

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



**PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUA, CON EL FIN DE PROVEER EL SERVICIO EN EL  
MUNICIPIO DE TECPÁN, UBICADO EN EL DEPARTAMENTO DE  
CHIMALTENANGO**

**LICENCIADO KEVIN ALEJANDRO REYES ALVAREZ**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2020**

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



**PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUA, CON EL FIN DE PROVEER EL SERVICIO EN EL  
MUNICIPIO DE TECPÁN, UBICADO EN EL DEPARTAMENTO DE  
CHIMALTENANGO**

Informe final de trabajo profesional de graduación para la obtención del Grado de Maestro en Artes, con base en el "Instructivo para elaborar el trabajo profesional de graduación", Aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SEPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.5

**AUTOR: LICENCIADO KEVIN ALEJANDRO REYES ALVAREZ**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2020**

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

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

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN DEL TRABAJO PROFESIONAL DE  
GRADUACIÓN

Coordinad: Carlos Humberto Valladares Gálvez

Evaluador: Luis Eduardo Granados Friely

Evaluador: Gilberto Alfredo Robledo Robles



## ACTA No. MFEP-58-2020

De acuerdo al Estado de Emergencia Nacional decretado por el Gobierno de la República de Guatemala y a las resoluciones del Consejo Superior Universitario, que obligaron a la suspensión de actividades académicas y administrativas presenciales en el Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ante tal situación la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas, debió incorporar tecnología virtual para atender la demanda de necesidades del sector estudiantil, por lo que en esta oportunidad nos reunimos de forma virtual los infrascritos miembros del Jurado Examinador, el Domingo 18 de octubre de 2020, a las 12:00 horas, para practicar el EXAMEN PRIVADO DEL TRABAJO PROFESIONAL DE GRADUACIÓN del Licenciado **Kevin Alejandro Reyes Álvarez**, carné No. 201214956, estudiante de la Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos de la sección A de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de **Maestro en Artes** en Formulación y Evaluación de Proyectos. El examen se realizó de acuerdo con el Instructivo, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SÉPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado -SEP- de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

Cada examinador evaluó de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido profesional del informe final presentado por el sustentante, denominado "**PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, EN EL MUNICIPIO DE TECPAN, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**", dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. El examen fue **APROBADO** con una nota promedio de **79** puntos, obtenida de las calificaciones asignadas por cada integrante del jurado examinador. El Tribunal hace las siguientes recomendaciones: Que el estudiante atienda las siguientes recomendaciones: Que cada uno de la Terna Evaluadora incorpore en cada documento del Trabajo Profesional de Graduación que se adjunta, para lo cual dispone de cinco (5) días hábiles de acuerdo con el Instructivo para Elaborar Trabajo Profesional de Graduación para optar a la Maestría en Artes.

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



Msc. Carlos Humberto Robledo Robles

Coordinador



Msc. Luis Eduardo Granados Friely

Evaluador



Msc. Gilberto Alfredo Robledo Robles

Evaluador



Lic. Kevin Alejandro Reyes Álvarez

Postulante



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

### ADENDUM al ACTA No. MFEP-58-2020

El infrascrito Coordinador del Jurado Examinador CERTIFICA que el estudiante Kevin Alejandro Reyes Álvarez, carné No. 201214956 incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro de la mesa evaluadora.

Guatemala, 27 de octubre de 2020.

(f)   
Msc. Carlos Humberto Valladares Gálvez  
Coordinador

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS:** Por iluminar mi vida, dándome sabiduría y entendimiento para culminar una etapa muy importante en mi vida.

**A mi Padre:** Teófilo Alvarez Marroquín Por haber sido un ejemplo de perseverancia, lucha y compromiso. Porque desde mi niñez estuviste para mí cuando más te necesité dándome tu amor y consejos para nunca rendirme, fuiste el mejor papá que Dios me pudo dar y donde quiera que te encuentres este triunfo te lo dedico Te Amo Papi.

**A mi Madre:** Por brindarme siempre tu amor, comprensión, paciencia y consejos. Por creer en mí y apoyarme en cada aventura que estoy dispuesto a seguir. Te Amo

**A mis compañeros:** Por ser ese ejemplo de lucha, perseverancia y amistad.

**A mis catedráticos:** Por compartir sus conocimientos y su apoyo.

**A la Escuela de Estudios de Postgrado:** Por haberme permitido pasar dentro de sus aulas viviendo buenos y malos momentos que la carrera conlleva y por crear en mí el amor a mi carrera y formación profesional.

**A la Universidad de San Carlos de Guatemala:** Por ser el centro de enseñanza que inculcó en mí la responsabilidad, el trabajo y la dedicación.

## INDICE

RESUMEN .....	i
INTRODUCCIÓN .....	ii
1. ANTECEDENTES .....	1
2. MARCO TEÓRICO .....	4
2.1 Proyecto .....	4
2.3. Estudio Técnico .....	6
2.4. Estudio Administrativo y legal .....	7
2.5. Estudio de Impacto Ambiental .....	9
2.6. Estudio financiero.....	11
2.7. Sistema de abastecimiento de agua potable.....	12
2.8. Escasez de agua .....	15
3. METODOLOGÍA.....	18
3.2. Definición del problema .....	18
3.3. Delimitación del problema: .....	18
3.4. Objetivos .....	19
3.5. Justificación de la investigación.....	20
3.6. Método científico .....	20
3.7. Técnicas de investigación aplicadas .....	21

<b>4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>24</b>
<b>4.1. Diagnóstico situación actual .....</b>	<b>24</b>
<b>4.2. Estudio Técnico .....</b>	<b>26</b>
<b>4.4. Estudio Financiero.....</b>	<b>36</b>
<b>4.5. Estudio Administrativo- Legal .....</b>	<b>44</b>
<b>4.7. Estudio de impacto ambiental .....</b>	<b>51</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>57</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>66</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 .....	27
Tabla 2 .....	31
Tabla 3 .....	32
Tabla 4 .....	33
Tabla 5 .....	34
Tabla 6 .....	36
Tabla 7 .....	37
Tabla 8 .....	37
Tabla 9 .....	38
Tabla 10 .....	38
Tabla 11 .....	39
Tabla 12 .....	39
Tabla 13 .....	40
Tabla 14 .....	40
Tabla 15 .....	41
Tabla 16 .....	42
Tabla 17 .....	43
Tabla 18 .....	53

Tabla 19 ..... 55

Tabla 20 ..... 56

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de una fuente de agua .....	13
Figura 2 Esquema de línea de conducción con piezométricas y obras auxiliares.....	14
Figura 3. Tanque de almacenamiento .....	14
Figura 4 . Esquema de un sistema de agua .....	15
<i>Figura 5 . Macro localización departamento de Chimaltenango .....</i>	<i>26</i>
Figura 6 Localización del proyecto en área urbana .....	27
<i>Figura 7 Lugar del proyecto.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 8. Canal de distribución actual .....</i>	<i>35</i>
Figura 9. Matriz de leopold .....	54

## RESUMEN

El sistema de abastecimiento de agua potable actual, es insuficiente para abastecer, a toda la población del área urbana del municipio. En verano la escasez de agua es mayor, dado que, los pozos de la población se secan generando un impacto negativo en el desarrollo de las actividades socioeconómicas de la población.

Los vecinos del área urbana obtienen el servicio de manera irregular, disponiendo del vital liquido en promedio cinco horas diarias. Los líderes comunitarios han gestionado apoyo al gobierno, incluso han ofrecido mano de obra, para la construcción del proyecto que genere soluciones para disminuir los efectos negativos.

La presente investigación se realizó aplicando el método científico y sus tres fases siendo las siguientes: indagadora, demostrativa y expositiva. En la fase indagadora se planifico la visita preliminar al lugar objeto de estudio; durante la fase demostrativa se recabo la información para la elaboración del capítulo de los resultados; por último, en la fase expositiva se presentan los resultados finales del proceso de investigación. Las técnicas de investigación utilizadas durante la investigación fueron: documentales y de campo. Las técnicas de investigación documental destinadas para la elaboración de los antecedentes y marco teórico fueron: tesis, libros, monografías, periódicos y revistas; por otra parte, las técnicas de campo empleadas fueron: observación de campo y entrevista.

Entre los resultados más relevantes de la investigación, se constato la situación actual del municipio,

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se realizó en el municipio de Tecpán Guatemala, del departamento de Chimaltenango, la cual forma parte del curso trabajo profesional de graduación II del programa de maestría en formulación y evaluación de proyectos, que se imparte en la escuela de estudios de postgrado de la facultad de ciencias económicas de la universidad de san Carlos de Guatemala, está enfocada en el servicio de abastecimiento de agua potable es escaso en el casco urbano. Los vecinos se ven afectados, por la irregularidad del servicio municipal del vital líquido. Los líderes comunitarios han gestionado ante las entidades gubernamentales encargadas de mitigar la problemática de la escasez, pero no han obtenido respuestas favorables. En verano los pozos se secan, por tal razón, el desarrollo de las actividades socioeconómicas es interrumpidas generando perdidas en los recursos.

La propuesta consiste en un sistema por gravedad, cuyo fin radica en ampliar la cobertura del servicio a la población residente del Barrio San Antonio a través de 1000 conexiones del servicio de agua.

El objetivo general de la presente investigación es: Proponer un proyecto para la implementación de un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable, con el fin de proveer de este servicio a la población del municipio de Tecpán, departamento de Chimaltenango. Las actividades encaminadas a cumplir con el objetivo general están regidas por los objetivos específicos. Los objetivos específicos para la investigación son: 1. Conocer la situación actual del sistema de abastecimiento de agua potable ofrecido por la municipalidad, a través de un estudio de mercado para determinar la cantidad de personas que no cuentan con el servicio. 2. Desarrollar el estudio técnico para determinar los elementos necesarios para la implementación de un sistema de abastecimiento de agua. 3. Realizar el análisis de los costos del sistema de abastecimiento de agua potable, con la finalidad de identificar a la entidad gubernamental que pudiera financiara el

proyecto. 4. Desarrollar el estudio administrativo-legal necesario para la implementación de un sistema de abastecimiento de agua potable. 5. Desarrollar el estudio de impacto ambiental para establecer los impactos del proyecto en los recursos bióticos y abióticos a fin de proponer medidas de mitigación correspondientes.

La investigación consta de cuatro capítulos siendo los siguientes: antecedentes, marco teórico, metodología y discusión de resultados. El capítulo de antecedentes, hace referencia a los acontecimientos históricos, de la problemática que afecta a los vecinos del municipio. El marco teórico está constituido por los conceptos, teorías necesarias que sustentan los temas tratados en la discusión de resultados. El capítulo de la metodología hace referencia al método científico y sus fases empleadas, para la investigación.

El servicio municipal actual, de agua potable abastece a 3,334 usuarios, los cuales están ubicados en los tres sectores siendo estos: la Giralda, Cruz del Cerro y la Colina; por otro lado, la dotación de agua es de 90 litros por habitante por día a un precio de Q30 para los usuarios nuevos y Q15 para usuarios que tenían conectado el servicio antes de 2018.

La demanda total del servicio de agua potable en el casco urbano asciende a 5,753 hogares de los cuales están conectados al servicio municipal 3,334 la demanda insatisfecha es de 2319 familias.

El sistema de abastecimiento propuesto será por gravedad contará con 1,000 conexiones de agua, las fuentes en conjunto aportarán un caudal de 110 litros por habitante al día y las actividades a realizar serán: replanteo topográfico, compactación y colocación de tuberías, recubrimiento de tuberías, excavación y relleno de zanjas, instalación de cajas reunidoras de caudales y válvulas de aire.

La estructura organizacional de la municipalidad cuenta con una dirección de aguas y con un director de proyectos, por tal razón la operación y posterior

mantenimiento estará a cargo de esas unidades; por otro lado, el ministerio de salud, en conjunto con la municipalidad, deben fomentar la formulación y posterior ejecución de proyectos encaminados al abastecimiento de agua; el código municipal establece la obligación del gobierno local a proveer el recurso hídrico a la población.

El proyecto según el listado taxativo es categoría C, consta de tres fases: construcción, operación y abandono; los impactos negativos serán mayores en las fases de construcción y mantenimiento, dado que se realizaran excavaciones, el equipo generará ruidos y polvo; por otro lado en la fase de operación, los impactos serán en su mayoría positivos, como consecuencia del funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua, generando un aumento en la urbanización, crecimiento de mercado lo cual generará nuevas fuentes de empleo.

El costo total de la propuesta del proyecto de las 1000 conexiones en el Barrio San Antonio será de Q934,391.3; las principales entidades ejecutoras que aportarán fondos al proyecto son: CODEDES, COMUDE y la municipalidad de Tecpán.

## 1. ANTECEDENTES

Los antecedentes, constituyen los hechos históricos relacionados con el problema de investigación, en igual forma hallazgos de otras investigaciones relacionadas con el tema.

El municipio de San José Poaquil utiliza agua proveniente del municipio de Tecpán Guatemala. Fuentes (2011) revela que las cuencas situadas en el parque municipal el Astillero, la calidad del agua no es apta para consumo humano, los estudios realizados indican la presencia de la bacteria E. Coli en el agua potable (...) la planta de tratamiento de aguas residuales no funciona adecuadamente lo cual repercute en la salud de las personas generando enfermedades como fiebre tifoidea, diarrea entre otros.

El autor Fuentes (2011), en su tesis hace referencia al sistema de abastecimiento de agua potable, la cual proviene de los nacimientos y cuencas ubicadas en el parque municipal el Astillero Tecpán, sin embargo, el recurso se encuentra contaminado dada la poca cobertura de la planta de tratamiento de aguas residuales, la principal bacteria es E coli.

La población del municipio de Tecpán Guatemala sufre por la escasez del vital líquido, lo cual ha afectado al desarrollo de las principales actividades socioeconómicas. Quiñócte (2014) afirma que el sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea Palamá, fue destruido durante el paso de la tormenta tropical Agatha en 2010 por consiguiente, los vecinos residentes registraron pérdidas económicas (...) por consiguiente, la tormenta Agatha provocó impactos negativos en los ingresos de las familias.

El recurso hídrico es importante para el desarrollo del ser humano, por lo tanto, su uso debe ser regulado. Escalón (2016) revela que Guatemala no cuenta con una

ley para el manejo y consumo del agua, en 1.983 se diseñó la primer iniciativa de ley al congreso de la república, y posterior a esa fecha doce propuestas de ley han sido presentadas a pesar de ello, no se ha obtenido una respuesta favorable (...) en consecuencia, mientras el organismo Legislativo no apruebe una ley no se podrá mitigar la problemática referente al líquido.

La población del área urbana del municipio de Tecpán necesita del vital líquido para poder realizar sus actividades económicas. Sulecio (2017) explica que el servicio de abastecimiento de agua en el casco urbano de Tecpán enfrenta serios problemas con la obtención del mismo brindando el servicio por pocas horas al día (...) conviene resaltar que, efectivamente los residentes sufren los efectos negativos del problema.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística (2018) según el último censo, Tecpán Guatemala es el segundo municipio del departamento de Chimaltenango con mayor población. La población del municipio de Tecpán Guatemala asciende a 91,927 personas. La población se distribuye de la siguiente manera: 34,518 en el área urbana y 57,409 en el área rural.

La población del área rural es la más afectada por la escasez del servicio de abastecimiento de agua potable. De acuerdo con la página del Sistema Nacional de Inversión Pública (2018) se realizó un estudio a nivel de perfil el cual consistió en la construcción de un sistema de agua con perforación de pozo en la Aldea San José Chirijuyu para coadyuvar la problemática por otra parte, la obra física terminó en julio del año 2019 (...) pese a ello, el recurso hídrico sigue con limitantes principalmente por el insuficiente caudal de agua diario.

El sistema de abastecimiento en el área urbana del municipio enfrenta limitantes siendo el bajo caudal y la vida útil de las tuberías algunas de las debilidades que afectan al servicio. Según la página del Sistema Nacional de Inversión Pública (2018) se formuló un proyecto el cual consistió en la construcción de un sistema

de agua potable con perforación de pozo ubicado en el centro de mayoreo del Barrio Patacabaj, la obra inició el primero de abril del año 2019 y concluyó el treinta y uno de Julio del mismo año (...) por consiguiente, la cobertura en el servicio obtuvo impactos positivos para los vecinos del sector.

El ministerio de Ambiente y Recursos Naturales cuenta con un reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental. El ministerio de Ambiente y Recursos naturales (2018) en su publicación indica los cambios realizados al reglamento, lo cual influye en la selección de los instrumentos ambientales al momento de realizar un estudio de impacto ambiental. Adicionalmente la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales han promovido acciones encaminadas a descentralizar el tiempo de los trámites, en un rango de 5 a 10 días hábiles.

El Artículo No. 13 de la Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, los COCODE están integrados por la Asamblea Comunitaria, conformada por los residentes de la misma comunidad; y el Órgano de Coordinación (Congreso de la República de Guatemala, 2002). Entre las funciones que debe cumplir un COCODE están: promover y velar por la coordinación tanto entre las autoridades comunitarias, las organizaciones y los miembros de la comunidad como entre las instituciones públicas y privadas. Así como, formular, dar seguimiento y evaluar políticas, programas y proyectos de desarrollo de la comunidad

El encargado de la unidad de aguas (comunicación personal 22 de Agosto 2020) alude a la problema del sistema de abastecimiento de agua potable en Tecpán, la red de distribución es deficiente pues la vida útil de las tuberías sobrepasa los 35 años, y su vida útil es de 25 años. Lo anterior conllevó al incremento de las fugas de agua y al aumento en la contaminación dando como resultado un descontento por parte de la población. Además, los COCODES han solicitado al gobierno local el mejoramiento del sistema actual, cambio de tuberías y el aumento de conexiones a pesar de ello, no se ha realizado.

