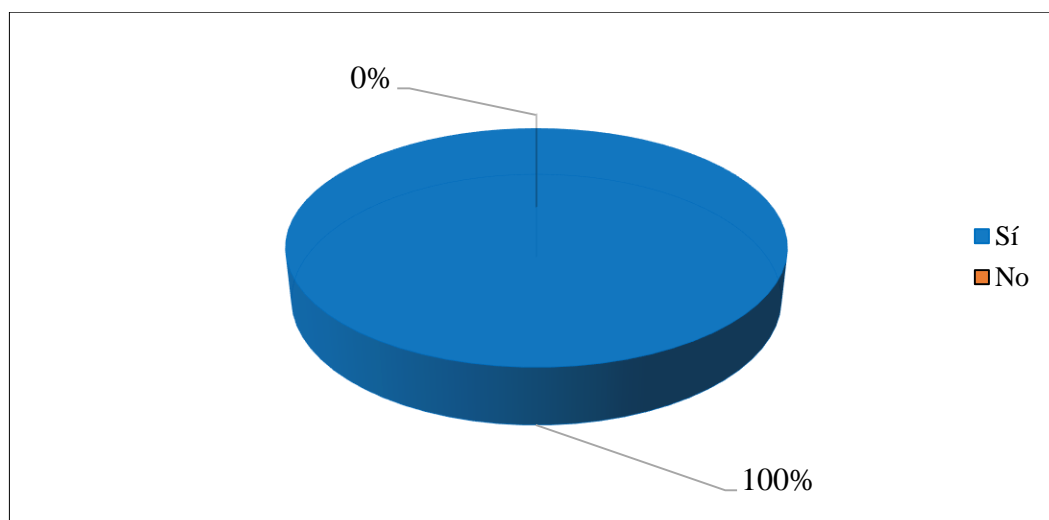
Análisis: El total de los técnicos de la Dirección Municipal de Planificación, concejales y Alcalde Municipal de Tacaná, San Marcos, opinan que, si apoyarían la implementación del plan de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, por lo que se comprueba la variable independiente o causa.

Cuadro 6. Personas que consideran necesario la implementación del proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable, en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo
Sí	5	100%
No	0	0%
Total	5	100%

Fuente: Información de Técnicos, Concejales y Alcalde Municipal de Tacaná. Noviembre 2020.

Gráfica 6. Personas que consideran necesario la implementación del proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable, en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.



Fuente: Información de Técnicos, Concejales y Alcalde Municipal de Tacaná. Noviembre 2020.

Análisis: El total de los Técnicos de la Dirección Municipal de Planificación, concejales y Alcalde Municipal de Tacaná, San Marcos, consideran necesario la implementación del plan de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, por lo que se comprueba la variable independiente o causa.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV. 1. Conclusiones

1. Se comprueba la hipótesis: El aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, durante los últimos cinco años es debido al deficiente abastecimiento de agua potable por falta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío.
2. Existe aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.
3. Existen casos de enfermedades gastrointestinales en familias de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.
4. Existe aumento de casos de enfermedades gastrointestinales por más de cinco años en los habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.
5. Inexistencia de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable, en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj.
6. Existe el apoyo de la Municipalidad para la implementación del proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable, en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj.
7. Se considera de suma importancia la implementación del proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable, en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj.

IV. 2. Recomendaciones

1. Implementar la: Propuesta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.
2. Reducir los casos de enfermedades gastrointestinales en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.
3. Disminuir los casos de enfermedades gastrointestinales en familias de Caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.
4. Reducir los casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, para los próximos 5 años.
5. Realizar el proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable, en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj.
6. Apoyar la implementación del proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable, en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj.
7. Ejecutar el proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable, en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acuerdo legislativo No. 18-93. (1993). Constitución Política de la República de Guatemala. Asamblea Nacional Constituyente. Guatemala, C.A. 70 pág.
2. Acuerdo Gubernativo No. 113-2009. (2009). Reglamento de Normas Sanitarias para la Administración, Construcción, Operación y Mantenimiento de los Servicios de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano. Ministerio de salud pública y asistencia social. Guatemala. 6 Pág.
3. Acuerdo Ministerial No. 1148-2009. (2009). Manual de Normas Sanitarias que establecen los procesos y métodos de purificación de agua para consumo humano. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guatemala. 6 Pág.
4. Acuerdo Ministerial 178-2009. (2009). Reglamento para la Certificación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en proyectos de abastecimiento. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guatemala. 3 Pág.
5. Acuerdo Ministerial No. 523-2013. (2013). Manual de Especificaciones para la Vigilancia y el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guatemala. 7 Pág.
6. Acuerdo Ministerial Número SP-M278-2004. (2004). Crear el Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guatemala. 3 Pág.
7. Aguilar Ruiz, Pedro. (2007). Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1. Trabajo de graduación de ing. Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 169 pág.

8. American Public Health Association (APHA). (1992). Métodos normalizados: para el análisis de aguas potables y residuales. Ediciones Díaz de Santos. 1830 Pág.
9. Argueta Tejeda, Silvia. (2011). Guía de normas y estándares técnicos aplicados al agua y saneamiento. Fondo para el logro de la ODM. Guatemala. 39 Pág.
10. Norma Técnica Guatemalteca. COGUANOR NTG 29001. (2005). Agua para consumo humano (agua potable). especificaciones. Guatemala. COGUANOR. 12 Pág.
11. Decreto 68-86. (1986). Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente. Congreso de la República de Guatemala. Guatemala. 13 Pág.
12. Decreto 90-97. (1997). Código de Salud. Congreso de la República de Guatemala. Guatemala. 50 Pág.
13. Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2011). Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano. Guatemala, INFOM-MSPAS. 64 Pág.
14. López Alegría, P. (2010). Abastecimiento de agua potable: y disposición y eliminación de excretas. Instituto Politécnico Nacional. 309 Pág.
15. Manual de la AO&M. (2011). Manual de Administración, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento. Guatemala. 225 Pág.
16. Segeplan. (2002). Manual de Formulación y Evaluación de Proyectos. Módulo II. Guatemala. 36 Pág.

ANEXOS

Anexo 1. Modelo Dominó

Problema	Propuesta	Evaluación
<p>1) Efecto o variable dependiente Aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, durante los últimos cinco años.</p>	<p>4) Objetivo general Disminuir los casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.</p>	<p>15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general Indicadores: Al cuarto año de ejecutada la propuesta, se disminuyen los casos de enfermedades gastrointestinales y a la vez se soluciona en 90% el efecto identificado. Verificadores: Reportes de la Unidad Ejecutora Supuestos: La Municipalidad implementa la propuesta en otras comunidades.</p>
<p>2) Problema central Deficiente abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos</p>	<p>5) Objetivo específico Mejorar el abastecimiento agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.</p>	<p>16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico Indicadores: Al cuarto año de</p>
<p>3) Causa principal o variable independiente Falta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.</p>	<p>6) Nombre Propuesta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.</p>	<p>16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico Indicadores: Al cuarto año de</p>

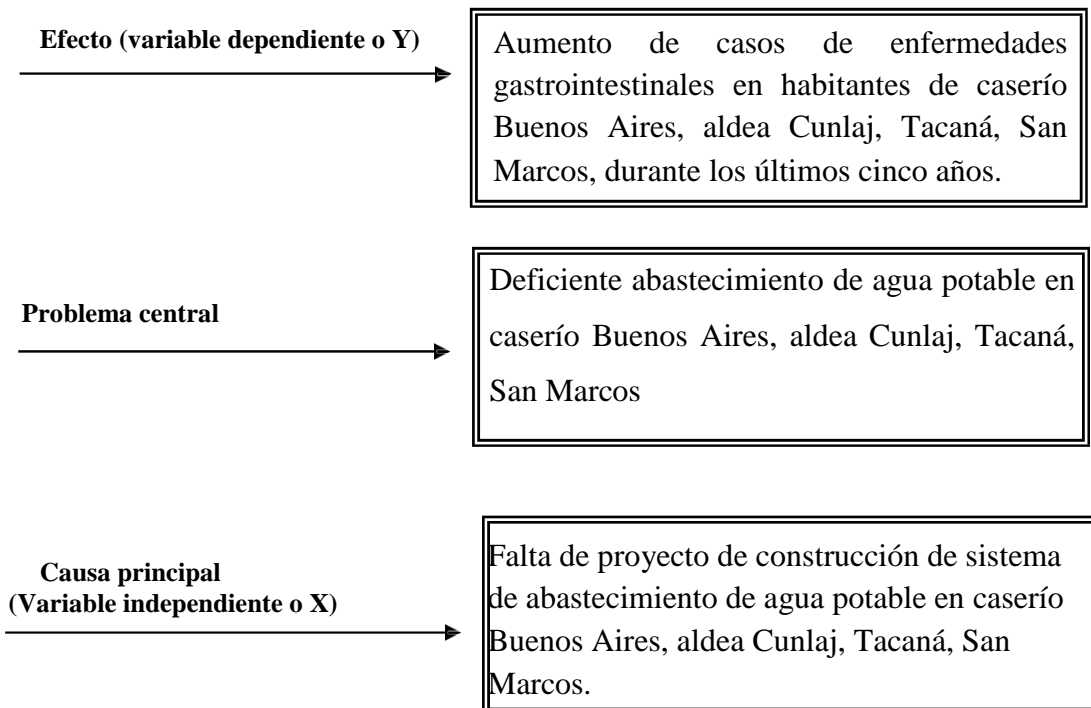
<p>7) Hipótesis CAUSAL El aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, durante los últimos cinco años es debido al deficiente abastecimiento de agua potable por falta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío.</p> <p>INTERROGATIVA ¿Será la falta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos y el deficiente abastecimiento de agua potable la causante del aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes del caserío durante los últimos cinco años?</p>	<p>12) Resultados o productos * Se cuenta con la Municipalidad de Tacaná como Unidad Ejecutora. * Se cuenta con Propuesta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos. * Se cuenta con programa de sensibilización a las autoridades ediles.</p>	<p>ejecutada la propuesta, se mejora el abastecimiento agua potable y a la vez se soluciona en 90% el problema identificado.</p> <p>Verificadores: Reportes de la unidad ejecutora</p> <p>Supuestos: La Municipalidad implementa la propuesta en otras comunidades.</p>
<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>a. ¿Considera usted que existe aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos? Sí___ No___</p> <p>b. ¿En su familia ha tenido casos de enfermedades gastrointestinales? Sí___ No___</p>	<p>13) Ajustes de costos y tiempo</p> <p style="text-align: center;">N/A</p>	

<p>c. ¿Desde hace cuánto tiempo existe aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos? 1- 2 años__ 2 -5 años____ Más de 5 años__</p> <p>Dirigidas a la población caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná.</p> <p>Boletas 35, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.</p> <p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>a. ¿Existe proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos? Sí__ No__</p> <p>b. ¿Apoyaría usted la implementación de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos? Sí__ No__</p> <p>c. ¿Considera necesario la implementación de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos? Sí__ No__</p>	
--	--

Dirigidas a Dirección Municipal de Planificación y Concejo Municipal de Tacaná.	
Boletas 5, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error	
10) Temas del Marco Teórico	14) Anotaciones, aclaraciones y advertencias
a) Enfermedades gastrointestinales	Forma de presentar resultados:
b) Aumento de casos de enfermedades gastrointestinales	El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:
c) Fuentes de agua	R1: Se cuenta con la Municipalidad de Tacaná como Unidad Ejecutora.
d) Agua potable	A1
e) Sistemas de abastecimiento de agua potable	An
f) Proyecto de abastecimiento de agua potable	R2: Se cuenta con Propuesta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.
g) Normas Coguanor	A1
h) Base legal	An
11) Justificación	R3: Se cuenta con programa de sensibilización a las autoridades ediles.
El investigador debe evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas.	A1
	An

Anexo 2: Árbol de problemas e hipótesis de trabajo

Tópico: Construcción de sistema de abastecimiento de agua

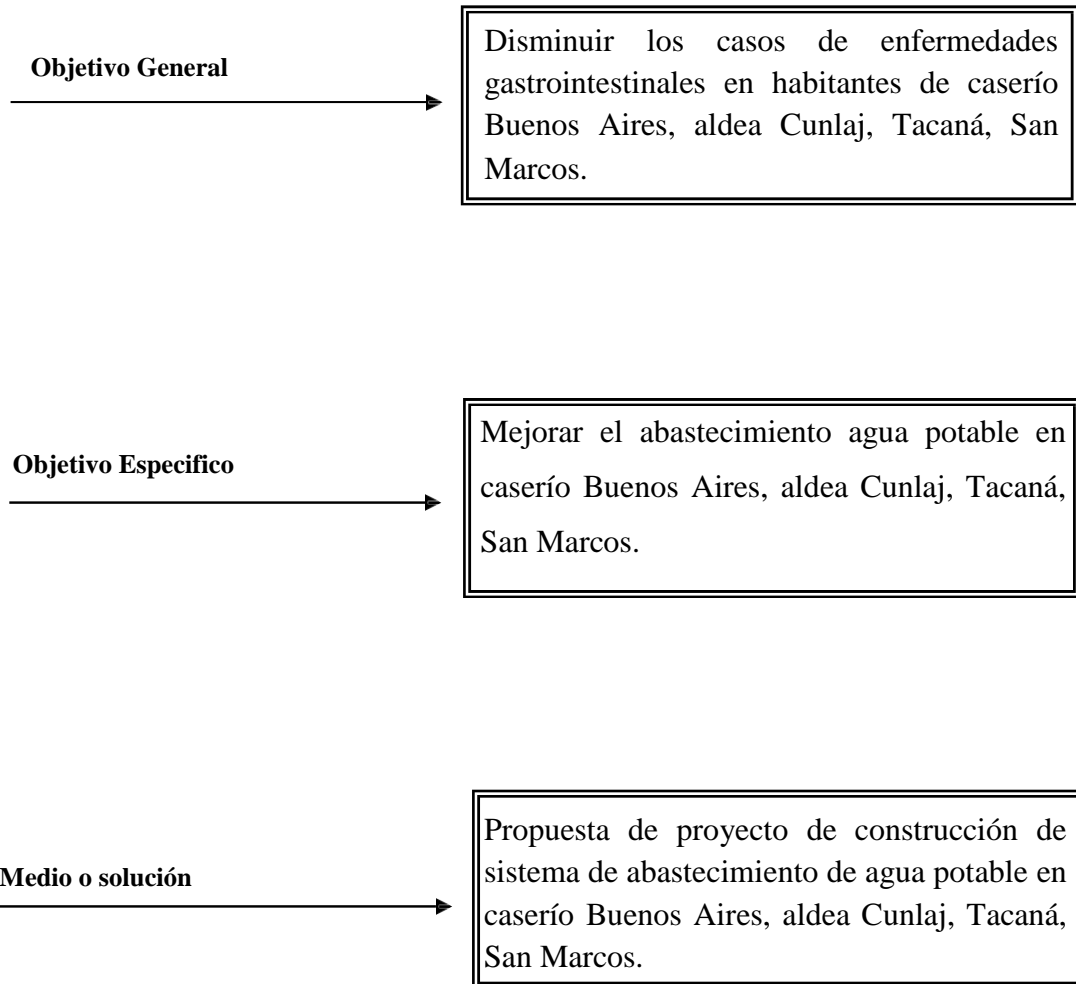


Hipótesis de trabajo: El aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, durante los últimos cinco años, es debido al deficiente abastecimiento de agua potable por falta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío.

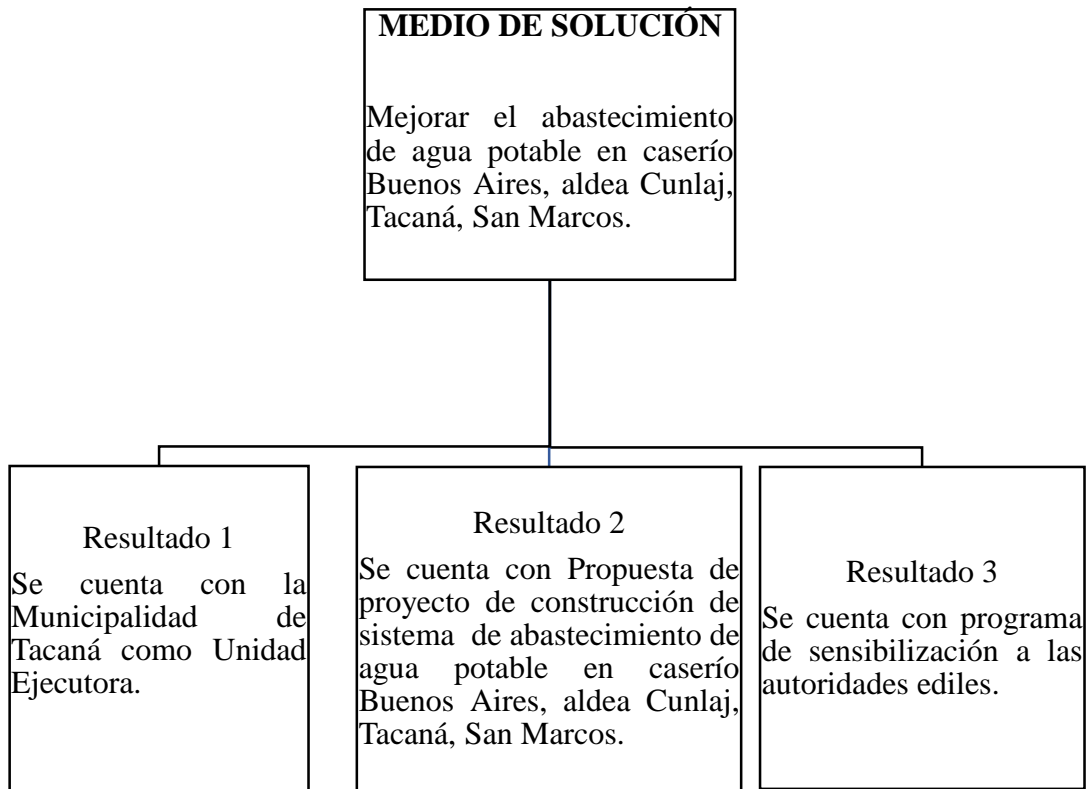
Hipótesis interrogativa

¿Será la falta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos y el deficiente abastecimiento de agua potable la causante del aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes del caserío durante los últimos cinco años?

Árbol de objetivos



Anexo 3: Medio para solucionar la problemática



Anexo 4: Boleta de investigación para la comprobación del efecto general principal.

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: “Aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, durante los últimos cinco años.”.

Esta boleta censal está dirigida a: los habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

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. ¿Considera usted que existe aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos?

Sí _____ No _____

2. ¿En su familia ha tenido casos de enfermedades gastrointestinales?

Sí _____ No _____

3. ¿Desde hace cuánto tiempo existe aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos?

1-2__ 2-5__ Más de 5 años__

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: “Falta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos”.

Esta boleta censal está dirigida a: Técnicos de la Dirección Municipal de Planificación (DMP), Concejales Municipales y Alcalde Municipal de Tacaná, San Marcos.

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

1. ¿Existe proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos?

Sí____ No____

2. ¿Apoyaría usted la implementación de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos?

Sí____ No____

3. ¿Considera necesario la implementación de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos?

Sí____ No____

Observaciones:

Lugar y fecha: _____

Anexo 6: Cálculo de la muestra

Se determinó que el total de la población como objeto de estudio en la comunidad es de 35 familias, por lo que fue necesario realizar un censo para la variable dependiente (efecto) 35 boletas dirigida a los habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, para la variable independiente (causa) 5 boletas dirigida a Técnicos de la Dirección Municipal de Planificación (DMP), Concejales Municipales y Alcalde Municipal de Tacaná, San Marcos.

Análisis: después de haber realizado el censo para la población objeto de estudio se analizó con el 100% de nivel de confianza y 00% de error.

Anexo 7: Comentando sobre el cálculo del coeficiente de correlación.

Se realiza con la finalidad de determinar la correlación existente entre las variables intervinientes en la problemática descrita en el árbol de problemas y poder validarla; así como determinar si posible la proyección de su comportamiento mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta.

Las variables intervinientes están en función de: “X” la cantidad de tiempo contemplado en los últimos 5 años (de 2017 a 2021); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, el cual obedece al aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en las habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

Requisito. $+>0.80$ y $+<1$

Año	X (años)	Y (casos de enfermedades gastrointestinales acumulados)	XY	X ²	Y ²
2017	1	52	52	1	2704
2018	2	60	120	4	3600
2019	3	71	213	9	5041
2020	4	80	320	16	6400
2021	5	85	425	25	7225
Totales	15	348	1803	55	24970

Fórmulas

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

n=	5
$\sum X =$	15
$\sum XY =$	81130
$\sum X^2 =$	55
$\sum Y^2 =$	24970
$\sum Y =$	348
$n\sum XY =$	5640
$\sum X * \sum Y =$	5220
Numerador	430
$n\sum X^2 =$	275
$(\sum X)^2 =$	225
$n\sum Y^2 =$	124850
$(\sum Y)^2 =$	121104
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
$n\sum Y^2 - (\sum Y)^2 =$	3746
$(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2) =$	187300
Denominador	437.7817
r=	0.99357251

Análisis: Debido a que el coeficiente de correlación $r = 0.99$ se encuentra dentro del rango establecido, se indica que las variables están debidamente correlacionadas, se valida la problemática y se procede a la proyección mediante la línea recta.

Anexo 8: Comentando sobre la proyección del comportamiento de la problemática mediante la línea recta.

$$Y = a + bx$$

Año	X (años)	Y (casos de enfermedades gastrointestinales acumulados)	XY	X ²	Y ²
2017	1	52	37	1	1369
2018	2	60	88	4	1936
2019	3	71	156	9	2704
2020	4	80	240	16	3600
2021	5	85	355	25	5041
Totales	15	348	1130	55	24970

n=	5	<p>Fórmulas</p> $b = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$ $a = \frac{\sum y - b\sum x}{n}$
$\sum X =$	15	
$\sum XY =$	1130	
$\sum X^2 =$	55	
$\sum Y^2 =$	24970	
$\sum Y =$	348	
$n\sum XY =$	5650	
$\sum X * \sum Y =$	5220	
Numerador de b:	430	
Denominador de b:	50	
b=	8.6	
$n\sum X^2 =$	275	
$(\sum X)^2 =$	225	
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50	
Numerador de a:	219	
$\sum Y =$	348	
$b * \sum X =$	129	
Numerador de a:	5	
a=	43.8	

Proyección sin proyecto

Ecuación de la línea recta $Y=a+(bx)$				
Y (2022) =	a	+	(b * x)	
Y (2022) =	43.8	+	8.6	X
Y (2022) =	43.8	+	8.6	6
Y (2022) =	95.4			
Y (2022) =	95 casos de enfermedades gastrointestinales acumulados			

Ecuación de la línea recta $Y=a+(bx)$				
Y (2022) =	a	+	(b * x)	
Y (2022) =	43.8	+	8.6	X
Y (2022) =	43.8	+	8.6	7
Y (2023) =	104			
Y (2023) =	104 casos de enfermedades gastrointestinales acumulados			

Ecuación de la línea recta $Y=a+(bx)$				
Y (2024) =	a	+	(b * x)	
Y (2024) =	43.8	+	8.6	X
Y (2024) =	43.8	+	8.6	8
Y (2024) =	112.6			
Y (2024) =	113 casos de enfermedades gastrointestinales acumulados			

Ecuación de la línea recta $Y=a+(bx)$				
Y (2025) =	a	+	(b * x)	
Y (2025) =	43.8	+	8.6	X
Y (2025) =	43.8	+	8.6	9
Y (2025) =	121.2			
Y (2025) =	121 casos de enfermedades gastrointestinales acumulados			

Ecuación de la línea recta $Y=a+(bx)$				
Y (2026) =	a	+	(b * x)	
Y (2026) =	43.8	+	8.6	X
Y (2026) =	43.8	+	8.6	10
Y (2026) =	129.8			
Y (2026) =	130 casos de enfermedades gastrointestinales acumulados			

Proyección con proyecto

Año a proyectar	=	Año anterior	-	porcentaje propuesto/5años	
Y (2022)	=	Y (2021)	-	18%	=
Y (2022)	=	85	-	15,3	69,7
Y (2022)	70 casos de enfermedades gastrointestinales acumulados				

Año a proyectar	=	Año anterior	-	porcentaje propuesto/5años	
Y (2023)	=	Y (2022)	-	18%	=
Y (2023)	=	69,7	-	12,55	57,15
Y (2023)	57 casos de enfermedades gastrointestinales acumulados				

Año a proyectar	=	Año anterior	-	porcentaje propuesto/5años	
Y (2024)	=	Y (2023)	-	18%	=
Y (2024)	=	57,15	-	10,29	46,87
Y (2024)	47 casos de enfermedades gastrointestinales acumulados				

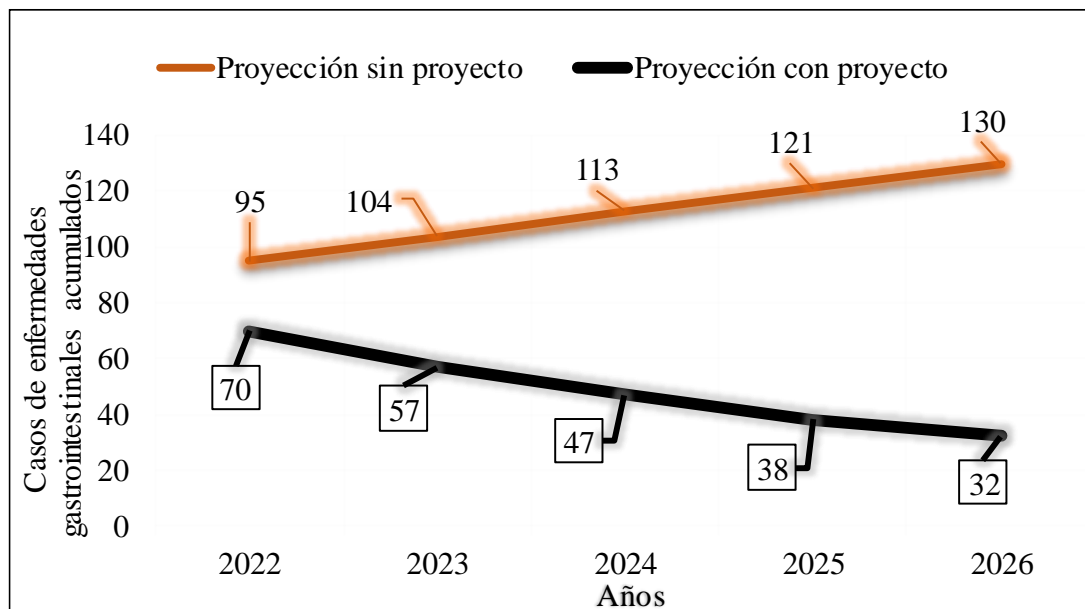
Año a proyectar	=	Año anterior	-	porcentaje propuesto/5años	
Y (2025)	=	Y (2024)	-	18%	=
Y (2025)	=	46,87	-	8,44	38,43
Y (2025)	38 casos de enfermedades gastrointestinales acumulados				

Año a proyectar	=	Año anterior	-	porcentaje propuesto/5años	
Y (2026)	=	Y (2025)	-	18%	=
Y (2026)	=	38,43	-	6,92	31,51
Y (2026)	32 casos de enfermedades gastrointestinales acumulados				

Cuadro 7. Comparativo sin y con proyecto

Año	Proyección sin proyecto	Proyección con proyecto
2022	95	70
2023	104	57
2024	113	47
2025	121	38
2026	130	32

Gráfica 7. Comportamiento de la problemática sin y con proyecto.



Análisis: En el año 2022 sin proyecto habrá 95 casos y con proyecto 70. En el año 2026 sin proyecto habrá 130 casos y con proyecto 32, por lo tanto la problemática crece a medida que pasa el tiempo; de no ejecutarse la presente propuesta, la situación del efecto identificado, seguirá en condiciones negativas, por lo que se hace evidente la necesidad de la pronta implementación de la propuesta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, para solucionar a la brevedad posible la problemática identificada.

Gudelio Gonzalo Pérez Pérez

TOMO II

PROPUESTA DE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERÍO BUENOS AIRES,
ALDEA CUNLAJ, TACANÁ, SAN MARCOS.



Asesor General Metodológico:

Ing. Civil. Jairo Francisco Rodríguez Arévalo

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, agosto de 2022.

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

PRÓLOGO

La falta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos ha provocado aumentó de casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de la comunidad, por lo tanto, la presente investigación se ha denominado: “Propuesta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos”, la cual surge como solución del problema.

Considerando que el acceso agua potable es un derecho fundamental para la salud de las personas, que le permite suplir sus necesidades y le posibilita desarrollar de mejor manera sus actividades cotidianas. Pero el agua potable, es aquella que es apta para el consumo humano y que no represente ningún riesgo para la salud humana. Dado que en los objetivos del desarrollo del milenio se considera que la disponibilidad del agua debe estar al alcance de las comunidades rurales y urbanas.

La presente investigación se limita a los últimos cinco años comprendidos del año 2017 a 2021, y surge a partir de la inminente necesidad que tiene los habitantes de la comunidad de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, el cual carece de un proyecto de abastecimiento de agua potable, tomando en cuenta que la comunidad ya tiene una fuente de agua, pero que por falta de recursos económicos no se ha logrado realizar los estudios técnicos y de ingeniería para la implementación del proyecto.

La presente investigación tiene como objeto hacer valer lo que indica en el código de salud, en su artículo 79, donde indica que es obligación de las municipalidades de abastecer de agua potable a las comunidades situadas dentro de su jurisdicción.

PRESENTACIÓN

El presente informe es el resultado del trabajo de tesis desarrollado como parte del proceso de graduación previo a optar el título que acredite como Ingeniero Civil con énfasis en construcciones Rurales, en el grado académico de Licenciado, conforme a los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y la Facultad de Ingeniería, y con el objeto de aportar una solución viable a la problemática, se consideró realizar la propuesta denominada: “Propuesta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos”.

En la investigación se determinó que existe un deficiente sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos lo que provoca un aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de la comunidad.

Resultante de las consecuencias que provoca la falta de un proyecto de sistemas de abastecimiento de agua potable, y los efectos negativos producidos en la calidad de vida de las personas tanto en el área urbana como rural, es necesario buscar y proponer soluciones viables que garanticen el derecho universal al acceso del agua potable.

La finalidad de la investigación es conocer cuáles son las causas y efectos de la problemática detectada, y para ello es necesario realizar el marco lógico, como parte de la investigación, recolección de datos mediante la aplicación de boletas, análisis de los datos de las causas y efectos para finalmente proponer como medio de solución la propuesta denominada: “propuesta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos”.

I. RESUMEN

En este apartado se presentará de manera resumida el trabajo de graduación. El presente trabajo de graduación fue desarrollado respecto a los lineamientos de Universidad Rural de Guatemala, realizado en caserío Buenos Aires, Aldea Cunlaj, municipio de Tacaná, del departamento de San Marcos.

El desarrollo de estos resultados que conforma el informe final de graduación, mismo que tiene como fin fortalecer el servicio que presta esta unidad técnica que su propósito es mejorar la calidad de sus funciones. Así también tiene el objetivo de realizar una planificación de ingeniería civil sobre el diseño del proyecto de sistema de abastecimiento de agua potable y poder realizar sensibilización y capacitación a los pobladores de la comunidad para que tengan el conocimiento del funcionamiento y los beneficios que tiene el acceso al derecho de agua apta para el consumo humano.

Este informe se estructura de la siguiente manera:

I.1. Planteamiento del Problema

Después del análisis donde se identificó la causa y efecto que tienen relación con el tema a investigar se procede al planteamiento del problema que se presenta a continuación:

La falta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, constituye un medio de propagación de enfermedades gastrointestinales, tales como: cólera, fiebre tifoidea, disenterías, hepatitis, y diarreas. Afectando la salud de los habitantes de la comunidad.

La falta de abastecimiento de agua potable en el caserío de buenos Aires, provoca

que los habitantes acudan a ríos o pozos más cercanos para satisfacer esta necesidad, de esta manera contaminan con químicos el agua, afectando la flora y fauna que se encuentran cercanas a las fuentes que les abastece.

En virtud de lo anterior resulta indispensable la implementación de la Propuesta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

I.2. Hipótesis

Causal:

El aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, durante los últimos cinco años es debido al deficiente abastecimiento de agua potable por falta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío.

En forma de pregunta:

¿Será la falta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos y el deficiente abastecimiento de agua potable la causante del aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes del caserío durante los últimos cinco años?

I.3. Objetivos

I.3.1. General

Disminuir los casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

I.3.2. Especifico

Mejorar el abastecimiento agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

I.4. Justificación

Al no contar con un proyecto de abastecimiento de agua potable, los habitantes de la comunidad se ven afectados por aumento de casos de enfermedades gastrointestinales de tipo parasitario, por consumir agua no potable, los que provocan en la población consecuencias como la anemia y diarreas que al no darle el tratamiento adecuado puede ocasionar hasta la muerte. Además, limita la realización de las actividades diarias el cual evidentemente los mantiene en el subdesarrollo. Por lo consiguiente, se considera de suma importancia la implementación del proyecto de Propuesta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos. Permitiendo aumentar la calidad de vida de los habitantes y con ello garantizar e derecho al acceso de agua potable, de forma eficiente en calidad y cantidad las 24 horas del día. La implementación del proyecto contribuirá a disminuir las enfermedades de origen hídrico que afectan actualmente a la población.

En el año 2022 sin proyecto habrá 95 casos y con proyecto 70. En el año 2026 sin proyecto habrá 130 casos y con proyecto 32, por lo tanto la problemática crece a medida que pasa el tiempo; de no ejecutarse la presente propuesta, la situación del efecto identificado, seguirá en condiciones negativas, por lo que se hace evidente la necesidad de la pronta implementación de la propuesta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, para solucionar a la brevedad posible la problemática identificada.

I.5. Metodología

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

I.5.1. Métodos

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

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

I.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 sobre el aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos. A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación.

Observación directa: Esta técnica se utilizó directamente en la recopilación de información proporcionados por el área de salud, ubicado en aldea Cunlaj, en el periodo de 2017-2021. De manera específica se procedió a realizar la visita a los habitantes de la comunidad.

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.

Entrevistas: Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a las personas de la comunidad antes citada, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Ya poseyendo una visión más clara sobre la problemática del caserío antes citado, 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 independiente y dependiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación. La Grafica de la hipótesis se encuentran en el anexo número 2.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: El aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, durante los últimos cinco años es debido al deficiente abastecimiento de agua potable por falta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío.

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.

I.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 resultados específicos o particulares.

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

Entrevista: previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previas 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 población a investigar: en atención a este tema, el grupo de investigación decidió no efectuar un muestreo estadístico que representara la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 140 personas que habitan en la comunidad antes citada; por lo que para obtener una información más confiable, se censo o investigo a 35 personas que representan las jefes o encargados de las viviendas de la totalidad de la población; con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será del 100% y el 0% de error.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método 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 estas 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, en la investigación documental y las fichas bibliográficas; así como la entrevista a las personas relacionada directamente con la problemática.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista y el censo.

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

I.6. Propuesta de solución

Se sintetiza los resultados propuestos que darán solución a la problemática principal que afecta a los habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Resultado 1: Se cuenta con la Municipalidad de Tacaná como Unidad Ejecutora

Actividad 1. Oficina de la Unidad Ejecutora

Actividad 2. Equipamiento de oficina

Actividad 3. Contratación de personal

Actividad 4. Gestión de financiamiento

Resultado 2: Propuesta de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

Actividad 1: Aforo de la fuente

Actividad 2: Levantamiento topográfico del proyecto

Actividad 3: Análisis de opciones técnicas

Actividad 4: Parámetros de diseño

Acción 1: población actual

Acción 2: Población de diseño

Acción 3: Estimación de la población a futuro

Acción 4: Dotación

Acción 5. Caudal medio diario

Acción 6. Caudal máximo diario

Acción 7. Caudal de horario máximo

Acción 8. Caudal por vivienda unitario

Acción 9. Caudal de bombeo

Actividad 5. Diseño hidráulico de los componentes

Actividad 6. Diseño de la línea de impulsión

Actividad 7. Diseño del tanque

Actividad 8. Red de distribución

Actividad 9. Desinfección

Actividad 10. Obras de arte

Actividad 11. Elaboración de planos

Actividad 12. Elaboración de presupuesto

Actividad 13. Programa de operación y mantenimiento

Actividad 14. Especificaciones técnicas

Resultado 3. Se cuenta con programa de sensibilización a las autoridades ediles.

Actividad 1. Elaboración del reglamento de agua potable

Actividad 2. Reuniones del COCODE para planificación de actividades

Actividad 3. Programa informativo comunitario sobre la propuesta

Actividad 4. Implementar programa de sensibilización sobre métodos de consumo de agua segura.

Actividad 5. Realizar una capacitación a los fontaneros y comités de agua potable para la calidad del agua

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusión

Se comprueba la hipótesis: El aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, durante los últimos cinco años es debido al deficiente abastecimiento de agua potable por falta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío.

Recomendación

Implementar la: Propuesta de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

ANEXOS

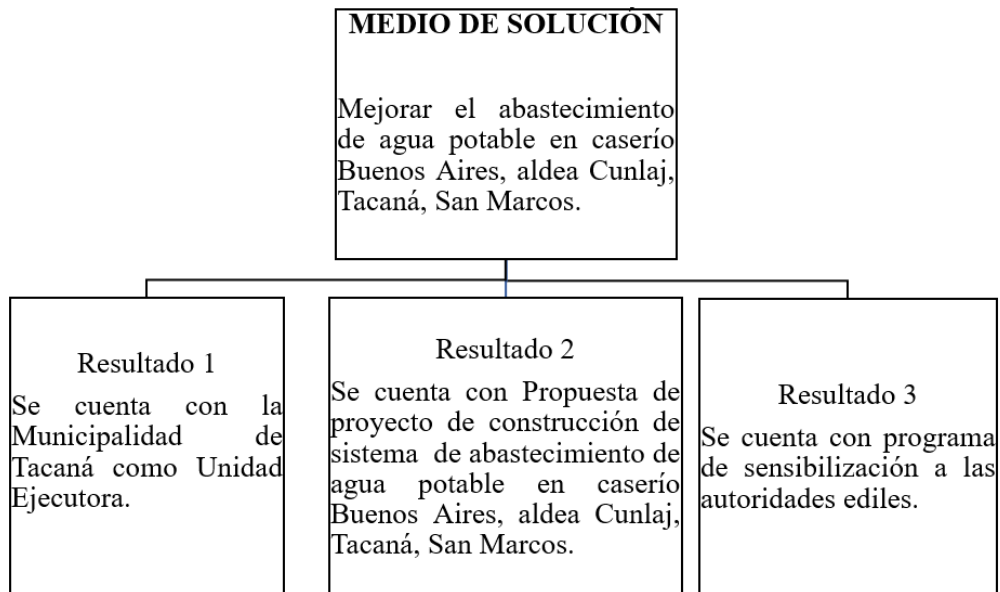
Anexo 1: Propuesta para solucionar la problemática

La propuesta de solución del problema se divide en 3 resultados de interés como son:

El primer resultado comprende el desarrollo de actividades que fortalezcan la Oficina de agua y saneamiento de la Municipalidad de Tacaná.