## 2. MARCO TEÓRICO

El marco teórico contiene los conceptos, definiciones y teorías que sirvieron de fundamento para comprender el problema de investigación.

### 2.1 Proyecto

Cuando un grupo de personas se enfrentan a la carencia de una necesidad es necesario recurrir a una solución. Sappag, Sappag y Sappag (2014) afirman que todo proyecto surge como una respuesta a una idea cuyo objetivo es solucionar un problema, cumplir una necesidad (...) por lo tanto, un proyecto se puede visualizar como una oportunidad de negocio y solucionar un problema en una sociedad. (p.1)

El autor Baca Urbina (2010) hace referencia a la importancia de un proyecto, el cual surge de la búsqueda de una solución inteligente a un problema, necesidad que debe ser resuelta. Por otro lado, un proyecto conlleva una inversión, el cual debe contener un plan previo a ser ejecutado, para tal efecto se debe realizar los estudios de pre inversión. (p.2)

Los proyectos del sector público son financiados con recursos del estado, cuyo resultado no busca generar una ganancia como tal, por el contrario, busca el bienestar social mejorar la calidad de vida de la población afectada. Los proyectos del sector privado son aquellos que son financiados por entidades privadas cuyo fin principal es una rentabilidad económica. (Martínez, 2009, p. 21)

Con base en las definiciones anteriores, un proyecto se puede definir como la solución a un problema el cual afecta un grupo de personas en un determinado ámbito geográfico. Por otra parte, existen dos tipos de proyectos los públicos y los privados. Los proyectos del sector público son aquellos ejecutados por el estado, cuya finalidad busca generar un beneficio social en un grupo de personas mientras que, por otro lado, los proyectos del sector privado buscan generar una rentabilidad financiera para el inversionista.

## 2.2. Estudio de Mercado

“La investigación de mercados es la identificación, recopilación, análisis, difusión y uso sistemático y objetivo de la información con el propósito de mejorar la toma de decisiones relacionadas con la identificación y solución de problemas y oportunidades de marketing.” (Malhotra, 2008)

Con base en la definición anterior, una investigación de mercados se caracteriza por recopilar información con la finalidad de poder conocer los gustos y preferencias de un segmento de mercado, la competencia, los precios y los canales de comercialización entre otros.

Un estudio de mercado contiene una serie de elementos a considerar. Según Andía (2011) todo estudio de mercado debe contener los siguientes elementos: oferta, demanda atendida y demanda no atendida. La oferta está constituida por la cantidad de personas oferentes, del producto o servicio en un mercado. La demanda atendida por otra parte, está compuesta por el grupo de personas con acceso al producto o servicio ofrecido. La demanda no atendida, está integrada por el segmento de mercado que, por razones de cobertura, no pueden adquirir el producto o servicio; este tipo de demanda se le conoce como demanda insatisfecha. (p.67)

Un estudio de mercado debe incluir en su análisis el comportamiento referente a la oferta y la demanda. La oferta, se define como el grupo de personas proveedoras de un producto o servicio; la demanda, se compone por las personas consumidoras de un producto. Por otra parte, el segmento de mercado que no tiene acceso a los bienes o servicios básicos constituye al concepto de la demanda insatisfecha.

El precio de acuerdo con Kotler (2008), se puede definir como la cantidad de dinero a pagar por la adquisición de producto o servicio. Por otro parte, el precio es el único elemento de la mezcla de mercadeo que genera ingresos.

De acuerdo con el autor, el precio es el monto requerido para adquirir un bien. Es el único factor de la mezcla de marketing que permite establecer la rentabilidad.

El estudio de mercado debe incluir un análisis de comercialización. La comercialización se puede definir de acuerdo con el Instituto Interamericano de Cooperación Para la Agricultura (2018), como el conjunto de funciones para que un producto pueda ser trasladado del productor al consumidor. Las actividades de la comercialización están compuestas por: ventas, compras, transporte, fuentes de financiamiento y riesgos.

La comercialización es el medio a través del cual se traslada un producto desde la fábrica hasta el consumidor final.

“El crecimiento de la población es el resultado de la dinámica demográfica, es decir, de la interrelación entre los nacimientos, las defunciones y migraciones ocurridas en un determinado período.” (Castillo, 2015)

La fórmula para el crecimiento poblacional es la siguiente:

Población Futura:  $P_0 (1+r)^t$

El crecimiento poblacional es aquel componente del estudio de mercado, cuyo propósito radica en el análisis de la demografía para realizar pronósticos de un posible comportamiento de demanda a futuro.

### **2.3. Estudio Técnico**

Todo proyecto debe contemplar componentes técnicos que permitirán definir los insumos para poner en ejecución el mismo. Baca Urbina (2010) revela que un estudio técnico presenta la determinación del tamaño óptimo, determinación de la localización óptima y el análisis administrativo legal. (p.7)

El tamaño de un proyecto según Baca Urbina (2010) indica que es la capacidad instalada de producción, expresado en unidades producidas por año. Se considera óptimo cuando se opera con los costos totales más bajos. (p.75)

El tamaño del proyecto se mide en función de una serie de factores a considerar. Sappag et al (2014) revelan que los factores determinantes del tamaño son: la demanda, la disponibilidad de insumos, localización (...) De acuerdo con lo anterior, el factor con mayor ponderación al momento de seleccionar un tamaño es la cantidad demandada en función de ella, todo profesional formulador de proyectos debe visualizar todos los escenarios posibles ante una eventual pérdida o incremento en la participación de mercado. (p.135)

Para el estudio de la localización óptima se deben considerar dos fases: la macro y micro localización. “La macro localización es la localización general del proyecto, es decir la zona general donde se instalará una empresa o negocio. La micro localización es el estudio que se hace con el propósito de seleccionar lugar exacto del proyecto.” (Marín, 2020)

Con base en las definiciones anteriores, un estudio técnico permite definir los insumos para la ejecución del proyecto para ello se deben considerar el tamaño óptimo y la localización óptima. La macro localización se refiere a un estado, departamento, donde funcionara la empresa. Por el contrario, la micro localización es la delimitación donde estará el proyecto.

#### **2.4. Estudio Administrativo y legal**

El estudio administrativo se rige por una serie de elementos los cuales deben ser analizados para un correcto funcionamiento. Sappag et al (2014) definen el estudio administrativo compuesto por todos los procedimientos administrativos para el funcionamiento del proyecto, entre los factores del estudio se encuentran: las tecnologías, gastos de la puesta en marcha, la estructura organizacional y las inversiones para el funcionamiento de la organización. (p.175)

“Los proveedores externos representan un valioso instrumento para el crecimiento de una compañía y para la conservación de su posición competitiva. Permite a una empresa concentrar sus aptitudes y delegar a compañías externas actividades”. (Almanza & Archundia, 2015)

De acuerdo con la definición anterior, el estudio administrativo está constituido por la estructura organizacional necesaria para el funcionamiento del proyecto aunado a ello, se debe establecer los puestos que podrán ser delegados a empresas outsourcing con ello se elabora el presupuesto para la operación de la empresa.

El estudio legal está constituido por las leyes, reglamentos que regirán el funcionamiento del proyecto. En palabras de Sappag et al (2014) los proyectos deben considerar dos entornos: interno y externo; el entorno interno contempla los efectos económicos derivados de las normativas externas como lo son: aspectos tributarios, ambientales, sanitarios entre otros; por el contrario, el entorno interno regula los efectos económicos de las relaciones con los directos del proyecto. (p.185)

Con base a la definición anterior, el estudio legal contiene el análisis de las leyes que regirán al proyecto, se dividen en dos entornos el interno el cual regula las relaciones con el personal de la empresa, proveedores un claro ejemplo de esto es el código de trabajo. Por otro lado, el entorno externo son los cuerpos normativos que regulan la actividad de la empresa con agentes externos a la misma.

El consejo del sistema Veracruzano en su guía metodológica (2004), define la tarifa media de equilibrio como el valor expresado en la unidad monetaria del país por metro cúbico o por toma, para poder cubrir los costos del organismo encargado del mantenimiento y administración de una infraestructura existente.

Con base al concepto anteriormente mencionado, se establece la tarifa media de equilibrio como el monto que cobra el estado por el mantenimiento y administración de la infraestructura pública.

El consejo del sistema Veracruzano en su guía metodológica para el calculo para la prestación de servicios de agua (2004), define la tarifa por cuota fija como el precio fijo que los usuarios deben pagar por la prestación del servicio por parte del organismo operador. Por otro lado la tarifa por servicio medido es la contraprestación que deben pagar los usuarios para la prestación de los servicios por parte del ente responsable.

La tarifa por cuota fija es el monto a pagar por un servicio, un ejemplo de tarifa fija la constituye el teléfono, agua y extracción de basura. Adicionalmente, la tarifa por servicio medido es el monto a pagar por el uso de un servicio y se mide en función de la cantidad utilizada.

## **2.5. Estudio de Impacto Ambiental**

Un estudio de evaluación de impacto ambiental es un instrumento mediante el cual se analizan los principales impactos que generan un determinado proyecto, obra, industria o actividad, y en el que se establecen las medidas de mitigación para reducir el potencial efecto negativo al medio ambiente. (Guatemala A. N., 2016)

El estudio de impacto ambiental es un documento técnico que se realiza para valorar los impactos ambientales de un proyecto o actividad sobre el medio ambiente. Es elaborado por parte del promotor y en él se especifica la información necesaria para evaluar los posibles efectos significativos del proyecto sobre el medio ambiente. (Asesores, 2020)

El estudio de impacto ambiental forma parte de la etapa de pre inversión, brinda información referente al medio ambiente, permite clasificar los proyectos de

acuerdo a su grado de complejidad. La finalidad del estudio de impacto ambiental es evitar daños al medio ambiente para ello el órgano encargado exige medidas para disminuir los impactos negativos.

“Un plan de gestión ambiental es aquel que se caracteriza por establecer acciones para controlar, corregir, compensar y prevenir los efectos o impactos ambientales negativos proveniente de algunas actividades industriales.” (integral, 2020)

Un plan de gestión ambiental consta de dos fases: planificación e implantación. La planificación desde el punto ambiental se define como la posición de la empresa con el medio ambiente en un determinado momento de la realización del proyecto o actividad. Por otro lado, la implantación es aquella fase en la cual se ponen en práctica las medidas ambientales para evitar mayores daños al ambiente. (integral, 2020)

De acuerdo con las definiciones anteriores, un plan de gestión ambiental es un instrumento cuya finalidad es identificar impactos negativos productos de la actividad comercial del proyecto por consiguiente, se establecen medidas para contrarrestar los deterioros al ambiente.

La matriz de identificación de valoración de impactos ambientales según la Alcaldía de Bogota (2013), la define como aquella herramienta para identificar los elementos, que realiza un sector productivo al momento de realizar una actividad, determinando la magnitud de los daños derivados del giro comercial del sector, se puede identificar por medio de la ponderación asignada.

Una matriz de valoración de impactos ambientales es una herramienta que identifica y asigna una ponderación a cada item considerado por el formulador de proyectos o la entidad gubernamental encargada del medio ambiente, adicional a ello sirve para ponderar la matriz de Leopold.

“Un plan de contingencia detalla las medidas que se deben tomar para garantizar que una empresa pueda continuar operando en caso de alguna crisis o emergencia.”(GROUP, 2020)

Un plan de contingencia tiene como objetivo principal identificar los posibles daños, inconvenientes o percances que podrían afectar de manera negativa al desarrollo de una actividad por consiguiente, se establecen posibles medidas de solución.

El listado taxativo es el documento que contiene la enumeración y clasificación ordenada de proyectos, obras, industrias o actividades, tomando como referencia para su elaboración una estandarización basada en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Todas las Actividades Económicas -CIIU- y elementos de impacto ambiental potencial o bien riesgo ambiental, siendo un orientador del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. (Recsa acuerdo No 431-2007)

El listado taxativo es un documento que contiene las categorías por tipo de proyectos, la finalidad del mismo radica en la identificación del proyecto a través de ello cumplir con los instrumentos exigidos por Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, para obtener la viabilidad ambiental del proyecto.

## **2.6. Estudio financiero**

“El estudio financiero es la última etapa de la formulación de un proyecto, recoge y cuantifica toda la información proveniente de los estudios de mercado, técnico, organizacional, legal y de impacto ambiental.” (Meza, 2013)

El estudio financiero según Borbón (2008) es la etapa que consiste en ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionaron los estudios anteriores y con ello elaborar cuadros analíticos y adicionales para evaluar el proyecto y medir si será rentable su ejecución.

Las inversiones en activos intangibles se pueden definir de acuerdo con Sapag (2014), como los desembolsos constituidos por los servicios o derechos necesarios para la puesta en marcha del proyecto. Los principales rubros que componen los costos diferidos son: gastos de licencias, de organización, compra de licencias, sistemas de información entre otros. Por otro lado, la inversión en capital está compuesta por los recursos necesarios para el funcionamiento del proyecto. (p. 200)

Con base en las definiciones anteriores, el estudio financiero contiene la sumatoria de todos los costos necesarios para la ejecución del proyecto. Los rubros se pueden dividir en activos tangibles e intangibles. Los estudios de preinversión forman parte de los activos intangibles y la obra civil pertenece al grupo de activos tangibles.

## **2.7. Sistema de abastecimiento de agua potable**

El recurso hídrico es uno de los recursos más importantes para los seres vivos según Anaya (1998), el agua es un elemento importante porque constituye el 95% del protoplasma célula. El agua proviene de diversas fuentes tales como: lagos, ríos y agua de la atmósfera.

El agua es uno de los recursos más importante para el desarrollo de los seres vivos, por lo tanto, entre las fuentes más comunes de abastecimiento se encuentran los ríos, lagos y agua de la atmósfera.

Un sistema de abastecimiento de agua potable consiste en un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar, y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales hasta las viviendas de los habitantes que serán favorecidos con dicho sistema. (Cárdenas, 2010)

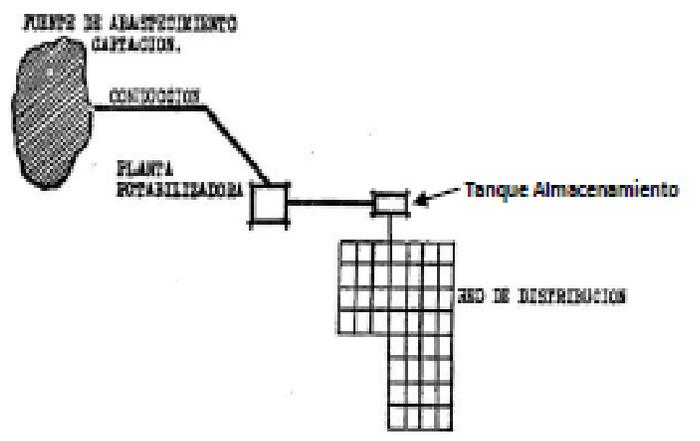
La Organización Internacional del Trabajo (OIT) en el Menú de Operaciones tecnológicas para el abastecimiento de agua potable (2012), hace una clasificación conforme a los sistemas de abastecimiento de agua siendo estos: el mini acueducto por gravedad, mini acueducto por bombeo, pozo excavado a mano, pozo perforado, captación de manantial y captación de agua pluvial.

De acuerdo con la definición anterior, Un sistema de abastecimiento de agua consiste en conectar las tuberías desde su fuente la cual puede provenir de mares, ríos, lagos, nacimientos hasta el terreno donde estará instalado.

### 2.7.1. Componentes de un sistema de abastecimiento de agua

“Un sistema de abastecimiento de agua potable este compuesto de cuatro componentes los cuales son: fuente, línea de conducción, almacenamiento y distribución.” (Instituto de Fomento Municipal, 2011)

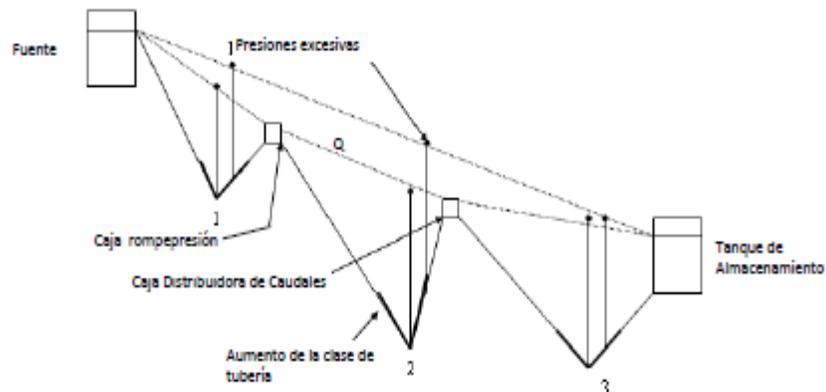
El Instituto de Fomento Municipal (2011), define a la fuente como el lugar de donde proviene el agua, pueden ser: ríos, manantiales, lagos, pozos artesanales, pozos profundos entre otros.



**Figura 1** Esquema de una fuente de agua

Fuente: Extraído de Guía de normas sanitarias INFOM

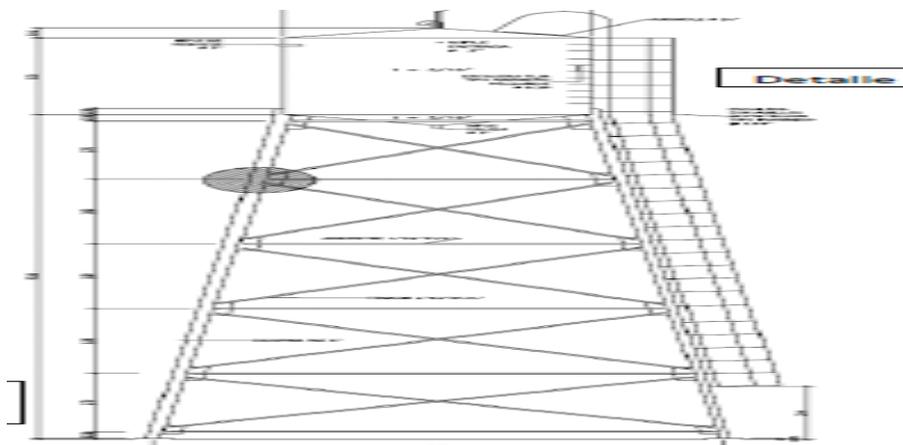
Una línea de conducción según el INFOM (2011), está compuesta por dispositivos, encargados de transportar el recurso hídrico desde el punto de captación hasta el de almacenamiento.



**Figura 2** Esquema de línea de conducción con piezométricas y obras auxiliares

Fuente: Extraído de Guía de normas sanitarias INFOM

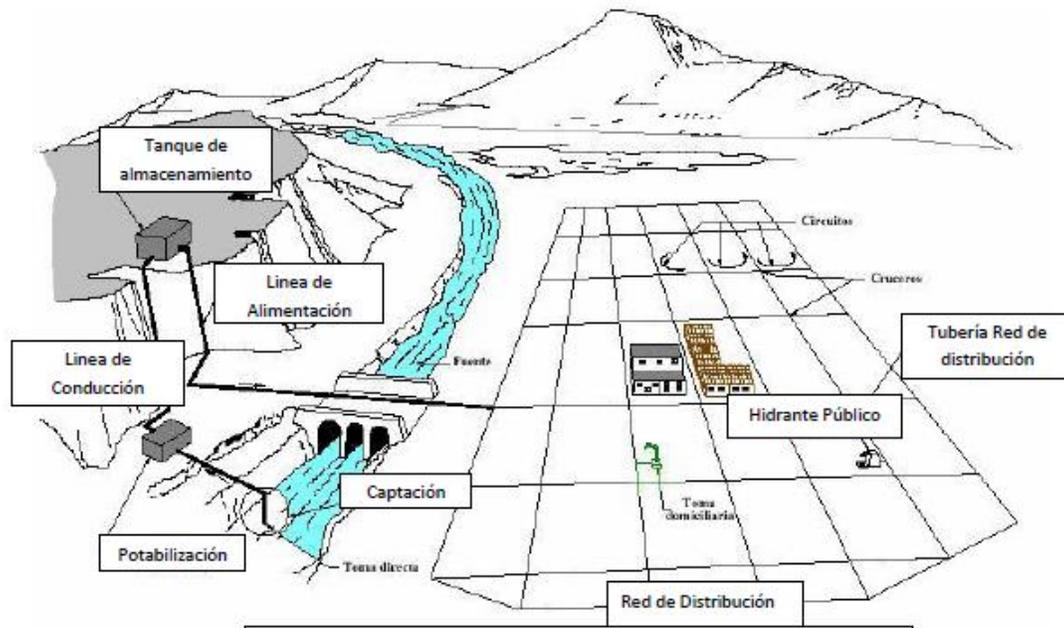
“El tanque de almacenamiento es el punto, o los puntos en un sistema de abastecimiento de agua potable en donde se regula y almacena el agua que va ser distribuida en una comunidad.” (Instituto de Fomento Municipal, 2011)



**Figura 3.** Tanque de almacenamiento

Fuente: Extraído de Guía de normas sanitarias INFOM

La distribución según el INFOM (2011), son todos los dispositivos (líneas, redes, válvulas entre otros) que, en los sistemas de abastecimiento de agua potable, se encarga de brindar el agua a los habitantes de un municipio, aldea o comunidad.



**Figura 4.** Esquema de un sistema de agua

Fuente: Extraído de Guía de normas sanitarias INFOM

## 2.8. Escasez de agua

El suministro de agua potable es fundamental para el desarrollo humano, según la Agencia de la ONU en su publicación (2019), tomando como referencia los datos del World Resources Institute más de 1000 millones habitan en regiones donde el recurso hídrico es escaso. Los países más afectados por la escasez del recurso son: Kuwait, Bahrein, Emiratos Árabes Unidos, Egipto y Qatar.

La escasez del recurso hídrico trae una serie de consecuencias graves para el desarrollo socioeconómico de las personas. La Agencia de la ONU para los Refugiados (2019), en su publicación hace referencia los problemas más comunes a los que se enfrentan las personas que tienen escasez de agua, entre las cuales

se encuentran: el incremento de enfermedades, el hambre, la desaparición de especies vegetales y los conflictos.

## **2.9. Valoración Económica del Agua**

“El costo del agua se compone de los costos de capital, costos de operación, mantenimiento y administración, costos de confiabilidad del abastecimiento en calidad y cantidad, costo de oportunidad y los costos impuestos por la sociedad.”  
(Alonso, 2020)

Los costos de capital Alonso (2020) menciona que están integrados por las inversiones, reposiciones y rehabilitaciones con la finalidad de dar un uso eficiente al recurso. Los costos de operación están constituidos por aquellos desembolsos necesarios para garantizar el mantenimiento de las obras, realizadas con los costos de capital.

La tarifa no es una cantidad fija en el tiempo, es adaptada según los costos del de funcionamiento del sistema y ésta podrá ser reajustada periódicamente por la junta administradora de agua y saneamiento/Comité de agua y saneamiento con aprobación de la Asamblea General de usuarios del sistema de agua.  
(Alonso, 2020)

Para establecer la tarifa de agua potable, se debe evaluar una serie de costos, previos al funcionamiento del sistema de abastecimiento. Alonso (2020) hace referencia a los aspectos a tomar en cuenta siendo los siguientes: pago de personal, costo de administración, costo de operación y mantenimiento, mejoras, compra de cloro, sueldos de los empleados entre otros.

De acuerdo con lo fundamentado en las deficiones anteriores, para establecer el costo del agua se consideran los desembolsos necesarios para dar el mantenimiento a él sistema de abastecimiento de agua. Por la prestación de un servicio, la municipalidad del lugar cobra una tarifa sin embargo, en las áreas

rurales la tarifa no lleva implícito el costo que conlleva el sostenimiento del sistema que provee el vital líquido en los hogares.

### **3. METODOLOGÍA**

El capítulo tres del informe contiene la metodología que permitió el desarrollo del Trabajo Profesional de Graduación, donde se abordaron entre otros aspectos la definición del problema, la delimitación, los objetivos, la justificación, el método científico y sus técnicas.

#### **3.2. Definición del problema**

¿Cómo afecta la escasez del servicio de abastecimiento en el desarrollo socioeconómico de la población del casco urbano del municipio de Tecpán Guatemala?

Actualmente el servicio de abastecimiento de agua potable en Tecpán Guatemala es deficiente, por consiguiente, los impactos en el desarrollo socioeconómico de sus habitantes son negativos enfatizando el aumento en los índices de desnutrición y desempeño escolar. Los niños son el segmento poblacional más vulnerable dado que, repercute en su crecimiento llegando inclusive a morir en algunos casos. Por otra parte, las actividades agrícolas registran pérdidas principalmente en verano puesto que, el caudal diario es insuficiente para el riego de las cosechas esto genera a su vez aumento en los indicadores de pobreza.

En el anexo del presente documento se incluye la metodología del marco lógico.

#### **3.3. Delimitación del problema:**

La delimitación del problema comprende la unidad de análisis donde se realizó la investigación, el periodo de tiempo contemplado y el ámbito geográfico.

##### **3.3.1. Unidad de análisis**

Sistema de Abastecimiento de agua potable.

### **3.3.2. Período a investigar**

Periodo comprendido del año 2019-2024

### **3.3.3. Ámbito geográfico**

Municipio de Tecpán, Departamento de Chimaltenango.

## **3.4. Objetivos**

Los objetivos establecen las acciones, metas necesarias para lograr un fin o propósito en una investigación.

### **3.4.1. Objetivo General**

Proponer un proyecto para la implementación de un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable, con el fin de proveer de este servicio a la población del municipio de Tecpán, departamento de Chimaltenango.

### **3.4.2. Objetivos específicos**

- Conocer la situación actual del sistema de abastecimiento de agua potable ofrecido por la municipalidad, a través de un estudio de mercado para determinar la cantidad de personas que no cuentan con el servicio.
- Desarrollar el estudio técnico para determinar los elementos necesarios para la implementación de un sistema de abastecimiento de agua.
- Realizar el análisis de los costos del sistema de abastecimiento de agua potable, con la finalidad de identificar a la entidad gubernamental que pudiera financiara el proyecto.
- Desarrollar el estudio administrativo-legal necesario para la implementación de un sistema de abastecimiento de agua potable.

- Desarrollar el estudio de impacto ambiental para establecer los impactos del proyecto en los recursos bióticos y abióticos a fin de proponer medidas de mitigación correspondientes.

### **3.5. Justificación de la investigación**

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de conocer como repercute la escasez del vital líquido al desarrollo socioeconómico y con ello establecer las relaciones de causas y efecto. La población del municipio de Tecpán sufre las consecuencias de la ausencia del agua siendo las principales un aumento en los indicadores de desnutrición infantil. El presente documento contiene una propuesta de un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad con ello se pretende, utilizar las fuentes que no han sido utilizadas por la municipalidad.

La propuesta tiene como objetivo ayudar a mitigar los impactos negativos procedentes de la escasez de agua y con ello lograr una mejora en las condiciones socioeconómicas de los vecinos del municipio de Tecpán Guatemala.

### **3.6. Método científico**

El método científico contempla el conjunto de pasos que debe llevar a cabo el investigador para la obtención de un nuevo conocimiento. El método científico contempla tres fases: fase indagadora, fase demostrativa y fase expositiva.

El alcance de la investigación será mixto porque se desea conocer la relación entre los conceptos de sistema de abastecimiento de agua, proyectos y explicativo dado que se busca explicar las causas que originan la aparición del problema del sistema de abastecimiento de agua.

#### **3.6.1. Fase indagadora**

Durante la presente fase del método científico, se planificó la visita al municipio de Tecpán, con el propósito de conocer la problemática del sistema de agua potable. Por otra parte, fueron elaboradas las guías de las técnicas de investigación de campo: observación y entrevista. Además, se solicitó una entrevista con el coordinador de la dirección de aguas vía telefónica.

### **3.6.2. Fase demostrativa**

En esta fase del método científico, se realizó la visita preliminar al municipio de Tecpán, empleando la técnica de la observación. Por otro lado, la entrevista se llevó a cabo vía telefónica al coordinador de la dirección de aguas de la municipalidad.

### **3.6.3. Fase expositiva**

En esta fase del método científico, se mostraron los resultados logrados durante la visita de campo y de la entrevista vía telefónica al coordinador de la oficina de aguas de la municipalidad de Tecpán Guatemala.

El enfoque de la presente investigación fue mixto dado que, contiene elementos cuantitativos y cualitativos. Los alcances de la investigación son correlacional y explicativo. El alcance fue correlacional por la asociación existente entre diversas variables y permitió la explicación de un fenómeno. Por otro lado, el alcance también fue explicativo porque permitió explicar las causas y a través de ello como incide el problema en la población.

## **3.7. Técnicas de investigación aplicadas**

El presente sub capítulo contiene las técnicas que fueron utilizadas para el desarrollo de la presente investigación. Se divide en técnicas de investigación documental y de campo.

### **3.7.1. Técnicas de investigación documental**

Las técnicas de investigación documental consultadas durante la investigación fueron las siguientes: libros, leyes, tesis, revistas, informes y el plan de desarrollo municipal.

### **3.7.2. Técnicas de investigación de campo**

Las técnicas de investigación de campo empleadas durante el desarrollo de la investigación fueron las siguientes:

- Observación de campo:

La técnica de observación se efectuó con el propósito de visualizar los fenómenos, de la unidad de análisis. Para tal efecto se realizó una guía con los aspectos a observar, con la finalidad de explicar las causas y efectos que surgen del problema objeto de estudio.

- La entrevista:

La técnica de la entrevista se realizó al coordinador de la dirección de aguas de la municipalidad. Previo a la entrevista se elaboró una guía con cinco preguntas abiertas para conocer la postura del gobierno local en relación con el sistema de abastecimiento de agua potable en el municipio.

## **3.8. Limitaciones de la investigación**

El presente apartado contiene las limitaciones encontradas durante el desarrollo de la investigación.

A continuación, se exponen las principales limitantes encontradas:

1. La pandemia del Covid19 dificultó realizar visitas al área rural del municipio dado que, las restricciones interdepartamentales fue la principal limitante para viajar, aunado al toque de queda.
2. La municipalidad de Tecpán Guatemala, en su base de datos no, cuenta con información actualizada referente al sistema de abastecimiento de agua potable del área rural.
3. No se pudo establecer contacto con personas residentes del área rural, por lo tanto, fue difícil poder conocer su postura referente al sistema de abastecimiento de agua.
4. Se realizaron llamadas con los líderes comunitarios del Barrio San Antonio, sin embargo, no se obtuvo respuesta.

## 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Diagnóstico situación actual

El presente sub capítulo contiene las características del servicio de abastecimiento de agua potable municipal actual. Se divide en: características de la población afectada, número de viviendas y población actual del casco urbano.

El entrevistado durante la entrevista indicó que el sistema de abastecimiento de agua potable en el área urbana es insuficiente para cubrir la demanda de todas las familias. Según el informe municipal el servicio municipal es aceptable solo para el 40% de la población y un 60% recibe un servicio parcial durante en época de verano.

Continuó indicando el entrevistado que se efectúan monitoreos dos veces al mes, para verificar la calidad del agua. Para evaluar la calidad de agua, realizan pruebas de aforo empleando el método volumétrico. Adicionalmente, se guarda una pequeña muestra la cual es enviada a un laboratorio, ubicado en la cabecera departamental y dependiendo del resultado se realizan obras de mantenimiento y limpieza.

El entrevistado afirmó que el precio del servicio de agua potable, para una familia de 4 personas asciende a Q30 mensuales, si poseen conexión de agua. Los vecinos que no tienen conexión al sistema de abastecimiento municipal, buscan otras fuentes como: pipas de agua cuyos precios pueden oscilar en un rango de Q40 a Q100 diarios dependiendo de las necesidades de cada familia.

#### 4.1.1.1. Población Afectada y sus características

La población del área urbana asciende a 34,518 habitantes con una densidad poblacional de 6 personas por hogar. La principal actividad económica del municipio es la agricultura. Según información proporcionada por la municipalidad,

el ingreso promedio mensual por habitantes en el casco urbano asciende a Q2500.

#### **4.1.1.2. Número de viviendas**

Según la base de datos municipal actualmente el número de viviendas en el área urbana es de 5,753.

## 4.2. Estudio Técnico

El presente capítulo contiene los elementos técnicos de la propuesta del nuevo sistema de abastecimiento de agua potable. El cual se divide en: Localización, parámetros del diseño, tamaño, diseño del proyecto y aspectos técnicos.

### 4.2.1. Localización del proyecto

Para la localización del nuevo sistema de abastecimiento de agua potable, es necesario identificar los dos tipos de localizaciones que la teoría indica.

#### 4.2.1.1. Macro Localización

El proyecto a nivel macro, el proyecto estarán localizado en el departamento de Chimaltenango, el cual se encuentra situado en la región V, la cabecera departamental del mismo es Chimaltenango. El departamento de Chimaltenango tiene una extensión territorial de 1979 km<sup>2</sup>. El departamento limita límites departamentales: al Norte con Quiché y Baja Verapaz, al Sur con Escuintla y Suchitepéquez, al Este con Guatemala y Sacatepéquez; y al Oeste con Sololá. Se ubica en la latitud 14°39'38" y longitud 90°49'10". (INE, 2010)



*Figura 5 .* Macro localización departamento de Chimaltenango

Fuente: Extraído de [www.alamy.es](http://www.alamy.es)

#### 4.2.1.2. Micro Localización

Para establecer la localización óptima del proyecto, se procedió a evaluar tres barrios del Municipio de Tecpán siendo los siguientes: San Antonio, Patocabaj y Asunción. El método empleado fue el cualitativo por puntos y los factores a considerar fueron actividades agrícolas, ganaderas, calidad del terreno y cobertura del servicio de agua potable.