El segundo resultado comprende el diseño y planificación de proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, en él se detalla el proceso, diseño y cálculo del proyecto. Utilizando las normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano.

El tercer resultado tendrá el desarrollo de actividades y programas de sensibilización a las autoridades ediles.



Resultado 1: Se cuenta con la Municipalidad de Tacaná como Unidad Ejecutora
La propuesta consiste en el Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora “De la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento - OMAS”.

Actividad 1. Oficina de la Unidad Ejecutora

Es la encargada de proporcionar servicios de agua y saneamiento en tiempo y forma, así como la de realizar planes y programas de trabajos en las comunidades para asegurar el bienestar de la población. Atendiendo con eficiencia y responsabilidad las necesidades y proyectos de abastecimiento de agua potable.

Para lograr estas acciones la oficina de agua y saneamiento, diseñara y coordinara acciones para:

1. Mantenimiento de tanques de almacenamiento y distribución de agua potable del proyecto de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.
2. Cloración del agua.
3. Manteamiento de la red distribución.
4. Mantenimiento de los sistemas de cloración.
5. Monitorio del sistema de agua potable.
6. Muestra entrega de resultados de análisis bacteriológico.

Actividad 2. Equipamiento de oficina

Para lograr la sostenibilidad del proyecto de agua potable es necesario contar con mobiliario, equipo y herramientas disponibles para los fontaneros o técnicos de la comunidad. Con ello se busca fortalecer las capacidades de las entidades responsables de la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable en el caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

Actividad 3. Contratación de personal

La oficina Municipal de Agua y Saneamiento será la encargada de contratar personal técnico para realizar programas de capacitación y asistencia técnica a los fontaneros o integrantes de la comisión de agua y saneamiento organizado en las comunidades que cuenten con proyectos de abastecimiento de agua potable. Con ello se garantiza la realización de forma correcta la administración, operación y mantenimiento de los proyectos de agua potable.

Actividad 4. Gestión de financiamiento

La Oficina Municipal de Agua y Saneamiento será la encargada de buscar las fuentes de financiamiento, coordinando los esfuerzos con la Municipalidad, Entidades nacionales e internacionales que tienen presencia en el Municipio de Tacaná. Con el objeto de fortalecer y mejorar la capacidad de recaudación para la mejor prestación de sus servicios en las áreas urbanas y rurales del municipio.

Resultado 2: Propuesta de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

Actividad 1: Aforo de la fuente

Para el proyecto se tiene un caudal de 1.538 l/s.

Actividad 2: Levantamiento topográfico del proyecto

Con la realización de topografía se prevé las posibles rutas de diseño del sistema de agua potable, este proceso permite representar gráficamente los posibles puntos de ubicación de la obra en estudio. El equipo y las herramientas utilizadas son:

- Estación total marca Topcom
ES-55 (línea de conducción)

- Teodolito marca Sokia ser 300
(línea de distribución)

- Trípode
- Prisma y porta prisma
- Cinta métrica de 100 metros
- Estacas de madera
- Pintura
- Clavos
- Martillo

Actividad 3: Análisis de opciones técnicas

Actualmente la comunidad cuenta con una fuente con brote definido, el cual se ubica a una altura menor de donde se localiza el tanque de distribución, por lo tanto, en este tipo de proyectos en donde el agua no puede llegar por gravedad, se necesita de un equipo de bombeo para impulsar el agua hacia el tanque de distribución. Para el presente proyecto se diseñará una primera parte por el sistema de gravedad y la otra parte se considerará el sistema por bombeo que enviará el agua hasta el tanque de distribución. Y de ahí distribuir el agua a cada una de las viviendas de los habitantes de la comunidad mediante el sistema de circuitos abiertos.

Actividad 4: Parámetros de diseño

Acción 1: población actual

El caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, cuenta con una extensión territorial de 700 m², cuenta con 180 habitantes entre hombres y mujeres de diferentes edades, distribuidas en 36 viviendas (según la matriz 1.5 organización del territorio, herramienta PDM-OT Tacaná, San Marcos).

Acción 2: Población de diseño

Para el presente proyecto se tiene un total de 60 viviendas.

Acción 3: Estimación de la población a futuro

Según los cálculos realizados y tomando como base una cantidad de 5 habitantes por vivienda se tiene que actualmente existe una población de 300 personas y que según

la proyección a 22 años que es lo que se tiene contemplado la vida útil del proyecto la población será de 439 personas, y contará con 88 viviendas.

Acción 4: Dotación

Para el sistema de abastecimiento de agua potable de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, se seleccionó una dotación de 90 l/hab/día. Esto a razón que la red de distribución se encontrara definida para que existan conexiones prediales fuera de la vivienda.

Acción 5. Caudal medio diario

Para el sistema de abastecimiento de agua potable de caserío Buenos Aires, Aldea Cunlaj, se tiene un caudal medio diario de 0.457 l/s.

Acción 6. Caudal máximo diario

Para el proyecto de caserío Buenos Aires, Aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, se utilizó un factor de día máximo de 1.2. para el presente proyecto se tiene un caudal máximo diario de 0.548 l/s.

Acción 7. Caudal de horario máximo

Para el proyecto de caserío Buenos Aires, Aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, se utilizó un factor de hora máximo de 2.00. Para el presente proyecto se tiene un caudal horario máximo de 0.914 l/s.

Acción 8. Caudal por vivienda unitario

El caudal unitario de vivienda para el sistema de abastecimiento de agua potable para caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, es de 0,0152 l/s.

Acción 9. Caudal de bombeo

Es la cantidad de tiempo por unidad de tiempo (Q_b) que se necesita bombear y que se requiere para abastecer a la comunidad, el caudal de bombeo para el presente proyecto es de 1,65 l/s.

Actividad 5. Diseño hidráulico de los componentes

Para el presente proyecto se tienen los siguientes datos para realizar el diseño de la tubería que se utilizara en el proyecto en estudio:

Cota de la fuente: 499.213 metros

Cota al tanque de succión: 481.710

Distancia horizontal: 451.44 metros + 1.03 Según infom= 464.98 m

Caudal de día máximo: 0.548 lts/s

Los diámetros seleccionados a utilizar en la línea de conducción del presente proyecto serán tubería de $\frac{3}{4}$ y $1 \frac{1}{4}$.

Actividad 6. Diseño de la línea de impulsión

Para la siguiente fase del proyecto el cual se trabajará por el método de bombeo, se comienza con el diámetro económico, tomando en cuenta la velocidad con que se desplaza el agua al momento de diseñar la línea de conducción por bombeo, ya que por disminuir la sobrepresión generada por el golpe de ariete se recomienda que la velocidad mínima sea de 0,6 m/s y la velocidad máxima de 2 m/s.

Se determinó que la tubería a utilizar es la que menos perdidas de carga produce, para el presente proyecto se utiliza tubería de pvc de diámetro 2" y con una resistencia de 250 psi.

- Cálculo de la potencia de la bomba: Para este proyecto se utilizará una bomba sumergible, con motor de 5 Hp.

Actividad 7. Diseño del tanque

El tanque del presente proyecto tendrá un volumen de 19,60 m³, con dimensiones de 1,60 de altura, 3,50 de ancho y 3,50 de largo. Será construido en mampostería y será de acuerdo a las especificaciones y detalles especificados en los planos.

Actividad 8. Red de distribución

Para el presente proyecto se diseñará con una red de distribución abierta ya que las viviendas se encuentran dispersas en su gran mayoría. Con tubería pvc de diámetro de 1".

Actividad 9. Desinfección

La cantidad de litros que se tratan a través del sistema será el caudal de conducción durante un día. Este caudal es de 0,914 l/s cuyo total es de 78 969,60 litros diarios. Esto significa que se necesitaría 13 tabletas mensuales que se serán colocados por el encargado por el mantenimiento de forma gradual.

Actividad 10. Obras de arte

Estas son utilizadas en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable para optimizar su funcionamiento:

- Válvulas de limpieza: La ubicación de la válvula de limpieza, se detallan en los planos constructivos, específicamente en la estacione E-122.
- Válvulas de aire: Para el presente proyecto se colocará en la estación numero E-124.
- Pasos de zanjón: Para el presente proyecto se tendrá un paso de zanjón que tendrá una longitud de 12 metros y estará ubicado entre las estaciones E-125 y E-136. Los detalles constructivos estarán especificados en los planos.
- Pasos aéreos: Para el presente proyecto se tendrá un paso aéreo que tendrá una longitud de 75 metros y estará ubicado entre las estaciones E-121 y E-123. Los

detalles constructivos estarán especificados en los planos.

- Caja derivadora de caudales: Esta caja será la encargada de distribuir el caudal necesario por medio de vertederos a cada ramal se construirá de concreto ciclópeo las dimensiones y accesorios serán de acuerdo a los planos.

- Caja rompe presión: Para el presente proyecto se instalará una caja rompe presión en el ramal número 1, en la estación E-4.5.

- Válvulas de compuerta de control: Para el presente proyecto se ubicarán tres válvulas de compuerta de control que estarán en las siguientes estaciones de la línea de distribución del proyecto:

1. En el ramal 1 se ubicará en la estación E-8
2. En el ramal 1.1 se ubicará en la estación E-14.4
3. En el ramal 3 se ubicará en la estación E-20

- Conexiones prediales: Son las instalaciones que se colocan dentro del predio de la casa, para que cada familia pueda abastecerse, de agua potable, la conexión predial está formada por las válvulas de globo y el chorro.

Actividad 11. Elaboración de planos

Los planos constructivos para el sistema de abastecimiento de agua potable de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos; están conformados por 19 planos, mismos que se encuentra en otros anexos y que serán: planos de macro-micro localización, plano de curvas de nivel, plano de línea de conducción más línea de distribución, planos de perfil y planta, plano de detalles,

Actividad 12. Elaboración de presupuesto

Para elaborar el presupuesto se realizó la cuantificación y cotización de los materiales según especificaciones y planos finales. Los precios de mano de obra y materiales

están basados en precios y salarios de trabajo y cotizaciones respectivamente. Para los costos indirectos se considera un valor de 35% del costo total de la obra. El valor del proyecto estimado será de Q 1, 295, 000. El presupuesto integrado y desglosado estará en otros anexos.

Actividad 13. Programa de operación y mantenimiento

Para el presente proyecto se propone una tarifa mínima de Q 25,00 por servicio mensual. Este es una tarifa accesible para la población, considerando que las tarifas que propone la municipalidad están en un rango de Q 10,00 a Q25,00 mensuales.

Actividad 14. Especificaciones técnicas

Las especificaciones generales, tienen como objeto dar los lineamientos generales a seguir, en cuanto a calidad de materiales, procedimientos constructivos y acabados durante la ejecución de la obra, como complemento de los planos.

Resultado 3. Se cuenta con programa de sensibilización a las autoridades ediles.

Actividad 1. Elaboración del reglamento de agua potable

La elaboración del documento del reglamento de agua potable del caserío Buenos Aires, aldea, Cunlaj, Tacaná, San Marcos, donde se darán a conocer los derechos y obligaciones que tiene todos los usuarios, para conservar y valorar, haciendo uso correcto del servicio para disfrutar de agua y saneamiento, fomentando la cultura del pago para que el servicio sea funcional.

Actividad 2. Reuniones del cocode para planificación de actividades

En la reunión se socializa que actualmente la comunidad no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable, que abastece a los hogares, debido a esta los habitantes padecen de enfermedades gastrointestinales, ya que no tienen como realizar sus necesidades básicas como: higiene personal, aseo de los alimentos y enceres de

cocina.

Actividad 3. Programa informativo comunitario sobre la propuesta

La reunión será dada por los miembros del cocode de la comunidad, y su finalidad será dar a conocer los aspectos generales que conlleva el desarrollo del proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

En la reunión se dará a conocer las actividades generales que tendrá la implementación del proyecto siendo estas: aforo y verificación de datos, levantamiento topográfico estudio técnico económico de opciones, bases de diseño, obtención de derechos de paso, y legalización del comité de agua potable.

Actividad 4. Implementar programa de sensibilización sobre métodos de consumo de agua segura.

En la capacitación se le dará tiempo al personal de la omas para aclarar toda duda con respecto a los puntos.

Queda a criterio del personal de la omas el desarrollo de la capacitación, considerando el tiempo necesario explicación y resolución de las dudas generadas de los puntos, con el objeto de tener un mejor entendimiento.

Actividad 5. Realizar una capacitación a los fontaneros y comités de agua potable para la calidad del agua

En la capacitación se le dará tiempo al personal de la omas para aclarar toda duda con respecto a los puntos.

Anexo 2: Matriz de Estructura Lógica.

COMPONENTES DEL PLAN	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPUESTOS
<p>Objetivo general</p> <p>Disminuir los casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.</p>	<p>Al quinto año de ejecutada la propuesta, se disminuyen los casos de enfermedades gastrointestinales y a la vez se soluciona un 90% el efecto identificado.</p>	<p>Reportes de la unidad ejecutora.</p>	<p>La Municipalidad implementa la propuesta en otras comunidades.</p>
<p>Objetivo específico</p> <p>Mejorar el abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.</p>	<p>Al quinto año de ejecutada la propuesta, se mejora el abastecimiento de agua potable y a la vez se solucionan en 90% el problema identificado.</p>	<p>Reportes de la unidad ejecutora.</p>	<p>La municipalidad implementa la propuesta en otras comunidades.</p>

<p>Resultado 1</p> <p>Se cuenta con la Municipalidad de Tacaná como Unidad Ejecutora.</p>			
<p>Resultado 2</p> <p>Se cuenta con Propuesta de proyecto de construcción de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.</p>			
<p>Resultado 3</p> <p>Se cuenta con programa de sensibilización a las autoridades ediles.</p>			

Fuente: Pérez Pérez, 2021.

3. OTROS ANEXOS

Anexo 3.1 Elaboración del reglamento de agua potable

Reglamento de agua potable, Proyecto de abastecimiento agua potable, caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

Título I

Disposiciones generales

Capítulo único

Disposiciones generales

Artículo 1º. Objeto:

El objetivo de este reglamento es establecer los derechos y obligaciones que tienen los usuarios de agua potable, para conservar valorar y hacer uso correcto del servicio de agua potable libre de contaminación.

Artículo 2º. Presentación del reglamento

La elaboración del documento del reglamento de agua potable del caserío Buenos Aires, aldea, Cunlaj, Tacaná, San Marcos, donde se darán a conocer los derechos y obligaciones que tiene todos los usuarios, para conservar y valorar, haciendo uso correcto del servicio para disfrutar de agua y saneamiento, fomentando la cultura del pago para que el servicio sea funcional.

Con la aplicación de este reglamento se fomenta la integridad, la transparencia, la rendición de cuentas y la participación de todos, contribuyendo a la convivencia pacífica y prevenir los conflictos que pueda generarse principalmente por incumplimiento de obligaciones y responsabilidades.

Título II

Actores relacionados con el reglamento de agua

Capítulo I

Artículo 3°. Comisión de agua y saneamiento (cas):

Conjunto de 6 personas hombres o mujeres electos en asamblea general. (por lo menos debe ser integrada por una mujer).

Artículo 4°. Sus funciones:

1. Prestar el servicio de agua potable con eficiencia y eficacia.
2. Desinfectar el agua periódicamente.
3. Realizar cortes del servicio de abastecimiento de agua potable, para las familias que hayan cometido alguna falta, según el reglamento.
4. Coordinar con los usuarios las reparaciones de daños en el sistema de agua potable.
5. Informar a los beneficiarios con dos días de anticipación la suspensión del servicio por mantenimiento al tanque de captación y/o distribución.
6. Verificar el buen uso del agua potable, por medio de visitas domiciliarias.
7. Recaudar la tarifa y multas por concepto de sanciones aplicadas según el presente reglamento.
8. Representar legalmente a la comunidad.
9. Elaborar el presupuesto anual para la correcta administración, operación y mantenimiento del sistema de agua potable.
10. Velar por la reforestación en las zonas de recarga hídrica.
11. Realizar rendición de cuentas a los usuarios del sistema, por lo menos dos veces al año (en los meses de junio y diciembre).

Artículo 5°. Asamblea Comunitaria:

Todas y todos los usuarios están obligados a participar en reuniones convocadas por la CAS para recibir información referente a la admiración del servicio de abastecimiento de agua potable y contribuir en la toma de decisiones.

Artículo 6°. Fontaneros:

Personas que promueven el mantenimiento de la infraestructura del sistema de agua, la protección de los recursos naturales y el uso racional del agua. Acompañan a las comisiones de agua y saneamiento.

Artículo 7°. Oficina municipal de agua y saneamiento (omas):

Es la dependencia municipal que brinda asesoría y asistencia técnica a comisiones rurales en administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua.

Artículo 8°. Usuarios:

Es toda persona y su familia, que ha adquirido el servicio de agua potable y tiene sus derechos y obligaciones.

Artículo 9°. Derechos de los usuarios:

1. Gozar del agua potable limpia, sin contaminación, segura y continua.
2. La comisión de agua y saneamiento es responsable de prestar los servicios de agua a la población siempre y cuando todos cumplamos con el reglamento.
3. Disfrutar del servicio de agua potable de una forma continua y segura desde el momento que el cas haga la instalación.
4. Al adquirir el servicio gozara de la cantidad de 15,000 litros de agua al mes.
5. Presentar reclamos ante el cas por fallas, irregularidades o desperfectos en la

prestación del servicio de abastecimiento de agua potable.

6. Hacer las conexiones de agua potable que sean necesarias en su vivienda.
7. Tener voz y voto en la asamblea general para la toma de decisiones sobre cualquier acción relacionada con el servicio de abastecimiento de agua potable.

Artículo 10°. Obligaciones:

Es la responsabilidad o compromisos que tiene el usuario de hacer los pagos correspondientes del servicio de agua potable.

1. Conservar, valorar y hacer uso correcto del servicio de agua potable.
2. Estar al día en el pago del agua potable, son Q 25.00 al año, se debe de pagar en el mes de enero de cada año.
3. Participar en las comisiones de trabajo o en su defecto enviar a una persona mayor de edad, responsable para trabajar si no cumple con esto tendrá una multa de Q 40.00 equivalentes a un jornal de trabajo.
4. Hacer uso adecuado del recurso hídrico.
5. Asistir a reuniones que convoque la cas. Si no asiste a tres reuniones seguidas, se le pondrá una multa de Q25.00.
6. Proteger nacimiento, cuencas, bosques y en general los recursos naturales de la comunidad.
7. Informar a la cas para utilizar el servicio domiciliario en la construcción de viviendas.
8. Participar en las campañas de reforestación.
9. Todo usuario del servicio de abastecimiento de agua potable debe de implementar un sistema de tratamiento y disposición adecuada de las aguas grises y contar con una letrina limpia y en buen estado.

Artículo 11°. Solicitud de servicios:

Toda persona, natural o jurídica, propietaria del inmueble podrá solicitar a la cas, la instalación de uno o más servicios de agua potable, por cada inmueble que posee.

Artículo 12°. Requisitos para un nuevo servicio

1. Realizar solicitud dirigida a la cas conteniendo, lugar y fecha, ubicación del servicio solicitado, fotocopia de escritura del terreno, fotocopia del documento de identificación persona –DPI-, número de teléfono y firma del solicitante.
2. Realizar el pago de tres mil quetzales exactos (Q 3 000.00) siendo usuario y cinco mil quetzales (Q 5 000.00) a los que no son usuario.
3. El solicitante deberá de comprar su caja y accesorios para llevar a cabo la instalación del servicio, donde únicamente el fontanero tiene el derecho a realizar la conexión.
4. La cas concederá por cada servicio 15,000 litros de agua al mes por cada conexión domiciliar, siempre y cuando se cuente con el caudal de agua suficiente para satisfacer la demanda (mayor o menor cantidad será evaluada por la cas con asesoría de la omas).
5. El usuario de servicio de abastecimiento de agua potable se compromete por medio del contrato que suscriben pro la prestación del servicio a pagar la tarifa que la cas establezcan en base a los costos de administración y operación y mantenimiento del servicio.

Capitulo III

Sistema tarifario

Artículo 13°. Tarifas

Por la prestación del servicio de agua potable se debe de pagar a la cas una tarifa de Q 25.00 al año, la cual se debe de pagar de forma anticipada durante el mes de enero de cada año.

A) El usuario que no pague en la fecha establecida se le realizaran dos visitas de cobro por parte de integrante de la cas en un periodo de 15 días entre cada una. Si algún usuario no cancela la deuda, se procederá al corte al corte en el mes de febrero, y para pagar la reconexión del servicio de agua potable deberá de pagar cincuenta quetzales (Q50.00). en la segunda visita se le cobraran Q 20.00 más de multa, haciendo un total de Q95.00.

B) Pagos administrativos

Concepto	Tipo de pago	costo
Suscripción usuario	Beneficiario	Q 3,000.00
Suscripción no usuario	Externo	Q 5,000.00
Reconexión	Servicio de agua	Q 50.00
Traspaso de contrato por herencia y fallecimiento	Servicio de agua	Q 100.00
Traspaso por compraventa o donación	Servicio de agua	Q 100.00
Reposición de contrato	Servicio de agua	Q 100.00
Consumo por construcción	Para construcción de vivienda	Q 100.00
Sesiones no asistidas	Cuando se convoque	Q 25.00
Incumplimiento	Día de trabajo	Q 40.00

Título III

Régimen de prohibiciones

Capítulo único

Prohibiciones y sanciones

Artículo 14°. Prohibiciones:

1. Regar las calles.
2. Extender conexiones a terceras personas o fuera de su domicilio.
3. Usar el agua para riego o en producción agrícola.
4. Usar el agua en viveros forestales privados.
5. Manipular cualquier parte del sistema de agua potable sin autorización.
6. Ocasionar daño a la línea de conducción y distribución del agua potable para la construcción de viviendas.
7. Realizar conexiones de puentado con distinto proyecto.
8. Usar para servicio de car wash.
9. Instalación de bombas de succión a la red.
10. Realizar prácticas de piscicultura.
11. Llenar camiones cisterna para comercializar el agua del sistema.
12. Hacer uso industrial y/o comercial del agua sin tener contador instalado.

Artículo 15°. Sanciones:

a) Conexiones ilícitas: El vecino que sea sorprendido con una conexión ilícita se procederá al corte del servicio inmediatamente y se le impondrá una multa, además se convocara a asamblea comunitaria para decidir que procede con el vecino.

a.1. En caso de faltas leves, como irresponsabilidad en el uso inadecuado del servicio de agua, se les aplicara una multa equivalente a cien quetzales (Q 100.00)

a.2. En el caso de faltas graves se le aplicara una suspensión de 15 días, con una multa de acuerdo a sus ingresos financieros, la cas puede determinar la suspensión temporal o definitiva del servicio.

b) Jornales de trabajo: El usuario que falte a un jornal de trabajo y que este informado con anticipación, se le impondrá una multa de cuarenta quetzales (Q 40.00).

c) Producción agrícola: El usuario que utilice el agua potable para producción agrícola (riego, cosecha), se le advierte de forma verbal al usuario que la próxima vez que sea sorprendido usando el agua para producción agrícola, tendrá una multa de cien quetzales (Q 100.00); dicha cuota debe ser cancelada en ocho días, de lo contrario el servicio de agua será suspendido.

Artículo 16°. Casos no previstos:

Los casos no contemplados dentro del presente reglamento serán resueltos por los miembros de la comisión de agua y saneamiento –cas-, con asesoría de representante de la Omas.

Artículo 17°. Vigencia:

El presente reglamento entra en vigencia después de notificarse la certificación municipal.

Anexo 3.2 Aforo de la fuente

Para el presente proyecto, se aforo el brote definido, para determinar el caudal propio de la fuente, se hizo empleando el método volumétrico. Para ello, se utilizó un recipiente de 5 galones, un tubo pvc de diámetro de 4" para recolectar el agua, y un cronometro para tomar el tiempo que lleva para llenar el recipiente, este procedimiento se realizó cinco veces y el promedio se utilizó en el diseño.

Tabla 7. Datos del aforo realizado de la fuente de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

AFORO DEL NACIMIETO		
No.	Tiempo de llenado (s)	Volumen del recipiente (L)
1	12.20	18.925
2	12.35	18.925
3	12.45	18.925
4	12.05	18.925
5	12.50	18.925
6	12.27	18.925
Promedio	12.30	18.925

Fuente: elaboración propia.

$$\text{Promedio} = \frac{(12.20 + 12.35 + 12.45 + 12.05 + 12.50 + 12.27)\text{segundos}}{6}$$

$$\text{Promedio} = \frac{73.82 \text{ segundos}}{6} = 12.30 \text{ Segundos}$$

Teniendo los datos proporcionados de la tabla anterior, se procede a determinar el caudal de la fuente, usando la siguiente formula:

$$V = 1 \text{ gálon} = 3.785 \text{ litros} \quad V = 5 \text{ galones} = 3.785 \text{ litros} = 18.925 \text{ litros}$$

$$Q = \frac{\text{volumen}}{\text{tiempo}} = \frac{18.925 \text{ lt}}{12.30 \text{ s}} = 1.538 \text{ l/s}$$

Con los resultados obtenidos del caudal aforado, servirá de base para determinar si la fuente es capaz de abastecer a la población beneficiada del caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

Anexo 3.3 Libreta topográfica del proyecto

A) De la captación al tanque de distribución

PTO	Y	X	Z	DESCRIPCION
R1	1000	1000	500	
100	1004.085	1000	500.306	N
101	989.196	994.49	504.235	NACIMIENTO
102	988.845	995.589	503.518	TN
103	990.108	996.358	503.245	TN
104	991.112	995.123	504.768	TN
105	992.79	996.09	503.766	TN
106	993.043	994.229	504.736	TN
107	993.27	992.8	504.601	TN
108	995.745	993.592	503.446	NACI
109	995.42	995.08	504.12	TN
110	994.555	996.988	503.034	TN
111	997.215	994.624	503.861	TN
112	998.548	999.093	501.118	TN
113	997.176	1000.873	499.685	TN
114	1000.632	998.172	501.778	TN
115	994.002	1000.527	500.457	TN
116	995.985	1001.363	499.213	LC
117	987.458	1011.922	492.841	LC
118	982.386	1016.91	491.595	LC
119	975.561	1040.709	483.298	LC
120	975.128	1056.435	483.236	R1
121	983.458	1084.701	469.029	PAE
122	979.537	1071.21	476.543	LC
123	1030.519	1138.04	470.141	PAE
124	1050.366	1154.469	483.387	LC
125	1059.644	1158.211	482.023	PZ
126	1114.014	1177.251	479.854	LC
127	1156.999	1173.402	480.459	R4
128	1163.444	1164.81	475.498	LC
129	1136.663	1169.251	479.987	R3
130	1205.583	1189.059	474.137	LC
131	1234.177	1189.853	475.243	LC
132	1258.174	1195.141	475.032	LC
133	1276.369	1199.534	473.462	LC
134	1132.547	1158.237	472.165	LC
135	1106.169	1170.029	470.591	LC
136	1087.896	1165.643	470.353	LC
137	1202.309	1188.621	473.334	R5
138	1245.267	1211.851	487.188	R6
139	1287.635	1213.684	484.59	R7
140	1297.753	1205.836	478.474	TN
141	1293.88	1200.685	477.965	TN
142	1287.669	1197.619	476.929	TN
143	1285.124	1205.304	480.42	TN
144	1291.007	1208.408	481.71	TN
145	1295.302	1211.108	481.589	TN
146	1293.067	1214.358	483.377	TN
147	1282.609	1210.779	482.737	TN

148	1295.085	1225.44	486.864	LC
149	1319.05	1257.312	496.118	R8
150	1308.827	1241.112	487.254	LC
151	1326.139	1264.222	499.377	LC
152	1333.4	1275.716	504.187	LC
153	1350.013	1298.973	521.383	R9
154	1361.028	1312.748	531.158	LC
155	1371.425	1319.803	540.769	R10
156	1389.832	1328.845	543.739	R11
157	1405.197	1340.595	539.255	R12
158	1407.823	1338.009	539.49	TN
159	1401.238	1338.937	540.209	POSTE
160	1403.627	1338.181	540.129	TN
161	1402.099	1346.945	537.388	TN
162	1405.596	1345.826	537.563	TN
163	1410.877	1344.318	537.107	TN
164	1412.825	1350.437	535.477	TN
165	1407.78	1350.471	535.988	TN
166	1402.303	1351.436	535.981	TN
167	1399.906	1343.676	539.115	TN

P.O.	D.H.	H.S.	H.M.	H.I.	AZIMUT			ZENIT			A.i	OBSERVACIONES	YP=	XP	YT	XT	COTA
1	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	100.0000
1.1	18.0766	1.891	1.8	1.709	224	23	46	85	16	39	1.453	R12	-12.9161214	-12.6466833	-12.9161214	-12.6466833	101.1463
1.2	10.9724	1.757	1.7	1.643	164	13	7	78	49	57	1.453	R11	-10.5587848	2.98413088	-10.5587848	2.98413088	101.9191
1.3	4.1917	1.921	1.9	1.879	208	45	21	87	26	44	1.453	LC	-3.67473278	-2.0165142	-3.67473278	-2.0165142	99.7400
1.4	9.0208	1.246	1.2	1.154	274	51	11	98	1	18	1.453	C-1 YESENIA SOLIS	0.76316836	-8.98850338	0.76316836	-8.98850338	98.9817
1.5	9.2261	1.749	1.7	1.651	47	53	6	104	0	16	1.453	LC	6.18720577	6.84391354	6.18720577	6.84391354	97.4519
1.6	17.5994	1.288	1.2	1.112	72	11	14	90	20	7	1.453	C-2 PUBINELSON	5.38379003	16.7557033	5.38379003	16.7557033	100.1500
1.7	22.5485	1.118	1	0.882	35	3	59	102	11	8	1.453	LC	18.455671	12.9546952	18.455671	12.9546952	95.5838
1.8	36.6221	1.187	1	0.813	35	30	52	98	17	31	1.453	C-3 ARISTEO SOLIS	29.809285	21.274097	29.809285	21.274097	95.1157
1.9	43.4789	1.322	1.1	0.878	26	12	19	98	16	52	1.453	LC	39.0100729	19.1997992	39.0100729	19.1997992	94.0247
1.10	49.8092	0.754	0.5	0.246	26	22	37	98	1	41	1.453	C-4 IGLESIA CATOL	44.6235755	22.1289587	44.6235755	22.1289587	93.9279
2	69.8775	1.752	1.4	1.048	18	34	21	94	56	31	1.453	Estacion + LC	66.2384231	22.2563051	66.2384231	22.2563051	94.0108
2.1	5.4000	1.427	1.4	1.373	103	38	12	89	52	58	1.494	C-5 JOSE + 15 M	-1.27312068	5.24775377	64.9653024	27.5040588	94.1159
2.3	13.9993	1.77	1.7	1.63	154	36	42	89	36	23	1.494	C-6 +20M FLAVIO	-12.6473197	6.00223332	53.5911034	28.2585384	93.9010
2.3	9.9613	1.656	1.6	1.544	302	19	50	109	25	28	1.494	C-7 RUBEN ROBLE	5.32733194	-8.41706424	71.565755	13.8392408	90.3921
3	32.2385	1.172	1	0.828	15	12	45	104	31	1	1.527	LC	31.1088628	8.45937928	97.3472859	30.7156843	86.1902
3.1	22.6965	0.621	0.5	0.379	16	15	40	104	26	0	1.527	C-8 + 12 LAD I. ROI	21.7885597	6.35537058	119.135846	37.0710549	81.3757
3.2	0.9921	1.205	1.2	1.195	83	8	56	95	6	23	1.527	C-9 + 20 M VICTOR	0.1183447	0.9849941	97.4656306	31.7006784	86.4286
3.3	14.7867	2.984	2.91	2.836	225	3	54	88	16	57	1.527	LC	-10.4439111	-10.4676345	86.9033747	20.2480498	85.2506
3.4	30.5797	2.458	2.3	2.142	265	19	31	100	21	5	1.527	C-10 CARLOS HUM	-2.49221263	-30.4780195	94.8550732	0.23766481	79.8316
3.5	48.3848	1.763	1.5	1.237	237	51	30	106	26	40	1.527	C-11 NEHEMIAS SA	-25.7413997	-40.9690925	71.6058862	-10.2534081	71.9360
3.6	53.2174	2.488	2.2	1.912	288	3	13	106	0	43	1.527	C-12 DARY LUCAS	16.4924378	-50.5973643	113.839724	-19.8816799	70.2454
4	28.5529	1.449	1.3	1.151	40	29	31	101	48	16	1.527	LC	21.7143865	18.5405588	119.061672	49.2562432	80.4499
4.1	24.5921	2.623	2.5	2.377	114	20	8	88	58	30	1.552	C-13 ROLANDO PE	-10.1339206	22.4070615	108.927752	71.6633047	79.9419
4.2	14.8547	1.58	1.5	1.42	61	3	44	105	31	5	1.552	LC	7.18760735	13.0000618	126.24928	62.2563049	76.3773
4.3	45.9828	1.752	1.5	1.248	42	59	46	107	13	13	1.552	LC	33.631803	31.3578962	152.693475	80.6141393	66.2500
4.4	50.6145	1.477	1.2	0.923	35	35	27	107	5	31	1.552	C-17 DANIEL EDUA	41.1594092	29.4572837	160.221082	78.7135269	65.2386
4.5	79.4501	2.218	1.8	1.382	38	54	26	102	52	25	1.552	LC	61.8251807	49.8995004	180.886853	99.1557436	62.0439
5	111.6562	1.8	1.213	0.626	39	47	26	102	46	44	1.552	LC	85.7954339	71.4581046	204.857106	120.714348	55.4645
6	35.6706	1.579	1.4	1.221	349	17	18	93	26	48	1.512	LC	35.0490451	-6.2997767	239.906151	114.08437	53.4281
6.1	13.9911	1.371	1.3	1.229	287	18	56	96	57	57	1.595	C-18 ONORIO MIG	4.16424101	-13.3570651	244.070392	100.727305	52.0137
14	372.7505	2.1	0.1	-1.9	281	51	59	105	7	47	1.537	C-26 ALEJANDRO S	76.6487328	-364.784731	316.554884	-250.700361	34.0818
6.2	327.6524	2	0.1	-1.8	280	29	34	111	47	13	1.537	LC	59.6692886	-322.173307	299.57544	-208.088937	14.5538
6.3	312.1085	2.1	0.2	-1.7	280	7	49	115	0	15	1.537	LC	54.8958107	-307.24282	294.801962	-193.15845	9.8526
14.1	166.7750	1.7	0.8	-0.1	94	26	30	105	43	38	1.537	LC	-12.9157357	166.274104	303.639149	-84.426257	27.8550
14.2	187.0614	1.39	0.4	-0.59	95	57	2	103	35	39	1.424	LC	-19.3926931	186.053496	297.162191	-64.646865	29.8711
14.3	247.7066	1.66	0.42	-0.82	97	32	22	88	1	44	1.424	LC	-32.501263	245.565121	284.053621	-5.13524021	32.6109
14.4	291.0224	2	0.5	-1	96	26	58	80	2	18	1.424	C-28 GENORIA SOI	-32.6895237	289.180637	283.865361	38.4802762	36.1202

7	42.6810	1.222	1	0.778	15	57	14	101	20	52	1.595	LC	41.0370748	11.7314583	285.107467	112.458763	45.4576
7.1	20.1970	1.401	1.3	1.199	27	2	32	90	41	54	1.575	Mojon	17.9888964	9.18250466	303.096364	121.641268	45.4864
8	18.4163	1.498	1.4	1.302	356	53	26	104	13	33	1.575	LC	18.3892357	-0.99896554	303.496703	111.459798	40.9637
9	27.4786	1.543	1.4	1.257	349	34	9	101	25	15	1.537	LC	27.0245032	-4.97495891	330.120867	116.666309	40.0723
9.1	9.5649	1.248	1.2	1.152	36	14	52	86	32	2	1.577	Mojon	7.71378957	5.6555245	337.834656	122.321834	41.0287
9.2	37.4263	0.788	0.6	0.412	310	2	24	93	53	50	1.577	Mojon	24.077176	-28.6534122	354.198043	88.0128968	38.4997
10	63.5123	1.518	1.2	0.882	309	25	37	92	7	40	1.537	LC	40.3362875	-49.0591441	370.457154	67.607165	38.0496
11	22.9434	0.917	0.8	0.683	240	44	32	98	1	48	1.535	LC	-11.2133394	-20.0164841	359.243815	47.5906808	35.5479
12	60.3713	1.63	1.3	0.97	291	23	18	106	58	47	1.465	LC	22.0166381	-56.2135294	381.260453	-8.62284857	17.2789
15	28.5854	0.949	0.8	0.651	90	26	47	78	21	9	1.563	ESTACION DE REF	-0.22270507	28.5844978	-0.22270507	28.5844978	97.6554
15.1	12.0488	0.862	0.8	0.738	270	22	53	99	41	17	1.563	C-29 ENEDINA VA	0.0802024	-12.0485717	-0.14250266	16.5359261	96.3615
15.2	35.8991	3.482	3.3	3.118	179	59	12	96	44	11	1.563	C-30 OILIVERIO PE	-35.8991482	0.00835411	-36.1218533	28.5928519	91.6781
15.3	14.1848	1.671	1.6	1.529	121	42	34	91	52	29	1.563	C-33 HECTOR SOLI	-7.45570102	12.067359	-7.67840609	40.6518568	97.1541
15.4	12.9973	1.366	1.3	1.234	65	8	9	97	7	8	1.563	C-34 SHANY PAS	5.46494224	11.7925165	5.24223717	40.3770143	96.2952
15.5	13.5554	1.368	1.3	1.232	82	35	11	93	17	0	1.563	LC	1.74906766	13.4420726	1.5263626	42.0265704	97.1408
15.6	30.8157	1.055	0.9	0.745	57	4	44	94	25	20	1.563	C-35 ESCUELA	16.7478308	25.8673013	16.5251258	54.4517991	95.9353
15.7	28.7009	1.044	0.9	0.756	72	27	17	93	21	48	1.563	C-36 COCINA IGLES	8.65214755	27.3656811	8.42944248	55.9501789	96.6317
15.8	26.5993	2.341	2.2	2.059	39	0	44	103	46	59	1.563	C-37 AUXILIATURA	20.6679922	16.7439113	20.4452871	45.3284091	90.4934
15.9	26.1876	1.152	1	0.848	65	51	43	111	51	15	1.563	C-38 LAURA PRISC	10.709059	23.8978041	10.4863539	52.4823019	87.7154
16	51.8717	1.478	1.2	0.922	54	13	57	105	0	28	1.563	LC	30.3188984	42.0884893	30.3188984	42.0884893	86.4565
16.1	18.2429	0.692	0.6	0.508	218	55	42	95	18	7	1.665	C-39 ADNETH SOLIS	-14.1917376	-11.4628805	16.1271608	30.6256088	85.8285
16.2	9.4356	1.35	1.3	1.25	9	49	7	103	44	35	1.665	LC	9.29740609	1.6090512	39.6163045	43.6975405	84.5138
16.3	17.7290	1.498	1.4	1.302	140	25	18	107	59	49	1.665	LC	-13.6646871	11.2957112	16.6542114	53.3842005	80.9620
17	30.6764	2.468	2.3	2.132	93	15	35	107	9	22	1.665	LC	-1.74432934	30.6267981	28.5745691	72.7152875	76.3513
17.1	6.6964	0.934	0.9	0.866	258	32	21	97	5	28	1.534	C-40 ROSA MATIAS	-1.3305605	-6.56285224	27.244013	66.1524352	76.1522
17.2	38.1369	0.991	0.8	0.609	112	40	49	92	19	44	1.534	C-41 FAUSTO SOLI	-14.7051573	35.1878272	13.8694117	107.903115	75.5343
17.3	31.0161	0.956	0.8	0.644	104	18	54	94	24	11	1.534	C-42 MIBIANA RAQ	-7.66881623	30.05309	20.9057529	102.768377	74.6970
17.4	42.5776	1.64	1.4	1.16	60	23	38	109	38	23	1.534	LC	21.0348163	37.0187791	49.6093854	109.734067	61.2908
17.5	68.2002	1.558	1.2	0.842	58	34	58	102	35	10	1.534	LC	35.5504544	58.2016472	64.1250235	130.916935	61.4581
18	93.0755	1.689	1.2	0.711	56	8	31	102	41	48	1.534	LC	51.855856	77.2918211	80.4304251	150.007109	55.7155
18.1	25.5389	1.333	1.2	1.067	39	28	34	101	31	16	1.38	LC	19.7122003	16.2365086	100.143625	166.243617	50.6897
18.2	57.3290	3.898	3.6	3.302	58	4	13	101	15	24	1.38	C-43 VICTORIA SO	30.3200616	48.6549381	110.750487	198.662047	42.0851
19	253.9243	2.47	1.2	-0.07	139	24	42	90	59	20	1.39	R12	-192.831113	165.208155	-192.831113	165.208155	95.8070
19.1	220.4823	1.503	0.4	-0.703	311	34	18	88	40	35	1.39	C-44 EFSILIA MATI	146.302423	-164.948606	-46.5286904	0.25954982	101.8913
19.2	216.9956	2.285	1.2	0.115	308	1	14	90	15	28	1.39	C-45 BALDY PEREZ	133.657174	-170.946932	-59.1739392	-5.73877677	95.0207
19.3	211.9979	2.46	1.4	0.34	308	1	3	90	10	56	1.39	LC	130.569931	-167.016717	-62.261182	-1.80856211	95.1228
19.4	168.3204	1.95	1.1	0.25	307	5	29	95	42	16	1.39	C-46 GENARO PERI	101.512057	-134.264938	-91.3190555	30.9432177	79.2832
19.5	181.7883	1.61	0.7	-0.21	306	38	27	91	57	16	1.39	C-47 PEREZ MORAL	108.490694	-145.865549	-84.3404193	19.3426066	90.2935
19.6	169.8855	2.05	1.2	0.35	303	29	42	91	29	13	1.39	C-48 ANGEL PEREZ	93.7537437	-141.673316	-99.0773693	23.5348393	91.5871
19.7	193.9972	2.67	1.7	0.73	304	0	56	90	13	7	1.39	LC	108.525505	-160.801489	-84.3056081	4.40666596	94.7568
19.8	148.9898	2.345	1.6	0.855	294	32	11	90	28	30	1.39	LC	61.8711385	-135.535644	-130.959975	29.6725118	94.3618
19.9	148.8660	2.045	1.3	0.555	296	45	27	91	43	6	1.39	C-49 ROMEO PERE	67.021766	-132.925453	-125.809347	32.2827022	91.4311
19.10	132.5041	2.465	1.8	1.135	297	24	28	93	30	3	1.39	C-50 FLORINDA PE	60.9943193	-117.630885	-131.836794	47.5772704	87.2908
19.11	125.0591	1.026	0.4	-0.226	287	47	41	91	55	22	1.39	LC	38.218997	-119.075922	-154.612116	46.1322337	92.5986
19.12	95.9197	1.28	0.8	0.32	276	42	21	91	39	25	1.39	LC	11.2007252	-95.2635266	-181.630388	69.9446287	93.6223
19.13	51.8132	0.86	0.6	0.34	271	35	8	93	26	9	1.39	LC	1.43365312	-51.7933942	-191.39746	113.414761	93.4862
19.14	7.5186	0.738	0.7	0.662	169	56	5	95	56	26	1.39	LC	-7.40287568	1.31402488	-200.233989	166.52218	95.7146
19.15	25.1857	1.026	0.9	0.774	64	58	46	88	38	7	1.39	C-51 CECILIO BRAV	10.6521276	22.8221811	-182.178985	188.030336	96.8970
19.16	43.1729	1.92	1.7	1.48	46	28	29	97	52	49	1.39	C-52 LUIS BRAVO	29.7320867	31.3034117	-163.099026	196.511567	89.5214
20	58.0665	1.891	1.6	1.309	341	35	14	87	15	17	1.39	LC	55.0938093	-18.3409184	-137.737304	146.867237	98.3813
20.1	19.0450	2.715	2.6	2.485	302	31	16	114	29	56	1.39	LC	10.238797	-16.0586316	-127.498507	130.808605	88.4925
21	81.3989	1.807	1.4	0.993	33	52	51	89	47	18	1.387	LC	67.5772614	45.3772288	-70.1600423	192.244466	98.6690
21.1	11.3292	0.557	0.5	0.443	295	5	42	94	31	16	1.442	C-53 MARCOS SALI	4.80492991	-10.2597576	-65.3551124	181.984708	98.7152
21.2	56.1849	1.601	1.3	0.999	14	14	40	104	58	0	1.442	LC	54.4574422	13.8248077	-15.7026001	206.069273	83.7914
21.3	85.1596	1.653	1.2	0.747	13	45	36	104	11	5	1.442	LC	82.7155341	20.2556641	12.5554917	212.50013	77.3865
21.4	103.5254	2.953	2.4	1.847	13	36	3	104	39	0	1.442	C-54, C-55, C-56, C-5	100.622327	24.344652	30.4622849	216.589118	70.6482

Anexo 3.4 Parámetros de diseño

Acción 1: Población actual

El caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, cuenta con una extensión territorial de 700 m², cuenta con 180 habitantes entre hombres y mujeres de diferentes edades, distribuidas en 36 viviendas (según la matriz 1.5 organización del territorio, herramienta PDM-OT Tacaná, San Marcos).

Acción 2: Población de diseño

Para realizar el diseño de un proyecto de abastecimiento de sistema de agua potable, se necesita considerar como se comporta el incremento de la población durante la vida útil que tendrá el proyecto.

Para el Infom (2011). Para la proyección a futuro en el diseño del presente proyecto se utilizó el método geométrico, ya que este método es el que más se aproxima para definir a la población real a futuro. Se utiliza la siguiente formula:

$$Pf = Pi * (1 + r)^n$$

Donde:

Pf = número de habitantes al final del periodo de diseño

Pi = número de habitantes actuales

r = tasa de crecimiento geométrico

n = periodo de diseño correspondiente en años.

Acción 3: Estimación de la población a futuro

Para el presente proyecto se tiene un total de 60 viviendas, considerando que este será el número de beneficiarios que abastecerá el proyecto, esto a razón que hay personas que serán beneficiadas, que poseen terreno propio en la comunidad, pero que aún no cuenta con vivienda construida.

A continuación, se detallan los datos recabados:

Tabla 8. Cálculo de la población futura

Datos	Caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.
Densidad de vivienda asumida (habitantes/casa)	5
Conteo de casas	60
Población inicial (actual)	300
Tasa de crecimiento	1.74 % (PDM OT, 2018-2032, pag.26)
Periodo de diseño	22 años
Población futura	439 habitantes
Viviendas futuras	88 viviendas

Fuente: Pérez Pérez, 2020.

Población futura

$$Pf = Pi * (1 + r)^n$$

Sustituyendo datos

$$Pf = 300 * (1 + 1.74 \%)^{22} = 438.47 = 439 \text{ habitantes}$$

Viviendas futuras

$$V_f = 60 * (1 + 1.75\%)^{22} = 87.88 = 88 \text{ viviendas}$$

Acción 4: Dotación

Es la cantidad de agua asignada a un habitante en un día en una población. Comúnmente se expresa en litros por habitante por día: l/hab./día. Para la elección adecuada de la dotación se tomó en cuenta los factores siguientes:

- Clima
- Nivel de vida
- Actividades productivas
- Abastecimiento privado
- Servicios comunales o públicos
- Facilidad de drenaje
- Calidad y cantidad del agua
- Medición
- Administración del sistema, Presiones.

Si los hubiere deberán tomarse en cuenta estudios de demanda de la población o poblaciones similares. A falta de éstos se tomaron los valores siguientes:

- Servicio a base de llena cántaros exclusivamente: 30 a 60 l/hab/día.
- Servicio mixto de llena cántaros y conexiones prediales: 60 a 90 l/hab/día.
- Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda: 60 a 120 l/hab/día

Para el sistema de abastecimiento de agua potable de caserío Buenos Aires, Aldea Cunlaj, se seleccionó una dotación de 90 l/hab/día. Esto a razón que la red de

distribución se encontrara definida para que existan conexiones prediales fuera de la vivienda.

Acción 5. Caudal medio diario

Es la población de agua que consume la población en un día. Este caudal se puede obtener del promedio de consumos diarios durante un año, pero cuando no se cuenta con registros de consumos diario se puede en función de la población futura y la dotación asignada en un día. Para la obtención de este dato, nos basamos en la siguiente formula, propuesta por el Infom:

$$Q_{md} = \frac{P_f * Dotacion}{86400}$$

Donde:

Qmd = caudal medio diario en Lts/s

Pf = población futura

86 400 = cantidad de segundos en un día

Dotación = 90 l/hab/día

Tabla 9. Cálculo de caudal medio

Datos	Caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.
Población futura	439
Dotación	90 l/hab/día
Qmd total	0.457 lts/s

Sustituyendo datos en la formula

$$Q_{md} = \frac{439 \text{ habitantes} * 90 \text{ litros/habitante/día}}{86400 \text{ s/día}} = 0.457 \text{ lts/s}$$

Acción 6. Caudal máximo diario

El caudal máximo diario es un ajuste que recomienda las guías de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano, debido a que el consumo de agua no es el mismo en verano que en invierno, por lo tanto, se debe de multiplicar por el factor máximo diario (fmd) para aumentar el caudal y así cumplir con la demanda solicitada. El fmd puede variar de 1.2 a 1.5 y se recomienda utilizarlo de la siguiente manera:

- Para poblaciones menores de 1,000 habitantes utilizar un fmd de 1.2 a 1.5
- Para poblaciones mayores de 1,000 habitantes utilizar un fmd 1.2

Para el proyecto de caserío Buenos Aires, Aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, se utilizó un factor de día máximo de 1.2.

El caudal máximo diario esta viene dado por la fórmula que propone las normas de diseño de Infom:

$$QMD = Qmd * fmd$$

Donde:

QMD = caudal máximo diario en Lts/s

Fdm = factor máximo diario

Qmd = caudal medio diario

Tabla 10. Cálculo de caudal máximo diario

Datos	Caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.
Caudal medio diario	0.457 lts/s
Factor máximo diario	1.2
Caudal máximo diario	0.548 lts/s

Sustituyendo datos

$$QMD = 0.475 \frac{\text{lts}}{\text{s}} * 1.2 = 0.548 \text{ lts/s}$$

Acción 7. Caudal de horario máximo

Este es el caudal para que se diseñen las redes de distribución de todo sistema de abastecimiento de agua potable, teniendo como objeto poder cubrir las demandas en las horas de máximo consumo. Estos gastos se obtienen mediante la multiplicación del caudal medio diario por el factor de hora máximo.

Entonces el factor de hora máximo es un incremento que se da al caudal medio diario, este factor de hora máxima se encuentra en un rango de:

- Para poblaciones rurales menores de 1,000 habitantes utilizar un qhm de 2.00 a 3.00
- Para poblaciones rurales mayores de 1,000 habitantes utilizar un qhm 2.00

Para el proyecto de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, se utilizó un factor de hora máximo de 2.00.

Para obtener el factor de hora máximo, se usa la siguiente formula:

$$QHD = Qm * fhm$$

Donde:

QHM = caudal máximo horario L/s

Qm = caudal medio diario L/s

FHM = factor de hora máxima

Tabla 11. Cálculo de caudal de hora máximo

Datos	Caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.
Caudal medio diario	0.457 lts/s
Factor máximo diario	2
Caudal horario máximo	0.914 lts/s

Sustituyendo datos

$$QHM = 0.457 \frac{L}{s} * 2 = 0.914 \frac{L}{s}$$

Acción 8. Caudal instantáneo

El caudal instantáneo tiene por objetivo representar la cantidad de agua en litros por unidad de tiempo en segundos que pasaría por una tubería si teóricamente todas las conexiones domiciliarias de un ramal estuvieran abiertos al mismo tiempo. Según las normas de infom este caudal no puede ser menor a 0.20 litros, de ser así, se tomaría como valor mínimo el valor proporcionado por las normas. Este caudal es utilizado cuando se diseñan redes de distribución abiertas.

Para el diseño de un ramal de un sistema de abastecimiento de agua potable, se debe de realizar una comparación entre los cálculos del caudal obtenido con el factor

máximo horario y el criterio de uso simultaneo. Deberá de utilizarse el mayor de ambos, para el diseño de la tubería de dicho ramal en estudio.

El caudal instantáneo se calcula multiplicando un coeficiente que depende de la forma en la que se brindara el agua a los pobladores; Según el infom (2011), considera los siguientes; conexiones intradomiciliares, llena cantaros o predial, con la raíz cuadrada de n cantidad de viviendas menos uno, la fórmula utilizada es la siguiente:

$$Q_{\text{instantáneo}} = K * \sqrt{nviv-1}$$

Donde:

$Q_{\text{instantáneo}}$ = caudal instantáneo L/s

K = coeficiente

nviv = número de viviendas futuras existentes en el ramal

Siendo los valores de K los siguientes:

K = 0.15 servicio de llena cantaros

K = 0.20 servicios prediales

Para el proyecto de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, se utilizó el valor de K= 0.20.

Como ejemplo, se calculará el caudal instantáneo para el ramal 1.1 de la red de distribución de agua potable de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, dicho ramal cuenta con tres viviendas actuales y el factor de crecimiento poblacional es de 1.51 habitantes por vivienda, considerando que la densidad de la población es de 5 habitantes/vivienda. El caudal se calcula de la siguiente forma:

Paso 1. Habitantes actuales:

$$Po = Dhab * Vivac$$

Donde:

Po = población inicial (habitantes)

Dhab = Densidad de habitantes/vivienda

Vivact = cantidad de viviendas actuales

Sustituyendo datos

$$Po = 5 \frac{\text{habitantes}}{\text{vivienda}} * 3 \text{ viviendas} = 15 \text{ habitantes}$$

Paso 2. Cantidad de habitantes futuros:

$$Pf = Pi * FDC$$

Donde:

Pf = Población futura

Pi = población inicial

FDC = Factor de Crecimiento (1.51)

Sustituyendo datos

$$Pf = 15 \text{ habitantes} * 1.51 = 22.65 \text{ hab} = 23 \text{ habitantes}$$

Paso 3. Cantidad de viviendas futuras

$$Vivfut = Df * FDC$$

Donde:

Vivfut = Viviendas futuras

FDC = Factor de Crecimiento (1.51)
Df = Cantidad de habitantes futuros

Sustituyendo datos:

$$\text{Vivfut} = 3 \text{ viviendas} * 1.51 = 4.53 \text{ Viviendas} = 5 \text{ viviendas}$$

Paso 4. Calcular el caudal instantáneo

$$Q_{\text{instantáneo}} = K * \sqrt{nviv-1}$$

Sustituyendo datos

$$Q_{\text{instantáneo}} = 0.20 * \sqrt{5 \text{ viviendas} - 1}$$

$$Q_{\text{instantáneo}} = 0.40 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

Acción 9. Caudal por vivienda unitario

El caudal de vivienda unitario es la cantidad de agua en litros por unidad de tiempo en segundos que le corresponde a cada hogar dentro de la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua potable. El mismo se calcula usando la siguiente formula:

$$Q_{\text{viv}} = \frac{Q_{\text{HM}}}{\text{Vivactuales}}$$

Donde:

Q_{viv} = caudal de vivienda unitario L/s/vivienda

Q_{HM} = caudal máximo horario

Vivact = número de viviendas actuales en el ramal

Por lo tanto, el caudal unitario de vivienda para el sistema de abastecimiento de agua

potable para caserío Buenos Aires, Aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos, la cantidad de viviendas existentes es de 58 unidades y el caudal máximo horario, el cual se determinó anteriormente, es de L/s. por lo tanto el caudal de vivienda unitario se estima a continuación:

$$Q_{viv} = \frac{Q_{HM}}{Vivactuales} =$$

Sustituyendo datos

$$Q_{viv} = \frac{0,9147 \text{ L/s}}{60 \text{ viviendas}} = 0,0152 \frac{\text{L/s}}{\text{Vivienda}}$$

Acción 10. Caudal de bombeo

Es la cantidad de tiempo por unidad de tiempo (Q_b) que se necesita bombear y que se requiere para abastecer a la comunidad, la cual se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_b = \frac{Q_{md} * 24 \text{ horas}}{\text{horas de bombeo}}$$

Q_b = Caudal de bombeo

Q_{md} = caudal máximo diario

Horas de bombeo = 8 horas

Tabla 12. Cálculo de caudal de bombeo

Datos	Caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.
Caudal máximo diario	0.548 lts/s
Horas de bombeo	8 horas

Caudal de bombeo	1.65 lts/s
------------------	------------

Sustituyendo datos

$$Q_b = \frac{0.548 \text{ l/s} * 24 \text{ horas}}{8 \text{ horas}} = 1.65 \text{ L/s}$$

Anexo 3.5 Diseño hidráulico de los componentes

Acción 1. Ecuaciones, coeficientes y diámetros de tubería

Para determinar las pérdidas de carga en la tubería, se recurre a la ecuación de Hazen Williams, la cual esta expresada por:

$$H_f = \frac{(1743,811) * (L) * (Q)^{1,85}}{C^{1,85} * (\phi)^{4,87}}$$

Donde:

Hf = Pérdida de carga en metros

C = Coeficiente de fricción interno (para Hg (C=100); y para PVC (C=150))

ϕ = Diámetro interno en pulgadas

L = Longitud de diseño en metros

Q = Caudal en litros por segundo

Con estos datos y conociendo la altura máxima disponible por perder, se toma como Hf, la cual permitirá encontrar el diámetro teórico necesario para la conducción del agua. Despejando el diámetro de la formula anterior se tiene:

$$\phi = \left[\frac{(1743,811) * (L) * (Q)^{1,85}}{H_f * C^{1,85}} \right]^{1/4,87}$$

Obteniendo el diámetro teórico, se procede a seleccionar el diámetro comercial superior y se calcula el Hf final.

Acción 2. Clases de tubería

En la mayoría del proyecto se utilizará tubería de cloruro de polivinilo pvc, bajo las

denominaciones SDR, de las cuales se usaran las siguientes:

Diámetro $\frac{3}{4}$ ", SDR 17, presión de trabajo de 250 psi (176 m.c.a)

Diámetro 1", SDR 26, presión de trabajo de 160 psi (113 m.c.a)

Diámetro 1 $\frac{1}{4}$ ", SDR 26, presión de trabajo de 160 psi (113 m.c.a)

Diámetro 1 $\frac{1}{2}$ ", SDR 26, presión de trabajo de 160 psi (113 m.c.a)

Diámetro 2", SDR 17, presión de trabajo de 250 psi (176 m.c.a)

Diámetro 2 $\frac{1}{2}$ ", SDR 26, presión de trabajo de 160 psi (113 m.c.a)

En las pasos aéreos y pasos de zanjón, por el tipo de suelo y la topografía, se usará tubería de hierro galvanizado tipo liviano.

Acción 3. Velocidades y presiones mínimas y máximas

El diseño hidráulico se hará con base en las perdidas de presión del agua que pasa a través de la tubería. Considerando los siguientes aspectos:

La presión estática máxima: esta se produce cuando el agua está en reposo, considerando que la presión estática máxima que debe de soportar las tuberías es de 90% de la presión de trabajo, teóricamente, pueden soportar más, pero para efectos de seguridad se establece este límite. En consideración a la altura menor de las viviendas en los medios rurales tendrán los siguientes valores en la red de distribución

Las velocidades permitidas en la línea de conducción son

- Velocidad mínima = 0.60 m/seg
- Velocidad máxima = 3 m/seg

Considerando que según las normas del infom, las tuberías de la línea de conducción serán enterradas a una profundidad que dependerá del uso que tendrá la superficie.

Las diferentes superficies son las siguientes:

- Para suelos sin uso específico la profundidad mínima es de 0.60 metros sobre la corona del tubo.
- Para suelos que serán utilizados para la agricultura, la profundidad mínima será de 0.80 metros sobre la corona del tubo.
- Para suelos que serán utilizados como caminos o calles urbanas, la profundidad mínima será de 1.20 metros sobre la corona del tubo.

Anexo 3.6 Diseño Hidráulico de la línea de conducción

La línea de conducción es la parte de un sistema de abastecimiento de agua potable que transporta el agua captada de la fuente hasta el tanque de succión del proyecto. La misma está constituida por tubería de poli cloruro de vinilo (pvc), la cual se encuentra enterrada a diferentes alturas.

Para el presente proyecto se tienen los siguientes datos para realizar el diseño de la tubería que se utilizara en el proyecto en estudio:

Cota de la fuente: 499,213 metros

Cota al tanque de succión: 481,710

Distancia horizontal: 451,44 metros + 1.03 según infom= 464,98 m

Caudal de día máximo: 0,548 lts/s

Paso 1. Calcular la diferencia de niveles que existe entre la fuente y el tanque de succión.

$$H = Cota_i - Cota_f$$

Donde:

H = Diferencia de altura (metros)

Cota_i = Cota inicial (metros)

Cota_f = Cota final (metros)

Sustituyendo datos:

$$H = 499,213 \text{ m} - 481,710 \text{ m} = 17,50 \text{ m}$$

Paso 2. Se calcula el diámetro ideal, el cual se logra mediante la fórmula de Hazen Williams:

$$\phi = \left[\frac{(1743,811) * (L) * (Q)^{1,85}}{H_f * C^{1,85}} \right]^{1/4,87}$$

Sustituyendo datos:

$$\phi = \left[\frac{(1743,811) * (464.98 \text{ m}) * (0.548 \text{ l/s})^{1,85}}{17.50\text{m} * 150^{1,85}} \right]^{1/4,87}$$

$$\phi = 1.07''$$

Paso 3. Se eligen dos diámetros comerciales que se aproximen al diámetro ideal, en este caso se escoge uno de diámetro mayor y uno de diámetro menor al ideal.

$$\phi = 3/4''$$

$$\phi = 1 \ 1/4''$$

Paso 4. Se procede a calcular la carga por fricción en la tubería con diámetro superior:

$$H_{1 \frac{1}{4}''} = \frac{(1743,811) * (464.98 \text{ m}) * (0.548 \text{ l/s})^{1,85}}{(150)^{1,85} * (1 \frac{1}{4}'')^{4,87}} = 8,47 \text{ m}$$

Paso 5. Cálculo de pérdida de carga por fricción en la tubería con diámetro menor:

$$H_{\frac{3}{4}''} = \frac{(1743,811) * (464.98 \text{ m}) * (0.548 \text{ l/s})^{1,85}}{(150)^{1,85} * (\frac{3}{4}'')^{4,87}} = 101.94 \text{ m}$$

Paso 6. Se procede a calcular las longitudes reales para cada diámetro de tubería, la formula con la cual se determina la distancia real de diámetro menor es la siguiente:

$$L_{inf} = \frac{L_{total} (H_{total} - h_{sup})}{H_{inf} - h_{sup}} \text{ m}$$

Donde:

- Lin_f = Distancia horizontal de tubería de diámetro inferior (m)
- L_{total} = Distancia horizontal total de conducción (m)
- H total = Diferencia de altura total (m)
- H_{inf}, h_{sup} = Pérdidas por fricción por cada tubería (m)

Sustituyendo datos:

$$L_{inf} = \frac{464.98 \text{ m} * (17.50 \text{ m} - 8.47 \text{ m})}{101.94 \text{ m} - 8.47 \text{ m}} = 44.92 \text{ m}$$

Paso 7. Calcular la longitud correspondiente a la tubería de diámetro mayor, la cual se calcula de la siguiente forma:

$$L_{sup} = L_{total} - L_{inf} \text{ (m)}$$

Donde:

- L_{sup} = Distancia horizontal tubería de diámetro superior (m)
- L_{inf} = Distancia horizontal tubería de diámetro inferior (m)
- L_{total} = Distancia horizontal total de la conducción (m)

Sustituyendo datos:

$$L_{sup} = 464,98 \text{ m} - 44,92 \text{ m}$$

$$L_{sup} = 420,06 \text{ m}$$

Paso 8. Cálculo de pérdidas reales para la tubería de diámetro menor

$$H_{\frac{3}{4}''} = \frac{(1743,811) * (44.92 \text{ m}) * (0.548 \text{ l/s})^{1,85}}{(150)^{1,85} * (\frac{3}{4}'')^{4,87}} =$$

$$H_{\frac{3}{4}''} = 9.85 \text{ m}$$

Paso 9. Cálculo de pérdidas reales para la tubería de diámetro mayor

$$H_{1\frac{1}{4}''} = \frac{(1743,811) * (420,06 \text{ m}) * (0,548 \text{ l/s})^{1,85}}{(150)^{1,85} * (1\frac{1}{4}'')^{4,87}} =$$

$$H \ 1 \frac{1}{4}'' = 7,65 \text{ m}$$

Paso 10. Comprobación de pérdidas por fricción producidas en la tubería:

Para este proceso se necesita sumar las dos pérdidas por fricción obtenidas y deben de ser igual a la diferencia de nivel que existe entre la fuente de agua del proyecto con el tanque de succión. La comprobación se muestra a continuación:

$$H_f = H$$

Sabiendo que:

$$H_f = H \frac{3}{4}'' + H \ 1 \frac{1}{4}''$$

Y que:

$$H = C_{otai} - C_{otaf}$$

Entonces:

$$H \frac{3}{4}'' + H \ 1 \frac{1}{4}'' = C_{otai} - C_{otaf}$$

Sustituyendo datos:

$$9,85 \text{ m} + 7,65 \text{ m} = 499,213 \text{ m} - 481,710 \text{ m}$$

$$17,50 \text{ m} = 17,50 \text{ m}$$

Anexo 3.7 Diseño Hidráulico de la línea de impulsión

Paso 1. Cálculo del diámetro económico

Para la siguiente fase del proyecto el cual se trabajará por el método de bombeo, se comienza con el diámetro económico, tomando en cuenta la velocidad con que se desplaza el agua al momento de diseñar la línea de conducción por bombeo, ya que por disminuir la sobrepresión generada por el golpe de ariete se recomienda que la velocidad mínima sea de 0,6 m/s y la velocidad máxima de 2 m/s.

En una línea de conducción por bombeo, la diferencia de elevación es la carga por vencer y se verá incrementada en función de la selección de los diámetros menores, y en consecuencia, ocasionara mayores costos de equipo y energía.

Datos del tramo:

Cota del tanque de succión: 481.710 metros

Cota al tanque del tanque de distribución: 537.563 metros

Tubería: 150 PVC (coeficiente de hacen Williams)

Longitud: 184.89 metros + 1.03 Según infom= 190.44 metros

Caudal de día máximo: 1.65 lts/s

A continuación, se procede a calcular, con los rangos de velocidad de 0.60 m/s < 3 m/s, los diámetros mínimos y máximos que se pueden utilizar en el diseño:

Analizando con la velocidad de 0,60 m/s para obtener el diámetro mínimo, se utiliza la siguiente formula:

$$d = \sqrt{\frac{1,974 * Qb}{v}}$$

donde:

- Q_b = Caudal de bombeo (in)
 d = Diámetro a utilizar (l/s)
 v = Velocidad de agua (m/s)

Sustituyendo datos:

$$d = \sqrt{\frac{1,974 * 0,548}{0,60}} = 2,33''$$

Analizando con la velocidad de 3 m/s para obtener el diámetro máximo, se utiliza la siguiente formula:

$$d = \sqrt{\frac{1,974 * 0,548}{3}} = 1''$$

para determinar el diámetro económico que se utilizara en el sistema se hará una comparación de pérdidas en diámetros comerciales de 1 ½" y 2".

Paso 2. Altura de la succión (hs)

La tubería de succión la define el equipo de bombeo y sus especificaciones, pero se puede tomar como base una altura máxima de 2 metros, esto permite que la tubería de succión tenga espacio para la introducción del agua a la bomba.

Paso 3. Pérdida por fricción en tubería de conducción (hf)

La carga dinámica de la bomba es la carga hidráulica que debe de vencer el equipo de bombeo para impulsar el agua, hasta el tanque de almacenamiento. Se utilizará 190,44 metros de tubería PVC por lo que el coeficiente de fricción es 150, y la pérdida se

determina de la siguiente manera:

Para el diámetro de 1 1/2 "

$$H_{fi} 1 \frac{1}{2}'' = \frac{(1743,811) * (490,44 \text{ m}) * (1,65 \text{ l/s})^{1,85}}{(150)^{1,85} * (1 \frac{1}{2}'')^{4,87}} =$$

$$H_{fi} 1 \frac{1}{2}'' = 28,25 \text{ m}$$

Para el diámetro de 2 "

$$H_{fi} 2'' = \frac{(1743,811) * (490,44 \text{ m}) * (1,65 \text{ l/s})^{1,85}}{(150)^{1,85} * (2'')^{4,87}} =$$

$$H_{fi} 2'' = 6,96 \text{ m}$$

Paso 4. Perdida de carga por fricción en la tubería de succión

Para el cálculo se hará con la fórmula de Hazen Williams:

Para el diámetro de 1 1/2 "

$$H_{fi} 1 \frac{1}{2}'' = \frac{(1743,811) * (3 \text{ m}) * (1,65 \text{ l/s})^{1,85}}{(150)^{1,85} * (1 \frac{1}{2}'')^{4,87}} =$$

$$H_{fi} 1 \frac{1}{2}'' = 0,17 \text{ m}$$

Para el diámetro de 2 "

$$H_{fi} 2'' = \frac{(1743,811) * (2 \text{ m}) * (1,65 \text{ l/s})^{1,85}}{(150)^{1,85} * (2'')^{4,87}} =$$

$$H_{fi} 2'' = 0,043 \text{ m}$$

Paso 5. Perdidas menores (hm)

Estos son gastos de carga hidráulica producido por los accesorios que forman parte de la línea de conducción, se puede calcular por la ecuación de Darcy Weisbach, por perdida de longitud equivalente y también como un porcentaje del 10% de la perdida por fricción. Para este proyecto se calcula de la siguiente manera:

$$H_m = 0,10 * h_f$$

Para diámetro de 1 ½

$$H_m = 0,10 * 28,25 \text{ m} = 2,82 \text{ m}$$

Para diámetro de 2''

$$H_m = 0,10 * 6,96 \text{ m} = 0,70 \text{ m}$$

Paso 6. Altura de descarga (H)

Se obtiene de la diferencia de la cota de descarga del agua en el tanque de almacenamiento y la cota del terreno del tanque de succión:

Datos:

Cota del tanque de succión: 481.710 metros

Cota al tanque del tanque de distribución: 537.563 metros

Tubería: 150 pvc (coeficiente de hacen Williams)

$H_i = \text{cota del tanque elevado} - \text{cota del terreno del tanque de succión}$

Sustituyendo datos:

$$H_i = 537,563 \text{ m} - 481,710 \text{ m}$$

Hi = 55,85 m

Paso 7. Pérdida de carga por la velocidad en la tubería (hv)

Son las pérdidas que se producen en las tuberías por los cambios de velocidad que experimenta el flujo, se obtiene aplicando la siguientes formulas:

$$v = \frac{1.974 * Q}{di^2}$$

Donde:

v = Pérdida de carga por la velocidad en la tubería

Q = caudal de bombeo

di = diámetro de la tubería a utilizar

entonces:

Para diámetro de 1 ½

$$v = \frac{1,974 * 1,65}{(1\frac{1}{2})^2} = 1,45 \text{ m/s}$$

Para diámetro de 2”

$$v = \frac{1,974 * 1,65}{(2)^2} = 0,81 \text{ m/s}$$

Paso 8. Carga dinámica total (cdt)

La carga dinámica total de la bomba es la carga es la carga hidráulica que debe de vencer el equipo de bombeo para impulsar el agua, y se define de acuerdo al tipo de esquema del bombeo, el cual es la suma de los siguientes datos:

$$h = h_s + h_f + h_m + H + h_v + h_{fs}$$

Donde:

- h = Es la carga dinámica total
- h_s = Es la altura de la succión
- h_f = Pérdida por fricción en la tubería
- h_m = Pérdidas menores por accesorios
- H = Diferencia de altura entre el tanque de succión y de Distribución
- h_{fs} = Pérdida por fricción en tubería de succión
- h_v = Pérdida de carga por la velocidad en la tubería

Tabla 13. Resultados de la carga dinámica total para los diámetros analizados.

Diámetro	h _s	h _f	h _{fs}	h _m	H	h _v	CDT
1 ½"	2	28,25	0,17	2,82	55,85	1,45	90,54
2"	2	6,96	0,043	0,70	55,85	0,81	66,36

Fuente: Pérez Pérez, 2021.

Nota: se logra determinar que la tubería a utilizar es la que menos perdidas de carga produce, para el presente proyecto se utiliza tubería de PVC de 250 psi.

Paso 9. Cálculo de la potencia de la bomba

Para este proyecto se utilizará una bomba sumergible, por lo tanto, es necesario calcular la potencia de la bomba, para esto se utiliza la siguiente expresión:

$$POT = \frac{Q_b * CDT}{76 * E_f}$$

Donde:

- POT = Potencia de la bomba (HP)
- QB = Caudal de bombeo (lt/s)
- Ef = Eficiencia de trabajo de la bomba = 0,60

Sustituyendo datos:

$$POT = \frac{1,65 \frac{1}{s} * 66,36}{76 * 0,60}$$

$$POT = 2,40 \text{ HP}$$

Entonces para poder satisfacer las condiciones requeridas se necesita utilizar una bomba con motor de 5 Hp.

Paso 10. Cálculo de combustible necesario para el motor

Se presenta el consumo de combustible necesario mensual.

Tabla 14. Rendimiento promedio de combustible.

Tipo de combustible	Rendimiento
Diésel	0.065 galones/ hp/hora
Gasolina	0.11 galones/hp/hora

Fuente: Aguilar Ruiz, Pedro. Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1. P.21.

Horas al mes = 8 horas/diaria * 30 días/mes = 240 horas/mes

Para motor con combustión interna a diésel:

Galones = 0,065 galones * 5 hp* 240 h = 78 galones al mes

Gasto = 78 galones/mes * Q. 19,00 = Q. 1482,00 mensuales

Para motor con combustión interna a gasolina:

Galones = 0,11 galones * 5 hp* 240 h = 132 galones al mes

Gasto = 132 galones/mes * Q. 24,00 = Q. 3168,00 mensuales

Paso 11. Verificación del golpe de ariete

Para la protección del equipo de bombeo y la tubería de impulsión, se debe de considerar los efectos producidos por el fenómeno denominado golpe de ariete. Este efecto es considerado como la variación de presión en la tubería, por encima o por debajo de la presión normal, producida por la apertura o cierre repentino de una válvula o por el paro o arranque de la bomba.

Para calcular el golpe de ariete, es necesario calcular la celeridad, la cual se hace mediante la siguiente formula:

$$C_e = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{(k_a * D_i)}{(E * esp)}}$$

Donde:

Ce = Celeridad o velocidad de onda en metro/segundo

Ka = módulo de elasticidad volumétrica del agua = 20 700 kg/cm²

E = Módulo de elasticidad de la tubería de PVC= 30 000 kg/cm²

Di = diámetro interno de la tubería de 2" 250 psi= 2,193

esp = Espesor de la pared de la tubería 2" 250 psi= 0,091"

Al sustituir datos se obtiene:

$$C_e = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{(20\,700 * 2,095)}{(30\,000 * 0,140)}}$$

$$C_e = 421,95 \frac{\text{metro}}{\text{segundo}}$$

Para realizar el cálculo de la sobrepresión se utiliza la siguiente fórmula:

$$S_p = \frac{(C_e * V)}{g}$$

Donde:

SP = Sobre presión en metros

Ce = Celeridad o velocidad de onda metro/segundo

g = Gravedad = 9,81 metro/segundo²

v = velocidad en metro/segundo

Al sustituir datos se obtiene:

$$S_p = \frac{(421,95 * 0,81)}{9,81}$$

$$S_p = 36,56 \text{ m.c.a}$$

La verificación de la resistencia de la tubería a soportar el golpe de ariete se realiza sumando la altura de bombeo más la sobre presión, la cual debe ser menor que la presión de trabajo de la tubería.

$$P_{\text{max}} = 36,56 \text{ m.c.a.} + 55,85 \text{ m.c.a}$$

$$P_{\text{max}} = 92,41 \text{ m.c.a}$$

Un factor importante para determinar el tipo de tubería a utilizar es agregándole un factor de seguridad de 0,9 para garantizar la resistencia de la tubería, el cual se define de la siguiente manera:

Presión de tubería a diseñar = $0,90 * P_{max}$

Al sustituir datos se obtiene:

Presión de tubería a diseñar = $0,90 * 92,41$ m.c.a.

Presión de tubería a diseñar = $175,57$ m.c.a.

Considerando que un factor importante a tomar en cuenta para esta verificación es el caso crítico, este determinara la clase de tubería a utilizar, el caso critico se define de la siguiente manera:

Caso critico = golpe de ariete + carga dinámica total

Al sustituir datos se obtiene:

Caso critico = 36.56 m.c.a. + 66.36 m.c. a

Caso critico = 102.92 m.c. a

Por lo anteriormente calculado se utilizará tubería de 250 psi, el cual soporta una presión de $175,77$ m.c.a que es lo que se necesita para soportar la presión de trabajo que se requiere en esta parte del diseño de la tubería de impulsión del tanque de succión al tanque de distribución.

Anexo 3.8 Diseño estructural del tanque

Para el diseño del tanque de distribución debe de considerarse su capacidad, considerando que esto estará en función del caudal y sus variaciones horarias, su ubicación debe de ser adecuada para abastecer por gravedad todas las viviendas de la comunidad.