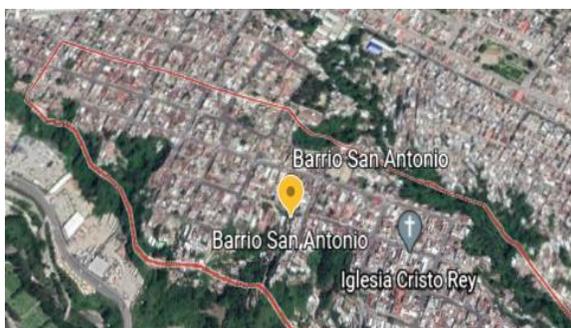
**Tabla 1**

##### ***Método Cualitativo por puntos***

Factor	Peso	SAN ANTONIO		PATACABAJ		ASUNCIÓN	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
Actividades agrícolas	20,00%	7	1,4	5	1	4	0,8
Actividades ganaderas	20,00%	8	1,6	3	0,6	3	0,6
Calidad del terreno	15,00%	7	1,05	8	1,2	7	1,05
Cobertura del servicio de agua potable	45,00%	7	3,15	4	1,8	7	3,15
<b>Totales</b>	<b>100,00%</b>		<b>7,2</b>		<b>4,6</b>		<b>5,6</b>

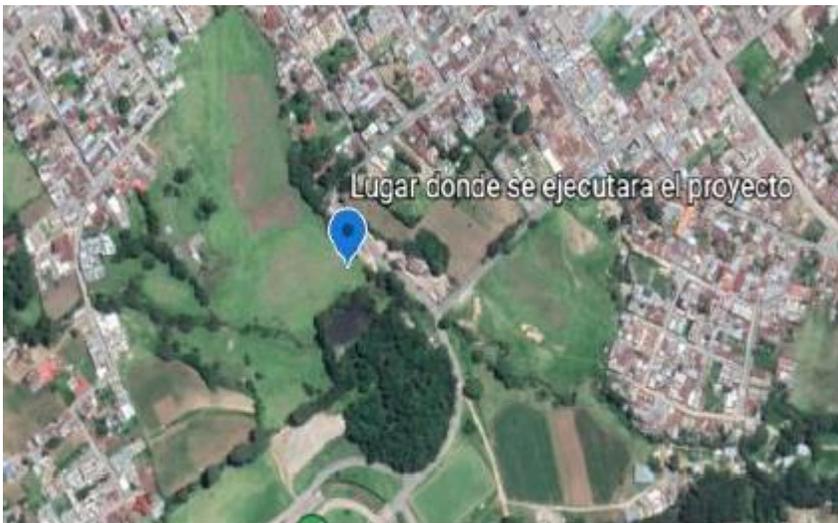
Fuente: Elaboración Propia año 2020

Con base en los cálculos realizados se estableció que el factor con mayor peso, para la selección de la micro localización corresponde a cobertura del servicio de agua. Por otra parte, la actividad con menos peso corresponde a la calidad del terreno. Adicional a lo anterior, se establece que la mejor ubicación para el proyecto corresponde al Barrio San Antonio por ser un lugar donde el acceso al agua potable es bueno, predominan las actividades agrícolas y ganaderas.



**Figura 6 Localización del proyecto en área urbana**

Fuente: Google Earth



**Figura 7** Lugar del proyecto

Fuente: Google Earth

#### **4.2.2. Tamaño del proyecto**

Con el presente proyecto se realizarán 1000 conexiones, lo cual beneficiará a 1000 hogares. Por lo tanto, la demanda insatisfecha disminuirá de 2319 hogares sin conexión a 1,319 proporcionando una dotación diaria de 110 litros por habitante por día.

##### **4.2.2.1. Periodo de diseño**

El sistema de abastecimiento de agua potable, será por gravedad. Por ser una obra civil, su periodo de diseño será de 20 años.

##### **4.2.3. Tecnología**

Los medios a emplear serán los siguientes: mano de obra calificada y no calificada, maquinarias y herramientas.

##### **4.2.4. Actividades a realizar**

En la fase de ejecución se deberán tomar en consideración las siguientes actividades: replanteo topográfico, excavación y relleno de zanjas, tramo y recubrimiento de tuberías.

#### **4.2.4.1. Replanteo topográfico**

El replanteo topográfico del sistema de abastecimiento será de 6 kilómetros de red de distribución, el cual iniciará donde se ubican los cuatro nacimientos. Posteriormente se realizará la medición del trayecto desde las fuentes hasta el terreno en el Barrio San Antonio. En el anexo se enlista el plano referente al replanteo topográfico del proyecto.

#### **4.2.4.2. Excavación y Relleno de zanjas**

Para la excavación y el relleno de zanja de los 6,000 metros requeridos para la instalación de las tuberías, es necesaria la contratación de cuatro ayudantes. Dos estarán a cargo de la excavación y dos a cargo del relleno de zanja.

#### **4.2.4.3. Captación de brote**

Para la captación del brote se construirá una caja de captación, para proteger el agua de la fuente.

#### **4.2.4.4. Caja reunidora de caudales**

Se instalarán tres cajas reunidoras de caudales, las cuales servirán para reunir caudales de agua que van al tanque de distribución. En el anexo del presente trabajo se incluye el plano correspondiente a las cajas de reunidoras de caudales.

#### **4.2.4.5. Línea de conducción**

Para la línea de conducción se realizará una compactación de suelo de 6 kilómetros, desde las fuentes hasta el terreno donde estará ubicado el sistema de abastecimiento de agua. Por último, se colocarán los tubos en el tramo desde la ubicación de las fuentes hasta donde estará el proyecto.

#### **4.2.4.6. Caja de válvula de aire**

La caja de válvula de aire, servirá para instalar las válvulas de aire para el correcto funcionamiento de las válvulas.

#### **4.2.4.7. Tramo de tubería**

Para la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable, es necesario desembolsos de los tramos de tuberías, dado que se realizará un replanteo topográfico de 6 kilómetros desde la ubicación de las fuentes hasta el terreno donde se ubicará el proyecto, se necesita hacer un tramo donde deberán instalar las tuberías.

#### **4.2.4.8. Recubrimiento de tuberías**

Para garantizar que el sistema de abastecimiento funcione de manera eficiente se debe recubrir las tuberías, para fortalecer la resistencia a la corrosión, y con ello evitar que los compuestos químicos expuestos no perjudiquen su funcionamiento.

#### **4.2.4.9. Equipo para fontaneros**

Los fontaneros de la dirección de aguas, estarán a cargo de las conexiones del servicio municipal a los usuarios. Por otra parte, en la fase de construcción del sistema de abastecimiento, tendrán que instalar las tuberías de las fuentes. Por último, realizaran inspecciones al sistema de agua para verificar el funcionamiento. Por otro lado, si durante las inspecciones encuentran fallas en el sistema, se encargarán de dar mantenimiento.

### 4.3. Estudio de mercado

El presente sub capítulo tratará los aspectos referentes al mercado. Se divide en: análisis de la demanda, análisis de la oferta, precio y la comercialización. Cada análisis se subdividirá en situación actual y situación futura o proyectada.

#### 4.3.1. Análisis de la demanda

En el presente subcapítulo se desarrollaron los aspectos referentes a la demanda, para tal efecto se divide en: Demanda actual del sistema de agua y proyección de crecimiento de agua.

##### 4.3.1.1. Demanda actual del sistema de agua potable

Actualmente la municipalidad de Tecpán Guatemala abastece del servicio de agua potable a 3,334 familias. Las conexiones se encuentran distribuidas en los sectores de La Giralda, Cruz del Cerro y La Colina.

En el presente apartado se presenta el detalle de conexiones por sector.

**Tabla 2**

***Demanda actual del servicio***

Sector	Número de Servicios
La Giralda	1476
La Colina	1037
Cruz del Cerro	921
Total	3434

Fuente: Extraído de informe municipal año 2020

Con base en información extraída por el informe municipal se pudo afirmar que, del total de servicios registrados de agua potable, el sector de La Giralda contiene el mayor número de servicio con un total de 1,476 representando el 43% del total

de servicios. Por otra parte, el sector de la Cruz del Cerro cuenta con la menor cantidad de conexiones con un total de 921, representando un 26.83% de las conexiones.

#### 4.3.1.2. Proyección de crecimiento en la demanda

El sistema de abastecimiento propuesto por ser una obra civil tendrá una vida útil de 20 años. Los criterios elegidos para la proyección de la demanda fueron los siguientes: el número de usuarios con conexión al servicio municipal actual, vida útil del sistema de abastecimiento y la tasa de crecimiento establecida por el Banco mundial.

**Tabla 3**  
**Proyección de la demanda en usuarios**

No	Población
1	3499
2	3566
3	3633
4	3703
5	3773
6	3845
7	3918
8	3992
9	4068
10	4145
11	4224
12	4304
13	4386
14	4469
15	4554
16	4641
17	4729
18	4819
19	4910
20	5004

Fuente: Elaboración propia año 2020

Los usuarios actuales según la base de datos de la municipalidad son de 3,434 por lo tanto, se pronosticó que la población con conexión al servicio de agua municipal ascienda a 5,004 usuarios al finalizar la vida útil del proyecto.

### 4.3.2. Análisis de la oferta

El presente subcapítulo hace referencia a los aspectos de la oferta, para una mejor comprensión se divide en: oferta actual del servicio municipal y oferta futura del servicio municipal.

#### 4.3.2.1. Oferta actual del servicio municipal

La oferta actual del servicio de agua potable en el área urbana del municipio de Tecpán Guatemala logra cubrir a 3,334 hogares. Entre los tres sectores se obtiene una dotación promedio de 90 litros por habitante por día. Sin embargo, es insuficiente para abastecer a toda la población.

#### 4.3.2.2. Oferta futura del servicio municipal

La oferta futura del servicio municipal ascenderá a 5,004 al final de la vida útil del proyecto usuarios con una dotación de 110 litros por habitante por día.

### 4.3.3. Demanda insatisfecha

La población total de hogares que requieren el vital líquido es de 5,753 familias de ese total 3,434 poseen el servicio municipal de agua, lo anterior abarca el 59.69% del total mientras la población con demanda insatisfecha representa el 40.30%.

A continuación, se muestra la tabla referente a la demanda insatisfecha:

**Tabla 4**

***Población con demanda insatisfecha***

<b>Descripción</b>	<b>Total</b>
Demanda total	5753
Familias con conexión	3434
Demanda insatisfecha	2319

Fuente: Elaboración propia con base en información municipal año 2020

Con base en información proporcionada, se logró establecer que del total de familias con conexión a la red de abastecimiento de agua potable municipal 2,319 familias no poseen acceso.

#### 4.3.4. Análisis de precios

En el presente subcapítulo se desarrollan los aspectos referentes al precio, para tal efecto se divide en: precio actual en servicio municipal, programa de operación y mantenimiento y la propuesta de la tarifa del nuevo servicio de abastecimiento de agua.

##### 4.3.4.1. Tarifa actual del servicio municipal

Las tarifas del servicio de agua se establecen de la siguiente manera: solicitud de paja Q3050 a precio de contado y 3500 crédito. El precio para los usuarios antiguos (desde su contrato hasta diciembre 2008) es de Q15 y Q30 para los nuevos usuarios.

##### 4.3.4.2. Propuesta de Tarifa

El sistema de abastecimiento de agua potable estará a cargo de la municipalidad de Tecpán Guatemala, mensualmente se cobrará al usuario una tarifa por el servicio. El costo del agua se compone de costos de operación, mantenimiento y administración. Para establecer la propuesta del precio del servicio, se toman en consideración los siguientes criterios: el sueldo del personal, los gastos de operación, sistema de cloración, costo de energía y número de usuarios.

**Tabla 5**

#### ***Tarifa propuesta del servicio de agua***

<b>Gastos técnico administrativos</b>	
Sueldos personal dirección de aguas	40000
Gastos de operación, mantenimiento y reparación	100000
Sistema de cloración	38000
costo energía	6000
Costo total	184000
Usuarios actuales	3334
Tarifa propuesta	55,19

Fuente: Elaboración propia año 2020

Luego de haber realizado los cálculos correspondientes se estableció una tarifa mensual de Q34.79 mensuales para todos los usuarios que opten por conectarse al nuevo servicio de abastecimiento de agua. El precio de la conexión será de Q1000.

#### **4.3.5. Análisis de la comercialización**

A continuación, se desarrolla el análisis de la comercialización del sistema de abastecimiento de agua potable en el área urbana del municipio.

##### **4.3.5.1. Comercialización actual**

El servicio de abastecimiento de agua potable municipal actual, se distribuye desde los tanques de distribución ubicados en los sectores de La Giralda, Cruz del Cerro y la Colina hasta los hogares de los usuarios. La municipalidad utiliza un canal de comercialización directo, no se requiere la participación de intermediarios para la comercialización del servicio.



**Figura 8. Canal de distribución actual**

Fuente: Extraído de <http://diegocruzs.blogspot.com/2018/10/canales-de-distribucion.html>

Con base en la información proporcionada por la municipalidad efectivamente se comprobó que se utiliza un canal directo entre usuarios y proveedor de servicio municipal no, se requiere la participación de intermediarios. Los usuarios pagan su cuota mensual y automáticamente cuentan con el vital líquido.

#### 4.4. Estudio Financiero

El presente capítulo contiene los costos de la propuesta del sistema de abastecimiento de agua potable.

##### 4.4.1. Costos por actividad

A continuación, se detallarán los materiales y recursos necesarios para el desarrollo del proyecto.

##### 4.4.1.1. Costos de replanteo topográfico

El replanteo topográfico de seis kilómetros requiere una serie de insumos los cuales se detallan en la presente tabla.

**Tabla 6**

##### ***Costos de replanteo topográfico***

Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Precio Unitario	Total
Materiales				
Clavo de 3 1/2	5	Libra	Q8	Q40
Parales 1"x2x1'	162	Unidad	Q10	Q1,620
Pintura de aceite	2	Galón	Q125	Q250
Mano de obra				
Ayudantes	10	Jornal	Q50	Q500
Topógrafo	6000	Metro	Q3	Q18000
				Q20410

Fuente: Elaboración propia con base en información municipal año 2020

El costo del replanteo topográfico asciende a Q20, 410 se necesitarán diez ayudantes y un topógrafo el cual estará encargado de la medición de los seis kilómetros desde los nacimientos hasta el punto donde se ubicará el proyecto.

##### 4.4.1.2. Costos de captación de brote

La captación del brote consta de la construcción de una caja para la captación del agua en las fuentes de agua.

Tabla 7

**Captación de brote**

Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Precio Unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Alambre de amarre	40	Libra	Q8	Q320
Alambre espigado	5	Rollo	Q225	Q1,125
Arena de Rio	8	m3	Q160	Q1,280
Cemento	60	Saco	Q80	Q4,800
Clavo de 3"	20	Libra	Q7	Q140
Grapas para cerco	50	Libra	Q8	Q400
Hierro de 3/8 (varillas)	5	Quintales	Q270	Q1,350
Piedra (M3)	30	m <sup>3</sup>	Q30	Q900
Piedrin	8	m3	Q280	Q2,240
Parales de 2"x2"	40	Unidad	Q30	Q1,200
Tabla	25	Unidad	Q40	Q1,000
<b>Mano de obra</b>				
Ayudantes	20	Jornal	Q50	Q1,000
Albañil	30	Jornal	Q300	Q9,000
				Q24,755

Fuente: Elaboración propia con base en información municipal año 2020

Luego de realizados los cálculos se puede determinar que el costo de la construcción de la caja para captar el brote de agua asciende a Q24, 755 para tal efecto se necesitaran 20 ayudantes y 30 albañiles a un precio de Q300 y Q50 respectivamente. El cemento será el insumo más importante dado que, se debe incurrir en la compra de 60 sacos con un monto de Q80 por cada saco.

**4.4.1.3. Costos cajas reunidoras de caudales**

Se necesitarán tres cajas reunidoras de caudales los insumos requeridos para la conexión de las cajas se detallarán en las tres tablas.