Según las normas del infom, recomienda utilizar los datos de la demanda real para establecer el volumen del tanque de distribución, de lo contrario se considera para su diseño el 25% a 40%, del caudal medio diario en el caso de sistemas de gravedad y de 40% a 65%, en sistemas por bombeo, para este proyecto se utilizará el 45% para el diseño del tanque de distribución. Para el cálculo del volumen del tanque se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Volumen} = \frac{45\% * Q_{md} \text{ l/s} * 864000 \text{ s/día}}{1000 \text{ l/m}^3} = \text{m}^3$$

Donde:

Q_{md} = caudal medio diario (l/s)

86 400 = segundos que tiene un día

Al sustituir datos obtenemos:

$$\text{Volumen} = \frac{45\% * 0,457 \text{ l/s} * 864000 \text{ s/día}}{1000 \text{ l/m}^3} = 17,79 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen} = 17,79 \text{ m}^3 \cong 18 \text{ m}^3$$

Paso 1. Diseño de las dimensiones para el tanque de almacenamiento: (la altura efectiva del tanque se asumirá de 1,60 metros, con una relación de largo ancho de 1:1. Su capacidad de almacenamiento se calcula de la siguiente manera).

$$V_{\text{tan}} = (H_{\text{tan}} * L_{\text{tan}} * A_{\text{tan}}) \text{ m}^3$$

Donde:

H_{tan} = altura del tanque de almacenamiento (m)

L_{tan} = largo del tanque de almacenamiento (m)

A_{tan} = ancho del tanque de almacenamiento (m)

Al aplicar la relación ancho largo escogida, se tiene que el largo es dos veces el ancho del tanque, entonces

$$18 \text{ m}^3 = 1,60 \text{ m} * 2 L_{\text{tan}} * A_{\text{tan}}$$

$$\frac{18 \text{ m}^3}{1,60 \text{ m}} = 1 * A_{\text{tan}}^2$$

$$\frac{18 \text{ m}^3}{1,60 \text{ m} * 1} = A_{\text{tan}}^2$$

$$\frac{18 \text{ m}^3}{1,60 \text{ m}} = A_{\text{tan}}^2$$

$$A_{\text{tan}} = \sqrt{\frac{18 \text{ m}^3}{1,60 \text{ m}}}$$

$$A_{\text{tan}} = 3.35 \text{ m} \cong 3,50 \text{ metros}$$

De esta manera se tiene que el ancho del tanque de almacenamiento será de 3,350 metros, pero por facilidad de construcción se aproxima a 3,50 metros.

Teniendo este dato, anteriormente con la relación largo ancho, se había deducido que el largo es una vez el ancho, entonces:

$$L_{tan} = 1 A_{tan}$$

$$L_{tan} = 1 * 3,50 \text{ m}$$

$$L_{tan} = 3,50 \text{ m}$$

De esta manera se tiene que las dimensiones del tanque son las siguientes:

$$A_{tan} = 3,50 \text{ metros}$$

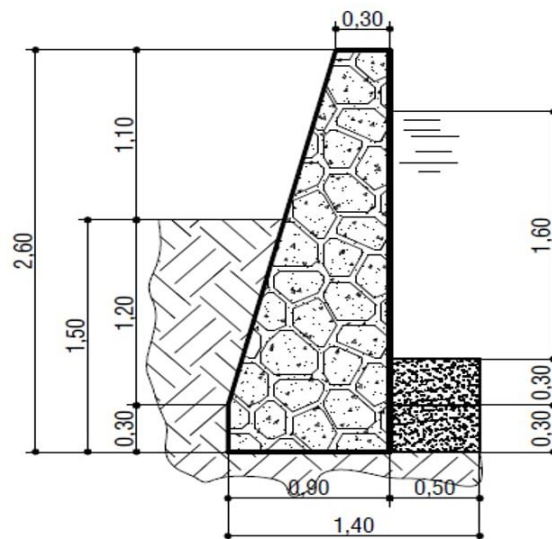
$$L_{tan} = 3,50 \text{ metros}$$

$$H_{tan} = 1,60 \text{ metros}$$

Las dimensiones que ocuparan el agua en el tanque será de 3,50 metros de largo, 3,5 metros de ancho y 1,60 metros de profundidad efectiva que contendrá el líquido, con el cual se tendrá un volumen de 19,60 metros m³.

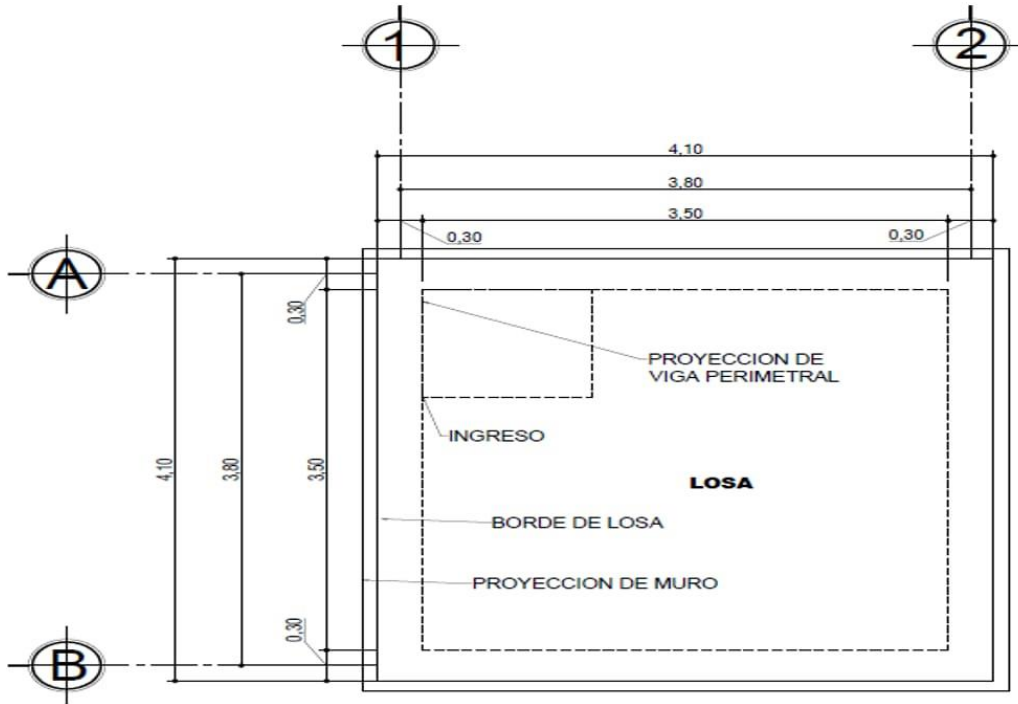
Paso 2. Diseño de losa

Figura 1. Dimensiones del tanque (perfil)



Fuente: Pérez Pérez, 2021.

Figura 2. Dimensiones del tanque (planta)



Fuente: Pérez Pérez, 2021.

Datos:

$$A = 3,50 \text{ m}$$

$$B = 3,50 \text{ m}$$

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_{con} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$S.C \text{ (sobrecarga)} = 25 \text{ kg/cm}^2$$

Paso 3. Determinación de la dirección en que trabaja la losa:

$$m = \frac{a}{b}$$

si la relación $m = a/b$ es mayor que 0,5 debe de diseñarse en dos sentidos; si es menor que 0,5 se diseñara en un sentido.

Donde:

a = lado de menor longitud de la losa

b = lado de mayor longitud de la losa

Tabla 15: Funcionamiento de la losa

Descripción	losa
$m=a/b$	$m=3,50/3,50$
resultado	$1 > 0,5$
Refuerzo	Dos sentidos

Fuente: Pérez Pérez, 2021.

Paso 4: Determinar el espesor de la losa

Para determinar el espesor de la losa se utilizará la más crítica por medio de la siguiente fórmula dada por el ACI para losas en dos sentidos:

$$t = \frac{\textit{perimetro}}{180}$$

$$t = \frac{2 * (3,50 + 3,50)}{180}$$

$$t = 0,08 \text{ m}$$

según el ACI 318-2011 en su sección 9.5.3 el espesor mínimo que se debe utilizar en losas que trabajan en dos direcciones es de 0,10 m. por el cual es el que se utilizará:

$$t = 0,10 \text{ m}$$

Paso 5: Cálculo del peso propio de la losa

$$W_m = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * t + S_c$$

$$W_m = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,10 + 25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$W_m = 265 \text{ kg/m}^2$$

Paso 6. Integración de cargas ultimas

$$C_u = 1,7 \text{ CV} + 1,4 \text{ CM}$$

$$C_u = 1,7 (0) + 1,4 (265 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2})$$

$$C_u = 371 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Paso 7. Calculo de momentos

Se realizará utilizando el método 3, (método de los coeficientes) del aci, se debe de emplear las siguientes ecuaciones:

Momentos negativos

$$M_A \text{ neg} = C_a \text{ neg} * C_U * a^2$$

$$M_A \text{ neg} = 0 \text{ kg-m}$$

$$M_B \text{ neg} = C_b \text{ neg} * C_U * b^2$$

$$M_A \text{ neg} = 0 \text{ kg-m}$$

Momentos positivos

$$M_A \text{ pos} = C_a \text{ cm} * C_{MU} * a^2 + C_a \text{ cv} * C_{VU} * a^2$$

$$MA_{\text{pos}} = 0,036 * 371 * 3,50^2 + 0,036 * 0 * 3,50^2 = 163,61 \text{ kg-m}$$

$$MB_{\text{pos}} = Cb_{\text{cm}} * CMU * b^2 + Cb_{\text{cv}} * CVU * b^2$$

$$MA_{\text{pos}} = 0,036 * 371 * 3,50^2 + 0,036 * 0 * 3,50^2 = 163,61 \text{ kg-m}$$

Momentos negativos sin continuidad: no aplica es este caso, debido a que la losa esta simplemente apoyada en el muro de concreto ciclópeo.

$$MA_{\text{neg}} = 1/3 * ma (+)$$

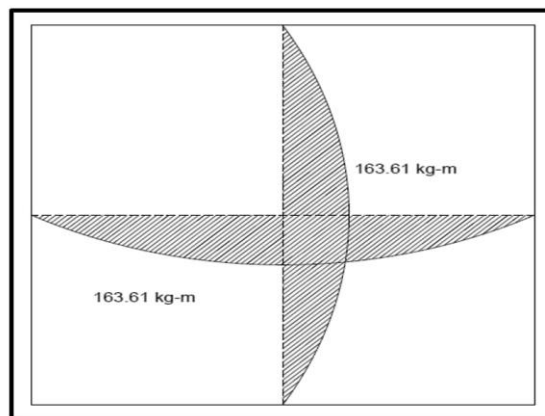
$$MB_{\text{neg}} = 1/3 * mb (+)$$

Tabla 16. Momentos negativos y positivos en la losa.

Datos	Caso de empotramiento	Coefficientes	Losa (kg-m)
MA neg	0	0	0 kg-m
MB neg	0	0	0 kg-m
MA pos	0	0.036	163.61
MB pos	0	0.036	163.61

Fuente: Pérez Pérez, 2021.

figura 3. Diagrama de momentos en la losa del tanque.



Fuente: Pérez Pérez, 2021.

Paso 8. Cálculo del peralte de la losa

$$d = t - \text{rec} - \frac{\emptyset}{2} = 10 - 2,5 - \frac{0,95}{2} = 7,02 \text{ cm}$$

Paso 9. Cálculo de refuerzo requerido

Datos:

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 7,02 \text{ cm}$$

$$A_{smin} = \frac{0,80 \sqrt{f'c}}{f_y} * b * d = \frac{0,80 \sqrt{210}}{2810} * 100 * 7,02 = 2,90 \text{ cm}^2$$

Pero no menor de:

$$A_{smin} = \left(\frac{14,10}{f_y} \right) * b * d = \left(\frac{14,10}{2810} \right) * 100 * 7,02 = 3,52 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, se debe de utilizar $A_s \text{ min} = 3,52 \text{ cm}^2$

Paso 10. Cálculo de la separación del refuerzo

Según el ACI 318-2011 se su sección 13.3

$$S_{max} = 3t = 3 * 10 = 30 \text{ cm}$$

Armado para A_{smin} usando varillas No.3

$$3,52 \text{ cm}^2$$

$$100 \text{ cm}$$

0,71 cm² S

$$S = \frac{0,71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{3,52 \text{ cm}^2} = 20,17 \text{ cm}$$

Paso 11. Cálculo del momento que resiste el Asmin:

$$M \text{ Asmin} = 0,90 * (A_{smin} * f_y) * \left(d - \frac{A_{smin} * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right)$$

$$M \text{ Asmin} = \left[0,90 * (3,52 * 2810) * \left(7,02 - \frac{3,52 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right] / 100$$

$$M \text{ Asmin} = 600,26 \text{ kg-m}$$

Como el momento Masmin es mayor que los momentos actuantes en la losa armado así:

Armado

Núm. 3 @ 30 cm, en ambos sentidos.

Paso 12. Diseño del muro del tanque

Datos:

Peso específico del agua (γ_a) = 1 000 kg/m³

Peso específico del suelo (γ_s) = 1600 kg/m³

Angulo de fricción interna \emptyset = 35°

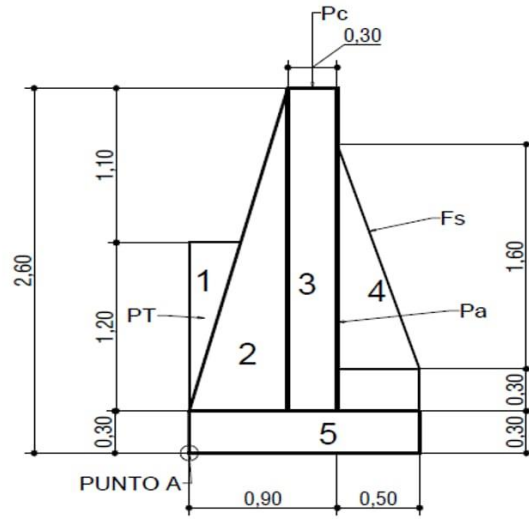
Peso específico del concreto (γ_c) = 2 400 kg/m³

Peso específico del concreto ciclópeo (γ_{cc}) = 2 200 kg/m³ (se utilizara piedra bola en una proporción del 40% y completado con 60% de concreto)

Valor soporte del suelo = 10,000 kg/m²

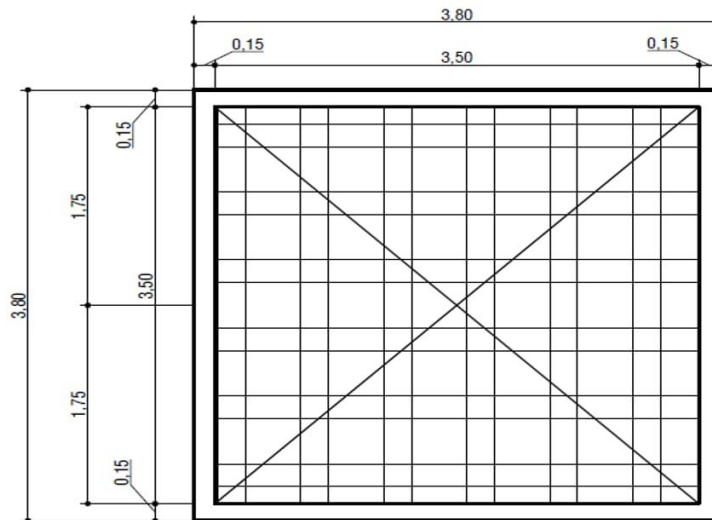
Altura del agua = 1,60 m
 Profundidad de la cimentación (pre dimensionamiento) = 0,60
 Base del muro (pre dimensionamiento) = 0,90

Figura 4. Diagrama de fuerzas actuantes en el muro.



Fuente: Pérez Pérez, 2021.

Figura 5. Área tributaria sobre el muro.



Fuente: Pérez Pérez, 2021.

wsobre - muro = peso del área tributaria de la losa + peso de viga perimetral

Peso de área tributaria de la losa sobre el muro (WAt)

$$w_{at} = CU * AT$$

Donde:

CU = integración de carga ultima

At = área de la tributaria de la losa sobre el muro

De la figura 5 se obtiene:

$$A_t = \left(\frac{1}{2}\right) * bh = \left(\frac{1}{2}\right) * 3,50 * 1,75 = 3,06 \text{ m}^2$$

Sustituyendo valores:

$$w_{at} = 371 * 3,06 = 1135,26 \text{ kg}$$

Peso de viga perimetral (Wviga - perimetral)

$$w_{viga - perimetral} = \text{volumen de viga perimetral} * \gamma_c * 1,4$$

$$w_{viga - perimetral} = (0,15 * 0,20 * 3,80) * 2400 * 1,4 = 383,04 \text{ kg}$$

$$w_{sobre - muro} = 1135,26 \text{ kg} + 383,04 \text{ kg} = 1518,30 \text{ kg}$$

El peso total para un metro unitario del muro es:

$$W \text{ metro unitario de muro} = \frac{W_{sobre - muro}}{\text{longitud del muro}}$$

$$W \text{ metro unitario de muro} = \frac{1518,30 \text{ kg}}{3,80 \text{ m}} = 399,55 \text{ kg/m}$$

Considerando W como carga puntual (Pc)

$$P_c = 399,55 \text{ kg/m} * 1 \text{ m} = 399,55 \text{ kg}$$

Momento que ejerce la carga puntual

$$M_c = 399,55 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * (0,15 + 0,90 \text{ m}) = 419,53 \text{ kg-m}$$

Empuje activo:

$$E_a = \frac{1}{2} * \gamma_a * h^2$$

$$E_a = \frac{1}{2} * 1000 * 1,60^2 = 1280 \text{ kg/m}$$

Empuje pasivo:

$$E_a = \frac{1}{2} * \gamma_s * h^2 * k_p$$

Para calcular la constante de Rankine, se utilizó la siguiente formula:

$$k_p = \frac{\cos\beta - \sqrt{(\cos\beta)^2 - (\cos\phi)^2}}{\cos\beta + \sqrt{(\cos\beta)^2 - (\cos\phi)^2}}$$

Debido a que no existe inclinación se considera $\beta=0$ y se obtiene:

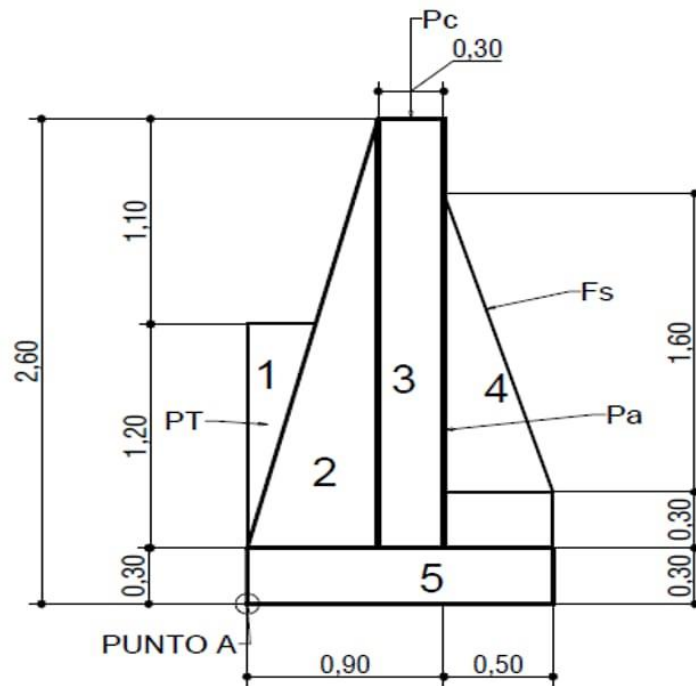
$$k_p = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi} = 0,27$$

Al sustituir datos en la formula se obtiene:

$$E_a = \frac{1}{2} * 1600 * 1,50^2 * 0,27 = 486 \text{ kg/m}$$

Determinación de cargas y momentos del muro:

Figura 5: corte del muro del tanque de distribución.



Fuente: Pérez Pérez, 2021.

Determinación de áreas

$$A1 = \frac{0,33 * 1,20}{2} = 0,20 \text{ m}^2$$

$$A2 = \frac{0,60 * 2,15}{2} = 0,64 \text{ m}^2$$

$$A3 = 0,30 * 2,15 = 0,64 \text{ m}^2$$

$$A4 = 0,50 * 0,30 = 0,15 \text{ m}^2$$

$$A5 = 1,40 * 0,30 = 0,42 \text{ m}^2$$

Para el cálculo de las cargas y los momentos de cada parte del muro se utilizaron las siguientes formulas:

$$w = A * \gamma_{\text{material}} * FU$$

$$M = W * \bar{x}$$

Donde:

W = carga en toneladas

M = momento en ton-m

A = Área de cada parte del muro en m²

γ_{cc} = peso volumétrico del concreto ciclópeo (2 200 kg/m³ (se utilizara piedra bola en una proporción del 40% y completado con 60% de concreto)

Fu = factor unitario de 1,00 m

\bar{x} = distancia hacia el centro de masa en m

Tabla 17. Cargas y momentos sobre muros del tanque.

Cargas y momentos sobre muros de tanque de distribución				
No.	A (m ²)	\bar{x} (m)	WT(kg)	MR(kg-m)
1	0,20	0,11	440,00	48,40
2	0,64	0,40	1408,00	563,20
3	0,64	0,75	1408,00	1056,00
4	0,15	1,15	330,00	379,50
5	0,42	0,70	924,00	646,80
P	-	1,20	399,55	479,46
Totales			4909,55	3173,36

Revisión por volteo

Momento de volteo

$$Mv = \frac{1}{3} * Pa * hf$$

$$Mv = \frac{1}{3} * \frac{486 \text{ kg}}{\text{m}} * 1,50 \text{ m}$$

$$Mv = 243 \text{ kg/m}$$

Factor de seguridad contra volteo (F_{sv})

$$F_{sv} > 1,5$$

$$F_{sv} = \frac{MR_{total} \text{ (kg/m)}}{Mv \text{ (kg/m)}}$$

$$F_{sv} = \frac{3173,36 \text{ (kg/m)}}{243 \text{ (kg/m)}}$$

$$F_{sv} = 13,06 > 1,5 \quad \text{cumple}$$

Chequeo por deslizamiento

$$\text{Coeficiente de fricción} = 0,90 * \tan \emptyset$$

$$\text{Fuerza de fricción} = WT * \text{coeficiente de fricción}$$

Entonces:

$$\text{Coeficiente de fricción} = 0,90 * \tan (35) = 0,63$$

$$\text{Fuerza de fricción} = 4909,55 \text{ Kg} * 0,63 = 3093,02 \text{ Kg}$$

Factor de seguridad contra volteo (Fsd)

$$Fsd > 1,5$$

$$Fsd = \text{Fuerza de fricción} / Pa$$

$$Fsd = \frac{3093,02 \text{ (kg/m)}}{486k \text{ (kg/m)}}$$

$$Fsd = 6,36 > 1,5 \text{ cumple}$$

Analisis por capacidad del suelo

Donde:

P = Presion sobre el muro

Wtot = Peso total del muro

Bmuro = Base del muro

E = excentricidad

Mmuro = Momento pasivo genrado por el muro

Mv = Momento activo producido por el agua

$$X = \frac{MR - Mv}{W_{tot}}$$

$$E = \frac{B_{muro}}{2} - X$$

Entonces:

$$X = \frac{3173,36 \text{ Kg-m} - 243 \text{ Kg/m}}{4909,55 \text{ Kg/m}}$$

$$X = \frac{3173,36 \text{ Kg-m} - 243 \text{ Kg/m}}{4909,55 \text{ Kg}}$$

$$X = 0,60 \text{ m}$$

$$3X > \text{Base}$$

$$3(0,60) > 1,40$$

$$1,80 > 1,40$$

$$E = \frac{1,40}{2} - 0,60$$

$$E = 0,10 \text{ m}$$

Si $3x$ es mayor a B , no existirán presiones negativas, por lo que se comprueba que es correcto su cálculo, con las ecuaciones realizadas anteriormente.

Entonces presiones máximas (q_{\max}) y mínima (q_{\min}), serán:

$$q_m = \frac{W_t}{\text{Base del muro}} * \left(1 \pm \frac{6E}{\text{Base del muro}} \right)$$

Entonces:

$$q_{\max} = \frac{4909,55 \text{ Kg/m}}{1,40\text{m}} * \left(1 + \frac{6(0,10)\text{m}}{1,40\text{m}} \right) = 5009 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} < 10,000 \text{ Kg/m Cuple (ok)}$$

$$q_{\min} = \frac{4909,55 \text{ Kg/m}}{1,40\text{m}} * \left(1 - \frac{6(0,10)\text{m}}{1,40\text{m}} \right) = 2003,90 \text{ Kg/m} < 10,000 \text{ Kg/m}$$

Siendo así el valor máximo, no supera la capacidad soporte del suelo y el valor mínimo es mayor a cero. Por lo que se comprueba la estabilidad.

Anexo 3.9 Diseño hidráulico de la red de distribución

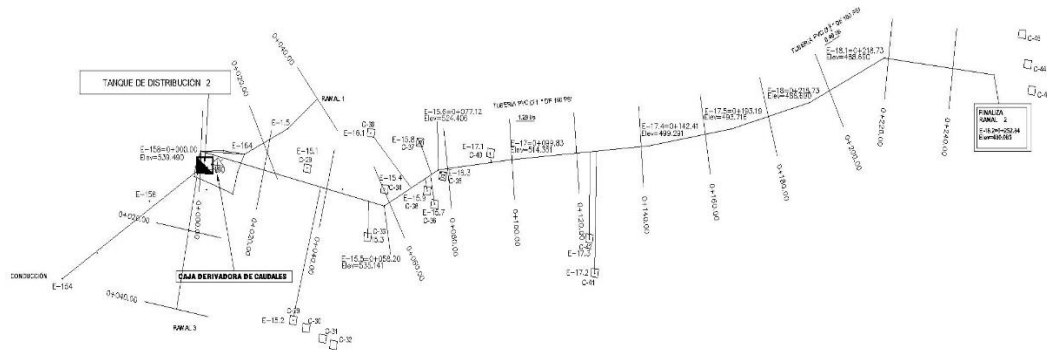
Es considerado como el conjunto de tuberías que suministran el agua potable a una población. El trazo de la red debe de diseñarse de acuerdo a la distribución de la población a abastecer y por lo tanto no existe una forma definida. Desde el punto de vista hidráulico existen las redes abiertas, redes cerradas y redes combinadas.

Para el presente proyecto se diseñará con una red de distribución abierta ya que las viviendas se encuentran dispersas en su gran mayoría.

Tabla 18. Bases de diseño.

Caudal de bombeo (l/s)	1.65			
Viviendas actuales	60		Viviendas futuras	88
Habitantes por vivienda	5			
Población actual	300		Población futura	439
Tasa de crecimiento %	1.74			
Periodo de diseño	22			
Dotación L/H/D	90		Caudal medio Q_m (l/s)	0.457
Factor máximo diario FMD	1.2		Caudal máximo diario Q_{md} (l/s)	0.548
Factor máximo horario FMH	2.00		Caudal máximo horario Q_{mh} (l/s)	0.914
			Caudal instantáneo	1,865
			Caudal por vivienda	0,0152
Volumen del tanque (m ³)	16,60			

Figura 6. Esquema de red de distribución ramal no.2



Fuente: Pérez Pérez, 2021.

Ramal de estación E-158 a E-17.4

Es uno de los tres ramales que tendrá el proyecto de caserío Buenos Aires aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos. Este ramal tiene un total de 18 viviendas y a futuro tendrá un total de 27 viviendas. Se inicia con el cálculo del caudal de diseño para este ramal:

Caudal de demanda por vivienda:

$$Q_{de} = Q_{vu} * No.Viviendas = 0,0152 \text{ l/s/v} * 27 \text{ v} = 0,41 \text{ l/s}$$

Caudal instantáneo:

$$Q_{ins} = 0,20 \sqrt{n - 1} = 0,20 \sqrt{27 - 1} = 1,02$$

Caudal de diseño:

$$Q_{inst} > Q_{de}$$

$$Q_{dis} = Q_{ins} = 1,02$$

El caudal de diseño será el mayor de los dos caudales calculados anteriormente. Esto para poder calcular el diámetro de la tubería, utilizando los siguientes datos del tramo

en diseño:

Caudal = 1,01 l/s

Longitud = 142,41 más el 5% de la ondulación del terreno = 149,53 m

Cota inicial = 539,490 m

Cota final = 499,291m

Presión estática

Se calcula primero la pérdida de carga disponible, obtenido de la diferencia de nivel entre los puntos de cota inicial y final del tramo en diseño:

$$\text{carga disponible} = \text{cotai} - \text{cotaf}$$

Entonces:

$$\text{carga disponible} = 539,490 - 499,291 = 40,19 \text{ m}$$

Para esta pérdida de carga se calcula un diámetro teórico, utilizando la fórmula de Hazen Williams, en el cual se despeja el diámetro, teniendo:

$$\emptyset_{\text{teorico}} = \left[\frac{(1743,811) * (L) * (Q)^{1,85}}{H_f * C^{1,85}} \right]^{1/4,87}$$

Entonces:

$$\emptyset_{\text{teorico}} = \left[\frac{(1743,811) * (149,53) * (1,02)^{1,85}}{40,19 * C^{1,85}} \right]^{1/4,87}$$

$$\emptyset_{\text{teorico}} = 0,91''$$

Se propone un diámetro de 1'' seleccionando un diámetro comercial y que no sobrepase los límites de velocidad

Calculo de la velocidad

Con el diámetro seleccionado se calcula la velocidad del flujo de la tubería:

$$v = \frac{1,974 * 1,02}{1,16}$$

$$v = \frac{1,974*1,02}{1,16} = 1,73 \text{ l/s}$$

$$0,60 \frac{1}{s} \leq 1,73 \frac{1}{s} \leq 3 \frac{1}{s}$$

V =si cumple

Nota: se utilizó el diámetro interno de la tubería

Perdidas de energía

Se calcula con la ecuación de Hazen Williams:

$$H_1 = \frac{(1743,811)*(149,53\text{m})*(1,02 \text{ l/s})^{1,85}}{(150)^{1,85}*(1)^{4,87}} = 25,49 \text{ m}$$

Cota piezométrica

Es la diferencia entre la cota de carga o presión dinámica al inicio del tramo y la pérdida de carga a lo largo del tramo. Y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{CPZ Inicial} = 539,490 \text{ m}$$

$$\text{CPZ Inicial} = 539,490 \text{ m} - H_f$$

$$\text{CPZ Inicial} = 539,490 \text{ m} - 25,49 \text{ m}$$

$$\text{CPZ Inicial} = 514 \text{ m}$$

Presión disponible

Es la presión de trabajo o presión dinámica. Se calcula de la siguiente manera:

$$Pd = CPZ - CT$$

Donde:

Pd = presión dinámica

CPZ = cota piezométrica

CT = cota de llegada del terreno

$$Pd = 514 \text{ m} - 499,291\text{m}$$

$$Pd = 14,71 \text{ m}$$

$$10,00 \text{ m.c.a.} \leq 14,71 \text{ m.c.a.} \leq 60,00 \text{ m.c.a}$$

Pd = si cumple

Ramal 2 de estación E-17.4 a E-18.2

Con este tramo finaliza el ramal 2 Es la continuidad del ramal número 2, este ramal cuenta con 5 conexiones, por lo que se tiene lo siguiente:

Caudal de demanda por vivienda:

$$Q_{de} = Q_{vu} * \text{No. Viviendas} = 0,0152 \text{ l/s/v} * 5 \text{ v} = 0,076 \text{ l/s}$$

Caudal instantáneo:

$$Q_{ins} = 0,20 \sqrt{n - z} = 0,20\sqrt{5-1} = 0,40 \text{ l/s}$$

Caudal de diseño:

$$Q_{inst} > Q_{de}$$

$$Q_{dis} = Q_{ins} = 0,40 \text{ l/s}$$

El caudal de diseño será el mayor de los dos caudales calculados anteriormente. Esto para poder calcular el diámetro de la tubería, utilizando los siguientes datos del tramo en diseño:

Caudal = 0,40 l/s

Longitud = 110,43 más el 5% de la ondulación del terreno = 115,95 m

Cota inicial = 539,43 m

Cota final = 480,085m

Presión estática

Se calcula primero la pérdida de carga disponible, obtenido de la diferencia de nivel entre los puntos de cota inicial y final del tramo en diseño:

$$\text{carga disponible} = \text{cotai} - \text{cotaf}$$

Entonces:

$$\text{carga disponible} = 539,49 - 480,085 = 59,41\text{m}$$

Para esta pérdida de carga se calcula un diámetro teórico, utilizando la fórmula de Hazen Williams, en el cual se despeja el diámetro, teniendo:

$$\emptyset_{teorico} = \left[\frac{(1743,811) * (L) * (Q)^{1,85}}{H_f * C^{1,85}} \right]^{1/4,87}$$

Entonces:

$$\emptyset_{teorico} = \left[\frac{(1743,811) * (115,95) * (0,40)^{1,85}}{59,41 * 150^{1,85}} \right]^{1/4,87}$$

$$\emptyset_{\text{teorico}} = 0,56''$$

Se propone un diámetro de 3/4" seleccionando un diámetro comercial y que no sobrepase los límites de velocidad

Calculo de la velocidad

Con el diámetro seleccionado se calcula la velocidad del flujo de la tubería:

$$v = \frac{1,974 * 0,40}{0,926}$$

$$v = \frac{1,974 * 1,02}{1,16} = 0,85 \text{ l/s}$$

$$0,60 \frac{\text{l}}{\text{s}} \leq 0,85 \frac{\text{l}}{\text{s}} \leq 3 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

V = si cumple

Nota: se utilizó el diámetro interno de la tubería

Perdidas de energía

Se calcula con la ecuación de Hazen Williams:

$$H_{3/4} = \frac{(1743,811) * (115,95\text{m}) * (0,40 \text{ l/s})^{1,85}}{(150)^{1,85} * (3/4)^{4,87}} = 14,20 \text{ m}$$

Cota piezométrica

Es la diferencia entre la cota de carga o presión dinámica al inicio del tramo y la pérdida de carga a lo largo del tramo. Y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{CPZ Inicial} = 514 \text{ m}$$

$$\text{CPZ Inicial} = 514 \text{ m} - H_f$$

$$\text{CPZ Inicial} = 514 \text{ m} - 14,20 \text{ m}$$

$$\text{CPZ Inicial} = 499,80 \text{ m}$$

Presión disponible

Es la presión de trabajo o presión dinámica. Se calcula de la siguiente manera:

$$P_d = \text{CPZ} - \text{CT}$$

Donde:

P_d = presión dinámica

CPZ = cota piezométrica

CT = cota de llegada del terreno

$$P_d = 499,80 \text{ m} - 480,085 \text{ m}$$

$$P_d = 19,72 \text{ m}$$

$$10,00 \text{ m.c.a.} \leq 19,72 \text{ m.c.a.} \leq 60,00 \text{ m.c.a.}$$

P_d = si cumple

Anexo 3.10 Sistema de desinfección

Se utilizará un alimentador automático de tricloro, instalado en serie con la tubería en conducción a la entrada del tanque de distribución.

La cantidad de litros que se tratan a través del sistema será el caudal de conducción durante un día. Este caudal es de 0,914 l/s cuyo total es de 78 969,60 litros diarios.

Las tabletas de tricloro son una forma de presentación del cloro: para este proyecto se utilizaron pastillas grandes el cual tiene 3 pulgadas de diámetro, 1 pulgada de espesor y 200 gramos de peso, con una solución de cloro de 90% y 10% de estabilizador. Considerando que la velocidad a la que se disuelve en agua en reposo es de 15 gramos en 24 horas. Para determinar la cantidad de tabletas al mes para clorar el caudal que se transportara por la tubería se hace mediante la fórmula de hipocloritos, esta es:

$$G = \frac{C * M * D}{\%CL}$$

Donde:

- G = gramos de tricloro
- C = miligramos por litros deseados
- M = litros de agua por tratarse al día
- D = número de días
- %CL = concentración de cloro

La norma coguanor indica que el valor deberá de ser de 0,50 mg/l, sin embargo, para evitar el rechazo del cloro por falta de costumbre, se puede iniciar con 0,10 mg/l. Para este proyecto se trabajará con el valor del 0,10, por lo que se tiene:

$$G = \frac{0,001 * 78\,969,60 \text{ l/d} * 30 \text{ días}}{0,90}$$

$$G = 2\,632,32 \text{ gramos}$$

Convertimos gramos a cantidad de pastillas:

$$G = \frac{2\,632,32 \text{ gramos}}{200 \text{ gramos/ tableta}}$$

$$G = 13,16 \text{ tabletas} \cong 13 \text{ tabletas al mes}$$

Esto significa que se necesitaría 13 tabletas mensuales que se serán colocados por el encargado por el mantenimiento de forma gradual en el alimentador, cuidando de su limpieza una vez al mes.

Anexo 3.11 Obras de arte

Estas son utilizadas en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable para optimizar su funcionamiento:

Válvulas de limpieza

Son aquellas que se utilizan para sacar los sedimentos y lodos que se acumulan en las partes bajas de la línea de conducción. En líneas de distribución los grifos realizan esta función.

Estas válvulas se componen principalmente por una tee a la cual se conecta lateralmente un niple (tubería menor de 6 metros), además de una válvula de compuerta que se puede abrir, para que salgan los sedimentos acumulados y cuando el agua empiece a salir clara, cerrar la válvula lentamente. La ubicación de la válvula de limpieza, se detallan en los planos constructivos, específicamente en la estación E-122.

Válvulas de aire

El aire disuelto en el agua tiende a acumularse en los puntos altos del perfil de la tubería. La cantidad acumulada de aire puede ser tanta que llega a impedir completamente la circulación del agua provocando un aumento de pérdidas por fricción en la tubería. Para eliminar la acumulación de aire dentro de la tubería, se logra con la implementación de válvulas automáticas de aire. Ubicadas en puntos altos, esto permitirá la expulsión de aire y la circulación del caudal deseado. Para el presente proyecto se colocará en la estación numero E-124.

Pasos de zanjón

Se utiliza cuando la línea de conducción tiene que atravesar zanjas naturales o

quebradas, deberán de ser diseñados con tubería HG. Para el presente proyecto se tendrá un paso de zanjón que tendrá una longitud de 12 metros y estará ubicado entre las estaciones E-125 y E-136. Los detalles constructivos estarán especificados en los planos.

Pasos aéreos

También conocidos como puentes colgantes, se construyen cuando la tubería tiene que atravesar ríos caudalosos o quebradas de mayor longitud de 12 metros. No requieren de un mantenimiento específico. deberán de ser diseñados con tubería HG. Para el presente proyecto se tendrá un paso aéreo que tendrá una longitud de 75 metros y estará ubicado entre las estaciones E-121 y E-123. Los detalles constructivos estarán especificados en los planos.

Ver planta y elevación en anexos, para su diseño.

Caja derivadora de caudales

Esta caja será la encargada de distribuir el caudal necesario por medio de vertederos a cada ramal se construirá de concreto ciclópeo las dimensiones y accesorios serán de acuerdo a los planos.