Tabla 8

**Costos de instalación Caja reunidora de caudales 1**

Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Precio Unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Adaptador macho de 3"	6	Unidad	Q25	Q50
Alambre de Amarre	60	Libra	Q8	Q160
Arena de Rio (m3)	15	m3	Q160	Q800
Candado de 50 MM	6	Unidad	Q110	Q220
Cemento	120	Saco	Q80	Q3,200
Clavo de 3"	60	Libra	Q7	Q140
Codo PVC 3"*90	6	Unidad	Q25	Q50
Hierro de 3/8	30	Quintales	Q270	Q2,700
Piedrín	15	m3	Q280	Q1,400
Permatex negro	3	Galón	Q600	Q600
Parales de 3"*2"	50	Unidad	Q30	Q900
Sifón a seguir 1 1/4	1	Unidad	Q20	Q20
Tabla 12"x1"	48	Unidad	Q40	Q1,920
Válvulas de Compuerta de 2"	1	Unidad	Q360	Q360
<b>Mano de obra</b>				
Ayudante	14	Jornal	Q50	Q700
Albañil	30	Jornal	Q300	Q9000
Transporte materiales	3	Viaje	Q500	Q1500
				Q23,720

Fuente: Elaboración propia con base en información municipal año 2020

Tabla 9

**Costos de instalación Caja reunidora de caudales 2**

Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Precio Unitario	Total
Materiales				
Adaptador macho de 3"	6	Unidad	Q25	Q50
Alambre de Amarre	60	Libra	Q8	Q160
Arena de Rio (m3)	15	m3	Q160	Q800
Candado de 50 MM	6	Unidad	Q110	Q220
Cemento	120	Saco	Q80	Q3,200
Clavo de 3"	60	Libra	Q7	Q140
Codo PVC 3"*90	6	Unidad	Q25	Q50
Hierro de 3/8	30	Quintales	Q270	Q2,700
Piedrín	15	m3	Q280	Q1,400
Permatex negro	3	Galón	Q600	Q600
Parales de 3"*2"	50	Unidad	Q30	Q900
Sifón a seguir 1 1/4	1	Unidad	Q20	Q20
Tabla 12"x1"	48	Unidad	Q40	Q1,920
Válvulas de Compuerta de 2"	1	Unidad	Q360	Q360
Mano de obra				
Ayudante	14	Jornal	Q50	Q700
Albañil	30	Jornal	Q300	Q9000
Transporte materiales	3	Viaje	Q500	Q1500
				Q23,720

Fuente: Elaboración propia con base en información municipal año 2020

Tabla 10

**Costos instalación caja reunidora de caudales 3**

Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Precio Unitario	Total
Materiales				
Adaptador macho de 3"	6	Unidad	Q25	Q50
Alambre de Amarre	60	Libra	Q8	Q160
Arena de Rio (m3)	15	m3	Q160	Q800
Candado de 50 MM	6	Unidad	Q110	Q220
Cemento	120	Saco	Q80	Q3,200
Clavo de 3"	60	Libra	Q7	Q140
Codo PVC 3"*90	6	Unidad	Q25	Q50
Hierro de 3/8	30	Quintales	Q270	Q2,700
Piedrín	15	m3	Q280	Q1,400
Permatex negro	3	Galón	Q600	Q600
Parales de 3"*2"	50	Unidad	Q30	Q900
Sifón a seguir 1 1/4	1	Unidad	Q20	Q20
Tabla 12"x1"	48	Unidad	Q40	Q1,920
Válvulas de Compuerta de 2"	1	Unidad	Q360	Q360
Mano de obra				
Ayudante	14	Jornal	Q50	Q700
Albañil	30	Jornal	Q300	Q9000
Transporte materiales	3	Viaje	Q500	Q1500
				Q23,720

Fuente: Elaboración propia con base en información municipal año 2020

La instalación de las tres cajas reunidoras de caudales requiere un desembolso total de Q71,160.

#### 4.4.1.4. Costos de excavación y relleno de zanjas

Los insumos requeridos para la excavación y el relleno de zanjas de los 6000 metros se detallan en la presente tabla.

**Tabla 11**

#### **Costos excavación y relleno de zanjas**

Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Precio Unitario	Total
Mano de obra				
Ayudante excavación		6000 Metros	Q50	Q 300.000,00
Mano de obra				
Ayudante relleno zanja		6000 Metros	Q20	Q 120.000,00

Fuente: Elaboración propia con base en investigación realizada año 2020

Los costos de excavación y relleno de zanjas de los 6000 metros ascenderán en conjunto a Q420000; la excavación tiene un precio unitario de Q50 y el relleno Q20.

#### 4.4.1.5. Costos de tuberías HG

Los insumos requeridos para las tuberías se detallan en la presente tabla.

**Tabla 12**

#### **Costo de tuberías Hg**

Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Precio unitario	Total
Material				
Tuberías Hg de 6 pulgadas	7	Unidad	Q2,500	Q17,500
Adaptadores hembras hg	7	Unidad	Q400	Q2,800
Adaptadores machos pvc de 6 pulgadas	2	Unidad	Q300	Q600
				Q20,900

Fuente: Elaboración propia con base en información municipal

Las tuberías Hg requieren adaptadores hebras y adaptadores machos, el primero se requiere siete adaptadores y dos adaptadores macho. El costo total de las tuberías asciende Q20900.

#### 4.4.1.6. Costos de compactación y colocación de tubería en línea de conducción

Para instalar la tubería en la línea de conducción es necesario compactar el suelo, en la presente tabla se muestra el detalle los insumos requeridos.

**Tabla 13**

#### ***Costos compactación y colocación de tuberías línea de conducción***

Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Precio unitario	Total
<b>Material</b>				
Pegamento	10	Galón	Q590	Q5,900
Codo PVC 3"*90	10	Unidad	Q40	Q400
Codo PVC 3"*45	10	Unidad	Q40	Q400
Reductor PVC de "3 a 2"	5	Unidad	Q40	Q200
Tubo con campana PVC 3" 160 PSI	100	Unidad	Q190	Q19,000
Tubo con campana PVC 6" 160 PSI	40	Unidad	Q700	Q28,000
Tubo con campana PVC 2" 160 PSI	50	Unidad	Q90	Q4,500
<b>Mano de obra</b>				
Montaje de tubería PVC	6000	Metros	Q12	72000
				130400

Fuente: Elaboración propia con base en información municipal año 2020

La compactación del suelo y colocación de la tubería en la línea de conducción requiere de seis insumos: pegamento, codos PVC, reductor de PVC, tubos de campana y montaje de tubería PVC en los 6000 metros. El costo total de esta actividad asciende a Q130,400.

#### 4.4.1.7. Costos de instalación caja de válvula de aire

Los insumos requeridos para la instalación de la caja de válvula de aire se detallan en la presente tabla.

**Tabla 14**

#### ***Costos de instalación caja de válvula de aire***

Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Precio Unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Adaptador macho de 1 1/2	10	Unidad	Q3,9	Q39
Alambre de amarre	10	Libra	Q5,5	Q55
Arena de Río	5	m3	Q160	Q800
Candado 50 MM	10	Unidad	Q97,5	Q975
Cemento	20	Saco	Q62	Q1,240
Clavo de 3"	10	Libra	Q5	Q50
Hierro de 3/8" 2811 Kg/cm2	30	Varilla	Q28	Q840
Piedrin	5	m3	Q225	Q1,125
Parales de 2"*2"	48	Unidad	Q30	Q1,440
Tabla 12"*1"*10	48	Unidad	Q40	Q1,920
Tee PVC de 1 1/2	10	Unidad	Q10,95	Q109,5
Válvulas de aire PVC de 6"	5	Unidad	Q920	Q4,600
<b>Mano de obra</b>				
Ayudante	20	Jornal	Q50	Q1,000
Albañil	20	Jornal	Q300	Q6,000
				Q20,193

Fuente: Elaboración propia con base en información municipal año 2020

Para la instalación de la caja de válvula de aire se requiere de catorce insumos siendo doce por concepto de materiales y dos por concepto de mano de obra. Se necesitarán veinte ayudantes y veinte albañiles cuyos costos ascienden a Q50 y Q300 respectivamente. El costo de la instalación será de Q20,193.

#### 4.4.1.8. Costos de equipo para fontaneros

Los fontaneros de la dirección municipal de aguas, drenajes y desechos sólidos entre las atribuciones del puesto está velar por el correcto funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua para tal efecto necesitan insumos

**Tabla 15**

#### ***Costos de equipo para fontaneros***

Cantidad	Unidad de medida	Descripción	Costo unitario	Total
10	Galones	Pegamento	679	6790
5	N.2	Cubetas de grasa	150	750
2	N.36	Pares de botas blancas	94,75	189,5
3	N.38	Pares de botas blancas	94,75	284,25
4	N.39	Par de botas blancas	94,75	379
1	N.40	Par de botas blancas	94,75	94,75
10		Juegos de capa	45	450
3	Paquetes	Sierras	12,95	38,85
3	Aros	aros para sierra	41,75	125,25
3		serruchos medianos	58,9	176,7
1	No.38 6 Pulg	Llave de estillson	800	800
1	N.38	Llave de cande estillson	700	700
10	2 pulg	Unión universal de alta presión	110	1100
10	3 pulg	Unión universal de alta presión de 160 psi	75	750
10	4 pulg	Unión universal de alta presión de 160 psi	80	800
1		Barreno	965	965
1	80 lbs	Compresor 8 Gls 125 lib de presión	1191	1191
24	1/2	Tubos de 160 PSI pvc	14,75	354
10	3/4 pulg	Tubos de 160 PSI	18,9	189
10	1 pulg	Tubos de 160 PSI	24,75	247,5
24	1 1/4 pulg	Tubos 160 psi pvc	31,75	762
10	1 1/2	Tubos 160 psi	41,75	417,5
10	2	Tubos 160 psi	64,9	649
5	4	Tubos 160 psi	500	2500
5	6	Tubos 160 psi	700	3500
2	cajas	Pares de guantes de hule	35	70
3		Almárganas de 3 lbs	57,95	173,85
3		Machos de 5 Libs	199	597
3		Tenazas	22,95	68,85
3		Martillos	90	270
3	Juegos	Cangrejo diferentes medidas	253,8	761,4
3	N.24	Llaves estillson	89,75	269,25
2		Sacabasuras	14,95	29,9
3		Rastrillos	46,9	140,7
2		Sacos de cal	20	40
7		Escobas	14,75	103,25
7	5 galones	Cubetas	20	140
7		Brochas	9	63
50	Metros	Lazos	10	500
2		Cepillo de metal	18,9	37,8
3		Carreta	460	1380
1	1/2 más 14	Machuelo	200	200
				29048,3

Fuente: Elaboración propia con base en información municipal año 2020

Luego de los cálculos realizados se puede determinar que para la compra del equipo de fontaneros se necesita un desembolso de Q29043.3

#### 4.4.1.9. Costos de recubrimiento y sostenimiento de tuberías

Los detalles de los insumos indispensables para la presente actividad se detallan en la presente tabla.

**Tabla 16**

#### ***Costos de recubrimiento y sostenimiento de tuberías***

Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Precio Unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Cemento	375	Quintal	Q80	Q30,000
Hierro de 3/8	30	Quintal	Q270	Q8,100
Piedrín	40	m3	Q280	Q11,200
Arena de río	20	m3	Q160	Q3,200
Alambra de amarre	25	Libra	Q8	Q200
Tablas de 1"*10"*10	120	Unidad	Q40	Q4,800
Cal hidratada	130	Unidad	Q25	Q3,250
Transporte de material	3	Viajes	Q600	Q1,800
<b>Mano de obra</b>				
Ayudante	25	Jornal	Q50	Q1,250
Albañil	60	Jornal	Q300	Q18,000
				<b>Q81,800</b>

Fuente: elaboración propia con base en información municipal año 2020

El recubrimiento y sostenimiento de tuberías requiere desembolsos en siete materiales siendo los siguientes: cemento, hierro, piedrín, arena de río alambre de amarre, tablas, cal hidratada. La inversión para realizar la presente actividad asciende a Q81, 800.

#### 4.4.2. Costo total del proyecto

En el presente apartado se detallan los costos totales por las actividades de cada estudio.

A continuación, se muestra el detalle del costo total del proyecto

**Tabla 17****Costo total del proyecto**

Actividad		Costo total
Captación del brote	Q	24.755,00
Reunidora de caudales 1	Q	23.720,00
Reunidora de caudales 2	Q	23.720,00
Reunidora de caudales 3	Q	23.720,00
Excavación	Q	300.000,00
Relleno de zanja	Q	120.000,00
Compactación y Colocación de tuberías línea conducción	Q	130.400,00
Caja de válvula de aire	Q	20.193,00
Tramo de tubería HG	Q	20.900,00
Recubrimiento y reparación de tubería	Q	81.800,00
Equipo para fontaneros	Q	29.048,30
Plan de Gestión ambiental	Q	21.150,00
Plan de contingencia	Q	575,00
Gastos de operación, mantenimiento y reparación	Q	10.000,00
Sistema de cloración	Q	38.000,00
costo de energía	Q	6.000,00
Sueldos personal dirección de agua	Q	40.000,00
Replanteo topográfico	Q	20.410,00
<b>Costo total del proyecto</b>	<b>Q</b>	<b>934.391,30</b>

Fuente: Elaboración propia año 2020

Con base en los cálculos realizados se pudo determinar que el costo total de la propuesta de un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable en el área urbana es de Q934,391.3 de los cuales se solicitara apoyo a las entidades gubernamentales para poder poner en marcha el proyecto.

#### 4.4.2.1. Entidades involucradas

Las entidades gubernamentales involucradas en la ejecución del proyecto son tres: la Municipalidad de Tecpán, el Consejo de Desarrollo Departamental y el Consejo de Desarrollo Municipal.

### 4.5. Estudio Administrativo- Legal

El presente sub capítulo se incluyen dos tipos de estructura organizacional: la actual y la propuesta para el proyecto.

#### 4.5.1. Estructura organizacional actual municipal

La estructura organizacional actual de la municipalidad se encuentra desactualizada, hay departamentos y unidades las cuales no se pueden visualizar lo cual genera duplicidad de funciones, mala comunicación entre sub alternos, la existencia de plazas fantasmas entre otros. Es importante resaltar la existencia de la dirección de aguas y la unidad de aguas, drenajes y desechos sólidos, en la dirección general de planificación se cuenta con un director de proyectos.

A continuación, se muestra el organigrama actual:

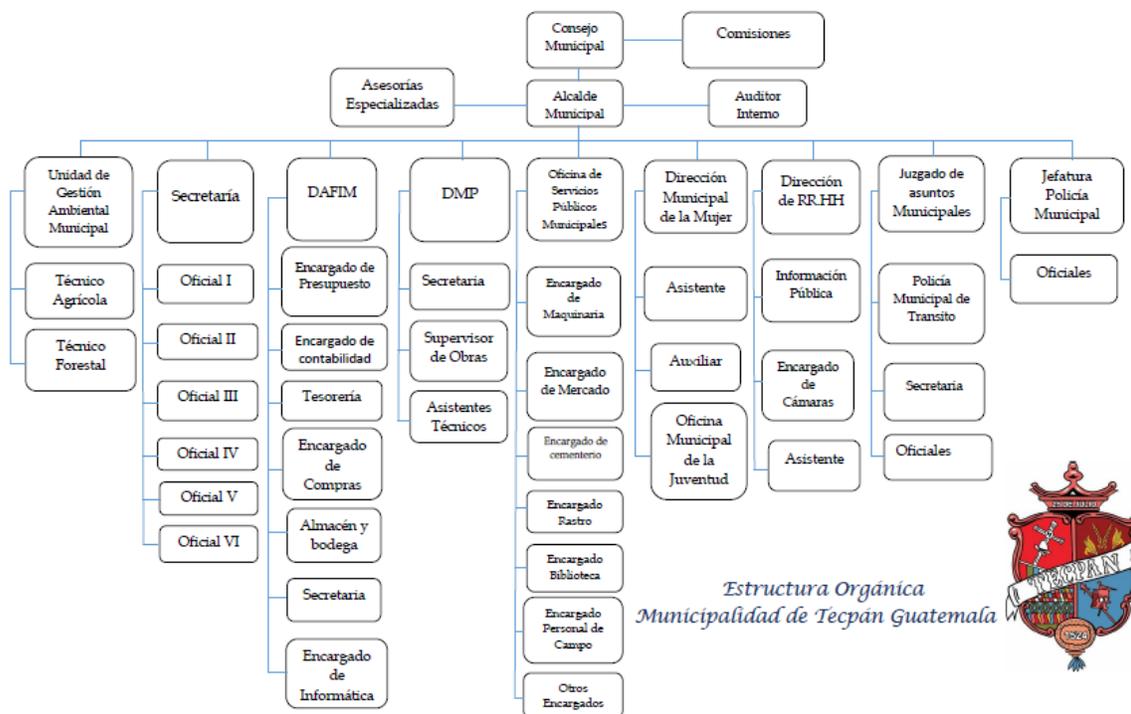
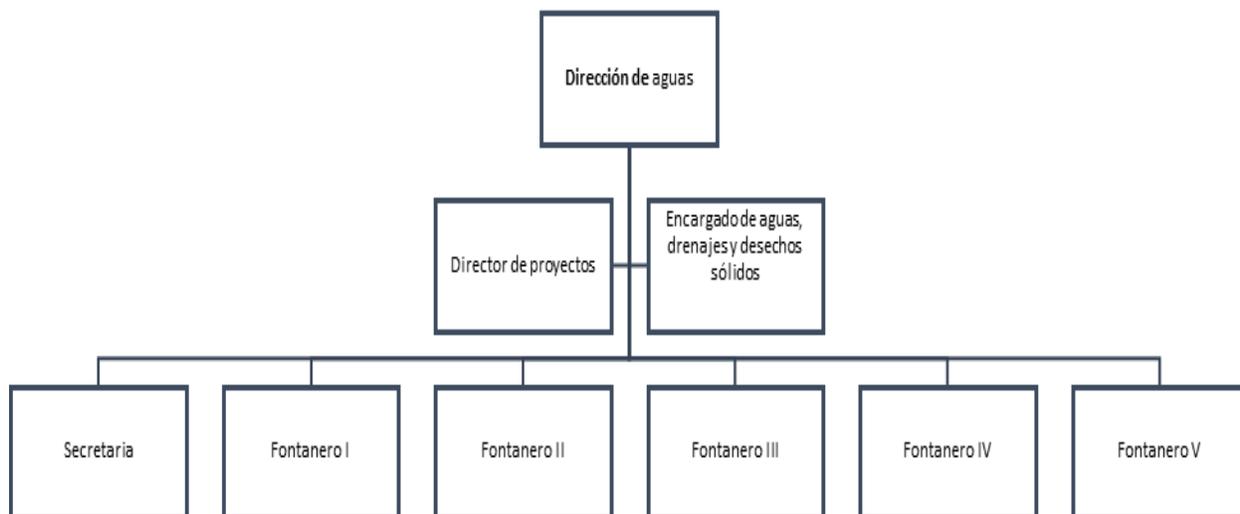


Figura 11. Organigrama actual de la municipalidad  
Fuente: Extraído de Informe municipalidad

#### 4.5.2. Estructura organizacional propuesta para el proyecto

La municipalidad de Tecpán, cuenta con un organigrama desactualizado. Se cuenta con una dirección de agua compuesta por los siguientes puestos: encargado de aguas, secretaria y los fontaneros. La estructura organizacional cuenta con un director de proyectos en la dirección municipal de planificación. La propuesta consiste en la actualización de la estructura organizacional agregando las unidades y puestos no contemplados en la estructura organizacional actual. El proyecto, estará a cargo, del director de proyectos, en conjunto con el encargado de agua y los fontaneros para el mantenimiento de las fuentes de agua.

A continuación, se presenta el organigrama propuesto para el proyecto:



*Figura 12. Organigrama propuesto para el proyecto*  
Fuente: Elaboración propia

#### **4.6. Marco legal del proyecto**

Actualmente Guatemala no cuenta con una ley general que regule el uso del recurso hídrico. Sin embargo, está implícita en diversas leyes, para la implementación de un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable se enlistan las normas que se deben tomar en consideración y cumplir contar con la viabilidad del proyecto desde el punto de vista legal.

##### **4.6.1. Constitución política de la república**

La constitución política de la república de Guatemala (1985) en el artículo 97 hace referencia a las obligaciones del estado el cual debe propiciar el desarrollo social, económico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico.

El artículo 126 hace referencia a la reforestación del país y la conservación de bosques, los bosques y la vegetación en las riberas de los ríos, lagos y fuentes de aguas cercanas gozarán de especial protección.

El artículo 127 hace referencia al régimen de aguas, las cuales son de dominio público, inalienable e imprescriptible, las cuales se otorgan de acuerdo con el interés social. (Constitución política, 1985)

La constitución política de la república de Guatemala establece en el artículo 97 las obligaciones que el estado debe garantizar a los miembros de la sociedad un ambiente libre de contaminación que coadyuve al equilibrio ecológico. Por tal razón, en el artículo 126 es obligación del estado velar por la protección de las fuentes de abastecimiento de agua potable,

##### **4.6.2. Código de Salud decreto 90-97**

Guatemala a través del código de salud (1997), en el capítulo cuarto sección dos hace referencia al agua potable, el artículo 82 del presente normativo indica que el ministerio de Salud Pública en conjunto con las municipalidades y la comunidad

fomentar la ejecución de proyectos encaminados al abastecimiento permanente del agua potable a las poblaciones urbanas y rurales.

El código de salud en su artículo 82 en su epígrafe del fomento a la construcción estableciendo que la municipalidad debe trabajar en conjunto con el MSPAS, para construir obras civiles encaminadas a brindar el servicio de manera permanente.

#### **4.6.3. Ley forestal decreto 101-96**

La ley forestal (1996), en su artículo 47 hace referencia a las cuencas hidrográficas, estableciendo la prohibición de eliminar el bosque ubicado en las partes altas de las cuencas hidrográficas cubiertas de bosque, en especial las que están localizadas en zonas de recargas hídrica que abastecen fuentes de agua.

El artículo 47 de la presente ley establece que es prohibido talar árboles en las partes superiores de las cuencas principalmente aquellas utilizadas como fuentes de abastecimiento de agua.

#### **4.6.4. Acuerdo ministerial 523-2013 Manual de especificaciones para la vigilancia y control de la calidad del agua**

El acuerdo ministerial 523-2013 hace referencia al manual de especificaciones para la vigilancia y el control de la calidad de agua para consumo humano (2013), en el capítulo tres de dicho acuerdo específicamente el artículo once indica la vigilancia del cloro residual libre, para tal efecto el ministerio de Salud Pública y Asistencia Social debe efectuar monitoreos periódicos dependiendo del área donde se encuentre. Para los sistemas urbanos se debe realizar la vigilancia una vez por día, por el contrario, los sistemas rurales deben ser vigilados una vez por semana.

El acuerdo hace referencia a las reglas que toda empresa prestadora de servicios de agua potable está sujeta a cumplir. El artículo 3 de hace referencia a la norma de referencia COGUANOR NT 29001 se debe cumplir con lo establecido en ese

cuerpo legal. Por otra parte, el artículo 11 menciona la obligación del MSPAS para la vigilancia del cloro residual para tal efecto en las áreas rurales se realiza una vez al día y en el área urbana una vez por semana.

#### **4.6.5. Reglamento de normas sanitarias para la administración, construcción, mantenimiento de servicios de abastecimiento de agua**

El acuerdo gubernativo 113 (2009), hace referencia al reglamento de las normas sanitarias para la administración, construcción, operación y mantenimiento de los servicios de abastecimiento de agua, esta normativa debe ser tomada en cuenta por el ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, es necesario verificar en los sectores donde se realizarán los nuevos proyectos de abastecimiento de agua, se debe velar por siempre brindar el servicio de agua apto para el consumo humano.

El MSPAS en conjunto con las municipalidad y empresas privadas encargadas de proveer el servicio de abastecimiento de agua potable. El reglamento contiene los lineamientos que toda empresa prestadora de un servicio de agua potable está obligada a cumplir. Para verificar con lo anterior, el MSPAS hará seguimientos periódicos.

#### **4.6.6. Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente decreto 68-86**

La ley de protección y mejoramiento del medio ambiente decreto 68-89 en su título I de los principios fundamentales establece en el artículo 8 lo siguiente:

Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente.

El funcionario que omitiere exigir el estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este Artículo será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q.5,000.00 a Q.100,000.00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

El título II en el artículo 15 hace referencia al sistema hídrico y establece lo siguiente: el gobierno debe velar por el mantenimiento de la cantidad del vital líquido para consumo humano y otras actividades cuyo empleo sea indispensable, por lo tanto, emitirá disposiciones y reglamentos para evitar daños a las fuentes de agua.

#### **Reglamento para la certificación de la calidad del agua para consumo humano en proyectos de abastecimiento**

El acuerdo gubernativo 178-2009 del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2009), establece el reglamento para la certificación de la calidad del agua para consumo humano en proyectos de abastecimiento, el artículo 4 del acuerdo hace referencia a la solicitud que debe solicitar toda persona individual o jurídica, pública o privada la cual debe ser dirigida por escrito al director del área de salud donde se pretenda realizar el proyecto.

El acuerdo gubernativo 1798-2009 del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2009), en su artículo 5 indica los requisitos que se deben adjuntar a la solicitud dirigida al director del área de salud, para tal efecto se debe identificar el nombre del proyecto de agua, la ubicación, la unidad responsable, el ente ejecutor y el valor del aforo.

#### **4.6.7. Decreto 12-2002 Código Municipal**

El Decreto 12-2002 del Congreso de la República (2002), establece en el artículo 68 del título V las competencias propias del municipio, en el literal a) son competencias propias de la administración municipal abastecer de agua potable clorada con la finalidad de proteger la salud de la población.

El decreto 12-2002 del congreso de la república (2002). Establece en el artículo 142 del capítulo II la formulación y ejecución de planes es obligación de la municipalidad formular y ejecutar planes de ordenamiento territorial que ayuden al desarrollo integral del municipio, por ello en el numeral b) agua potable y sus correspondientes instalaciones. La municipalidad de cada municipio debe formular proyectos encaminados a ampliar la cobertura del servicio de agua.

El código municipal en su artículo 142 hace referencia a la formulación y ejecución de planes de desarrollo. El plan debe contener las siguientes áreas: Infraestructura vial, agua y saneamiento, energía eléctrica y áreas recreativas.

#### **4.6.8. Acuerdo gubernativo 431-2007 Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental**

El artículo 27 del título V hace referencia a las categorías de proyectos, obras, industrias o actividades. El presente artículo indica todo lo relativo al listado taxativo. El artículo 28 hace referencia a las categorías del proyecto, siendo la categoría A de alto impacto, B de mediano y C de bajo impacto.

El REGSA en su capítulo III hace referencia al procedimiento administrativo de la evaluación ambiental, este cuerpo normativo contiene las categorías de proyectos e indica los instrumentos que deben presentarse ante el MARN y con ello obtener la viabilidad ambiental del proyecto. Para una mejor comprensión del tipo de proyecto se debe consultar el listado taxativo.

## **4.7. Estudio de impacto ambiental**

En el presente capítulo se analizan los impactos tanto positivos como negativos, en los factores bióticos y abióticos causados por el proyecto del nuevo sistema de abastecimiento de agua potable, que servirá como complemento al sistema actual para ampliar la cobertura del servicio. De acuerdo con el listado taxativo, el proyecto es de categoría C, siendo de bajo impacto. Para tal efecto se realiza un plan de gestión ambiental y un plan de contingencia.

### **4.7.1. Descripción de los recursos bióticos**

Tecpán Guatemala posee diversidad de recursos bióticos entre los cuales se caracteriza por tener una riqueza de coníferas, latifoliadas principalmente encino y aliso. Adicional a ello los pinos y cipreses son los árboles más predominantes en el área boscosa del municipio. La flora se caracteriza por el cultivo de pino de ocote, ciprés, pino blanco, cerezo y duraznillo. Tomando en consideración que el proyecto estará enfocado en el casco urbano, la fauna del lugar está conformada por caninos, por caballos, vacas, pájaros carpinteros y guarda barrancos. (Guate, 2020)

En la etapa de operación será de beneficio para el recurso biótico dado que incrementará agrícola y ganadera de la población.

### **4.7.2. Descripción de los recursos abióticos**

“En su territorio se encuentran 15 cerros, dos cumbres, 30 ríos, diez riachuelos, un arroyo y seis quebradas. Además, las siguientes lagunas: Chochoy y Chiquixchoy. Su altura es de 2,286 metros sobre el nivel del mar.” (Diccionario Municipal de Guatemala, 2001).

Los recursos hídricos de Tecpán son muy indispensables, ya que cuenta con la micro-cuenta del río Xayá, el cual abastece a la ciudad capital brindando un caudal diario de 36 metros cúbicos. Adicional a ello, cuenta con una zona de afluencia de

los ríos Motagua, Agua Escondida y Coyolate, los cuales nacen en el cerro de Tecpán. (Spark, 2020)

El clima en Tecpán se caracteriza por ser frío registrando una temperatura máxima promedio diaria de 22 grados centígrados y con temperaturas mínimas promedio de 6 grados en época de heladas. En invierno las lluvias en el municipio duran aproximadamente 8 meses iniciando desde marzo en algunas ocasiones esto radica por la altitud sobre el nivel del mar. La acumulación total promedio de lluvias es de 224 milímetros. (Spark, 2020)

“Las coordenadas geográficas de Tecpán son: latitud 14°39'38, longitud 90°49'10 y elevación de 2,343 metros sobre el nivel del mar. El municipio se encuentra con un cambio máximo de altitud de 745 metros y una altitud sobre el nivel del mar de 2,413 metros.” (Spark, 2020)

El área en un radio de 3 kilómetros de Tecpán Guatemala está cubierta de pradera (43 %), árboles (35 %) y tierra de cultivo (21 %), en un radio de 16 kilómetros de árboles (44 %) y pradera (36 %) y en un radio de 80 kilómetros de árboles (40 %) y pradera (34 %). (Spark, 2020)

El proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, consta de tres fases: construcción, operación y mantenimiento. En las etapas de construcción y mantenimiento, los recursos abióticos estarán siendo afectados principalmente por las excavaciones y el movimiento de la maquinaria, lo anterior provocará contaminación visual y acústica. Adicionalmente, el movimiento de la maquinaria conllevará a la generación de residuos en el aire y el suelo.

#### **4.7.3. Matriz de valoración de impactos ambientales**

A continuación, se presenta la tabla de valoración de impactos que servirá de referencia para la elaboración de la matriz de Leopold.

Tabla 18

**Matriz de Valoración de impactos ambientales**

Criterio Ambiental	Peso %	Valor	Clases	Descripción
Intensidad	30	1 - 3	Baja	Bajo grado de afectación del impacto sobre la variable en consideración, la condición basal del medio se mantiene (excluida la "espacialidad").
		4 - 6	Media	Mediano grado de afectación del impacto sobre la variable en consideración, implica cambios respecto a la condición basal pero dentro de rangos aceptables (excluida la "espacialidad").
		7 - 10	Alta	Alto grado de afectación del impacto sobre la variable en consideración, alteración significativa de la condición basal y en algunos casos inaceptables (excluida la "espacialidad").
		1 - 3	Puntual	Supone una incidencia puntual en el área estudiada, el impacto se manifiesta en el sector donde se ubica la fuente
Extensión	25	4 - 6	Dispersa	Se detecta en una gran parte del territorio considerado
		7 - 10	Extendida	Se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado e incluso fuera del entorno de la fuente
Duración	20	1 - 3	Corta duración	Se presenta en forma intermitente o continua, pero con un plazo limitado de manifestación que puede determinarse (hasta dos años aproximadamente)
		4 - 6	Media Duración	Se extiende en el tiempo y luego de un tiempo de finalizada la acción que lo genera (dos a cinco años aproximadamente)
		7 - 10	Larga Duración	Aquel que supone una alteración indefinida o muy alta duración en el tiempo (por más de cinco años).
Reversibilidad o Capacidad de Recuperación	25	1 - 5	Reversible	La afectación puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto, mediano o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales.
		6 - 10	Irreversible	Supone la imposibilidad o dificultad extrema de retomar, por medios naturales a la condición inicial por la acción que lo produce.

Fuente: Extraído de Universidad para la Cooperación Internacional (UCI) año 2020

La tabla anterior sirve como referencia para elaborar la matriz de Leopold, para tal propósito se añaden cuatro criterios los cuales son: intensidad, extensión, duración y reversibilidad o capacidad de recuperación. La intensidad es la de mayor peso debido a que si no se tiene cuidado en las acciones al momento del inicio de la obra se corre el riesgo de dañar los recursos bióticos y abiótico

		Magnitud: 1-10 Importancia: 1-10	ACCIONES CON POSIBLES EFECTOS																				
Valoración	Magnitud: 10 = Grande, 5 = Mediano, 1 = Pequeña	Importancia 1 = Nada, 10 = Alta	1. Etapa de construcción							2. Etapa de operación						3. Etapa de mantenimiento				Total Acciones			
			Instalación de campamento	Excavación de zanjas y tuberías	Transporte de materiales equipo y tuberías	Uso de maquinaria y equipo	Instalación de tuberías	Interrupción de tráfico	Extracción de arboles y arbustos	Funcionamiento del sistema	Apertura de nuevos negocios	Aumento en el número de viviendas	Desarrollo de actividad agrícola	Supervisión del sistema	Revisión de componentes mecánicos	Ampliación del mercado	Inspección de tuberías	Aumento de urbanización	Obras civiles de mantenimiento				
FACTORES AMBIENTALES	A. Características físicas y químicas	1. Tierra	Suelos	-7	-7	3	3	-8	9	-5	-9	5	9	2	6	6	3	6	2	9	16		
		2. Agua	Superficial	-7	-7	-1	-1	-5	-7	-7		8	10	10	8	10	3	7	5	10	10	64	
		3. Atmósfera	Calidad del aire (gases, partículas)	-8	-6	1	1	-1	-5	-5					2	1			-1	4		-16	
		4. Procesos	Avenidas	-1	-2	-2	3	-3	1	-6	-3	-7	-8	1	5	5	7					-19	
	B. Condiciones biológicas	1. Flora	Árboles		-1	-2			-1	-2									-3	1	-5	-8	
			Productos agrícolas										5	6		8	3			4	2	3	16
	C. Factores culturales	1. Uso de la tierra	Área Comercial	-1	-1	-3	-5	-3	-5	-5	-6	-8	-8								5	-5	-20
			Bosques		-6	-6							-9	-9							-4	6	-19
			Agricultura		-6	-6							-7	-7									-14
		2. Aspectos culturales	Patrones culturales (estilo de vida)											10	8	10	7		7	1	5	5	49
Empleo													2	10	10	5		10	10			27	
Salud y seguridad													10	10			10	6	6	8		32	
<b>TOTALES</b>			-3	-39	6	0	-14	-22	-28	48	37	23	60	29	24	26	42	27	40	256	108		

Figura 9. Matriz de Leopold

Fuente: Extraído de UCI.

#### 4.7.4. Plan de Gestión Ambiental

El plan de gestión ambiental incluye las causas de impacto, las cuales pueden surgir derivado de la construcción del nuevo sistema de abastecimiento de agua potable. Adicional a lo anterior se presentan las medidas de mitigación pertinentes.