Caja rompe presión

Este elemento servirá para cortar la presión en la línea de distribución y así evitar la ruptura de la tubería debido a las presiones excesivas en la línea, estas serán de concreto ciclópeo y su forma serán las indicadas por los planos constructivos. La caja disipa la presión en el instante a que el agua tiene contacto con la atmosfera y disminuye considerablemente su velocidad. La caja rompe presión se coloca antes de que la presión dinámica sobrepase los 111 m.c.a. en líneas de conducción y los 40

m.c.a. en la red de distribución. Para el presente proyecto se instalará una caja rompe presión en el ramal número 1, en la estación E-4.5.

Válvulas de compuerta de control

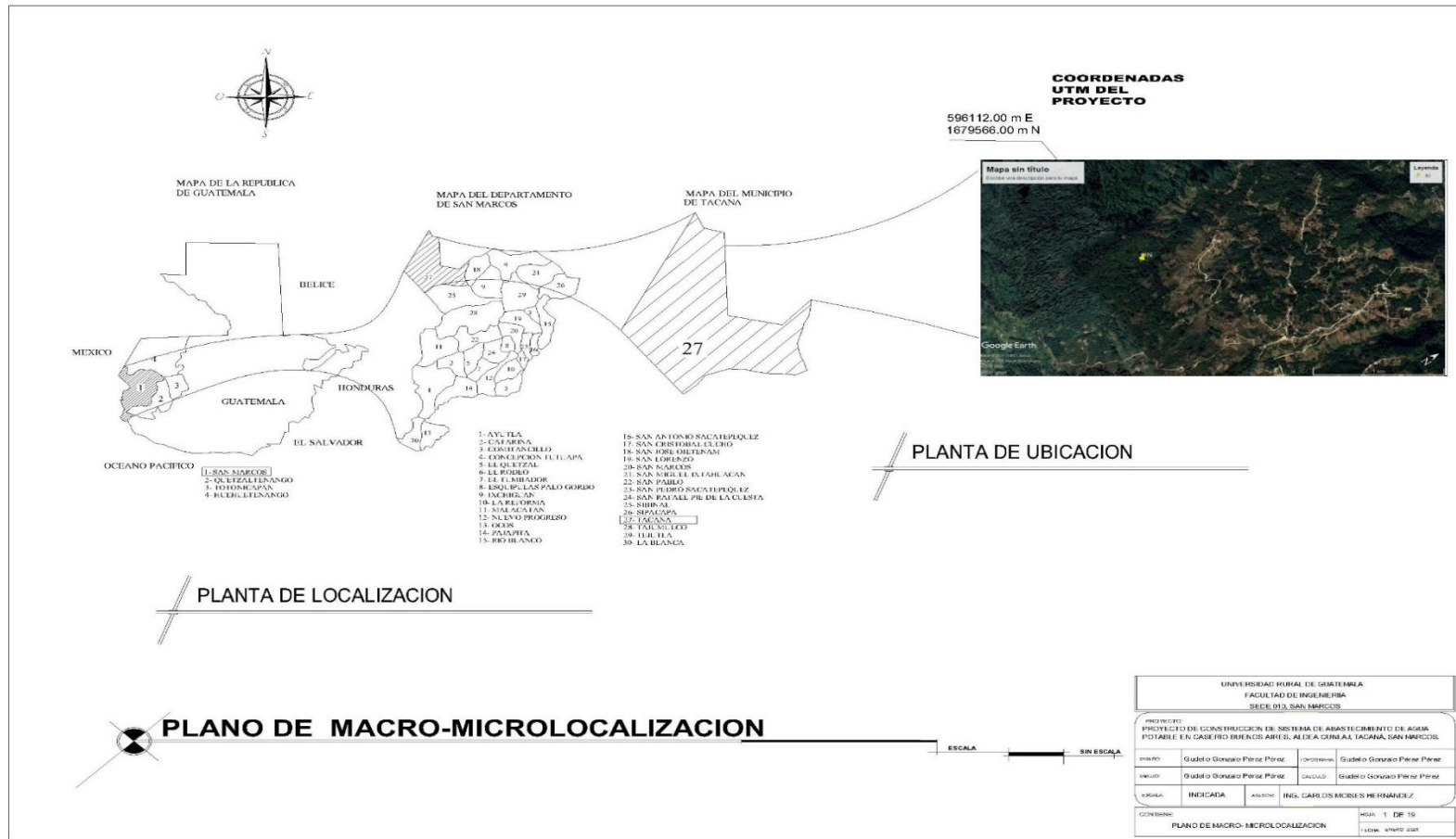
Son las válvulas de compuerta que sirven para el control en la distribución del agua a distintos ramales o para suspender el servicio si hay desperfectos en la tubería. Estas serán válvulas de compuerta de bronce adaptadas a accesorios pvc su diámetro variara según le diámetro de la tubería donde se encuentre. Para el presente proyecto se ubicarán tres válvulas de compuerta de control que estarán en las siguientes estaciones de la línea de distribución del proyecto:

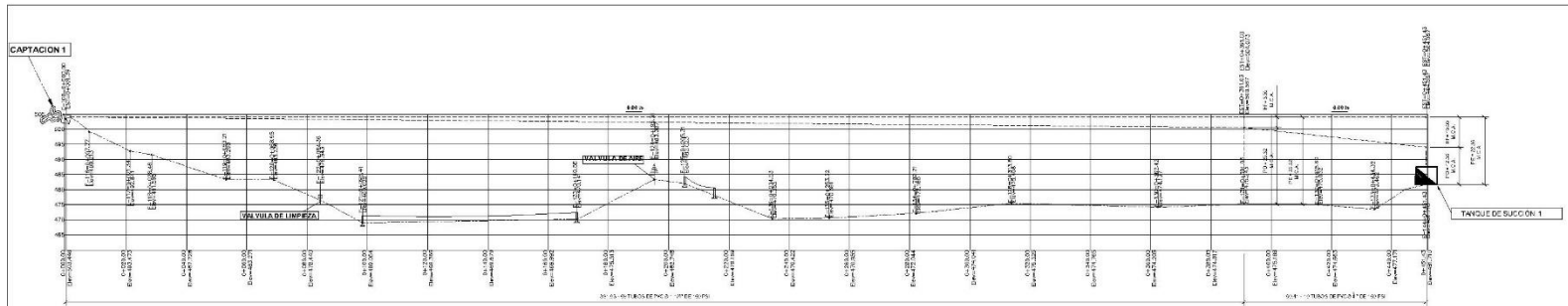
8. En el ramal 1 se ubicará en la estación E-8
9. En el ramal 1.1 se ubicará en la estación E-14.4
10. En el ramal 3 se ubicará en la estación E-20

Conexiones prediales

Son las instalaciones que se colocan dentro del predio de la casa, para que cada familia pueda abastecerse, de agua potable, la conexión predial está formada por las válvulas de globo y el chorro.

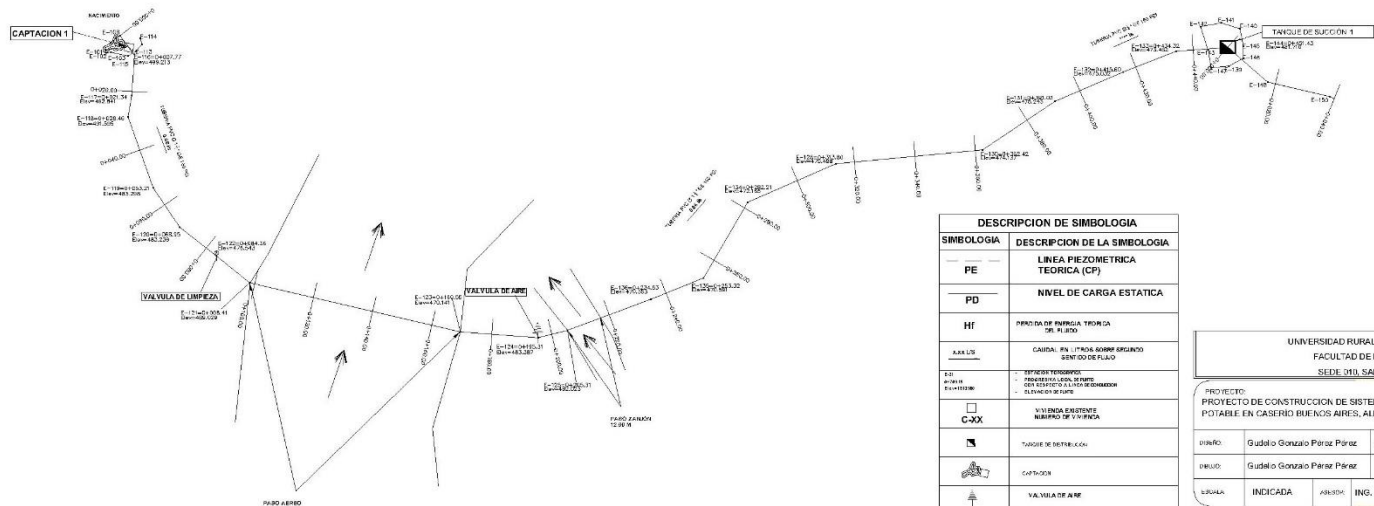
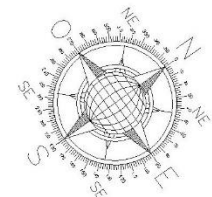
Anexo 3.12 Planos constructivos para el sistema de abastecimiento de agua potable de caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos; están conformados por:





PERFIL LINEA DE CONDUCCIÓN NACIMIENTO A TANQUE DE DISTRIBUCION 1
PLANTA LINEA DE CONDUCCIÓN NACIMIENTO A TANQUE DE DISTRIBUCION 1

ESCALA HORIZONTAL: 1:400
 ESCALA VERTICAL: 1:40
 TITULACION



DESCRIPCION DE SIMBOLOGIA	
PE	LINEA PIEZOMETRICA TEORICA (CP)
PD	NIVEL DE CARGA ESTATICA
HF	PIEDADA DE INERZIA TEORICA DEL FLUIDO
AAK L2	CAIDA EN TUBO SOMB. ERGENCO SENTIDO DE FLUJO
EL	REPRESENTACION DE OBSTACULO EN TUBO
EL	REPRESENTACION DE OBSTACULO EN TUBO EN SENTIDO DE FLUJO
C-XX	VIVIENDA EXISTENTE
□	MANIFOLD EXISTENTE
□	TANQUE DE DISTRIBUCION
⊙	CAPTACION
↑	VALVULA DE AIRE
⊕	VALVULA DE LIMPIEZA

UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 SEDE 210, SAN MARCOS

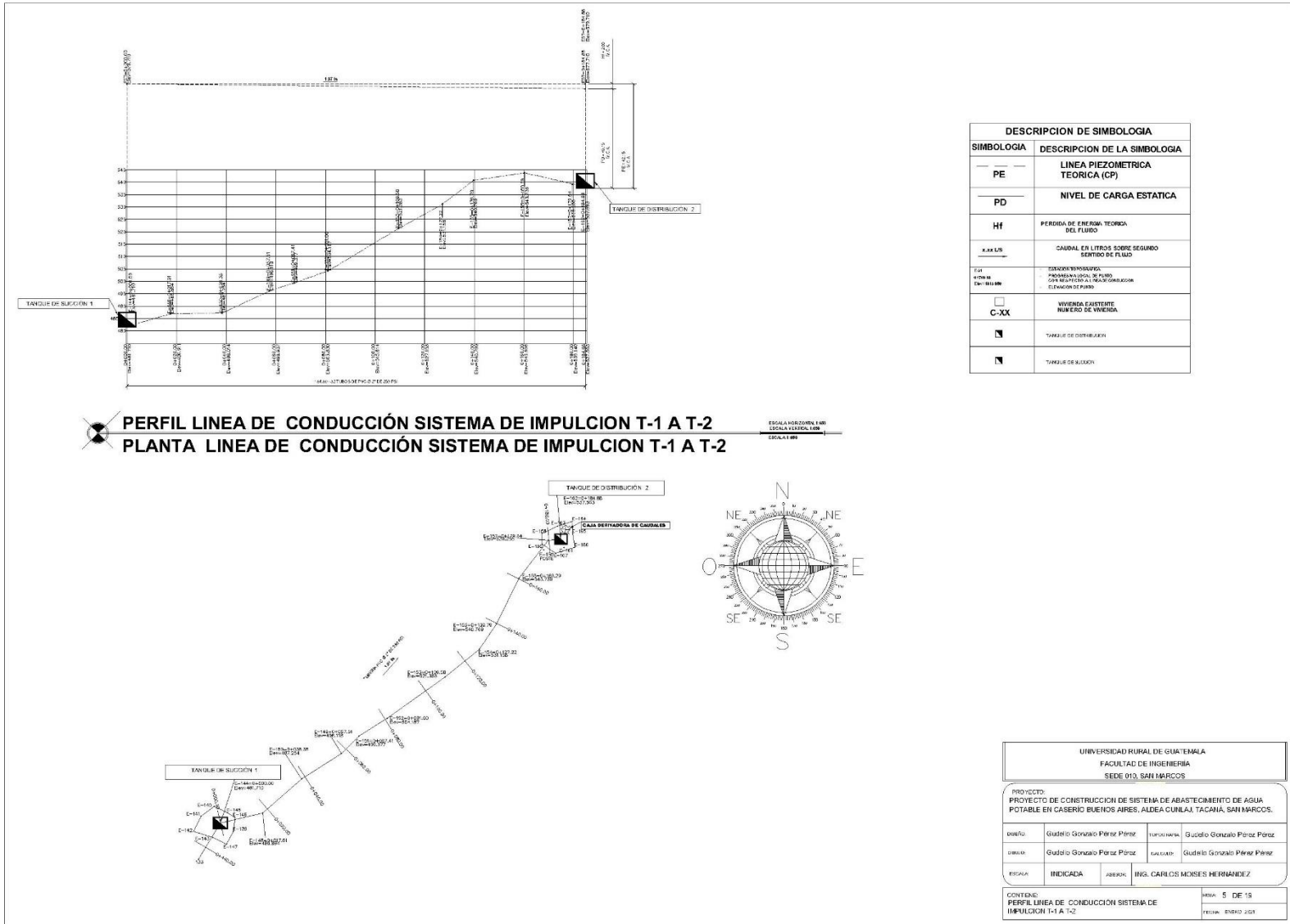
PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIO BUENOS AIRES, ALDEA CUMLAJ, TACANA, SAN MARCOS.

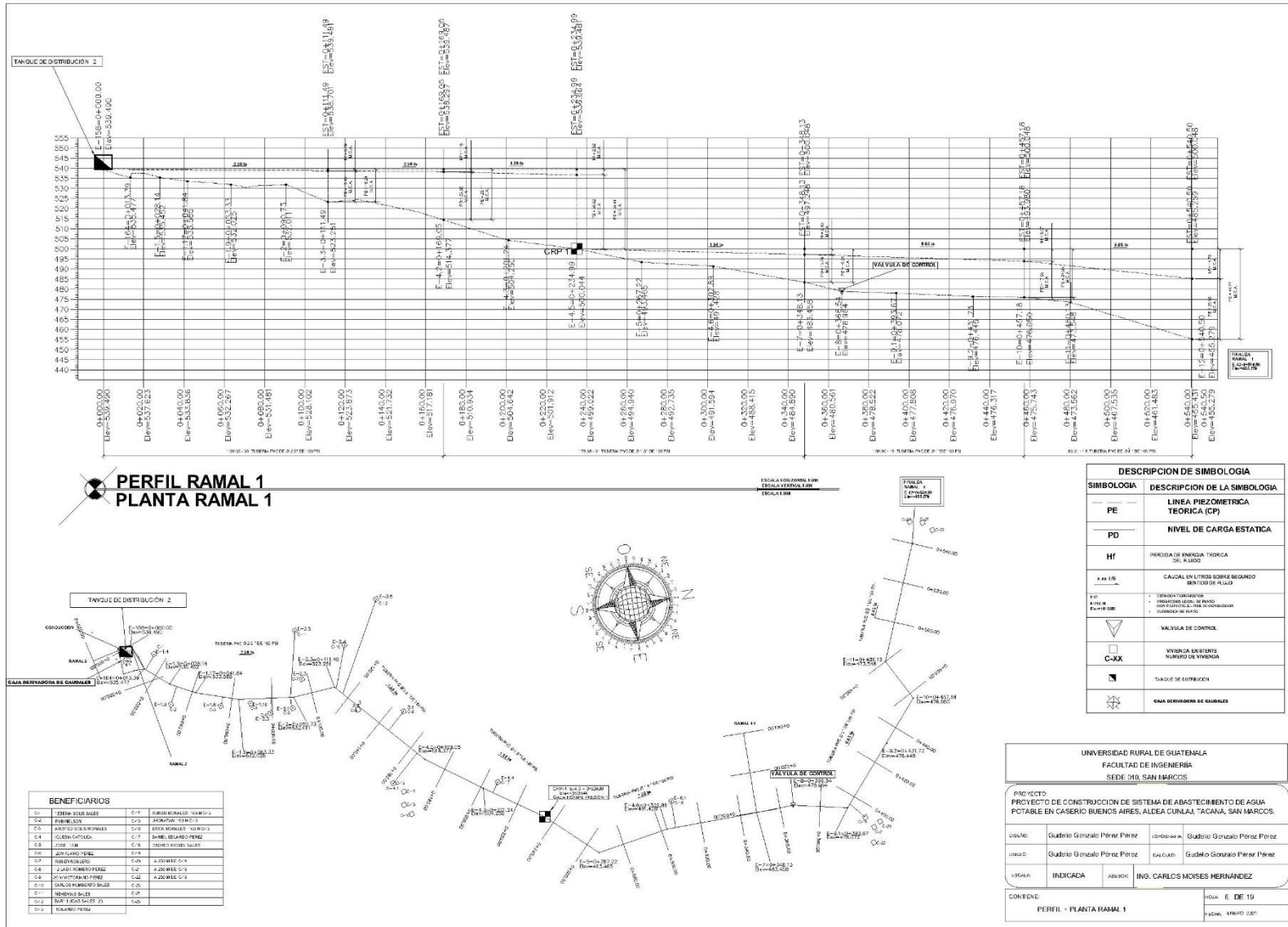
DIRCCO: Guido Gonzalo Pérez Pérez DISEÑADOR: Guido Gonzalo Pérez Pérez
 DISEÑO: Guido Gonzalo Pérez Pérez CALIFICADO: Guido Gonzalo Pérez Pérez

LEGENDA: INDICADA APROBADO: ING. CARLOS NOISES HERNANDEZ

CONTIENE: PERFIL LINEA DE CONDUCCION NACIMIENTO A TANQUE DE DISTRIBUCION 1

HOJA: 4 DE 19
 FECHA: 11/10/2017



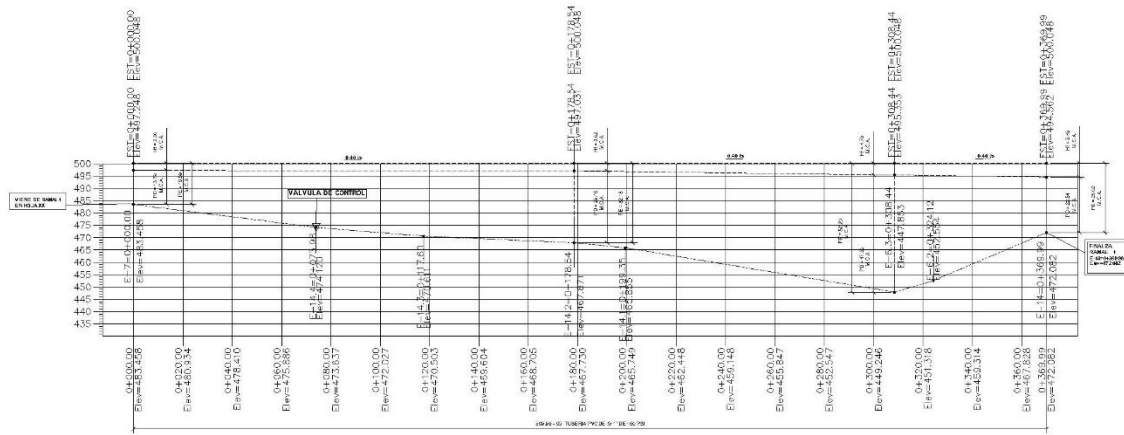


**PERFIL RAMAL 1
PLANTA RAMAL 1**

DESCRIPCION DE SIMBOLOGIA	
PE	LINEA PIEZOMETRICA TEORICA (CP)
PD	NIVEL DE CARGA ESTATICA
HF	PERDIDA DE ENERGIA TEORICA DEL FLUIDO
AL	CAUCAL EN LITROS SOBRE SEGUNDO SENTIDO DE FLUJO
V	VALVULA DE CONTROL
C-XX	VIVIENDA EXISTENTE NUMERO DE VIVIENDA
■	CASAS DE DISTRIBUCION
★	CASA SERVIDORA DE CAJALTES

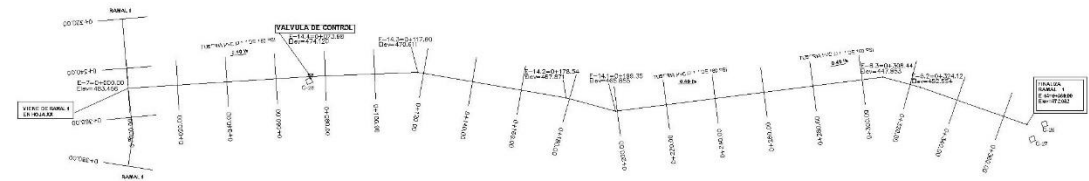
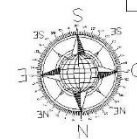
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA SEDE SAN MARCOS	
PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIO BUENOS AIRES, ALDEA CUNLAJ, TACAÑA, SAN MARCOS.	
ALUMNO: Gudelio Gonzalo Pérez Pérez	PROFESOR: Gudelio Gonzalo Pérez Pérez
ALUMNO: Gudelio Gonzalo Pérez Pérez	CO-ALUMNO: Gudelio Gonzalo Pérez Pérez
ASIGNATURA: INDICADA	ANALISIS: ING. CARLOS MOSES HERNANDEZ
CONTIENE: PERFIL + PLANTA RAMAL 1	HOJA: E DE 19
	FECHA: MARZO 2021

BENEFICIARIOS	
C1	ARMANDO SUAREZ
C2	FRANCO SUAREZ
C3	ANTONIO SUAREZ
C4	JOSE SUAREZ
C5	JOSE SUAREZ
C6	JOSE SUAREZ
C7	JOSE SUAREZ
C8	JOSE SUAREZ
C9	JOSE SUAREZ
C10	JOSE SUAREZ
C11	JOSE SUAREZ
C12	JOSE SUAREZ
C13	JOSE SUAREZ
C14	JOSE SUAREZ
C15	JOSE SUAREZ
C16	JOSE SUAREZ
C17	JOSE SUAREZ
C18	JOSE SUAREZ
C19	JOSE SUAREZ
C20	JOSE SUAREZ
C21	JOSE SUAREZ
C22	JOSE SUAREZ
C23	JOSE SUAREZ
C24	JOSE SUAREZ
C25	JOSE SUAREZ
C26	JOSE SUAREZ
C27	JOSE SUAREZ
C28	JOSE SUAREZ
C29	JOSE SUAREZ
C30	JOSE SUAREZ
C31	JOSE SUAREZ
C32	JOSE SUAREZ
C33	JOSE SUAREZ
C34	JOSE SUAREZ
C35	JOSE SUAREZ
C36	JOSE SUAREZ
C37	JOSE SUAREZ
C38	JOSE SUAREZ
C39	JOSE SUAREZ
C40	JOSE SUAREZ
C41	JOSE SUAREZ
C42	JOSE SUAREZ
C43	JOSE SUAREZ
C44	JOSE SUAREZ
C45	JOSE SUAREZ
C46	JOSE SUAREZ
C47	JOSE SUAREZ
C48	JOSE SUAREZ
C49	JOSE SUAREZ
C50	JOSE SUAREZ
C51	JOSE SUAREZ
C52	JOSE SUAREZ
C53	JOSE SUAREZ
C54	JOSE SUAREZ
C55	JOSE SUAREZ
C56	JOSE SUAREZ
C57	JOSE SUAREZ
C58	JOSE SUAREZ
C59	JOSE SUAREZ
C60	JOSE SUAREZ
C61	JOSE SUAREZ
C62	JOSE SUAREZ
C63	JOSE SUAREZ
C64	JOSE SUAREZ
C65	JOSE SUAREZ
C66	JOSE SUAREZ
C67	JOSE SUAREZ
C68	JOSE SUAREZ
C69	JOSE SUAREZ
C70	JOSE SUAREZ
C71	JOSE SUAREZ
C72	JOSE SUAREZ
C73	JOSE SUAREZ
C74	JOSE SUAREZ
C75	JOSE SUAREZ
C76	JOSE SUAREZ
C77	JOSE SUAREZ
C78	JOSE SUAREZ
C79	JOSE SUAREZ
C80	JOSE SUAREZ
C81	JOSE SUAREZ
C82	JOSE SUAREZ
C83	JOSE SUAREZ
C84	JOSE SUAREZ
C85	JOSE SUAREZ
C86	JOSE SUAREZ
C87	JOSE SUAREZ
C88	JOSE SUAREZ
C89	JOSE SUAREZ
C90	JOSE SUAREZ
C91	JOSE SUAREZ
C92	JOSE SUAREZ
C93	JOSE SUAREZ
C94	JOSE SUAREZ
C95	JOSE SUAREZ
C96	JOSE SUAREZ
C97	JOSE SUAREZ
C98	JOSE SUAREZ
C99	JOSE SUAREZ
C100	JOSE SUAREZ



**PERFIL RAMAL 1.1
PLANTA RAMAL 1.1**

DESCRIPCION DE SIMBOLOGIA	
PE	LINEA PIEZOMETRICA TEORICA (CP)
PD	NIVEL DE CARGA ESTATICA
HF	PERDIDA DE ENERGIA TEORICA DEL FLUIDO
C.XX LS	CAUDAL EN LITROS SOBRE SEÑALO SENTIDO DE FLUJO
CAI	SELECCION TOPOGRAFICA
CAI	PROYECCION DEL PUNTO CON RESPECTO A LA CALIBRACION CANTONAL 35 7000
C-XX	VIVIENDA EXISTENTE NUMERO DE VIVIENDA
▽	VALVULA DE CONTROL



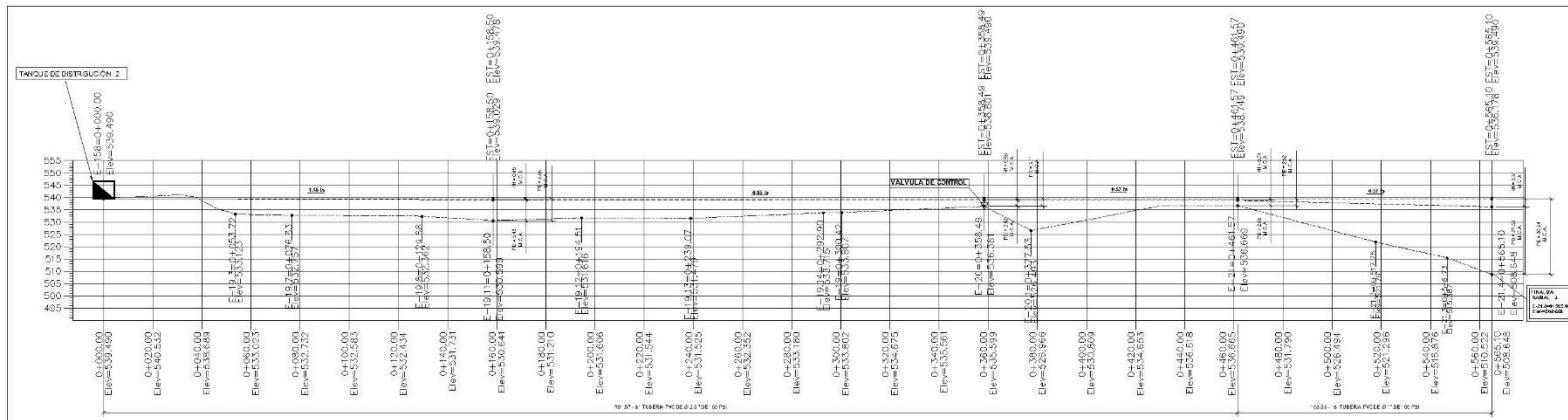
BENEFICIARIOS	
C-1	
C-2	
C-3	

UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
SEDE 300, SAN MARCOS

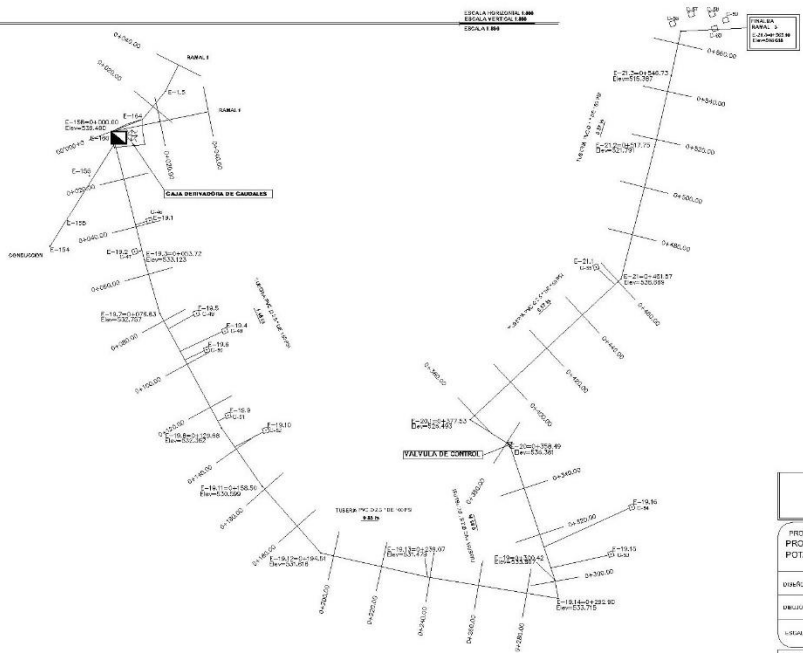
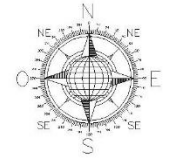
PROYECTO:
PROYECTO DE CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIO BUENOS AIRES, ALDEA CUNLAJ, TACAÑA, SAN MARCOS.

DISEÑO:	Guido Gonzalo Pérez Pérez	CONTROL:	Guido Gonzalo Pérez Pérez
VALIDO:	Guido Gonzalo Pérez Pérez	CALCULO:	Guido Gonzalo Pérez Pérez
LEGENDA:	INDICADA	REVISOR:	ING. CARLOS MOISES HERNANDEZ

CONTIENE: PERFIL - PLANTA RAMAL 1.1	FOHO: 7 DE 19
	FECHA: 18/05/2021



**PERFIL RAMAL 3
PLANTA RAMAL 3**



DESCRIPCION DE SIMBOLOGIA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION DE LA SIMBOLOGIA
PE	LINEA PIEZOMETRICA TEORICA (CP)
PD	NIVEL DE CARGA ESTATICA
Hf	PERDIDA DE ENERGIA TEORICA DEL FLUIDO
CAJAS	CAJAS EN LITROS POR SEGUNDO SENTIDO DE FLUJO
E-11	ESTACION PIEZOMETRICA PERDIDA DE ENERGIA CON ESCALERA AL INICIO/COMIENZO DE INGENIERIA
	VALVULA DE CONTROL
C-XX	VIVIENDA EXISTENTE NUMERO DE VIVIENDA
	CAJA DE DIETRACION
	CAJA DE DIETRACION DE CARRETERA

BENEFICIARIOS	
0.01	FRAN VALES
0.02	BAJO PEREZ
0.03	COMARTE PEREZ
0.04	PEREZ MORALES
0.05	ARAUJO PEREZ
0.06	PEREZ PEREZ
0.07	PEREZ PEREZ
0.08	PEREZ PEREZ
0.09	PEREZ PEREZ
0.10	PEREZ PEREZ
0.11	PEREZ PEREZ
0.12	PEREZ PEREZ
0.13	PEREZ PEREZ
0.14	PEREZ PEREZ
0.15	PEREZ PEREZ
0.16	PEREZ PEREZ
0.17	PEREZ PEREZ
0.18	PEREZ PEREZ
0.19	PEREZ PEREZ
0.20	PEREZ PEREZ
0.21	PEREZ PEREZ
0.22	PEREZ PEREZ
0.23	PEREZ PEREZ
0.24	PEREZ PEREZ
0.25	PEREZ PEREZ
0.26	PEREZ PEREZ
0.27	PEREZ PEREZ
0.28	PEREZ PEREZ
0.29	PEREZ PEREZ
0.30	PEREZ PEREZ
0.31	PEREZ PEREZ
0.32	PEREZ PEREZ
0.33	PEREZ PEREZ
0.34	PEREZ PEREZ
0.35	PEREZ PEREZ
0.36	PEREZ PEREZ
0.37	PEREZ PEREZ
0.38	PEREZ PEREZ
0.39	PEREZ PEREZ
0.40	PEREZ PEREZ
0.41	PEREZ PEREZ
0.42	PEREZ PEREZ
0.43	PEREZ PEREZ
0.44	PEREZ PEREZ
0.45	PEREZ PEREZ
0.46	PEREZ PEREZ
0.47	PEREZ PEREZ
0.48	PEREZ PEREZ
0.49	PEREZ PEREZ
0.50	PEREZ PEREZ
0.51	PEREZ PEREZ
0.52	PEREZ PEREZ
0.53	PEREZ PEREZ
0.54	PEREZ PEREZ
0.55	PEREZ PEREZ
0.56	PEREZ PEREZ
0.57	PEREZ PEREZ
0.58	PEREZ PEREZ
0.59	PEREZ PEREZ
0.60	PEREZ PEREZ
0.61	PEREZ PEREZ
0.62	PEREZ PEREZ
0.63	PEREZ PEREZ
0.64	PEREZ PEREZ
0.65	PEREZ PEREZ
0.66	PEREZ PEREZ
0.67	PEREZ PEREZ
0.68	PEREZ PEREZ
0.69	PEREZ PEREZ
0.70	PEREZ PEREZ
0.71	PEREZ PEREZ
0.72	PEREZ PEREZ
0.73	PEREZ PEREZ
0.74	PEREZ PEREZ
0.75	PEREZ PEREZ
0.76	PEREZ PEREZ
0.77	PEREZ PEREZ
0.78	PEREZ PEREZ
0.79	PEREZ PEREZ
0.80	PEREZ PEREZ
0.81	PEREZ PEREZ
0.82	PEREZ PEREZ
0.83	PEREZ PEREZ
0.84	PEREZ PEREZ
0.85	PEREZ PEREZ
0.86	PEREZ PEREZ
0.87	PEREZ PEREZ
0.88	PEREZ PEREZ
0.89	PEREZ PEREZ
0.90	PEREZ PEREZ
0.91	PEREZ PEREZ
0.92	PEREZ PEREZ
0.93	PEREZ PEREZ
0.94	PEREZ PEREZ
0.95	PEREZ PEREZ
0.96	PEREZ PEREZ
0.97	PEREZ PEREZ
0.98	PEREZ PEREZ
0.99	PEREZ PEREZ
1.00	PEREZ PEREZ

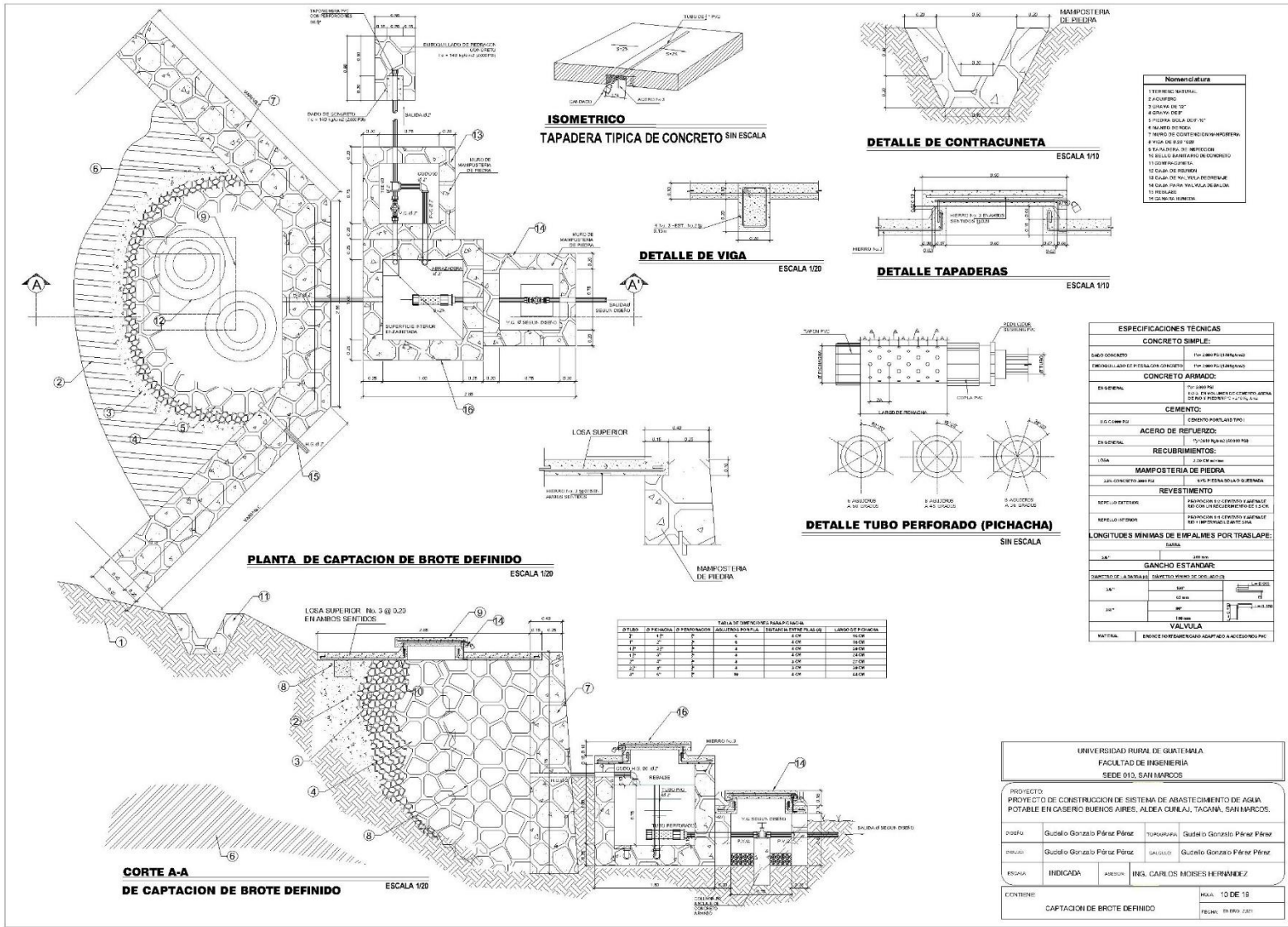
**UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
SEDE 010, SAN MARCOS**

PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CABERNO BUENOS AIRES, ALDEA CUNILAN, TACANA, SAN MARCOS.