A continuación, se presenta el PGA:

**Tabla 19**

#### *Plan de gestión ambiental*

No	Causas de impacto	Fase	Medidas de mitigación	Costo
1.	La excavación provocara una contaminación visual, dado que se tiene que abrir zanjas.	Construcción	Las personas encargadas de la excavación, deben realizar limpiezas periódicas para disminuir la contaminación visual.	Q1000
2.	La excavación generara contaminación auditiva, derivado del movimiento de tierra.	Construcción	Se limitará la circulación de maquinaria, a tres tractores o camiones en horarios donde no moleste a los pobladores aledaños.	Q200
3.	El movimiento de maquinaria generara emisiones gaseosas, polvo.	Construcción	Se suspenderán las obras de construcción en los días donde el viento sea muy fuerte.	Q1000
4.	La maquinaria generara residuos principalmente en la calidad del aire y del suelo.	Construcción	El supervisor de la obra debe capacitar al personal, para el manejo adecuado de los residuos provocados.	Q250
5	El funcionamiento del sistema brindara agua potable apta para consumo humano, reduciendo con ello el riesgo de contraer enfermedades de origen hídrico.	Operación	La municipalidad debe monitorear el sistema de abastecimiento de agua, para evitar que se contamine y aumenten los riesgos de contraer enfermedades.	Q1200
6	El funcionamiento del sistema favorecerá a las población dado que al disponer del servicio, no tendrán necesidad de ir a buscar el recurso hídrico a otros sectores.	Operación	La municipalidad debe realizar mantenimientos periódicos, para garantizar un servicio de calidad.	Q10000
7	El incremento de mercado generara fuentes de empleo, mejorando con ello los niveles socioeconómicos de la población.	Operación	La municipalidad realizará reuniones con los líderes comunitarios, con la finalidad de realizar campañas de concientización sobre el uso del agua.	Q250
8	Incremento en la tala de árboles.	Operación	Los líderes comunitarios realizarán campañas de concientización con los vecinos, con la finalidad de evitar la tala descontrolada de árboles.	Q500
9	El movimiento de maquinaria generara emisiones gaseosas, polvo.	Abandono	Se suspenderán las obras de construcción en los días donde el viento sea muy fuerte.	Q2000
10	La extracción de tuberías provocara contaminación visual, dado que se tienen que abrir zanjas y a la vez incremento en la contaminación del aire	Abandono	Finalizada la obra de mantenimiento el encargado de la obra, debe retirar el material obsoleto y limpiar el lugar eliminando los desechos solidos.	Q4000
11	En época de invierno se corre peligro de inundaciones dado que, se llenarán de sedimento y podría atascarlas.	Abandono	Zanjas de coronación en las partes altas con la finalidad de evitar que las aguas de lluvias infiltren los terrenos con pendientes fuertes y la desestabilicen	Q2000
12	Las estructuras podrían quedar destruidas total o parcialmente al momento de un terremoto.	Abandono	Considerar una malla tipo gallinero de arriostre, para evitar las fisuras por los movimientos sísmicos y reforzar las estructuras.	Q150
13	La lluvia puede provocar deslizamientos lo cual puede repercutir en la contaminación del agua.	Abandono	Rehabilitación de la estructura dañada.	Q2000
<b>Total</b>				<b>21150</b>

Fuente: Elaboración propia año 2020

El presente plan de Gestión Ambiental consta de diez causas que podrían generar problemas al medio ambiente. El proyecto constará de tres fases las cuales serán: construcción, operación y abandono; las fases de construcción y abandono serán las de mayor impacto; la fase de operación es donde las medidas serán positivas

para las personas y se deberá velar por cuidar el ambiente. Cada medida de impacto conllevará a un costo. La medida de mitigación más onerosa está constituida por los mantenimientos periódicos por parte de la municipalidad.

#### 4.7.5. Plan de contingencia

Durante las etapas de construcción y abandono del proyecto pueden surgir imprevistos, para tal efecto se realiza un plan de contingencia. La finalidad del mismo es para contrarrestar los problemas.

A continuación, se adjunta el plan de contingencia:

**Tabla 20**

***Plan de contingencia***

No	Imprevistos e accidentes que puedan surgir	Acciones a tomar	Costo
1	Accidente	El personal con conocimientos en primeros auxilios dará atención al personal afectado. Se dará medicina del botiquín. Si el accidente es grave se traslada a hospital.	Q250
2	Enfermedad	Traslado inmediato al centro de salud o hospital más cercano.	Q100
3	Un asalto	Llamar a la policía y a los bomberos dependiendo de la gravedad.	Q25
4	Un temblor o terremoto	Desalajo del personal.	Q50
5	Fallos en la maquinaria	Llamar al supervisor de la obra.	Q25
6	Incendio	Llamar a los bomberos municipales.	Q25
7	Problemas con los pobladores	Iniciar mesas de diálogo.	Q100
		TOTAL	575

Fuente: Elaboración propia año 2020

El plan de contingencia consta de siete posibles imprevistos que podrían surgir en la fase de construcción y mantenimiento siendo los siguientes: accidente, enfermedad, asalto, temblor o terremoto, incendio y problemas con pobladores. El imprevisto de accidente se estima a un costo de Q250 dependiendo de la magnitud. De igual forma, un temblor si es leve el costo no será mayor, pero si es un terremoto dependiendo de la magnitud así será el costo.

## CONCLUSIONES

1. El servicio municipal actual, de agua potable abastece a 3,334 usuarios, los cuales están ubicados en los tres sectores siendo estos: la Giralda, Cruz del Cerro y la Colina; por otro lado, la dotación de agua es de 90 litros por habitante por día a un precio de Q30 para los usuarios nuevos y Q15 para usuarios que tenían conectado el servicio antes de 2018.
2. La demanda total del servicio de agua potable en el casco urbano asciende a 5,753 hogares de los cuales están conectados al servicio municipal 3,334 la demanda insatisfecha es de 2319 familias.
3. El sistema de abastecimiento propuesto será por gravedad contará con 1,000 conexiones de agua, las fuentes en conjunto aportarán un caudal de 110 litros por habitante al día y las actividades a realizar serán: replanteo topográfico, compactación y colocación de tuberías, recubrimiento de tuberías, excavación y relleno de zanjas, instalación de cajas reunidoras de caudales y válvulas de aire.
4. La estructura organizacional de la municipalidad cuenta con una dirección de aguas y con un director de proyectos, por tal razón la operación y posterior mantenimiento estará a cargo de esas unidades; por otro lado, el ministerio de salud, en conjunto con la municipalidad, deben fomentar la formulación y posterior ejecución de proyectos encaminados al abastecimiento de agua; el código municipal establece la obligación del gobierno local a proveer el recurso hídrico a la población.
5. El proyecto según el listado taxativo es categoría C, consta de tres fases: construcción, operación y abandono; los impactos negativos serán mayores en las fases de construcción y mantenimiento, dado que se realizaran excavaciones, el equipo generará ruidos y polvo; por otro lado en la fase de operación, los impactos serán en su mayoría positivos, como consecuencia

del funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua, generando un aumento en la urbanización, crecimiento de mercado lo cual generará nuevas fuentes de empleo.

6. El costo total de la propuesta del proyecto de las 1000 conexiones en el Barrio San Antonio será de Q934,391.3; las principales entidades ejecutoras que aportarán fondos al proyecto son: CODEDES, COMUDE y la municipalidad de Tecpán.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la Municipalidad de Tecpán Guatemala reemplazar las tuberías que sobrepasan su vida útil con la finalidad de reparar las posibles fugas.
2. La Dirección de aguas de la Municipalidad de Tecpán Guatemala, debe crear planes de acción que contengan actividades encaminadas a realizar mantenimientos al sistema por lo menos cuatro veces al año.
3. La Dirección de aguas de la Municipalidad de Tecpán Guatemala director de proyectos en conjunto con el personal de la dirección de aguas, deben monitorear el sistema de abastecimiento en el sector y cumplir con lo establecido en los normativos que regulan la calidad del agua.
4. La municipalidad de Tecpán Guatemala, debe realizar reuniones con los líderes comunitarios, con la finalidad de explicar los proyectos ejecutados y los posibles impactos que podrían surgir con cada obra ejecutada; adicional a lo anterior se deben crear campañas de concientización, en la población con la finalidad de evitar un mal uso del recurso hídrico.
5. Se recomienda ampliar la presente investigación en el área rural del Municipio de Tecpán Guatemala, dado que, actualmente no se cuenta con información actualizada sobre el servicio de abastecimiento de agua potable.
6. Solicitar financiamiento a entidades gubernamentales como el Consejo de Desarrollo Municipal- CODEDE y al Consejo de Desarrollo municipal- COMUDE para ejecutar más proyectos de carácter social que coadyuven la problemática de la escasez en el municipio de Tecpán Guatemala.

## Bibliografía

- Agricultura, I. I. (2018). *Gestión Empresarial Táctica y Operativa*. San José: Instituto Interamericano de Cooperación Para la Agricultura.
- Agua, C. d. (2004). *Guía Metodológica para el cálculo de tarifas por la prestación de los servicios de agua potable*. Veracruz.
- Anaya, M. (1998). *Sistemas de Captación de aguas de lluvia para uso domestico en America Latina y el Caribe*. Ciudad de México: Agencia de cooperación técnica IICA México.
- Andia Valencia, W. (2011). La demanda insatisfecha en los proyectos de inversión pública. 67.
- Antonio Hidalgo, V. L. (2013). *El outsourcing un factor de la productividad*. Madrid: Avanza.
- Asamblea Nacional Constituyente. (1985). *Constitución Política de la República*. Guatemala.
- Babin, W. G. (2009). *Investigación de mercados*. Ciudad de México: Cengage Learning.
- Baca Urbina, G. (2010). *Evaluación de Proyectos*. México: McGrill Hill.
- Congreso de la república. (1986). *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente*. Guatemala.
- Congreso de la República. (1996). *Ley Forestal decreto 101-96*. Guatemala.
- Congreso de la república. (2002). *Código Municipal* . Guatemala.
- Daniel Cardenas, F. P. (2010). *Sistema de abastecimiento de Agua*. Cuenca .

Escalón, S. (18 de Abril de 2016). Una ley de aguas para el país de Nunca Jamás. *Plaza Pública*.

Espinoza, G. (2002). *Gestión y Fundamentos de la Evaluación Ambiental*. Santiago: Andros .

Espinoza, S. F. (2007). *Los proyectos de inversión*. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa rica.

Fuentes, S. (2011). *Diagnostico Socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión*. Guatemala.

INE. (2010). *Boletín Informativo de Chimaltenango*. Guatemala.

Instituto de Fomento Municipal, M. S. (2011). *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. Guatemala.

Malhorta, N. (2008). *Investigación de mercados*. Ciudad de México Pearson: Pearson Prentice Hall.

Maricela Almanza, E. A. (2015). *El outsourcing y la planeación fiscal en México*. Guanajuato México: Servicios Academicos Internacionales.

Martinez, O. N. (2009). Identificación de Proyectos. En O. N. Martinez, *Formulación y Evaluación de Proyectos* (pág. 19). Bogota: Escuela Superior de Administración Pública.

Meza, J. d. (2013). *Evaluación financiera de proyectos*. Bogota: Ecoediciones.

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2013). *Manual para la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo humano*. Guatemala.

- Municipalidad de Tecpán Guatemala. (2019). *Informe Municipal para el Desarrollo. Tecpán .*
- Nicólas Guzmán, F. Q. (2014). *Evaluación del consumo de agua en Guatemala.* Guayaquil.
- Ordoñez, J. (2011). *Cartilla Técnica Agua Subterráneas- Acuíferos.* Lima: Sociedad Geográfica de Lima.
- Organismo Ejecutivo. (2007). *Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental.* Guatemala.
- Organismo Ejecutivo. (2009). *Reglamento de normas sanitarias para la administración, construcción, mantenimiento de servicios de abastecimiento de agua.* Guatemala.
- Organismo Ejecutivo. (2009). *Reglamento para la certificación de la calidad del agua para consumo humano en proyectos de abastecimiento.* Guatemala.
- Organismo Legislativo. (1997). *Código de Salud decreto 90-97.* Guatemala.
- Phillip Kotler, G. A. (2008). *Fundamentos de Marketing.* México: Pearson .
- Posgrado, E. d. (2018). *Instructivo para elaborar el trabajo profesional de graduación .* Guatemala.
- Pública, S. N. (2018). *Construcción del Sistema de Agua Potable con perforación de pozo centro de mayoreo Barrio Patacaj.* Guatemala.
- Quiñócte, C. (2014). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Palamá y ampliación del edificio escolar de dos niveles aldea pachichiac municipio de Tecpán.* Guatemala.

- Rivas, M. (2011). *Módulo “Conservación y Aprovechamiento del recurso hídrico”, dirigido a estudiantes*. Guatemala.
- Sampieri, H. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico Df: Mc Grill Hill .
- Sappag, Sappag, Sappag, N. (2014). *Preparación y formulación de Proyectos*. Ciudad de México: Mc Grill Hill.
- Sistema Nacional de Inversión Pública. (2018). *Construcción de un Sistema de Agua Potable con Perforación de pozo Centro de Mayoreo Barrio Patacabaj*. Guatemala.
- Social, I. L. (2005). *Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública* . Santiago Chile.
- Sulecio, H. (s.f.). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el casco central y diseño de carretera* .
- sur, G. R. (2012). *Menú de opciones tecnológicas para el abastecimiento de agua potable en el caribe*. Managua.
- Tecpán, M. d. (2019). *Construcción sistema de agua potable con perforación de pozo centro de mayoreo Barrio Patacabaj Tecpan*. Tecpán Chimaltenango

## E-grafía

- Asesore, E. I. (26 de Enero de 2020). *Envira Ingenieros Asesores*. Obtenido de Envira Ingenieros Asesores: <https://envira.es/es/estudio-impacto-ambiental/>
- DC, A. M. (20 de 6 de 2013). *Ambiente Bogota*. Obtenido de Ambiente Bogota: [http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/2426046/INSTRUCTIVO\\_MATRIZ\\_EIA.pdf](http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/2426046/INSTRUCTIVO_MATRIZ_EIA.pdf)
- Estadística, I. N. (3 de Junio de 2020). *Instituto Nacional de Estadística de Guatemala*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística de Guatemala: <https://www.censopoblacion.gt/graficas>
- GROUP, B. (28 de 5 de 2020). *BMA GROUP*. Obtenido de BMA GROUP: <https://brendamarreropr.com/como-hacer-un-plan-de-contingencia-en-10-pasos/>
- Guate, D. (26 de Julio de 2020). *De Guate*. Obtenido de De Guate: <https://www.deguate.com/municipios/pages/chimaltenango/teapan-guatemala/recursos-naturales.php>
- Guatemala, A. N. (2 de Noviembre de 2016). *ANAM*. Obtenido de ANAM: <https://anam.org.gt/2016/11/02/estudios-de-evaluacion-de-impacto-ambiental-para-sistemas-de-tratamiento-de-agua-residual/>
- integral, O. C. (26 de 9 de 2020). *Osd Consultores*. Obtenido de Osd Consultores: <https://www.osdconsultores.com/blog/plan-de-gestion-ambiental-costa-rica#:~:text=Un%20plan%20de%20gesti%C3%B3n%20ambiental%20es%20aquel%20que%20se%20caracteriza,provenientes%20de%20algunas%20actividades%20industriales.>

Marín, D. R. (26 de 9 de 2020). *Blogspot*. Obtenido de Blogspot: <http://garduno-elaboracion-de-proyectos.blogspot.com/2012/01/macro-localizacion-y-micro-localizacion.html>

Sayao, M. (20 de Junio de 2012). *20 minutos es*. Obtenido de 20 minutos es: <https://www.20minutos.es/noticia/1515528/0/logros/fracazos/rio20/>

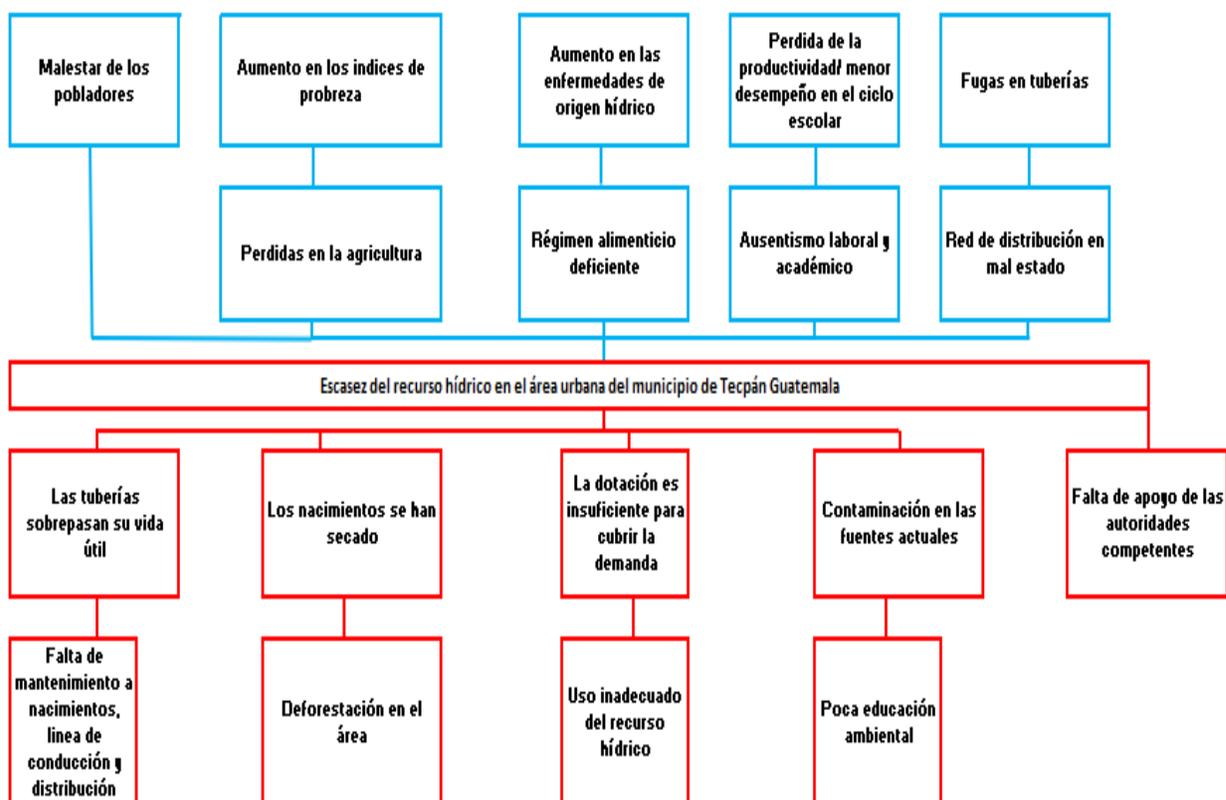
Spark, W. (26 de Julio de 2020). *Weather Spark*. Obtenido de Weather Spark: <https://es.weatherspark.com/y/11624/Clima-promedio-en-Tecp%C3%A1n-Guatemala-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>