ELABORADO	Guidelo Gonzalo Perez Perez	REVISADO	Guidelo Gonzalo Perez Perez
ELABORADO	Guidelo Gonzalo Perez Perez	CALCULADO	Guidelo Gonzalo Perez Perez
ELABORADO	INEXCADADA	APROBADO	ING. CARLOS MOISES HERNANDEZ

CONTIENE: **PERFIL + PLANTA RAMAL 3**

FECHA: 09 DE 19
Escala: 1:5000 2:50

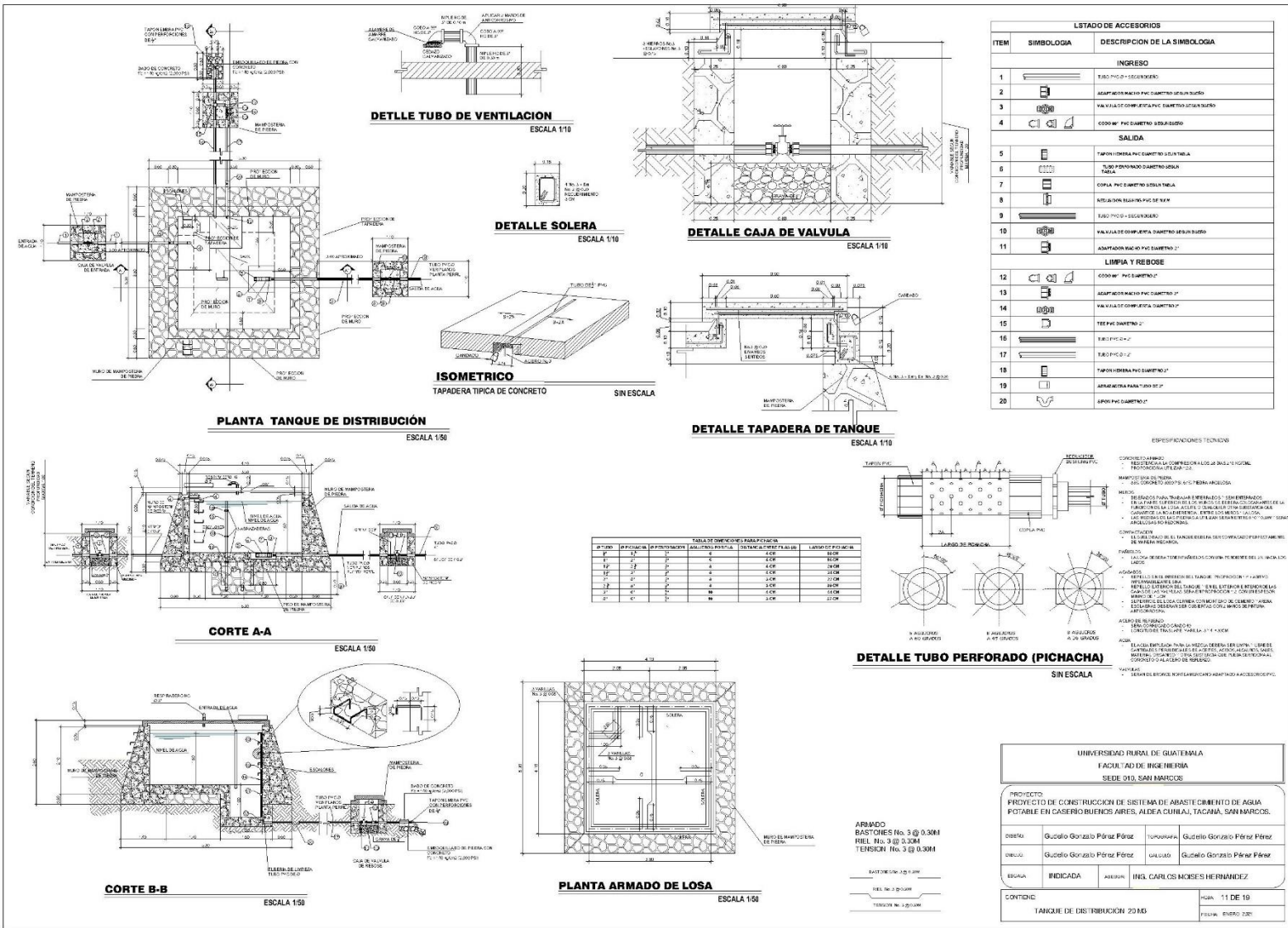


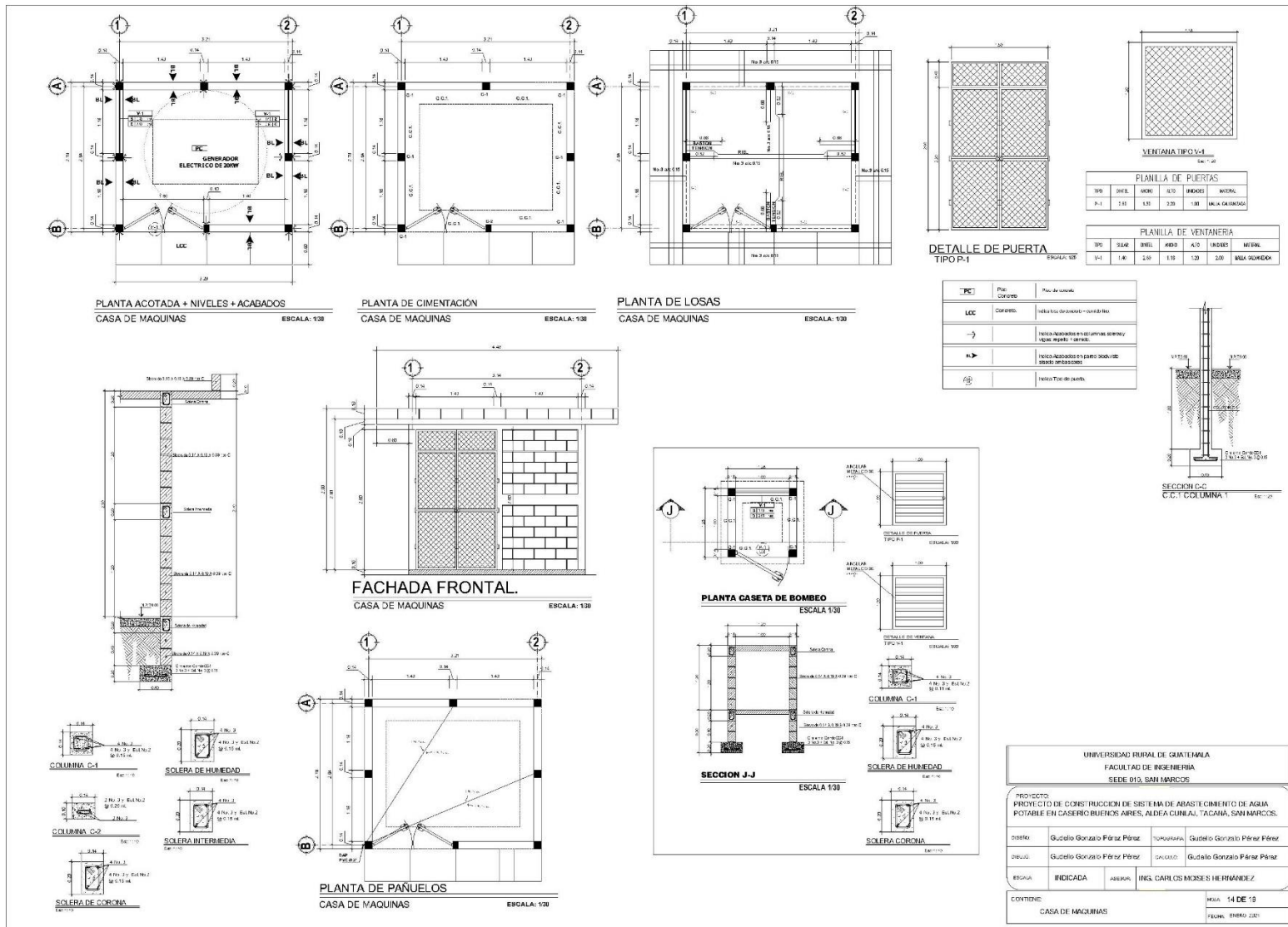
Nomenclatura	
1	FERROFLEX MATERIAL
2	ACODADO
3	GRANA DE 1"
4	GRANA DE 1/2"
5	GRANA BOLA DE 1/2" 10"
6	ALAMO DE 1"
7	REMO DE COCOTENO CON MAMPUESTERA
8	VIGA DE 8" X 8" 12B
9	FRANJA DE MAMPUESTERA
10	BOLLO BARRIDO DE CONCRETO
11	CONCRETO
12	CAJA DE FIBRA
13	CAJA DE M. VUL. ENFERME
14	CAJA PARA PALACA DE BOLA
15	REBAR
16	REBAR BARRIDO

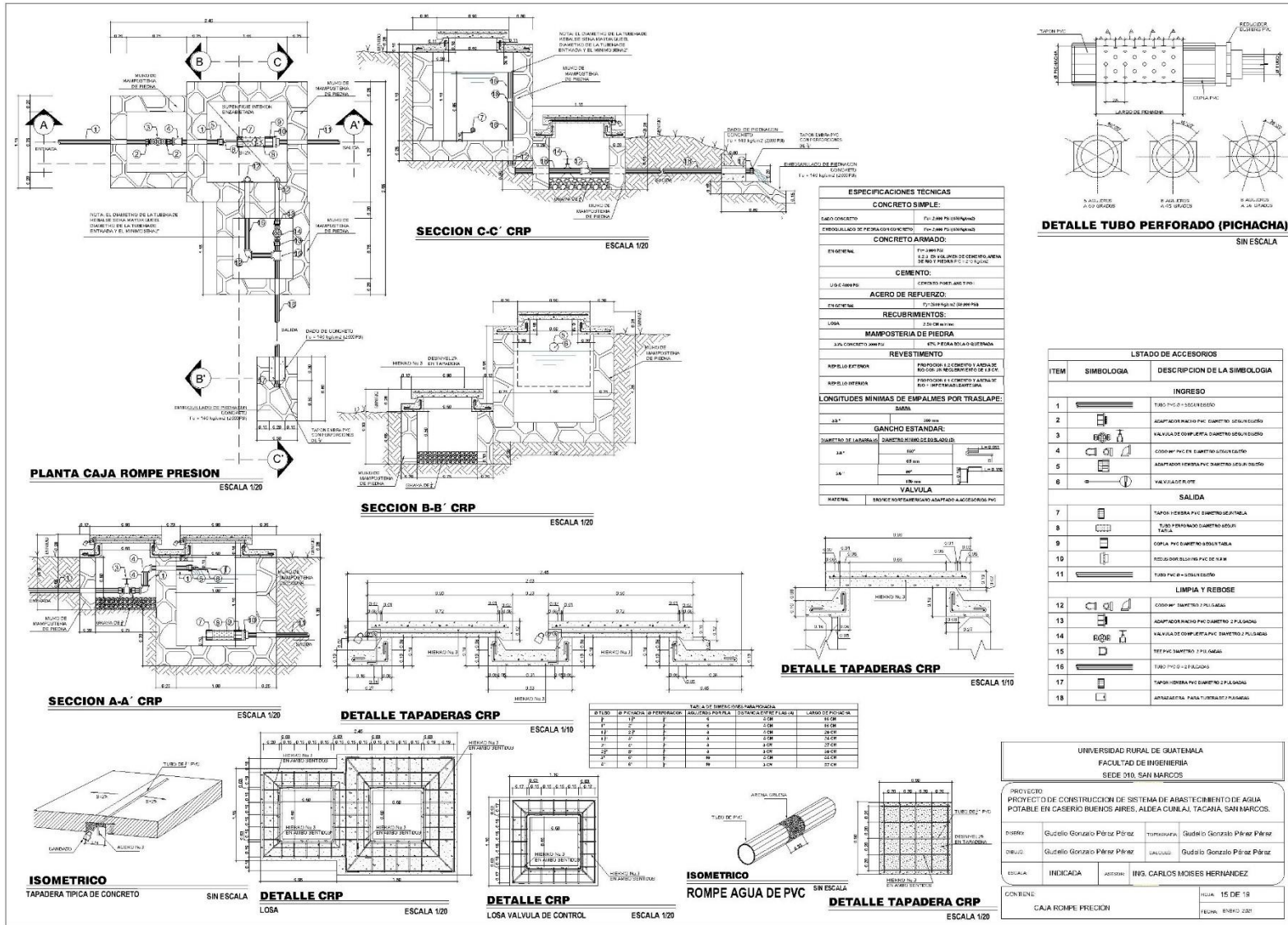
ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO SIMPLE:	
TIPO DE CONCRETO	CONCRETO SIMPLE
ESPECIALIZACION DE TIPO DE CONCRETO	CONCRETO SIMPLE
CONCRETO ARMADO:	
ESPECIALIZACION DE TIPO DE CONCRETO	CONCRETO ARMADO
ESPECIALIZACION DE TIPO DE CONCRETO	CONCRETO ARMADO
CEMENTO:	
ESPECIALIZACION DE TIPO DE CEMENTO	CEMENTO PORTLAND TIPO I
ACERO DE REFUERZO:	
ESPECIALIZACION DE TIPO DE ACERO	ACERO DE REFUERZO TIPO I
RECURRIMIENTOS:	
ESPECIALIZACION DE TIPO DE RECURRIMIENTO	RECURRIMIENTO TIPO I
MAMPUESTERA DE PIEDRA	
ESPECIALIZACION DE TIPO DE MAMPUESTERA	MAMPUESTERA DE PIEDRA
REVESTIMIENTO	
ESPECIALIZACION DE TIPO DE REVESTIMIENTO	REVESTIMIENTO TIPO I
ESPECIALIZACION DE TIPO DE REVESTIMIENTO	REVESTIMIENTO TIPO I
LONGITUDES MINIMAS DE EMPALMES POR TRASLAPES:	
ESPECIALIZACION DE TIPO DE EMPALME	LONGITUD MINIMA DE EMPALME
GANCHO ESTANDAR:	
ESPECIALIZACION DE TIPO DE GANCHO	GANCHO ESTANDAR
VALVULA	
ESPECIALIZACION DE TIPO DE VALVULA	VALVULA TIPO I
MATERIAL: BRONCE INOXIDABLE ADAPTADO A ACCESORIOS PVC	

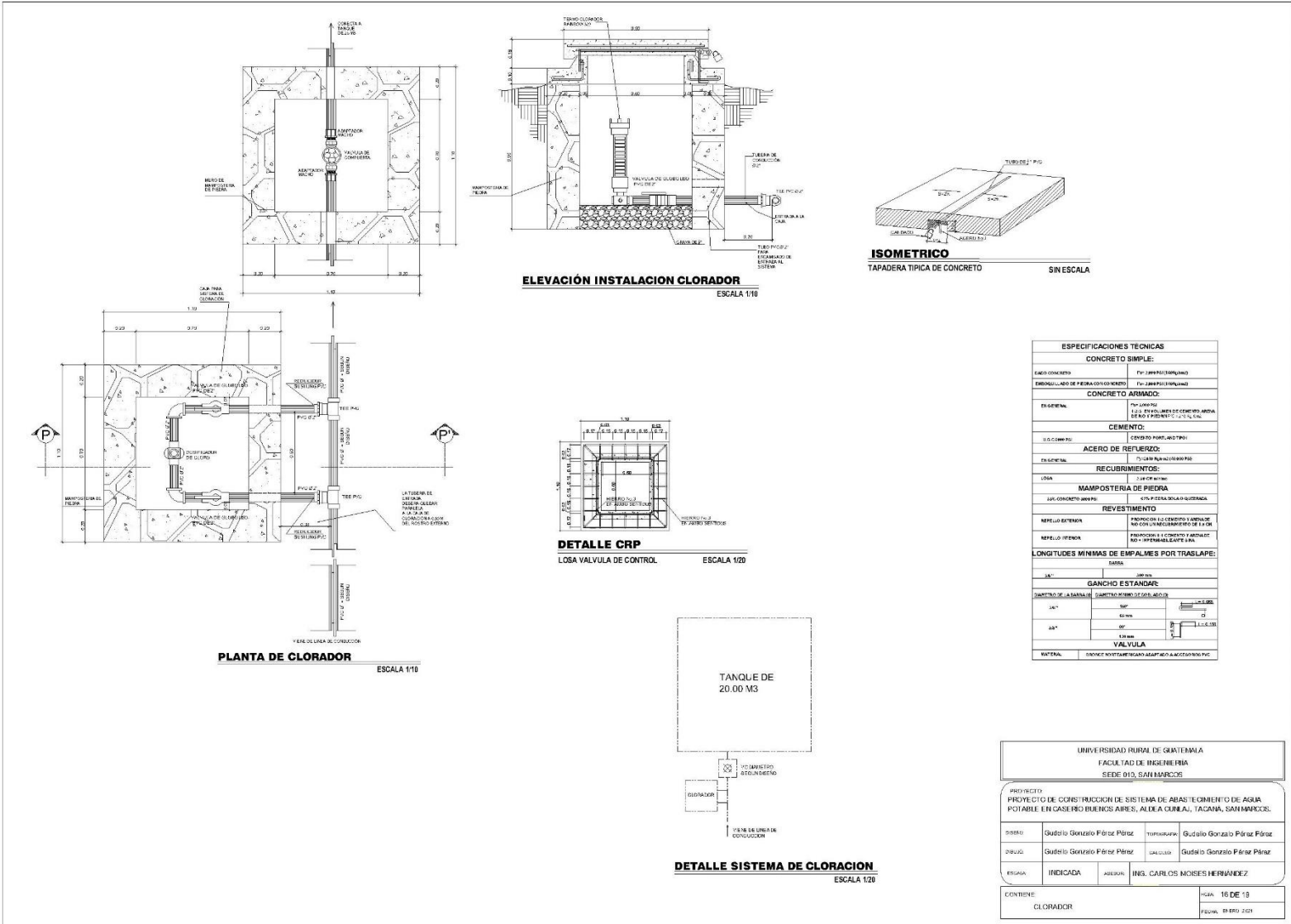
DIAM.	Ø FRENADO	Ø PERFORADO	ANILLO DE BOTA	CONTADOR DE FLUJO	LONGITUD FONDO
1"	1"	1"	1"	1"	1000
1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1000
2"	2"	2"	2"	2"	1000
2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	1000
3"	3"	3"	3"	3"	1000
4"	4"	4"	4"	4"	1000

UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
SEDE DIO, SAN MARCOS			
PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIO BUENOS AIRES, ALDEA CUMAL, TACANA, SAN MARCOS.			
DISEÑO	Guillermo González Pérez Pérez	TOPOGRAFIA	Guillermo González Pérez Pérez
PROYECTO	Guillermo González Pérez Pérez	CALCULO	Guillermo González Pérez Pérez
ESCALA	INDICADA	AREAS	ING. CARLOS MOSES HERNANDEZ
CONTIENE:			HOJA: 10 DE 16
CAPTACION DE BROTE DEFINIDO			FECHA: 15 MAR 2017



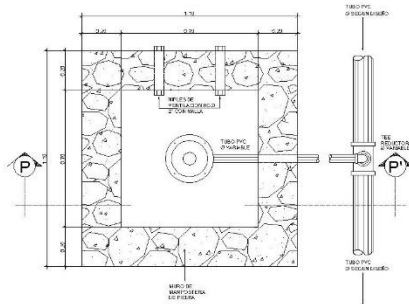




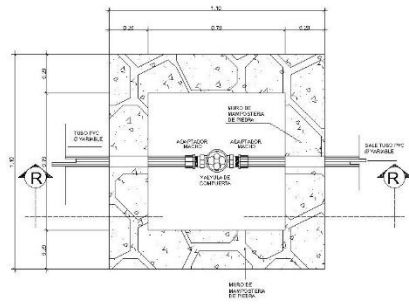


ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO SIMPLE:	
BASE CONCRETO	F-10 (2000/20000)
EMBOLLADO DE FERRALLAS CONCRETO	F-10 (2000/20000)
CONCRETO ARMADO:	
ESPECIAL	F-10 (2000/20000)
ESPECIAL	F-10 (2000/20000)
CEMENTO:	
TIPO	CEMENTO PORTLAND TIPO I
ACERO DE REFUERZO:	
ESPECIAL	F-10 (2000/20000)
RECUBRIMIENTOS:	
ESPECIAL	F-10 (2000/20000)
MAMPOSTERIA DE PIEDRA:	
ESPECIAL	F-10 (2000/20000)
REVESTIMIENTO:	
REPELLO EXTERNO	REPELLO DE CEMENTO Y ARENA CON UN AGUJERITO DE 1/4"
REPELLO INTERNO	REPELLO DE CEMENTO Y ARENA CON UN AGUJERITO DE 1/4"
LONGITUDES MINIMAS DE EMPALMES POR TRASLAPES:	
BARRA	300 mm
GANCHO ESTANDAR	
DIAMETRO DE LA BARRA	DIAMETRO DE BARRA
24"	100 mm
28"	125 mm
VALVULA	
MATERIA	BRONCE INOXIDABLE Y ALUMINIO

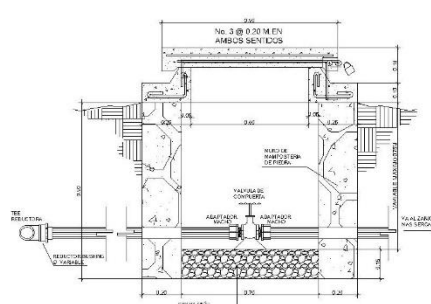
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
SEDE OJO, SAN MARCOS			
PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIO BUENOS AIRES, ALDEA OJUAL, TAGUJA, SAN MARCOS.			
DISEÑO	Guido Gonzalo Pérez Pérez	REVISADO	Guido Gonzalo Pérez Pérez
DISEÑO	Guido Gonzalo Pérez Pérez	REVISADO	Guido Gonzalo Pérez Pérez
ESCALA:	INDICADA	REVISOR:	ING. CARLOS MOSES HERNANDEZ
CONTIENE:	CLORADOR	HOJA:	10 DE 10
		FOLIO:	10 DE 201



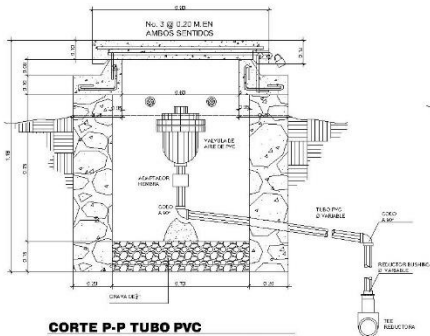
PLANTA VALVULA DE AIRE
ESCALA 1/10



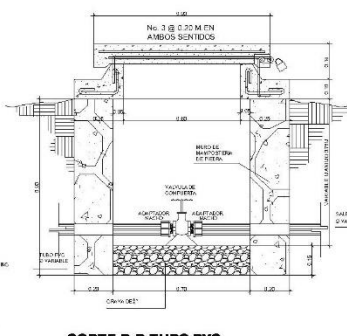
PLANTA VALVULA DE CONTROL
ESCALA 1/10



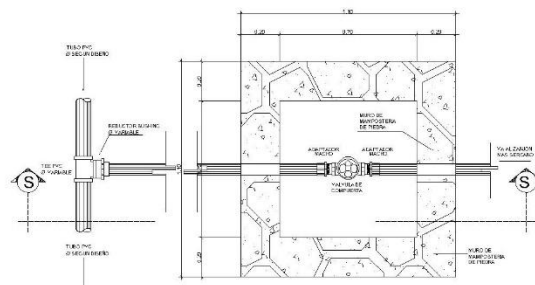
CORTE S-S
ESCALA 1/10



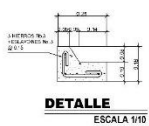
CORTE P-P TUBO PVC
ESCALA 1/10



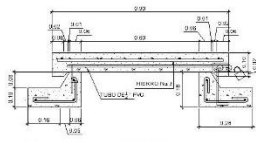
CORTE R-R TUBO PVC
ESCALA 1/10



PLANTA VALVULA DE LIMPIEZA
ESCALA 1/10



DETALLE
ESCALA 1/10

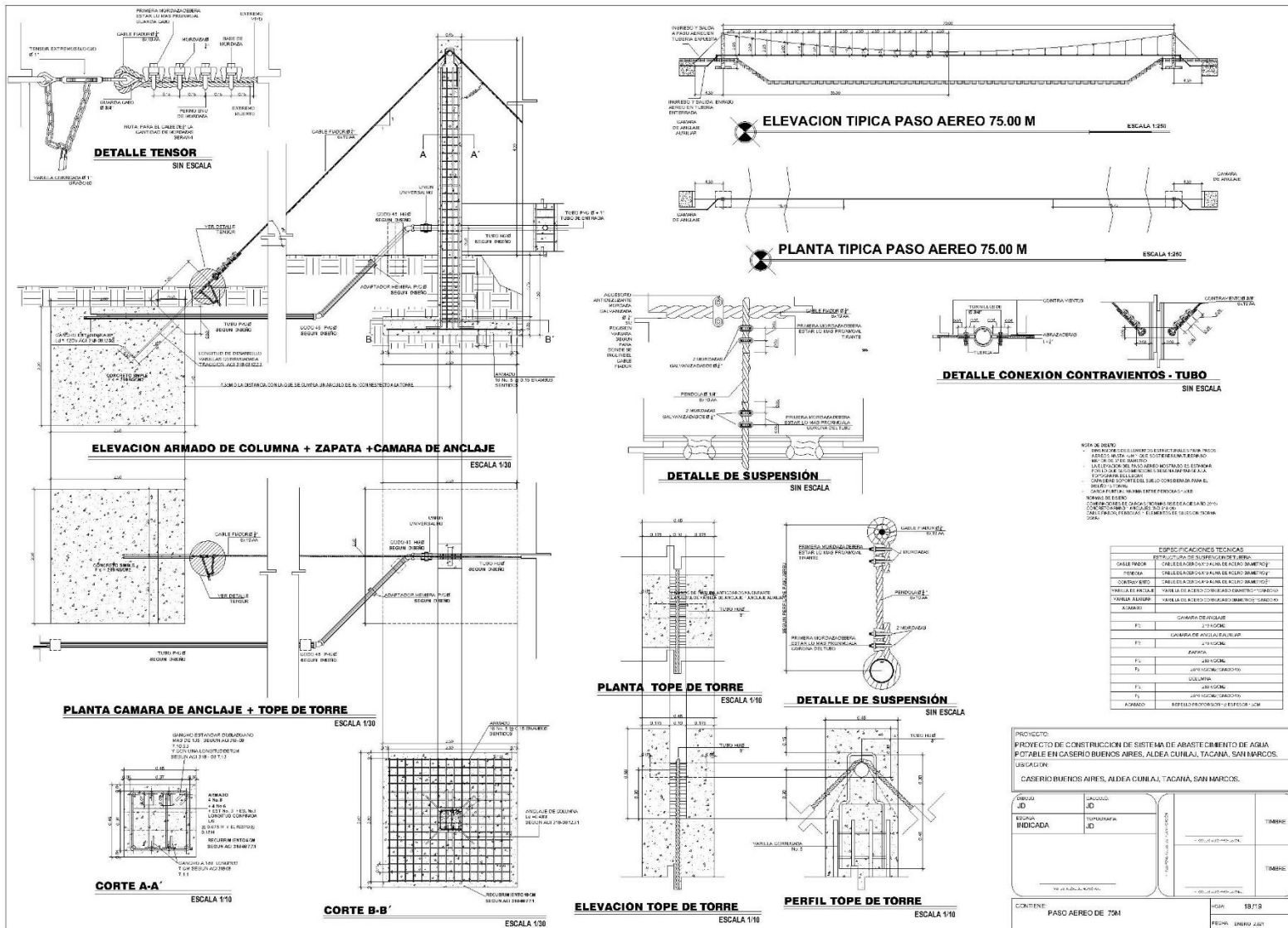


DETALLE TAPADERAS
ESCALA 1/10

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

1. LA ABASTECION DE TRABAJO PARA LA SIGUENTE MATERIA:
 - 1.1. CONCRETO: 100% DE TRABAJO.
 - 1.2. CEMENTO: 100% DE TRABAJO.
 - 1.3. CEMENTO: 100% DE TRABAJO.
 - 1.4. CEMENTO: 100% DE TRABAJO.
 - 1.5. CEMENTO: 100% DE TRABAJO.
 - 1.6. CEMENTO: 100% DE TRABAJO.
 - 1.7. CEMENTO: 100% DE TRABAJO.
 - 1.8. CEMENTO: 100% DE TRABAJO.
 - 1.9. CEMENTO: 100% DE TRABAJO.
 - 1.10. CEMENTO: 100% DE TRABAJO.
2. VALVULAS DE CONTROL Y VALVULA DE LIMPIEZA:
 - 2.1. VALVULA DE CONTROL Y VALVULA DE LIMPIEZA: 100% DE TRABAJO.
 - 2.2. VALVULA DE CONTROL Y VALVULA DE LIMPIEZA: 100% DE TRABAJO.
 - 2.3. VALVULA DE CONTROL Y VALVULA DE LIMPIEZA: 100% DE TRABAJO.
 - 2.4. VALVULA DE CONTROL Y VALVULA DE LIMPIEZA: 100% DE TRABAJO.
 - 2.5. VALVULA DE CONTROL Y VALVULA DE LIMPIEZA: 100% DE TRABAJO.
 - 2.6. VALVULA DE CONTROL Y VALVULA DE LIMPIEZA: 100% DE TRABAJO.
 - 2.7. VALVULA DE CONTROL Y VALVULA DE LIMPIEZA: 100% DE TRABAJO.
 - 2.8. VALVULA DE CONTROL Y VALVULA DE LIMPIEZA: 100% DE TRABAJO.
 - 2.9. VALVULA DE CONTROL Y VALVULA DE LIMPIEZA: 100% DE TRABAJO.
 - 2.10. VALVULA DE CONTROL Y VALVULA DE LIMPIEZA: 100% DE TRABAJO.

UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA SEDE 210, SAN MARCOS			
PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POSTABLE EN CASERIO BUENOS AIRES, ALDEA CUILA, TACANA, SAN MARCOS.			
DESIGNO	Guido Gonzalo Pérez Pérez	TRABAJANDO	Guido Gonzalo Pérez Pérez
REVISO	Guido Gonzalo Pérez Pérez	VALIDADO	Guido Gonzalo Pérez Pérez
ESCALA	INDICADA	ARESTA	ING. CARLOS MOISES HERNANDEZ
CONTIENE: VALVULA DE AIRE - VALVULA DE CONTROL - VALVULA DE LIMPIEZA			HOJA: 17 DE 19 FECHA: 2018-03-28



ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CABLE PASO	ESTRUCION DE SUSPENSIÓN EN ACERO
TUBO PASO	CABLE DE ACERO Y PULERA DE ACERO SIMETRICO
CONTRAVIENTOS	CABLE DE ACERO Y PULERA DE ACERO SIMETRICO
CAMARA DE ANLAJE	TUBO DE ACERO CON REJILLA DE ACERO SIMETRICO
REINFORZO	TUBO DE ACERO CON REJILLA DE ACERO SIMETRICO
ALICATORIO	TUBO DE ACERO CON REJILLA DE ACERO SIMETRICO
P1	CAMARA DE ANLAJE
P2	CAMARA DE ANLAJE SUP
P3	LAB LOCAL
P4	LAB LOCAL
P5	LAB LOCAL
P6	LAB LOCAL
P7	LAB LOCAL
P8	LAB LOCAL
P9	LAB LOCAL
P10	LAB LOCAL
P11	LAB LOCAL
P12	LAB LOCAL
P13	LAB LOCAL
P14	LAB LOCAL
P15	LAB LOCAL
P16	LAB LOCAL
P17	LAB LOCAL
P18	LAB LOCAL
P19	LAB LOCAL
P20	LAB LOCAL
P21	LAB LOCAL
P22	LAB LOCAL
P23	LAB LOCAL
P24	LAB LOCAL
P25	LAB LOCAL
P26	LAB LOCAL
P27	LAB LOCAL
P28	LAB LOCAL
P29	LAB LOCAL
P30	LAB LOCAL
P31	LAB LOCAL
P32	LAB LOCAL
P33	LAB LOCAL
P34	LAB LOCAL
P35	LAB LOCAL
P36	LAB LOCAL
P37	LAB LOCAL
P38	LAB LOCAL
P39	LAB LOCAL
P40	LAB LOCAL
P41	LAB LOCAL
P42	LAB LOCAL
P43	LAB LOCAL
P44	LAB LOCAL
P45	LAB LOCAL
P46	LAB LOCAL
P47	LAB LOCAL
P48	LAB LOCAL
P49	LAB LOCAL
P50	LAB LOCAL
P51	LAB LOCAL
P52	LAB LOCAL
P53	LAB LOCAL
P54	LAB LOCAL
P55	LAB LOCAL
P56	LAB LOCAL
P57	LAB LOCAL
P58	LAB LOCAL
P59	LAB LOCAL
P60	LAB LOCAL
P61	LAB LOCAL
P62	LAB LOCAL
P63	LAB LOCAL
P64	LAB LOCAL
P65	LAB LOCAL
P66	LAB LOCAL
P67	LAB LOCAL
P68	LAB LOCAL
P69	LAB LOCAL
P70	LAB LOCAL
P71	LAB LOCAL
P72	LAB LOCAL
P73	LAB LOCAL
P74	LAB LOCAL
P75	LAB LOCAL
P76	LAB LOCAL
P77	LAB LOCAL
P78	LAB LOCAL
P79	LAB LOCAL
P80	LAB LOCAL
P81	LAB LOCAL
P82	LAB LOCAL
P83	LAB LOCAL
P84	LAB LOCAL
P85	LAB LOCAL
P86	LAB LOCAL
P87	LAB LOCAL
P88	LAB LOCAL
P89	LAB LOCAL
P90	LAB LOCAL
P91	LAB LOCAL
P92	LAB LOCAL
P93	LAB LOCAL
P94	LAB LOCAL
P95	LAB LOCAL
P96	LAB LOCAL
P97	LAB LOCAL
P98	LAB LOCAL
P99	LAB LOCAL
P100	LAB LOCAL

PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIO BUENOS AIRES, ALDEA CUNJALA, TACANA, SAN MARCOS.

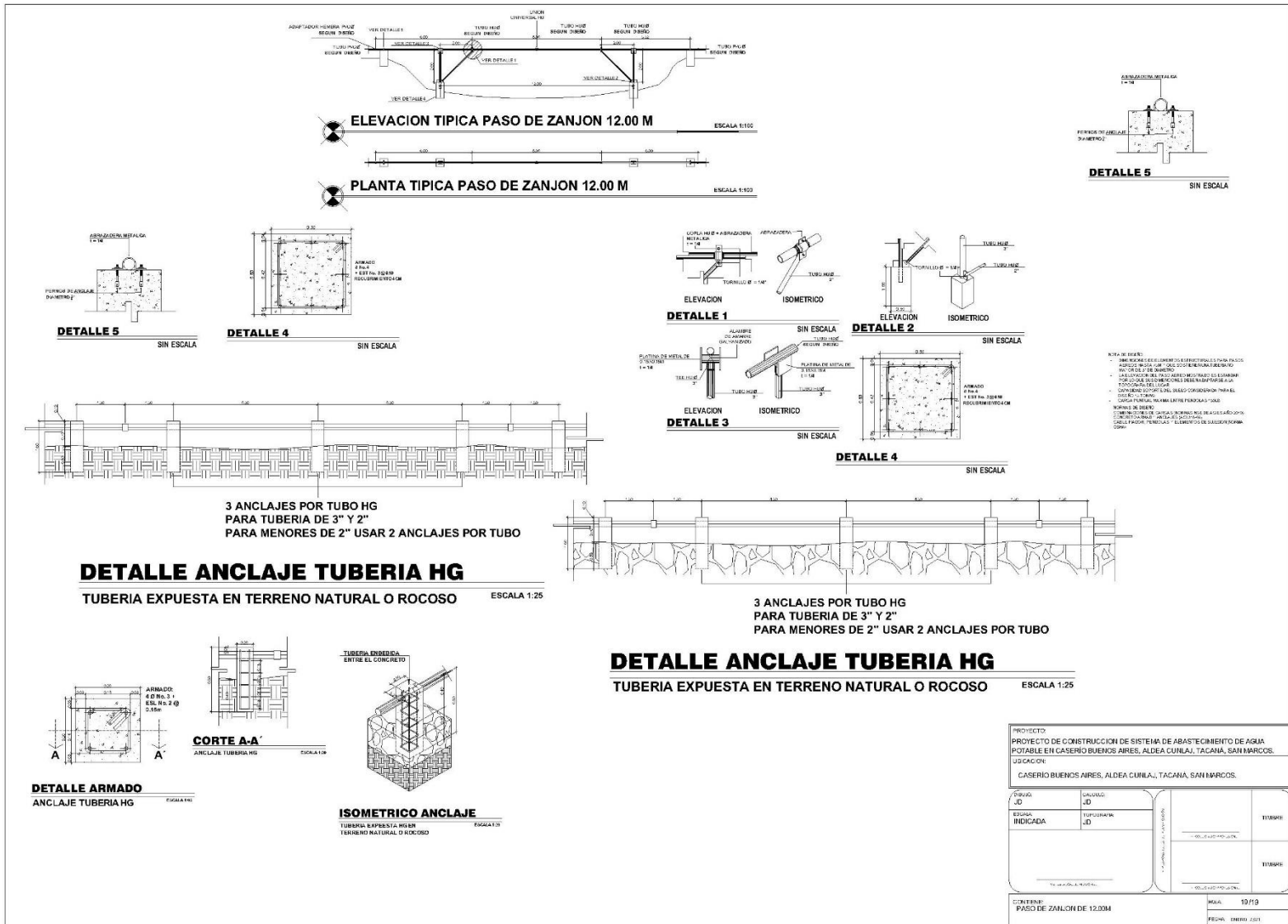
USUARIOS: CASERIO BUENOS AIRES, ALDEA CUNJALA, TACANA, SAN MARCOS.

SEÑAL ID	LAJUNDO ID	TABLA
ESCALA INDICADA	TURMAYAPA ID	TABLA

CONTIENE: PASO AEREO DE 75M

FECHA: 18/1/19

FECHA: ENERO 2019



Anexo 3.13 Elaboración de presupuesto

PROYECTO: Construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

PRESUPUESTO DESGLOSADO

Trabajos preliminares					
1	Trazo y replanteo	ml	2365.00	Q 4.50	Q 10,642.50
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL
	MATERIALES				
	Estacas	Unidad	132.00	Q 3.00	Q 396.00
	Renta de equipo de topografía	Día	9.00	Q 500.00	Q 4,500.00
	Pintura	galon	2.00	Q 200.00	Q 400.00
	TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:				Q 5,296.00
	MANO DE OBRA CALIFICADA				
	Trazo	ML	2365.00	Q 0.55	Q 1,300.75
	Replanteo topografico	ML	2365.00	Q 0.81	Q 1,915.65
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:				Q 3,216.40
	COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q 2,130.10	Q 2,130.10
	TOTAL:				Q 10,642.50

Captacion					
2	Captacion	Unidad	1.00	Q 35,000.00	Q 35,000.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL
	MATERIALES				
	Cemento 4,000 PSI	Saco	80.00	Q 80.00	Q 6,400.00
	Arena de río	m3	4.50	Q 280.00	Q 1,260.00
	Piedrín triturado	m3	4.50	Q 320.00	Q 1,440.00
	Piedra local	m3	9.00	Q 320.00	Q 2,880.00
	Renta de madera para formaleta (1"*1"*10')	Docena	2.00	Q 500.00	Q 1,000.00
	Clavo de 3" para madera	Lbs.	5.00	Q 10.00	Q 50.00
	Alambre de amarre	Lbs.	8.00	Q 10.00	Q 80.00
	Acero no. 3 grado 40	Varilla	5.00	Q 26.00	Q 130.00
	Tubo PVC de 2 de 160 psi	Unidad	1.00	Q 145.00	Q 145.00
	Codos pvc 1"x90°	Unidad	2.00	Q 15.00	Q 30.00
	Tee PVC 2"	Unidad	1.00	Q 15.00	Q 15.00
	Válvula de compuerta de 3" para salida	Unidad	1.00	Q 550.00	Q 550.00
	Pegamento PVC	Galón	1.00	Q 550.00	Q 550.00
	Transporte de material	Viaje	5.00	Q 800.00	Q 4,000.00
	Transporte de material en zona boscosa	Viaje	50.00	Q 15.00	Q 750.00
	Candado 50mm	Unidad	4.00	Q 352.00	Q 1,408.00
	TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:				Q 18,530.00

MANO DE OBRA CALIFICADA					
Preparación del terreno	M2	8.00	Q	20.00	Q 160.00
Colocación de formaleta y desencofrado para muros	M2	10.00	Q	30.00	Q 300.00
Fundición de muros	M3	14.00	Q	300.00	Q 4,200.00
Armado de losa de cubierta	M2	8.00	Q	180.00	Q 1,440.00
Fundición de losa de cubierta	M2	8.00	Q	250.00	Q 2,000.00
Colocación de sabieta en muro	M2	10.00	Q	25.00	Q 250.00
Tapadera	Unidad	2.00	Q	450.00	Q 900.00
Instalación de accesorios y valvulas	Unidad	1.00	Q	225.00	Q 225.00
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:					Q 9,475.00
COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q	6,995.50	Q 6,995.00
TOTAL:					Q 35,000.00

3	Tanque de succión (20M3)	Unidad	1.00	Q 145,000.00	Q 145,000.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL
MATERIALES					
	Cemento 4,000psi	Saco	152.00	Q 80.00	Q 12,160.00
	Arena de río	m3	12.00	Q 280.00	Q 3,360.00
	Piedrín triturado	m3	12.00	Q 320.00	Q 3,840.00
	Piedra	m3	30.00	Q 320.00	Q 9,600.00
	Hierro no. 3 grado 40	Varilla	28.00	Q 26.00	Q 728.00
	Hierro no. 2 grado 41	Varilla	20.00	Q 15.00	Q 300.00
	Renta de madera para formaleta (1**1**10')	Docena	10.00	Q 500.00	Q 5,000.00
	Clavo de 3" para madera	Lbs.	20.00	Q 10.00	Q 200.00
	Alambre de amarre	Lbs.	20.00	Q 10.00	Q 200.00
	Valvula de compuerta (bronce) 3/4"	Unidad	1.00	Q 250.00	Q 250.00
	Valvula de compuerta (bronce) 2"	Unidad	1.00	Q 450.00	Q 450.00
	Tubería PVC 2" 80 PSI	Unidad	2.00	Q 81.00	Q 162.00
	Tubería PVC 4" 80 PSI	Unidad	1.00	Q 265.00	Q 265.00
	Codos 90 G PVC 2"	Unidad	4.00	Q 12.00	Q 48.00
	Codos 90 G PVC 4"	Unidad	1.00	Q 75.00	Q 75.00
	Adaptador macho PVC de 2"	Unidad	4.00	Q 10.00	Q 40.00
	Adaptador macho PVC de 4"	Unidad	2.00	Q 45.00	Q 90.00
	Adaptador hembra PVC de 4"	Unidad	1.00	Q 45.00	Q 45.00
	Reducidor Bushing de 3" a 2"	Unidad	1.00	Q 41.00	Q 41.00
	Rollo de teflon	Rollo	6.00	Q 5.00	Q 30.00
	Candado de 50 mm	Unidad	1.00	Q 90.00	Q 90.00
	Fijador de roscas negro (300 ml)	pomo	6.00	Q 30.00	Q 180.00
	Transporte de material en zona boscosa	Viaje	1200.00	Q 15.00	Q 18,000.00
	Transporte de material	Viaje	20.00	Q 800.00	Q 16,000.00
TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:					Q 71,154.00
MANO DE OBRA CALIFICADA					
	Preparación del area a trabajar	M2	25.00	Q 60.00	Q 1,500.00
	Nivelación del terreno	M2	25.00	Q 65.00	Q 1,625.00
	Compactación del terreno	M2	25.00	Q 115.00	Q 2,875.00
	Colocación de formaleta y desencofrado	M2	45.00	Q 57.50	Q 2,587.50
	Armadura de losa para tanque	M2	25.00	Q 122.00	Q 3,050.00
	Fundición de suelo de tanque	M2	25.00	Q 250.00	Q 6,250.00

Fundición de muros	M3	25.00	Q	590.00	Q	14,750.00
Fundición de losa	M2	25.00	Q	302.00	Q	7,550.00
Alisado parte interna de tanque	M2	25.00	Q	100.00	Q	2,500.00
Tapadera	Unidad	1.00	Q	700.00	Q	700.00
Colocación de accesorios	Unidad	1.00	Q	1,458.50	Q	1,458.50
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:					Q	44,846.00
COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q	29,000.00	Q	29,000.00
TOTAL:					Q	145,000.00

Linea de conducción

4	Tubo HG de Ø 2" de cedula 40	Tubos	2.00	Q	2,800.00	Q	5,600.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		PRECIO U.		TOTAL
MATERIALES							
	Tubo HG de 2" x 6.00m cedula 40	Tubo	2.00	Q	350.00	Q	700.00
	Copla de HG de 2"	Unidad	2.00	Q	50.00	Q	100.00
	Union universal HG de 2"	Unidad	1.00	Q	180.00	Q	180.00
	Cemento 4,000psi	Saco	9.00	Q	80.00	Q	720.00
	Arena de río	m3	0.80	Q	280.00	Q	224.00
	Piedrín triturado	m3	0.80	Q	320.00	Q	256.00
	Hierro no. 3 grado 40	Varilla	8.00	Q	26.00	Q	208.00
	Hierro no. 2 grado 40	Varilla	6.00	Q	15.00	Q	90.00
	Fijador de roscas negro (300 ml)	unidad	2.00	Q	55.00	Q	110.00
	Renta de madera para formaleta (1**1*10')	Docena	2.00	Q	500.00	Q	1,000.00
	Clavo de 3" para madera	Lbs.	12.00	Q	10.00	Q	120.00
	Alambre de amarre	Lbs.	12.00	Q	10.00	Q	120.00
TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:					Q	3,828.00	
MANO DE OBRA CALIFICADA							
	Elaboracion anclajes de concreto	Unidad	5.00	Q	100.00	Q	500.00
	Colocacion de tubería	Tubo	2.00	Q	65.00	Q	130.00
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:					Q	630.00	
COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q	1,142.05	Q	1,142.00	
TOTAL:					Q	5,600.00	

5	Tubo pvc Ø 2" de 250 PSI	Tubos	30.00	Q	595.00	Q	17,850.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		PRECIO U.		TOTAL
MATERIALES							
	Tubo HG de 2"x 6.00m cedula 40	Tubo	30.00	Q	235.00	Q	7,050.00
	Solvente thinner	Galon	1.00	Q	90.00	Q	90.00
	Wipe	Libra	12.00	Q	10.00	Q	120.00
	Pegamento para pvc	Galon	1.00	Q	550.00	Q	550.00
	Transporte de material	Viaje	2.00	Q	800.00	Q	1,600.00
	Transporte de material en zona boscosa	Viaje	15.00	Q	15.00	Q	225.00
TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:					Q	9,635.00	
MANO DE OBRA CALIFICADA							
	Excavacion de zanja para tubería	ml	135.00	Q	15.00	Q	2,025.00
	Colocacion de tubería de tubería	Tubo	30.00	Q	25.00	Q	750.00
	Relleno y compactacion de zanja	ml	135.00	Q	13.85	Q	1,869.75
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:					Q	4,644.75	
COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q	3,570.25	Q	3,570.25	
TOTAL:					Q	17,850.00	

6	Tubo pvc Ø 1 1/4" de 160 PSI	Tubos	55.00	Q 209.00	Q 11,495.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL
	Tubo pvc de 1 1/4" de 160 psi x 6.00m	Tubo	55.00	Q 75.00	Q 4,125.00
	Solvente thinner	Galon	1.00	Q 90.00	Q 90.00
	Wipe	Libra	9.00	Q 10.00	Q 90.00
	Pegamento para pvc	Galon	0.25	Q 550.00	Q 137.50
	Transporte de material	Viaje	10.00	Q 30.00	Q 300.00
	TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:				Q 4,742.50
	MANO DE OBRA CALIFICADA				
	Excavacion de zanja para tuberia	ml	300.00	Q 6.50	Q 1,950.00
	Colocacion de tuberia de	tubo	55.00	Q 15.54	Q 854.70
	Relleno y compactacion de zanja	ml	300.00	Q 5.50	Q 1,650.00
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:				Q 4,454.70
	COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q 2,299.25	Q 2,297.80
	TOTAL:				Q 11,495.00

7	Tubo pvc Ø 3/4" de 250 PSI	Tubos	11.00	Q 142.00	Q 1,562.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL
	Tubo pvc de 3/4" de 250 psi x 6.00m	Tubo	11.00	Q 46.00	Q 506.00
	Solvente thinner	Galon	0.50	Q 90.00	Q 45.00
	Wipe	Libra	4.00	Q 10.00	Q 40.00
	Pegamento para pvc	Galon	0.20	Q 550.00	Q 110.00
	TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:				Q 701.00
	MANO DE OBRA CALIFICADA				
	Excavacion de zanja para tuberia	ml	66.00	Q 4.00	Q 264.00
	Colocacion de tuberia	tubo	11.00	Q 9.00	Q 99.00
	Relleno y compactacion de zanja	ml	66.00	Q 2.81	Q 185.46
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:				Q 548.46
	COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q 312.54	Q 312.54
	TOTAL:				Q 1,562.00

8	Equipo de bombeo + accesorios	Unidad	1.00	Q 75,000.00	Q 75,000.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL
	MATERIALES				
	Bomba vertical de 5 HP	Unidad	1.00	Q 25,000.00	Q 25,000.00
	Valvula de esfera 2" Bronce	Unidad	1.00	Q 2,550.00	Q 2,550.00
	Valvula de pie	Unidad	1.00	Q 3,500.00	Q 3,500.00
	Cheque de resorte	Unidad	1.00	Q 3,800.00	Q 3,800.00
	Guardanivel	Unidad	1.00	Q 350.00	Q 350.00
	Manometro amortiguado	Unidad	1.00	Q 350.00	Q 350.00
	Juego de accesorios para instalacion	Unidad	1.00	Q 6,500.00	Q 6,500.00
	Cable THHN calibre 6	ml	35.00	Q 125.00	Q 4,375.00
	Tubo PVC de 4"	Unidad	2.00	Q 161.04	Q 322.08
	Transporte	Viaje	1.00	Q 2,500.00	Q 2,500.00
	Transporte por zona boscosa	Unidad	1.00	Q 1,500.00	Q 1,500.00
	TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:				Q 50,747.08
	MANO DE OBRA CALIFICADA				
	Instalacion de equipo de bombeo	Unidad	1.00	Q 5,753.00	Q 5,753.00
	Instalacion de accesorios	Unidad	1.00	Q 3,500.00	Q 3,500.00
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:				Q 9,253.00
	COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q 14,999.92	Q 14,999.92
	TOTAL:				Q 75,000.00

9	Generador Electrico + accesorios	Unidad	1.00	Q 125,000.00	Q 125,000.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL
MATERIALES					
	Generador Electrico	Unidad	1.00	Q 50,000.00	Q 50,000.00
	Kit de accesorios de Instalación	Unidad	1.00	Q 8,000.00	Q 8,000.00
	Cable THHN calibre 6	MI	50.00	Q 17.94	Q 897.00
	Alternador de corriente	Unidad	1.00	Q 8,000.00	Q 8,000.00
	Panel de control	Unidad	1.00	Q 9,000.00	Q 9,000.00
	Protecciones y Alarmas	Unidad	1.00	Q 10,000.00	Q 10,000.00
	Bateria	Unidad	1.00	Q 2,800.00	Q 2,800.00
	Transporte	Viaje	1.00	Q 2,800.00	Q 2,800.00
TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:					Q 91,497.00
MANO DE OBRA CALIFICADA					
	Instalación de Generador	Unidad	1.00	Q 5,000.00	Q 5,000.00
	Instalación de Protecciones	Unidad	1.00	Q 2,000.00	Q 2,000.00
	Instalación de alternador	Unidad	1.00	Q 1,500.00	Q 1,500.00
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:					Q 8,500.00
COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):			25.00%	Q 25,003.00	Q 25,003.00
TOTAL:					Q 125,000.00

10	Cuarto de maquinas	Unidad	1.00	Q 66,500.00	Q 66,500.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL
MATERIALES					
	Cemento	Saco	65.00	Q 80.00	Q 5,200.00
	Arena de rio	M3	5.00	Q 280.00	Q 1,400.00
	Piedrín triturado	M3	5.00	Q 320.00	Q 1,600.00
	Hierro no. 3 grado 40	Varrila	100.00	Q 26.00	Q 2,600.00
	Hierro no. 2 grado 40	Varrila	55.00	Q 15.00	Q 825.00
	Madera para formaleta	Docena	20.00	Q 500.00	Q 10,000.00
	Block de 0.14x0.19x0.39	Unidad	400.00	Q 4.80	Q 1,920.00
	Alambre de amarre	Lbs	50.00	Q 10.00	Q 500.00
	Clavo para madera	Lbs	35.00	Q 10.00	Q 350.00
	Puerta de metal	Unidad	1.00	Q 3,600.00	Q 3,600.00
	Ventana	Unidad	2.00	Q 1,600.00	Q 3,200.00
	Transporte de material	Viaje	4.00	Q 800.00	Q 3,200.00
	Transporte de material en zona boscosa	Viaje	220.00	Q 15.00	Q 3,300.00
TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:					Q 37,695.00
MANO DE OBRA CALIFICADA					
	Construcción cimientto corrido	ML	12.00	Q 120.00	Q 1,440.00
	Construcción soleras	ML	29.00	Q 85.00	Q 2,465.00
	Construcción mochetas	ML	27.00	Q 85.00	Q 2,295.00
	Construcción torta de concreto	M2	9.00	Q 150.00	Q 1,350.00
	Levantado de muro de Block	M2	29.00	Q 85.00	Q 2,465.00
	Fabricación de puerta + ventana	Unidad	1.00	Q 2,790.00	Q 2,790.00
	Construcción de losa	ML	18.00	Q 150.00	Q 2,700.00
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:					Q 15,505.00
COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):			25.00%	Q 13,300.00	Q 13,300.00
TOTAL:					Q 66,500.00

11	Caseta de bombeo	Unidad	1.00	Q 20,000.00	Q 20,000.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL
MATERIALES					
	Cemento	Saco	12.00	Q 80.00	Q 960.00
	Arena de rio	M3	1.00	Q 280.00	Q 280.00
	Piedrín triturado	M3	1.00	Q 320.00	Q 320.00
	Hierro no. 3 grado 40	Varrila	42.00	Q 26.00	Q 1,092.00
	Hierro no. 2 grado 40	Varrila	15.00	Q 15.00	Q 225.00

Madera para formaleta	Docena	1.00	Q	500.00	Q	500.00
Block de 0.14x0.19x0.39	Unidad	50.00	Q	4.80	Q	240.00
Alambre de amarre	Lbs	15.00	Q	10.00	Q	150.00
Clavo para madera	Lbs	10.00	Q	10.00	Q	100.00
Puerta de metal	Unidad	1.00	Q	1,800.00	Q	1,800.00
Ventana de metal	Unidad	1.00	Q	1,600.00	Q	1,600.00
Transporte de material	Viaje	5.00	Q	800.00	Q	4,000.00
Transporte de material en zona boscosa	Viaje	43.00	Q	15.00	Q	645.00
TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:					Q	11,912.00
MANO DE OBRA CALIFICADA						
Construcción cimiento corrido	ML	5.00	Q	120.00	Q	600.00
Construcción soleras	ML	9.00	Q	85.00	Q	765.00
Construcción mochetas	ML	7.00	Q	85.00	Q	595.00
Construcción torta de concreto	M2	1.00	Q	150.00	Q	150.00
Levantado de muro de Block	M2	3.00	Q	85.00	Q	255.00
Fabricación de puerta + ventana de metal	Unidad	1.00	Q	1,573.00	Q	1,573.00
Construcción de losa	ML	1.00	Q	150.00	Q	150.00
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:					Q	4,088.00
COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q	4,000.00	Q	4,000.00
TOTAL:					Q	20,000.00

12	Paso aereo de 75 metros + tubería HG	Unidad	1.00	Q	171,070.00	Q	171,070.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL		
MATERIALES							
	Cemento 4000 PSI	Saco	398.00	Q	80.00	Q	31,840.00
	Arena de rio	M3	22.00	Q	280.00	Q	6,160.00
	Piedrín triturado	M3	22.00	Q	320.00	Q	7,040.00
	Hierro No. 8 grado 40	Varrila	14.00	Q	185.00	Q	2,590.00
	Hierro No. 6 grado 40	Varrila	10.00	Q	105.00	Q	1,050.00
	Hierro No.5 grado 40	Varrila	28.00	Q	75.00	Q	2,100.00
	Hierro No. 3 grado 40	Varrila	36.00	Q	26.00	Q	936.00
	Cable entorchado lubricado Diametro 3/4"	MI	95.00	Q	180.00	Q	17,100.00
	Cable entorchado 3/8"	MI	120.00	Q	75.00	Q	9,000.00
	Pendula cable lubricado entorchado 1/4"	MI	55.00	Q	45.00	Q	2,475.00
	Renta de madera para formaleta (1"*1"*10')	Docena	1.00	Q	500.00	Q	500.00
	Clavo de 3" para madera	Lbs	10.00	Q	10.00	Q	100.00
	Alambre de amarre	Lbs	40.00	Q	10.00	Q	400.00
	Mordazas de 1/4"	Unidad	140.00	Q	8.00	Q	1,120.00
	Mordazas de 3/4"	Unidad	25.00	Q	35.00	Q	875.00
	Niple HG 3"	Unidad	2.00	Q	35.00	Q	70.00
	Transporte de material	Viaje	5.00	Q	800.00	Q	4,000.00
	Tansporte en zona boscosa	Viaje	1200.00	Q	15.00	Q	18,000.00
TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:					Q	105,356.00	
MANO DE OBRA CALIFICADA							
	Preparación del area a trabajar	ML	75.00	Q	20.00	Q	1,500.00
	Fundición de bases para anclaje (muertos)	Unidad	2.00	Q	3,200.00	Q	6,400.00
	Fundicion de bases para contravientos	Unidad	4.00	Q	900.00	Q	3,600.00
	Armadura de zapatas para columna	Unidad	2.00	Q	4,000.00	Q	8,000.00
	Armadura de columnas	MI	12.00	Q	600.00	Q	7,200.00
	Colocación de formaleta y desencofrado para columna	ML	12.00	Q	125.00	Q	1,500.00
	Repello + cernido para columnas	ML	12.00	Q	125.00	Q	1,500.00
	Instalación de tubería hg + anclajes + tensado de cable	Unidad	1.00	Q	1,000.00	Q	1,000.00
	Colocación de accesorios	Unidad	1.00	Q	800.00	Q	800.00
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:					Q	31,500.00	
COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q	34,214.00	Q	34,214.00	
TOTAL:					Q	171,070.00	

13	Paso a zanjón de 12 metros + tubería HG	Unidad	1.00	Q 47,250.00	Q 47,250.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL
	MATERIALES				
	Cemento 4000 PSI	Saco	55.00	Q 80.00	Q 4,400.00
	Arena de río	M3	5.00	Q 280.00	Q 1,400.00
	Piedrín triturado	M3	5.00	Q 320.00	Q 1,600.00
	hierro No. 4 grado 40	Varrila	28.00	Q 50.00	Q 1,400.00
	Hierro No. 3 grado 40	Varrila	48.00	Q 26.00	Q 1,248.00
	Renta de madera para formaleta (1"*1*10')	Docena	2.00	Q 500.00	Q 1,000.00
	Clavo de 3" para madera	Lbs	10.00	Q 10.00	Q 100.00
	Alambre de amarre	Lbs	32.00	Q 10.00	Q 320.00
	permatex negro (300 ml)	Unidad	2.00	Q 55.00	Q 110.00
	Tubo HG de 1 1/4" x 6.00m	Unidad	6.00	Q 250.00	Q 1,500.00
	Abrazadera de 3"	Unidad	8.00	Q 45.00	Q 360.00
	Platina de 0.15 * 0.15 * 1/4	Unidad	8.00	Q 40.00	Q 320.00
	Tornillo 1/4"	Unidad	24.00	Q 10.00	Q 240.00
	Transporte	Viaje	3.00	Q 800.00	Q 2,400.00
	Transporte en zona boscosa	Viaje	400.00	Q 15.00	Q 6,000.00
	TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:				Q 22,398.00
	MANO DE OBRA CALIFICADA				
	Preparación del área a trabajar	ML	40.00	Q 30.00	Q 1,200.00
	armado de columnas	ML	16.00	Q 100.00	Q 1,600.00
	Fundición de bases de concreto	Unidad	16.00	Q 700.00	Q 11,200.00
	Colocación de accesorios	Unidad	4.00	Q 351.00	Q 1,404.00
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:				Q 15,404.00
	COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q 9,448.00	Q 9,448.00
	TOTAL:				Q 47,250.00

14	Valvula de limpieza	Unidad	1.00	Q 8,062.50	Q 8,062.50
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL
	MATERIALES				
	Cemento 4,000psi	Saco	12.00	Q 80.00	Q 960.00
	Arena de río	m3	1.00	Q 280.00	Q 280.00
	Piedrín triturado	m3	1.50	Q 320.00	Q 480.00
	Piedra	m3	1.50	Q 320.00	Q 480.00
	Hierro no. 3 grado 40	Varilla	4.00	Q 26.00	Q 104.00
	Renta de madera para formaleta (1"*1*10')	Docena	1.00	Q 500.00	Q 500.00
	Clavo de 3" para madera	Lbs.	5.00	Q 15.00	Q 75.00
	Alambre de amarre	Lbs.	12.00	Q 15.00	Q 180.00
	valvula de compuerta (bronce)	Unidad	1.00	Q 530.00	Q 530.00
	Tee de 2"	Unidad	2.00	Q 25.00	Q 50.00
	Rollo de teflon	Rollo	3.00	Q 5.00	Q 15.00
	Adaptador macho de 2"	Unidad	4.00	Q 30.00	Q 120.00
	Candado de 50 mm	Unidad	2.00	Q 300.00	Q 600.00
	Fijador de roscas negro (300 ml)	pomo	3.00	Q 30.00	Q 90.00
	TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:				Q 4,464.00
	MANO DE OBRA CALIFICADA				
	Trazo	Unidad	1.00	Q 75.00	Q 75.00
	Colocación de formaleta y desencofrado	Unidad	1.00	Q 150.00	Q 150.00
	Fundición de caja	Unidad	1.00	Q 800.00	Q 800.00
	Acabados en caja	Unidad	1.00	Q 373.00	Q 373.00
	Fundición de tapadera	Unidad	1.00	Q 300.00	Q 300.00
	Colocación de valvula y accesorios	Unidad	1.00	Q 288.00	Q 288.00
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:				Q 1,986.00
	COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q 1,612.50	Q 1,612.50
	TOTAL:				Q 8,062.50

15	Valvula de aire	Unidad	1.00	Q 7,500.00	Q 7,500.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL
	MATERIALES				
	Cemento 4,000psi	Saco	12.00	Q 80.00	Q 960.00
	Arena de río	m3	1.00	Q 280.00	Q 280.00
	Piedrín triturado	m3	1.00	Q 320.00	Q 320.00
	Piedra	m3	1.50	Q 320.00	Q 480.00
	Hierro no. 3 grado 40	Varilla	4.00	Q 26.00	Q 104.00
	Renta de madera para formaleta (1"*1*10')	Docena	0.50	Q 500.00	Q 250.00
	Clavo de 3" para madera	Lbs.	1.00	Q 15.00	Q 15.00
	Alambre de amarre	Lbs.	4.00	Q 15.00	Q 60.00
	valvula bronce de aire	Unidad	1.00	Q 530.00	Q 530.00
	Tee de 2 "	Unidad	2.00	Q 25.00	Q 50.00
	Reductor bushin de 2" x 1/2"	Unidad	2.00	Q 15.00	Q 30.00
	tubo pvc de 1/2" de 315 psi	Tubo	1.00	Q 35.00	Q 35.00
	Rollo de teflon	Rollo	4.00	Q 5.00	Q 20.00
	Adaptador macho de 2 1/2"	Unidad	4.00	Q 30.00	Q 120.00
	Candado de 50 mm	Unidad	2.00	Q 300.00	Q 600.00
	Fijador de roscas negro (300 ml)	pomo	2.00	Q 30.00	Q 60.00
	TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:				Q 3,914.00
	MANO DE OBRA CALIFICADA				
	Trazo	Unidad	1.00	Q 150.00	Q 150.00
	Colocación de formaleta y desencofrado	Unidad	1.00	Q 140.00	Q 140.00
	Fundición de caja	Unidad	1.00	Q 800.00	Q 800.00
	Acabados en caja	Unidad	1.00	Q 400.00	Q 400.00
	Fundición de tapadera	Unidad	1.00	Q 300.00	Q 300.00
	Colocación de valvula y accesorios	Unidad	1.00	Q 296.00	Q 296.00
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:				Q 2,086.00
	COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FRANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q 1,500.00	Q 1,500.00
	TOTAL:				Q 7,500.00
Linea de distribución					
16	Tubo pvc Ø 2 1/2" de 160 PSI	Tubos	111.00	Q 470.00	Q 52,170.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL
	MATERIALES				
	Tubo pvc de 2 1/2" de 160 psi x 6.00m	Tubo	111.00	Q 232.07	Q 25,759.77
	Solvente thinner	Galón	1.00	Q 90.00	Q 90.00
	Wipe	Libra	12.00	Q 10.00	Q 120.00
	Pegamento para pvc	Galón	1.00	Q 550.00	Q 550.00
	Transporte	Viaje	75.00	Q 15.00	Q 1,125.00
	TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:				Q 27,644.77
	MANO DE OBRA CALIFICADA				
	Excavacion de zanja para tubería	ml	625.00	Q 9.00	Q 5,625.00
	Colocacion de tubería de tubería	Tubo	111.00	Q 35.00	Q 3,885.00
	Relleno y compactacion de zanja	ml	625.00	Q 7.33	Q 4,581.25
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:				Q 14,091.25
	COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FRANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q 10,433.49	Q 10,433.98
	TOTAL:				Q 52,170.00
17	Tubo pvc Ø 1 1/2" de 160 PSI	Tubos	32.00	Q 282.00	Q 9,024.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL
	MATERIALES				
	Tubo pvc de 1 1/2" de 160 psi x 6.00m	Tubo	32.00	Q 104.66	Q 3,349.12
	Solvente thinner	Galón	1.00	Q 90.00	Q 90.00
	Wipe	Libra	12.00	Q 10.00	Q 120.00

Pegamento para pvc	Galon	1.00	Q	550.00	Q	550.00
Transporte	Viaje	16.00	Q	15.00	Q	240.00
TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:						Q 4,349.12
MANO DE OBRA CALIFICADA						
Excavacion de zanja para tubería	ml	190.00	Q	8.00	Q	1,520.00
Colocacion de tubería de tubería	tubo	32.00	Q	12.00	Q	384.00
Relleno y compactacion de zanja	ml	190.00	Q	5.09	Q	967.10
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:						Q 2,871.10
COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q	1,803.78	Q	1,803.78
TOTAL:						Q 9,024.00

18	Tubo pvc de Ø 1" de 160 PSI	Tubos	127.00	Q	190.00	Q	24,130.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL		
	Tubo pvc de 1" de 160 psi x 6.00m	Tubo	127.00	Q 59.00	Q	7,493.00	
	Solvente thinner	Galon	1.00	Q 90.00	Q	90.00	
	Wipe	Libra	12.00	Q 10.00	Q	120.00	
	Pegamento para pvc	Galon	2.00	Q 550.00	Q	1,100.00	
	Transporte	Viaje	50.00	Q 15.00	Q	750.00	
	TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:						Q 9,553.00
	MANO DE OBRA CALIFICADA						
	Excavacion de zanja para tubería	ml	760.00	Q 6.00	Q	4,560.00	
	Colocacion de tubería de	tubo	127.00	Q 10.95	Q	1,390.65	
	Relleno y compactacion de zanja	ml	760.00	Q 5.00	Q	3,800.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:						Q 9,750.65
	COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q	4,826.35	Q	4,826.35
	TOTAL:						Q 24,130.00

19	Tubo pvc de Ø 3/4" de 250 PSI	Tubos	34.00	Q	171.00	Q	5,814.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL		
	Tubo pvc de 3/4" de 250 psi x 6.00m	Tubo	34.00	Q 46.42	Q	1,578.28	
	Solvente thinner	Galon	1.00	Q 90.00	Q	90.00	
	Wipe	Libra	10.00	Q 10.00	Q	100.00	
	Pegamento para pvc	Galon	0.50	Q 550.00	Q	275.00	
	Transporte	Viaje	10.00	Q 15.00	Q	150.00	
	TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:						Q 2,193.28
	MANO DE OBRA CALIFICADA						
	Excavacion de zanja para tubería	ml	200.00	Q 5.59	Q	1,118.00	
	Colocacion de tubería	tubo	34.00	Q 10.00	Q	340.00	
	Relleno y compactacion de zanja	ml	200.00	Q 5.00	Q	1,000.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:						Q 2,458.00
	COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q	1,162.72	Q	1,162.72
	TOTAL:						Q 5,814.00

20	Caja rompepresión	Unidad	1.00	Q	12,995.00	Q	12,995.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL		
	MATERIALES						
	Cemento 4,000psi	Saco	18.00	Q 80.00	Q	1,440.00	
	Arena de río	m3	1.20	Q 280.00	Q	336.00	
	Piedrín triturado	m3	1.20	Q 320.00	Q	384.00	
	pedra bola	m3	4.00	Q 320.00	Q	1,280.00	
	Hierro no. 3 grado 40	Varilla	4.00	Q 26.00	Q	104.00	
	Renta de madera para formaleta (1"*1*10')	Docena	1.00	Q 500.00	Q	500.00	
	Clavo de 3" para madera	Lbs.	5.00	Q 10.00	Q	50.00	

Alambre de amarre	Lbs.	5.00	Q	10.00	Q	50.00
Valvula de compuerta (bronce)1 1/2"	Unidad	2.00	Q	280.00	Q	560.00
Valvula de flote (bronce)	Unidad	1.00	Q	550.00	Q	550.00
Rollo de teflon	Rollo	2.00	Q	5.00	Q	10.00
Transporte de material	Viaje	1.00	Q	800.00	Q	800.00
Transporte de material en zona boscosa	Viaje	60.00	Q	15.00	Q	900.00
Candado de 50 mm	Unidad	1.00	Q	350.00	Q	350.00
Fijador de roscas negro (300 ml)	pomo	2.00	Q	30.00	Q	60.00
TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:					Q	7,374.00
MANO DE OBRA CALIFICADA						
Traza	Unidad	1.00	Q	180.00	Q	180.00
Colocación de formaleta y desencofrado	Unidad	1.00	Q	350.00	Q	350.00
Fundición de caja	Unidad	1.00	Q	1,431.70	Q	1,431.70
Acabados en caja	Unidad	1.00	Q	300.00	Q	300.00
Fundición de tapadera	Unidad	1.00	Q	400.00	Q	400.00
Colocación de valvula y accesorios	Unidad	1.00	Q	360.30	Q	360.30
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:					Q	3,022.00
COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q	2,599.00	Q	2,599.00
TOTAL:					Q	12,995.00

21	Valvula de control	Unidad	3.00	Q	6,500.00	Q	19,500.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL		
MATERIALES							
	Cemento 4,000psi	Saco	36.00	Q	80.00	Q	2,880.00
	Arena de río	m3	2.50	Q	280.00	Q	700.00
	Piedrín triturado	m3	2.50	Q	320.00	Q	800.00
	Piedra	m3	3.00	Q	320.00	Q	960.00
	Hierro no. 3 grado 40	Varilla	13.00	Q	26.00	Q	338.00
	Renta de madera para formaleta (1"*1*10')	Docena	1.00	Q	200.00	Q	200.00
	Clavo de 3" para madera	Lbs.	8.00	Q	40.00	Q	320.00
	Alambre de amarre	Lbs.	15.00	Q	40.00	Q	600.00
	Valvula de compuerta (bronce) 1"	Unidad	2.00	Q	170.00	Q	340.00
	Valvula de compuerta (bronce) 2 1/2"	Unidad	1.00	Q	580.00	Q	580.00
	Adaptador macho pvc 2"	Unidad	3.00	Q	10.00	Q	30.00
	Adaptador macho pvc 1"	Unidad	3.00	Q	5.00	Q	15.00
	Rollo de teflon	Rollo	3.00	Q	5.00	Q	15.00
	Candado de 50 mm	Unidad	3.00	Q	300.00	Q	900.00
	Fijador de roscas negro (300 ml)	pomo	2.00	Q	30.00	Q	60.00
TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:					Q	8,738.00	
MANO DE OBRA CALIFICADA							
	Traza	Unidad	3.00	Q	150.00	Q	450.00
	Colocación de formaleta y desencofrado	Unidad	3.00	Q	140.00	Q	420.00
	Fundición de caja	Unidad	3.00	Q	1,020.55	Q	3,061.65
	Acabados en caja	Unidad	3.00	Q	400.00	Q	1,200.00
	Fundición de tapadera	Unidad	3.00	Q	300.00	Q	900.00
	Colocación de valvula y accesorios	Unidad	3.00	Q	276.80	Q	830.40
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:					Q	6,862.05	
COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q	3,899.95	Q	3,899.95	
TOTAL:					Q	19,500.00	

Tanque de almacenamiento							
22	Tanque de almacenamiento de 20 M3	Unidad	1.00	Q	145,000.00	Q	145,000.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL		

MATERIALES					
Cemento 4,000psi	Saco	152.00	Q	80.00	Q 12,160.00
Arena de río	m3	12.00	Q	280.00	Q 3,360.00
Piedrín triturado	m3	12.00	Q	320.00	Q 3,840.00
Piedra	m3	30.00	Q	320.00	Q 9,600.00
Hierro no. 3 grado 40	Varilla	28.00	Q	26.00	Q 728.00
Hierro no. 2 grado 41	Varilla	20.00	Q	15.00	Q 300.00
Renta de madera para formaleta (1"*1*10')	Docena	10.00	Q	500.00	Q 5,000.00
Clavo de 3" para madera	Lbs.	20.00	Q	10.00	Q 200.00
Alambre de amarre	Lbs.	20.00	Q	10.00	Q 200.00
Valvula de compuerta (bronce) 3/4"	Unidad	1.00	Q	250.00	Q 250.00
Valvula de compuerta (bronce) 2"	Unidad	1.00	Q	450.00	Q 450.00
Tubería PVC 2" 80 PSI	Unidad	2.00	Q	81.00	Q 162.00
Tubería PVC 4" 80 PSI	Unidad	1.00	Q	265.00	Q 265.00
Codos 90 G PVC 2"	Unidad	4.00	Q	12.00	Q 48.00
Codos 90 G PVC 4"	Unidad	1.00	Q	75.00	Q 75.00
Adaptador macho PVC de 2"	Unidad	4.00	Q	10.00	Q 40.00
Adaptador macho PVC de 4"	Unidad	2.00	Q	45.00	Q 90.00
Adaptador hembra PVC de 4"	Unidad	1.00	Q	45.00	Q 45.00
Reductor Bushing de 3" a 2"	Unidad	1.00	Q	41.00	Q 41.00
Rollo de teflon	Rollo	6.00	Q	5.00	Q 30.00
Candado de 50 mm	Unidad	1.00	Q	90.00	Q 90.00
Fijador de roscas negro (300 ml)	pomo	6.00	Q	30.00	Q 180.00
Transporte de material en zona boscosa	Viaje	1200.00	Q	15.00	Q 18,000.00
Transporte de material	Viaje	20.00	Q	800.00	Q 16,000.00
TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:					Q 71,154.00
MANO DE OBRA CALIFICADA					
Preparación del area a trabajar	M2	25.00	Q	60.00	Q 1,500.00
Nivelación del terreno	M2	25.00	Q	65.00	Q 1,625.00
Compactación del terreno	M2	25.00	Q	115.00	Q 2,875.00
Colocación de formaleta y desencofrado	M2	45.00	Q	57.50	Q 2,587.50
Armadura de losa para tanque	M2	25.00	Q	122.00	Q 3,050.00
Fundición de suelo de tanque	M2	25.00	Q	250.00	Q 6,250.00
Fundición de muros	M3	25.00	Q	590.00	Q 14,750.00
Fundición de losa	M2	25.00	Q	302.00	Q 7,550.00
Alisado parte interna de tanque	M2	25.00	Q	100.00	Q 2,500.00
Tapadera	Unidad	1.00	Q	700.00	Q 700.00
Colocación de accesorios	Unidad	1.00	Q	1,458.50	Q 1,458.50
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:					Q 44,846.00
COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q	29,000.00	Q 29,000.00
TOTAL:					Q 145,000.00

23	Caja distribuidora de caudales	1.00	Unidad	Q 48,225.00	Q 48,225.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL
MATERIALES					
	Cemento 4,000psi	Saco	88.00	Q 80.00	Q 7,040.00
	Arena de río	m3	6.00	Q 280.00	Q 1,680.00
	Piedrín triturado	m3	6.00	Q 320.00	Q 1,920.00
	Piedra	m3	10.00	Q 320.00	Q 3,200.00
	Hierro no. 3 grado 40	Varilla	24.00	Q 26.00	Q 624.00
	Renta de madera para formaleta (1"*1*10')	Docena	3.00	Q 500.00	Q 1,500.00
	Clavo de 3" para madera	Lbs.	10.00	Q 10.00	Q 100.00
	Alambre de amarre	Lbs.	20.00	Q 10.00	Q 200.00
	Valvula de compuerta	Unidad	3.00	Q 550.00	Q 1,650.00
	Rollo de teflon	Rollo	5.00	Q 5.00	Q 25.00
	Candado de 50 mm	Unidad	5.00	Q 350.00	Q 1,750.00
	Fijador de roscas negro (300 ml)	pomo	5.00	Q 30.00	Q 150.00
	Transporte de material	Viaje	6.00	Q 800.00	Q 4,800.00
	Transporte de material por zona boscosa	Viaje	164.00	Q 15.00	Q 2,460.00
TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:					Q 27,099.00

MANO DE OBRA CALIFICADA					
Preparación del area a trabajar	M2	10.00	Q	30.00	Q 300.00
Nivelación del terreno	M2	10.00	Q	15.00	Q 150.00
Compactación del terreno	M2	10.00	Q	5.00	Q 50.00
Colocación de formaleta y desencofrado	M2	40.00	Q	18.00	Q 720.00
Fundición de muros	M3	13.00	Q	400.00	Q 5,200.00
Fundición de losa	M3	4.00	Q	300.00	Q 1,200.00
Tapadera	Unidad	4.00	Q	700.00	Q 2,800.00
Colocación de accesorios	Unidad	1.00	Q	1,061.00	Q 1,061.00
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:				Q	11,481.00
COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q	9,645.00	Q 9,645.00
TOTAL:				Q	48,225.00

24	Hipoclorador	Unidad	1.00	Q	17,000.00	Q	17,000.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		PRECIO U.		TOTAL
MATERIALES							
	Cemento UGC 4,000	Saco	15.00	Q	80.00	Q	1,200.00
	Arena de río	m3	2.00	Q	280.00	Q	560.00
	Piedrín triturado	m3	2.00	Q	320.00	Q	640.00
	Block tipo D de 0.14*0.19*0.39m	Unidad	110.00	Q	4.00	Q	440.00
	Tapadera metalica de hierro plano 1 1/2" * 1/8"	unidad	1.00	Q	700.00	Q	700.00
	Renta de madera (1"*1"*10')	Docena	1.00	Q	200.00	Q	200.00
	Codos de 90 G pvc de 1 1/4"	Unidad	3.00	Q	10.00	Q	30.00
	Niple PVC de 1 1/4"	Unidad	5.00	Q	8.00	Q	40.00
	Valvula de globo de 1 1/4"	Unidad	2.00	Q	150.00	Q	300.00
	Adaptador hembra pvc de 1 1/4"	Unidad	1.00	Q	6.00	Q	6.00
	Dosificador de cloro	Unidad	1.00	Q	3,000.00	Q	3,000.00
	Clavo de 3" para madera	Lbs.	1.00	Q	8.00	Q	8.00
	Alambre de amarre	Lbs.	2.00	Q	8.00	Q	16.00
	Acero no. 3 grado 40	Varilla	8.00	Q	26.00	Q	208.00
	Candado	Unidad	1.00	Q	300.00	Q	300.00
TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:				Q	7,648.00		
MANO DE OBRA CALIFICADA							
	Levantado de muro	M2	5.20	Q	400.00	Q	2,080.00
	Armadura de acero	MI	5.20	Q	375.00	Q	1,950.00
	Repello + cemento para area interna y externa	M2	6.20	Q	180.00	Q	1,116.00
	Colocación de accesorios e instalación de hipoclorador	Unidad	1.00	Q	804.30	Q	804.30
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:				Q	5,950.30		
COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q	3,401.70	Q	3,401.70	
TOTAL:				Q	17,000.00		

25	Lote de tabletas de hipoclorito de calcio	Unidad	1.00	Q	3,500.00	Q	3,500.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		PRECIO U.		TOTAL
	compra de tabletas	Lote	1.00	Q	2,200.00	Q	2,200.00
TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:				Q	2,200.00		
MANO DE OBRA CALIFICADA							
	Colocacion de tableta	unidad	1.00	Q	600.00	Q	600.00
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:				Q	600.00		
COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FIANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):		25.00%	Q	700.00	Q	700.00	
TOTAL:				Q	3,500.00		

Conexiones domiciliars					
26	Conexiones domiciliars	Unidad	60.00	Q 2,728.00	Q 163,680.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL
MATERIALES					
	Muerto de concreto de 0.25*0.25*0.25m	Unidad	60.00	Q 135.00	Q 8,100.00
	Caja prefabricada de concreto	m3	60.00	Q 130.00	Q 7,800.00
	Tuberia PVC 1/2" 315 psi	Unidad	300.00	Q 37.00	Q 11,100.00
	Adaptador macho pvc de 1/2"	Unidad	60.00	Q 6.00	Q 360.00
	valvula de paso de 1/2"	Unidad	60.00	Q 70.00	Q 4,200.00
	adaptador hembra pvc de 1/2"	Unidad	60.00	Q 4.00	Q 240.00
	Niple hg con rosca 0.20m de 1/2"	Unidad	60.00	Q 20.00	Q 1,200.00
	Niple hg con rosca 1.50m de 1/2"	Unidad	60.00	Q 45.00	Q 2,700.00
	Valvula de compuerta de 1/2"	Unidad	60.00	Q 90.00	Q 5,400.00
	Valvula de chorro de 1/2"	Unidad	60.00	Q 95.00	Q 5,700.00
	Copla hg de 1/2"	Unidad	60.00	Q 5.08	Q 304.80
	codo pvc de 1/2" 90grados liso	Unidad	120.00	Q 4.00	Q 480.00
	Silicon	Unidad	60.00	Q 30.00	Q 1,800.00
	Teflon	Rollo	60.00	Q 5.00	Q 300.00
	Pegamento para pvc	Galon	15.00	Q 550.00	Q 8,250.00
TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:					Q 57,934.80
MANO DE OBRA CALIFICADA					
	Preparación del area de terreno	Unidad	60.00	Q 60.00	Q 3,600.00
	Excavacion y compactacion de zanja	MI	1200.00	Q 6.00	Q 7,200.00
	Instalación de accesorios pvc	Unidad	60.00	Q 60.00	Q 3,600.00
	colocacion cajas	Unidad	60.00	Q 62.70	Q 3,762.00
	Instalación de valvulas y accesorios	Unidad	60.00	Q 69.11	Q 4,146.60
	Instalación de niples y accesorios	Unidad	60.00	Q 45.00	Q 2,700.00
	Transporte de material	viaje	60.00	Q 800.00	Q 48,000.00
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:					Q 73,008.60
COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FRANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):			25.00%	Q 32,736.60	Q 32,736.60
TOTAL:					Q 163,680.00

27	Pruebas de presion en el sistema y ensayos de laboratorio	Unidad	1.00	Q 41,250.00	Q 41,250.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL
	Pruebas de presion en el sistema	Unidad	1.00	Q 15,000.00	Q 15,000.00
	Ensayos de laboratorio	Unidad	1.00	Q 16,000.00	Q 16,000.00
TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:					Q 31,000.00
MANO DE OBRA CALIFICADA					
	direccion de pruebas y ensayos	unidad	1.00	Q 2,000.00	Q 2,000.00
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:					Q 2,000.00
COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FRANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):			25.00%	Q 8,250.00	Q 8,250.00
TOTAL:					Q 41,250.00

28	Medidas de mitigación ambiental	Unidad	1295.00	Q 4.00	Q 5,180.00
	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL
	Arboles de la región	Unidad	1295.00	Q 2.70	Q 3,496.50
TOTAL DE MATERIAL Y HERRAMIENTA:					Q 3,496.50
MANO DE OBRA CALIFICADA					
	Transporte y plantado de arboles	Unidad	1295.00	Q 0.50	Q 647.50
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA:					Q 647.50
COSTOS INDIRECTOS (GASTOS ADMINISTRATIVOS + FRANZAS + IMPUESTOS + UTILIDAD):			25.00%	Q 1,036.00	Q 1,036.00
TOTAL:					Q 5,180.00

EL COSTO TOTAL DEL PROYECTO ASCIENDE					Q 1,295,000.00
---	--	--	--	--	-----------------------

Presupuesto integrado

Proyecto: Construcción de sistema de abastecimiento de agua potable en caserío Buenos Aires, aldea Cunlaj, Tacaná, San Marcos.

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Trabajos preliminares					
1	Trazo y replanteo	2365.00	ml	Q 4.50	Q 10,642.50
Captacion					
2	Captacion	1.00	Unidad	Q 35,000.00	Q 35,000.00
3	Tanque de supción (20M3)	1.00	Unidad	Q 145,000.00	Q 145,000.00
Línea de conducción					
4	Tubo HG de Ø 2" de cedula 40	2.00	Tubos	Q 2,800.00	Q 5,600.00
5	Tubo pvc Ø 2" de 250 PSI	30.00	Tubos	Q 595.00	Q 17,850.00
6	Tubo pvc Ø 1 1/4" de 160 PSI	55.00	Tubos	Q 209.00	Q 11,495.00
7	Tubo pvc Ø 3/4" de 250 PSI	11.00	Tubos	Q 142.00	Q 1,562.00
8	Equipo de bombeo + accesorios	1.00	Unidad	Q 75,000.00	Q 75,000.00
9	Generador Electrico + accesorios	1.00	Unidad	Q 125,000.00	Q 125,000.00
10	Cuarto de maquinas	1.00	Unidad	Q 66,500.00	Q 66,500.00
11	Caseta de bombeo	1.00	Unidad	Q 20,000.00	Q 20,000.00
12	Paso aereo de 75 metros + tubería HG	1.00	Unidad	Q 171,070.00	Q 171,070.00
13	Paso a zanjón de 12 metros + tubería HG	1.00	Unidad	Q 47,250.00	Q 47,250.00
14	Valvula de limpieza	1.00	Unidad	Q 8,062.50	Q 8,062.50
15	Valvula de aire	1.00	Unidad	Q 7,500.00	Q 7,500.00
Línea de distribución					
16	Tubo pvc Ø 2 1/2" de 160 PSI	111.00	Tubos	Q 470.00	Q 52,170.00
17	Tubo pvc Ø 1 1/2" de 160 PSI	32.00	Tubos	Q 282.00	Q 9,024.00
18	Tubo pvc de Ø 1" de 160 PSI	127.00	Tubos	Q 190.00	Q 24,130.00
19	Tubo pvc de Ø 3/4" de 250 PSI	34.00	Tubos	Q 171.00	Q 5,814.00
20	Caja rompepresión	1.00	Unidad	Q 12,995.00	Q 12,995.00
21	Valvula de control	3.00	Unidad	Q 6,500.00	Q 19,500.00
Tanque de almacenamiento					
22	Tanque de almacenamiento de 20 M3	1.00	Unidad	Q 145,000.00	Q 145,000.00
23	Caja distribuidora de caudales	1.00	Unidad	Q 48,225.00	Q 48,225.00
24	Hipoclorador	1.00	Unidad	Q 17,000.00	Q 17,000.00
25	Lote de tabletas de hipoclorito de calcio	1.00	lote	Q 3,500.00	Q 3,500.00
Conexiones domiciliars					
26	Conexiones domiciliars	60.00	Unidad	Q 2,728.00	Q 163,680.00
27	Pruebas de presion en el sistema y ensayos de laboratorio	1.00	Unidad	Q 41,250.00	Q 41,250.00
28	Medidas de mitigación ambiental	1295.00	Unidad	Q 4.00	Q 5,180.00
TOTAL					Q 1,295,000.00
Total en letras: UN MILLÓN DOCIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL QUETZALES CON 00/100					

Anexo 3.14 Programa de operación y mantenimiento

En esta etapa del proyecto es de vital importancia considerar un programa de operación y mantenimiento del sistema de agua potable; considerando que los sistemas de abastecimiento de agua potable no pueden funcionar por sí mismo, por lo tanto, es necesario considerar su mantenimiento de forma periódica, para resolver los problemas técnicos, operativos y administrativos que se presenten en el proyecto de sistema de agua potable.

Por lo anteriormente manifestado, es necesario realizar un presupuesto, que garantizara la sostenibilidad del proyecto durante la vida útil para la que fue diseñada. Esto implica que es necesario contar con recursos suficientes para operar el sistema, estos recursos solo pueden obtenerse a través del pago mensual de una tarifa que cada uno de los usuarios debe de cancelar; para ello es necesario considerar los siguientes aspectos:

Costo de operación (O)

Representa el pago al fontanero por revisión de la tubería y conexiones domiciliarias. Asumiendo que el fontanero recorrerá 3 Km. de línea al día revisándola minuciosamente podrá revisar 20 conexiones al día, además se contempla un factor que representa las prestaciones como aguinaldo, bono 14 e indemnización, así como un bono incentivo que consta de Q250.00.

$$O = \left(\text{long.tuberia} * \frac{1}{3} * \text{jornal} \right) + (\text{no.conexiones} * \frac{1}{20} * \text{jornal}) 1.43$$

Entonces:

$$O = \left(\text{long.tuberia} * \frac{1}{3} * \text{jornal} \right) + \left(\text{no.conexiones} * \frac{1}{20} * \text{jornal} \right) 1.43$$

$$O = \left(6,00 \text{ m} * \frac{1}{3} * Q. 92,88 \right) + \left(60 \text{ viv} * \frac{1}{20} * Q. 92,88 \right) 1.43$$

$$O = Q 664,09$$

Costo de mantenimiento (M)

Este costo servirá para la compra de materiales, en caso de que sea necesario cambiar los ya instalados o para la ampliación de los mismos. Se estima como el 4 por millar del costo total del proyecto.

$$O = \frac{0,004 * \text{costo del proyecto}}{22}$$

$$O = \frac{0,004 * 1 195,000}{22}$$

$$O = Q 214,24$$

Costo de tratamiento (T)

Es el costo que se requiere para la compra de tabletas de tricloro, método seleccionado para la desinfección del agua, el cual se hará mensualmente.

$$T = \text{costo tabletas en gramos} * \text{numero de tabletas al mes}$$

$$T = \frac{Q 17,50}{\text{tableta}} * \frac{13 \text{ tableta}}{\text{mes}}$$

$$T = Q 227,50$$

Costo de administración (A)

Representa el fondo que servirá para gastos de papelería, sellos, viáticos, etc. Se estima que es el 15% de la suma de los tres anteriores.

$$A = 15\% (O + M + T)$$

$$A = 15\% (Q 664,09 + Q 214,24 + Q 227,50)$$

$$A = Q 165,42$$

Costo de reserva (R).

Se le denomina a una reserva de dinero para cualquier imprevisto que afecte al proyecto, el cual será el 12% de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$R = 12\% (O + M + T)$$

$$R = 12\% (Q 664,09 + Q 214,24 + Q 227,50)$$

$$R = Q 132,34$$

Propuesta tarifaria

La tarifa calculada es la suma de los costos anteriores, dividido el número de viviendas.

$$\text{Tarifa} = \frac{(O + M + T + A + R)}{\text{No. Viviendas}}$$

$$\text{Tarifa} = \frac{(Q 664,09 + Q 214,24 + Q 227,50 + Q 165,42 + Q 132,34)}{60}$$

Tarifa = Q 23,39

Se propone una tarifa mínima de Q 25,00 por servicio mensual. Este es u una tarifa accesible para la población, considerando que las tarifas que propone la municipalidad están en un rango de Q 10,00 a Q25,00 mensuales.

Anexo 3.15 Especificaciones técnicas

Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de un sistema de agua potable llenado por un nacimiento de brote definido que a través de un sistema de bombeo se llevará el agua hacia un tanque de distribución de 19.60 m³, que distribuirá a 60 viviendas actuales, dejando previsto el sistema para 20 años.

Trabajos preliminares:

a) Trabajos preliminares (2,365.00 MI):

Este renglón consiste en trasladar toda la información de planos (niveles y coordenadas) al terreno donde se realizará el proyecto.

Captación

a) Captación (1.00 unidades):

Consiste en la construcción de las estructuras de concreto ciclópeo (33% concreto y 67% piedra) las cuales servirán para captar el agua de los nacimientos, estas tendrán la forma y dimensiones especificada por los planos constructivos. El concreto a utilizar será de 3000 PSI (210 kg/cm²) a los 28 días y las varillas para refuerzo serán legítimas con una resistencia a la fluencia de 40,000 psi (2810 kg/cm²). El desplante de cimentación mínimo a utilizar será de 80 cm para asegurar que la estructura tenga una presión pasiva adecuada y así asegurar una adecuada estabilidad contra volteo de la estructura. El tubo de rebose del nacimiento será como mínimo de 4" pudiendo usar tuberías de mayor diámetro según criterio del ingeniero supervisor no debiendo este estar instalado a una altura mayor de 0.70 m por encima de la pichacha para así evitar

sobrepresión hidrostática del fluido sobre las paredes de la estructura.

b) Tanque de succión (1.00 unidad)

Consiste en la construcción de un tanque de concreto ciclópeo el cual será encargada de recibir el caudal del nacimiento y entregarlo a la bomba, así como almacenar el agua cuando el equipo este apagado. Las dimensiones y accesorios estarán de acuerdo a como lo indican los planos.

Línea de conducción

a) Instalación de tubería hg (2.00 tubos)

La línea de conducción estará conformada por 2.00 tubos de HG diámetro 2" de cedula 40. Esta tubería por su constitución, debe instalarse expuesta al medio ambiente. Por corrosión debería ir solo expuesta con muertos de concreto para su fijación y protección, cada tubo de HG debe de llevar soporte a cada 4m, los cuales serán de acuerdo a planos y estos anclajes llevarán acero de 3/8" como mínimo.

- Los cortes de tuberías se harán perfectamente a escuadra.
- Las roscas se harán con Tarija para que sea cónica. Si se usan nipples prefabricados, estos deberán tener rosca cónica, las tarrajas deberán tener los dados en perfecto estado para que las roscas sean perfectas y sin desportillamientos.
- Las roscas de fábrica de los tubos, si por el manipuleo se han dañado los bordes o se ha perdido la forma circular deberán ser cambiados y/o podrán ser utilizados al hacerles nuevas roscas.

Uniones:

En general, las uniones de tubo HG se harán por medio de copla, de las que están provistos todos los tubos. Cuando sea necesario unir fracciones de tubos, se procederá

de la siguiente manera:

Los cortes se harán en ángulo recto con respecto a su eje longitudinal, limando su borde interior hasta conseguir que su diámetro sea correcto y libre de rebabas. Para el corte, se usarán terrajas limpias y afiladas en perfecto estado, que no deterioren en ninguna forma la tubería y se utilizara aceite para facilitar la operación, los dados de terraja deberán graduarse tres o cuatro veces por lo menos para hacer los hilos de las roscas.

Los hilos de las roscas se harán en la forma y longitud que permita atomizarlas herméticamente sin forzarlas. Debe evitarse el sobreroscado en caso de existir debe cortarse, porque una longitud, sobreroscada hará imposible que el accesorio o válvula entre lo suficiente para obtener un sello adecuado, creado una zona débil en el tubo.

Para las uniones se deben usar piezas en buen estado, sin roturas, sin porosidad o algún otro defecto que impida el buen funcionamiento de la tubería. Las roscas de las uniones deben sellarse Permatex u otro producto similar.

b) Instalación de tubería PVC (96.00 tubos)

La línea de conducción estará conformada por 30 tubos de PVC diámetro 2" de 250 PSI, 55 tubos de PVC diámetro 1 ¼" de 160 PSI y 34 tubos de ¾" de 250 PSI. Dicha línea de PVC deberá estar enterrada a una profundidad mínima de 80cm para protegerlo de efectos climáticos.

Cualquiera que sea el método usado para el zanjeo, deberá tenerse cuidado de separar el suelo vegetal del material que más tarde se usara para rellenar la zanja. Cuando la obtención de buen material para el relleno de la zanja sea muy difícil en el sitio, deberá proveerse material de relleno de algún banco de préstamo.

Antes de la colocación de la tubería, el fondo de la zanja deberá emparejarse cuidadosamente, para que el tubo quede firmemente apoyado en toda su longitud, se evitará que quede desigualmente soportada y en contacto con piedras, terrones, ripio, etc. En el caso que el fondo de la zanja no fuera blando, deberá colocarse una capa de arena u otro material suave compactado, cuyo espesor mínimo deberá ser de 10 centímetros.

c) Equipo de bombeo (1.00 unidad)

Para la conducción del agua se utilizará un equipo de bombeo que pueda elevar el líquido a través de la tubería hasta el tanque de distribución. Dicho equipo consta de: Bomba vertical de 5HP conectada al tanque a través de un flange PVC seguido por un tubo PVC y una válvula de pie. La misma debe contar con un guarda nivel que ira conectado al tanque de distribución como sistema de resguardo en el caso de que el agua en el tanque llegara a acabarse, para evitar que el equipo salga dañado.

La bomba se colocará en una caseta con cota más baja del tanque de succión, puesto que es mejor para el equipo que el agua llegue por gravedad hasta el, para evitar que realice un sobre esfuerzo.

d) Generador eléctrico (1.00 unidad)

El equipo utilizado para la alimentación del equipo bombeo será un generador de 20 KVA de potencia eléctrica, el cual es alimentado por Diesel o gasolina y se conectara a la bomba por medio de cable THHN calibre 6.

Este será guardado a unos metros del equipo de bombeo en un cuarto de máquinas con la suficiente ventilación para evitar que el equipo se sobrecaliente y los gases se queden almacenados en el lugar y por ende disminuya su vida útil.

e) Cuarto de máquinas (1.00 unidad)

Se utilizará para el almacenamiento y protección del equipo de generación eléctrica, con las medidas según planos constructivos. Este se colocará a no menos de 1.50 metros separado del tanque y de la caseta de bombeo.

Los elementos serán fabricados con concreto de resistencia 3000 PSI, así como acero grado 40.

f) Caseta de bombeo (1.00 unidad)

Para el almacenamiento de la bomba se utilizará una caja fabricada con mampostería confinada según medidas dadas en planos. Esta poseerá una puerta y una ventana fabricadas de metal con el fin de que el equipo tenga la suficiente ventilación para evitar que se sobrecaliente.

La caseta estará conectada a la salida del tanque que llevará el agua por gravedad a la bomba.

g) Pasos aéreos (1.00 unidades)

La función de estos será de sobreguarda la tubería de accidentes geográficos que se encuentran dentro de la línea de distribución. Las dimensiones de los elementos y características de cada uno de los materiales serán las indicadas por los planos constructivos.

Dentro de la línea se encuentran:

Paso aéreo de 75 metros = 1 unidad

h) Paso de zanjón de 12 metros (1.00 unidades)

Los pasos de zanjón estarán en los lugares indicados por los planos constructivos. Estarán conformado por los accesorios y elementos mostrados en planos, los troncos de concreto sobre los cuales estará apoyado serán de resistencia a la compresión a los

28 días de 3000 PSI (210 kg/cm²) y armados con hierro corrugado legitimo con resistencia a la fluencia de 40,000 PSI (2810 kg/cm²).

i) Válvula de limpieza (1.00 unidad)

Se colocarán en puntos bajos de la línea, donde puedan acumularse las arenas, dicha caja se construirá de concreto ciclópeo con dimensiones válvula y accesorio de acuerdo a los planos.

j) Válvula de aire (1.00 unidad)

Se colocarán antes o después de una depresión, pero en este caso donde indica el diseño hidráulico en realidad en la parte más alta, dicha caja servirá para la protección de la válvula de aire tipo ventosa, los muros se construirán de concreto ciclópeo con unas dimensiones de acuerdo a los planos. La losa de la tapadera se construirá de concreto reforzado, la válvula y los accesorios de PVC, y servirá para eliminar el aire que pueda acumular la línea de conducción.

Línea de distribución

a) Instalación de tubería PVC (304.00 tubos)

La línea de distribución estará conformada por 111 tubos de PVC diámetro 2 1/2" de 160 PSI, 32 tubos de PVC diámetro 1 1/2" de 160 PSI, 127 tubos de PVC diámetro 1" de 160 PSI y 34 tubos de PVC diámetro 3/4" de 250 PSI. Dicha línea de PVC deberá estar enterrada a una profundidad mínima de 80cm para protegerlo de efectos climáticos en zonas sin tráfico vehicular y en zonas con tráfico la profundidad mínima será de 1.20m.

Cualquiera que sea el método usado para el zanjeo, deberá tenerse cuidado de separar

el suelo vegetal del material que más tarde se usara para rellenar la zanja. Cuando la obtención de buen material para el relleno de la zanja sea muy difícil en el sitio, deberá proveerse material de relleno de algún banco de préstamo.

Antes de la colocación de la tubería, el fondo de la zanja deberá emparejarse cuidadosamente, para que el tubo quede firmemente apoyado en toda su longitud, se evitará que quede desigualmente soportada y en contacto con piedras, terrones, ripio, etc. En el caso que el fondo de la zanja no fuera blando, deberá colocarse una capa de arena u otro material suave compactado, cuyo espesor mínimo deberá ser de 10 centímetros.

b) Caja rompe presión (1.00 unidades)

Este elemento servirá para cortar la presión en la línea de distribución y así evitar la ruptura de la tubería debido a las presiones excesivas en la línea, estas serán de concreto ciclópeo y su forma serán las indicadas por los planos constructivos.

c) Válvula de control (7.00 unidad)

Función de estas será la de controlar el corte del flujo en determinados ramales con la finalidad de evitar el corte total de toda la red durante labores de mantenimientos futuros

Estas serán válvulas de compuerta de bronce adaptadas a accesorios PVC su diámetro variara según le diámetro de la tubería donde se encuentre y estarán protegidas mediante cajas de concreto con una resistencia a la compresión de 3000 PSI (210 kg/cm²) armadas con hierro corrugado legitimo con una resistencia a la fluencia de 40,000 PSI (2810 kg/cm²). La forma de la caja y distribución de su refuerzo será según las indicaciones de los planos constructivos.

Tanque de almacenamiento:

a) Tanque de almacenamiento de 70 m³ (1.00 unidad)

El tanque de almacenamiento será de concreto ciclópeo (33% concreto de 3000 PSI y 67% piedra) con una losa de resistencia a la compresión de 3000 PSI (210 kg/cm²) armadas con hierro corrugado legítimo con una resistencia a la fluencia de 40,000 PSI (2810 kg/cm²). La forma del tanque y distribución de su refuerzo será según las indicaciones de los planos constructivos.

Previo a la ejecución del tanque se deberá aplicar una capa de material granular de 20cm de espesor y compactar de manera mecánica hasta densificar lo más posible el suelo y así asegurar la estructura de cimentación del tanque.

b) Caja distribuidora de caudales (1.00 unidad)

Esta caja será la encargada de distribuir el caudal necesario por medio de vertederos a cada ramal se construirá de concreto ciclópeo las dimensiones y accesorios serán de acuerdo a los planos.

c) Hipoclorador (1.00 unidad)

El hipoclorador a utilizar será de pastillas, esta servirá para darle un tratamiento de purificación al agua donde en los ramales más lejanos debe de tener entre 0.20 a 0.50 mlg/lit y dentro del tanque de distribución 1.00 mlg/lit.

d) Lote de tabletas de hipoclorito de calcio (1.00 lote)

Este lote de tabletas será adquirido por el constructor así mismo colocado y entregado para su uso.

Conexiones domiciliarias (60.00 unidades)

El proyecto contara con 60 conexiones domiciliarias para los cuales se utilizará tubo PVC de ½” x 315 PSI, para hacer la conexión desde la línea central. Además, se colocarán válvulas de paso de ½” con su respectiva caja. La conexión expuesta hacia el chorro se hará con niples de hierro galvanizado de ½”.

Prueba de presiones

Prueba hidrostática

El propósito de esta prueba es verificar los materiales y la mano de obra. El sistema en construcción debe probarse por tramos terminados, antes de completar todo el sistema. Debe tenerse en cuenta que el o los tramos a probar deben estar suficientemente cubiertos, los anclajes en accesorios suficientemente curados, 3 días al menos, y debidamente restringido el movimiento en los tapones de los extremos.

Llenado de la tubería

La tubería debe llenarse lentamente desde el punto más bajo de la línea. Debe calcularse la cantidad de agua necesaria para llenar la línea.

Expulsión de aire

Todo el aire debe ser expulsado de la línea durante la operación de llenado, antes de iniciar la prueba de presión. Se recomienda instalar válvulas automáticas de expulsión de aire o ventosas en los puntos altos del tramo a probar. La presencia de aire en la línea durante la prueba puede causar presiones excesivas debido a su compresión por el agua causando fallas a la tubería o dar errores en la prueba.

Para saber si una tubería que se está probando tiene aire atrapado, puede hacerse lo siguiente:

1. Presurice con agua a la presión deseada
2. Permita que la presión se reduzca a un cierto nivel
3. Mida la cantidad de agua requerida para llegar de nuevo a la presión deseada.
4. Repita los pasos 2 y 3.

Si la cantidad de agua requerida para presurizar la línea la segunda vez es significativamente menor que la requerida la primera vez, hay aire atrapado en la línea. Si no hay una diferencia significativa, hay probable fuga en la línea.

Prueba de presión

La presión de prueba puede ser del orden del 50% sobre la presión de operación. La presión de prueba no debe exceder la presión de diseño de la tubería, de los accesorios o de los anclajes. La presión debe ser controlada en el punto más bajo del tramo a probar que no debe ser mayor que la de diseño de la tubería.

La prueba deberá realizarse en tramos menores a 400 metros lineales.

Prueba de hermeticidad

El propósito de esta prueba es verificar que no haya fugas en las uniones, conexiones a accesorios y otros elementos del tramo a probar. La presión de trabajo del tramo puede ser la presión de prueba. Se mantiene esta presión por un período determinado de tiempo.

Medidas de mitigación ambiental (1295.00 unidades)

El contratista está obligado a proporcionar 1295 unidades de árboles que sean nativos

del área del proyecto y ponerlo a disposición de la municipalidad para que el consejo lo distribuyan conforme las necesidades del municipio.

Especificaciones específicas

Cimentación de obras hidráulicas

Las excavaciones no deberán exceder las cotas de cimentación indicadas en los planos, salvo que al realizarlas se identifique que el estrato a esa profundidad no cumple con capacidad soporte de suelo mínima. (10 ton/m²).

Las paredes de la excavación podrán ser usadas como formaletas de fundición siempre que el material del suelo lo permita, para este caso la excavación debe hacerse vertical y a plomo.

Las grietas que pudiera presentar el suelo de cimentación, se llenarán con concreto, mortero o lechada de cemento. Para excavaciones en presencia de agua, ésta deberá ser evacuada y se mantendrán secas las áreas.

La cimentación no podrá ser construida sobre tierra vegetal, rellenos sueltos, superficies fangosas o materiales de desecho, estos deberán ser removidos en su totalidad.

Relleno en la cimentación

El relleno se efectuará previa inspección de la fundición y el curado del concreto cuando haya concluido y tenga suficiente resistencia para soportar presiones. Para el relleno se podrá utilizar el mismo material excavado, salvo que el Supervisor indique lo contrario. El relleno se colocará en capas sensiblemente horizontales, de espesor uniforme, no mayor de 20 centímetros.

Concreto

El concreto es la mezcla constituida por cemento, agregados, agua y eventualmente aditivos, en proporciones adecuadas para obtener las propiedades requeridas.

El concreto a utilizar tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días de 3,000 lbs/pulg² o sea 210 kg/cm². y será elaborado con una mezcla en proporción 1:2:2 (cemento, arena de río, pedrín).

Cemento

El cemento Pórtland a utilizar debe corresponder a los tipos I y Tipos II que llenen los requisitos AASHTO M 85-63, para el tipo especificado.

El cemento a utilizarse deberá estar ser entregado en obra en su empaque original y deberá permanecer sellado hasta el momento de su uso.

Las bodegas para el almacenamiento de cemento permanecerán secas. Las bolsas deberán permanecer lo más cerca posible unas de otras para reducir la circulación de aire, evitando su contacto con paredes exteriores.

Las bolsas deberán entibarse sobre plataformas de madera levantadas 0.15m del suelo, la altura de estibamiento máximo deber ser de 10 sacos sobre las bancas y deberán estar ordenadas para poder retirar el cemento más antiguo durante su uso y a la vez colocar cemento nuevo sin dificultad.

No se permitirá el cemento endurecido por el almacenamiento o parcialmente fraguado en ninguna parte de la obra.

Agregados

Los agregados a usarse son finos (arena) y grueso (piedra triturada o clasificada). Ambos deberán considerarse como elementos separados del cemento.

Agregados finos

El agregado fino a utilizar será arena de río, arena natural o manufacturada, compuesta de partículas duras y durables, y deberá estar libre de materiales perjudiciales o extraños, ni arcillas o tierra en cuyo caso deberá ser eliminado durante el lavado el agregado deberá cumplir los parámetros establecidos por la ASTM C-33. Debe ser almacenado separadamente del agregado grueso en pilas independientes

Agregados gruesos

El agregado grueso consistirá en grava o piedra triturada o sin triturar procesados adecuadamente para formar un agregado clasificado.

La graduación del agregado grueso debe ser de 1" como máximo y 1/2" como mínimo o lo que indique el proporcionamiento de mezcla de diseño, en función a la procedencia de los materiales.

El agregado grueso deberá ser proveniente de rocas duras y estables resistentes a la abrasión por impacto y a la deterioración causada por de temperatura o heladas (Prueba de bondad). El agregado deberá cumplir los parámetros establecidos por la ASTM C-33.

Agua

El agua para mezclado y curado del concreto o lavado de agregados debe ser

preferentemente potable, limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, álcalis, azúcar, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto.

Consistencia del concreto:

La proporción entre agregados deberá garantizar una mezcla con un alto grado de trabajabilidad y resistencia de manera de que se acomode dentro de las esquinas y ángulos de las formas del refuerzo, por medio del método de colocación en la obra que no permita que se produzca un exceso de agua libre en la superficie.

El concreto se deberá vibrar en ambos casos, con vibrador para tener un buen acomodamiento de los agregados dentro de la mezcla y se eliminen el volumen de vacíos en la misma.

El asentamiento o slump permitido (cada obra deberá contar con un molde para la realización del ensayo) según la clase de construcción y siendo el concreto vibrado se propone lo siguiente:

TIPO DE ELEMENTO (min)	EN CMS (max)	EN CMS
Muros de cimentación y zapatas	7.5	2.5
Vigas y muros reforzados	10.0	2.5
Pavimentos y losas	7.5	2.5
Concreto masivo	7.5	2.5
Concretos ciclópeos	7.5	2.5

Mezclado del concreto

El mezclado deberá continuarse por lo menos durante 1-1/2 minuto, después que todos los materiales estén dentro del tambor, a menos que se demuestre que un tiempo menor es satisfactorio.

Resistencia del concreto

La proporción para la mezcla de concreto será 1:2:2 con una resistencia a la compresión de 3000 lib/plg², o según el diseño de mezcla proporcionado por el ingeniero supervisor.

Pruebas de laboratorio:

Para comprobar la resistencia del concreto se efectuarán pruebas de laboratorio ensayando cilindros a los 7, 14,28 días y se tomarán de la fundición la cantidad de muestras indicadas por el supervisor, es de vital importancia que las muestras tengan el mismo curado al que serán sometido las estructuras de concreto esto con el fin de obtener una muestra representativa más fiel.

Acero de refuerzo

El refuerzo para el concreto consistirá en varillas de acero de lingotes nuevos. Las varillas de acero de refuerzo serán de grado 40 y un límite de fluencia de $F_y = 2,810$ Kg/Cm². Las varillas deberán estar libres de óxidos, escamas, materias extrañas que perjudiquen la adherencia del concreto.

Las varillas de acero no deberán tener grietas, dobladuras y laminaciones.

Recubrimientos mínimos:

El refuerzo tendrá los recubrimientos mínimos siguientes:

Muros de concreto armado	= 4.00 centímetros.
Vigas	= 4.00 centímetros.
Zapatas y cimientos	= 7.50 centímetros.

Empalmes

Deberán evitarse en lo posible empalmar varillas en los puntos en donde el esfuerzo es máximo. En ningún caso se efectuarán en los nudos. Los empalmes serán traslapados en una longitud de 24 diámetros de la varilla a utilizar, pero en ningún caso será menor a 30 centímetros.

Dobleces

Las varillas serán dobladas en frío y antes de ser colocadas las formaletas.

Formaletas

La formaleta deberá ajustarse a la forma y dimensiones de los elementos a fundir. Deben ser suficientemente sólidas y estables para resistir la presión durante la fundición y el fraguado del concreto.

Se apuntalarán y sujetarán de manera adecuada para que conserven su forma y posición. Las juntas no deben permitir la fuga del mortero. La reparación de imperfecciones del concreto deberá hacerse inmediatamente después de remover la formaleta.

Previo a proceder con la fundición, se mojará la formaleta principalmente cuando se trate de entarimados, para que la formaleta no absorba parte del contenido de agua del

concreto.

Tubería

Zanjeo

El zanjeo tendrá una profundidad mínima de 0.80 metros y un ancho de 0.40m. el piso de la zanja debe quedar lo más uniforme posible.

Instalación

La tubería a utilizar será PVC norma ASTM D 2241 y tubería de Hierro Galvanizado Tipo Liviano en los pasos aéreos y pasos de zanjón.

La colocación de la tubería se hará con las campanas aguas arriba, es decir en dirección contraria al flujo del agua y sellando perfectamente las uniones con cemento solvente en el caso de pvc y permatex en el caso de tubería HG.

La instalación de los tubos pvc deberá hacerse en lugares y posiciones indicadas en los planos. Toda la tubería pvc deberá quedar protegida de la luz solar por lo que si fuera necesario instalarla a la intemperie deberá ser protegida con un revestimiento de concreto simple.

Cuando sea necesario efectuar cortes de tubos se deberá hacer con sierra, con la guía adecuada para que el corte sea perpendicular al eje del tubo.

Las uniones cementadas deben efectuarse limpiando el extremo del tubo e interior de la campana, aplicándoles la cantidad apropiada de cemento solvente e insertando el extremo liso dentro de la campana, inmediatamente aplicando el cemento solvente.

Se deberá usar un movimiento de rotaciones al insertar el extremo para distribuirlo uniformemente.

Las uniones de junta rápida se harán limpiando las campanas y extremos de tubo a unir, que deberá ser biselado y revisando que el empaque este en su lugar. Se lubricará el empaque con una solución jabonosa y se insertará el extremo por presión ejercida en el otro extremo del tubo.

Todos los cambios de dirección deberán hacerse con el accesorio adecuado, no debiéndose doblar los tubos, ni aun utilizando calor para el doblado.

Manejo de tubos y accesorios

Durante la carga, transporte y descarga de la tubería y los accesorios, deberá tenerse especial cuidado que los tubos no sean golpeados ni doblados, ni sean almacenados expuestos al sol.

Todas las piezas deben revisarse en obra, rechazando todas aquellas que hayan sufrido daño.

Relleno de zanja

Antes de realizar el relleno de la zanja debe efectuarse la prueba de la tubería instalada a fin de verificar que no existan fugas. El relleno se efectuará con el mismo material excavado, salvo que el supervisor indique lo contrario. El relleno deberá efectuarse compactando adecuadamente en capas no mayores de 20 centímetros. En lugares montañosos deberá compactarse con mazo.