## **ANEXOS**

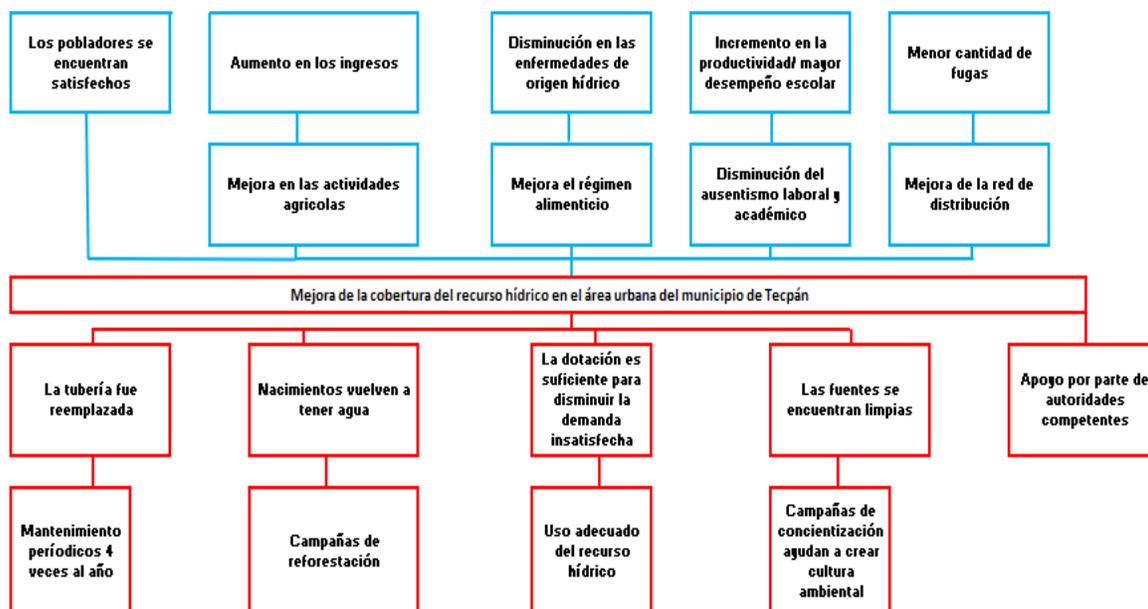
## Análisis de involucrados

Actor	Características socioeconómicas	Intereses y expectativas	Sensibilidad respecto al tema	Potencialidades y debilidades	Implicaciones y conclusiones
Vecinos del área urbana	Ingresos medio a bajos, la agricultura y la ganadería son las principales actividades socioeconómicas.	Desean tener cobertura al sistema de abastecimiento de agua las 24 horas y de calidad.	Están dispuestos a colaborar trabajando en la construcción del proyecto.	Escasez de agua que repercute en sus actividades diarias.	Obtener un servicio de abastecimiento de agua potable las 24 hrs del día.
Municipalidad	Cuentan con fondos propios sin embargo, son insuficientes.	Formular y ejecutar más proyectos con la finalidad de mejorar la cobertura de agua.	Dispuestos a mejorar la cobertura del servicio de agua potable.	La asignación presupuestaria a la municipalidad es baja.	Ejecutar más proyectos encaminados a mitigar la problemática.

## Árbol de Problemas



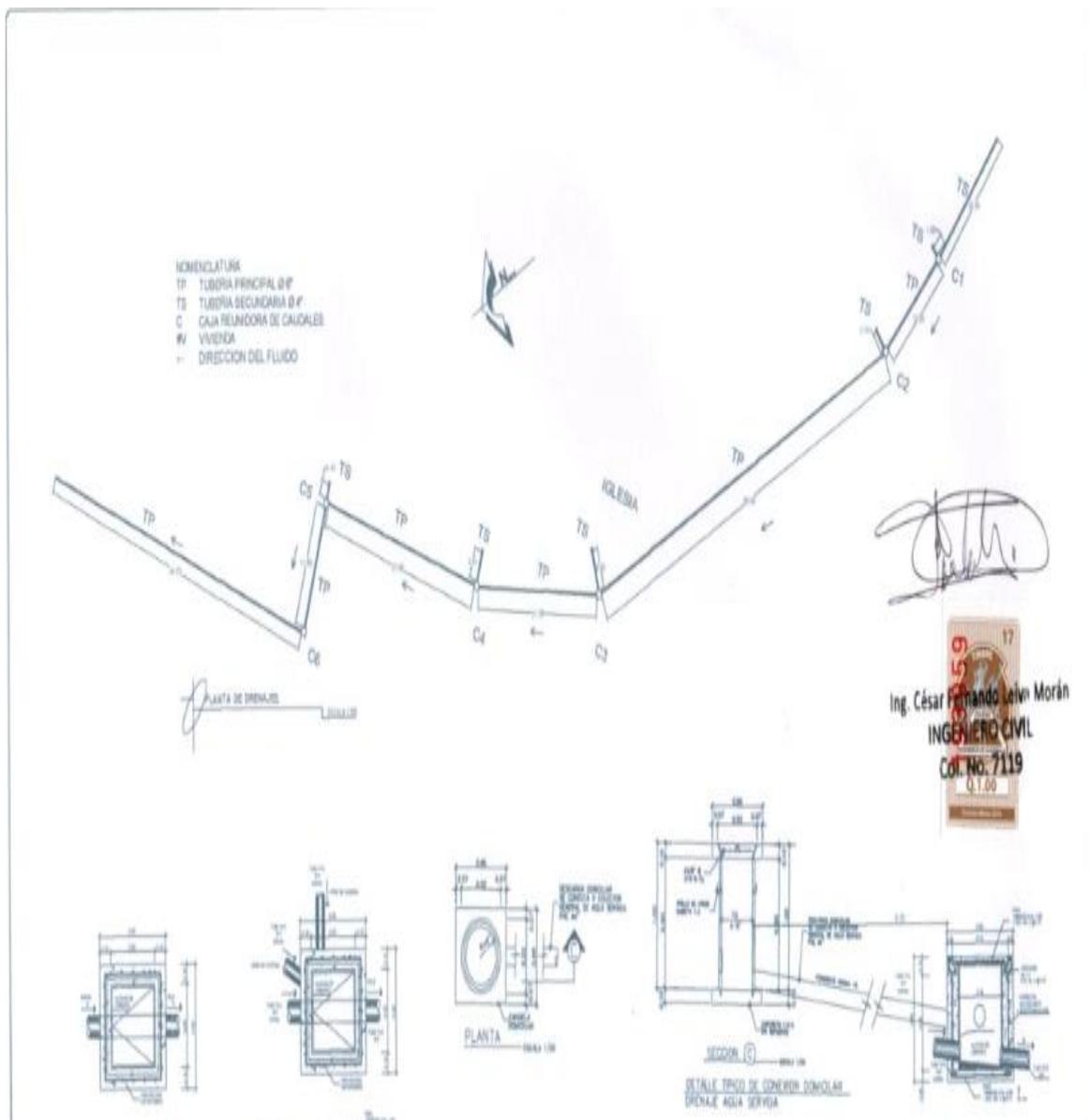
## Árbol de objetivos



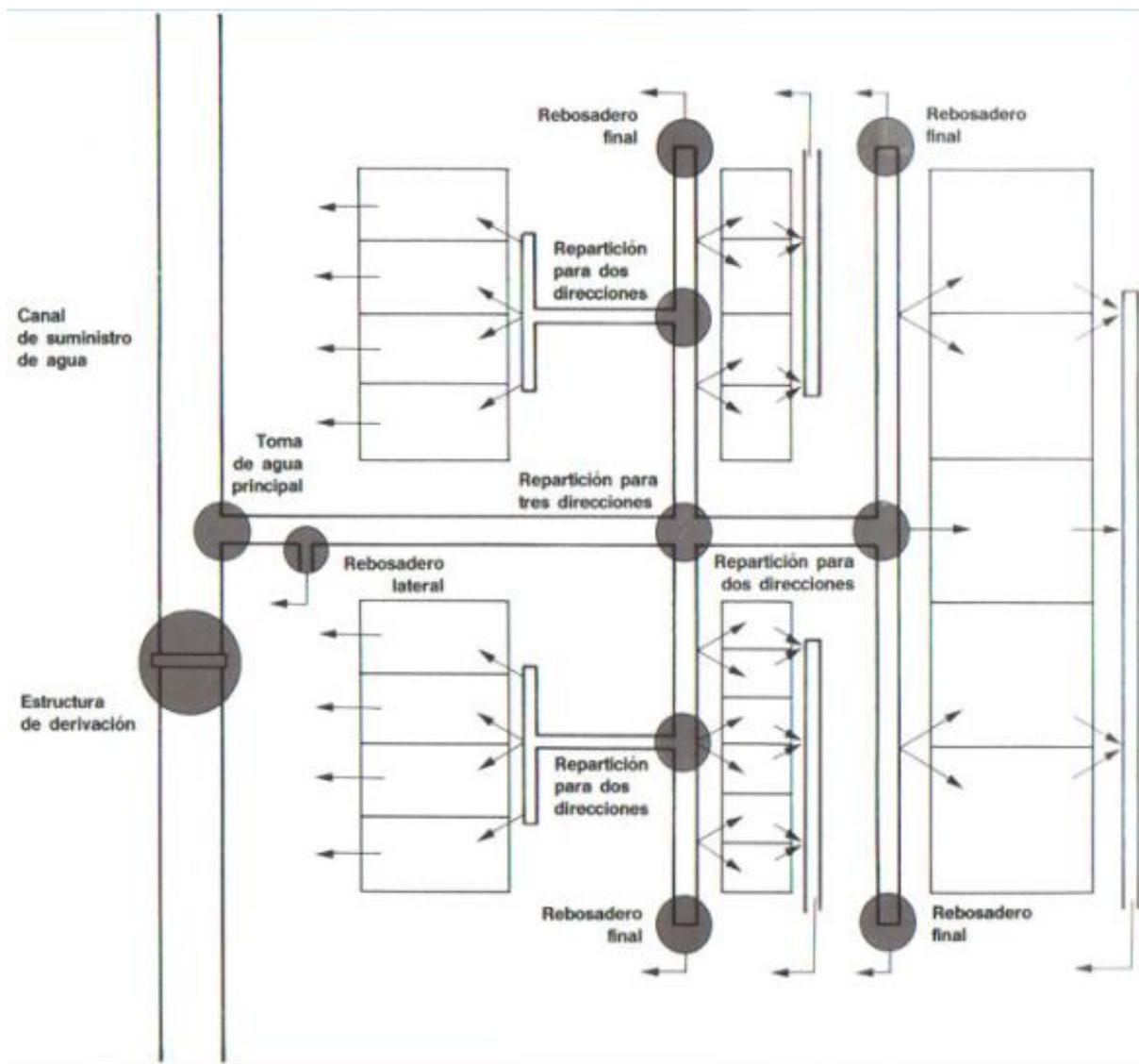
## Matriz de Marco Lógico

Resumen Narrativo	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
<b>Fin</b> Mejorar la calidad de vida de las personas	El 100% de la población del barrio San Antonio mejora sus condiciones de vida socioeconómicas.	Datos estadísticos del censo Datos estadísticos de los Registros de Niños atendidos	El gobierno local ampliará la cobertura a otros sectores.
<b>Propósito</b> Aumentar la cobertura del sistema de abastecimiento de agua	1 año después de iniciado el proyecto, la población del barrio San Antonio mejoran su calidad de vida en un 20%.	Informes del centro de salud del municipio en relación a la reducción de enfermedades de origen hídrico.	El servicio de abastecimiento de agua debe ir ampliándose con el crecimiento vegetativo.
<b>Componentes</b> 1. Sistema de abastecimiento contruido en un lapso de 6 meses 2. Nuevas conexiones de agua en un lapso de 6 meses	La finalización de la obra traerá como resultados un aumento en la cobertura medido en litros por habitante por día. Las familias con demanda insatisfecha tendrán conexión al sistema de abastecimiento.	Verificar el grado de avance físico y financiero en el SNIP. Inspección al lugar donde se encuentra el proyecto ejecutado.	Realizar más conexiones a la red de abastecimiento. Realizar mantenimiento al sistema de abastecimiento de agua.
<b>Actividades</b> 1. Replanteo topográfico 2. Compactación del suelo 3. Excavación para instalación de tuberías 4. Relleno de zanjas 5. Instalación de tuberías en línea de conducción 6. Recubrimiento de tuberías	Costo total Q20410 Costo total Q130400 Costo total Q300000 Costo total Q120000 Costo Q130400 Costo Q81800	Planos del proyecto Documentos con porcentaje de avance físico y financiero.	El contratista terminará la obra física del proyecto en un año. Líder del sector colabora vendiendo su terreno a la municipalidad donde se pretende

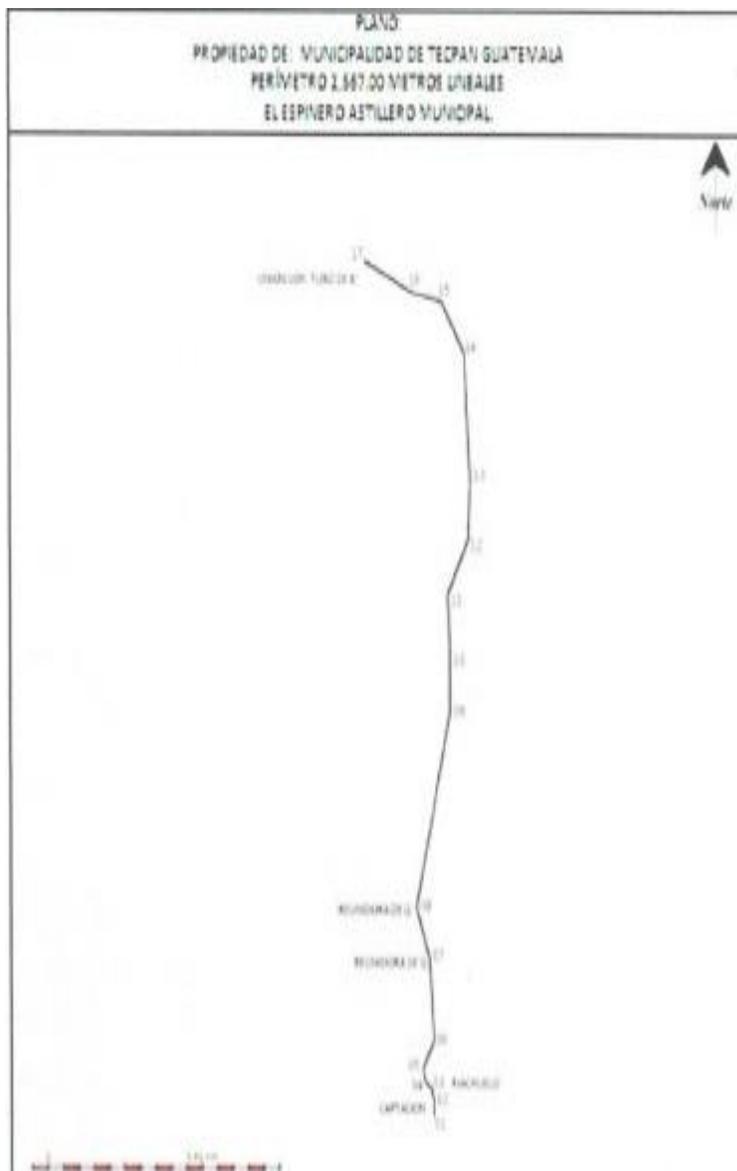
Plano de las cajas reunidoras de caudales y línea de conducción



### Plano: punto de derivación



### Plano: Replanteo topográfico



## Guía de observación



### Guía de observación

Aspectos a observar	SI	NO
¿El agua de la pila municipal está abastecida de agua?		
¿Se visualizan nacimientos de agua?		
¿Se visualizan pozos de agua?		
¿El agua de los pozos es suficiente para las familias?		
¿Los tanques de agua se encuentran limpios?		
¿Se observan vecinos comprando pipas de agua?		
¿El agua del sector de San Antonio se encuentra limpia?		
¿Hay personas comprando agua a propietarios de fincas privadas?		

## Guía de entrevista



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ciencias económicas

Escuela de estudios de posgrado

### Entrevista

**Nombre completo:**

**Fecha:**

**Edad:**

1. ¿Cuáles son las fuentes de abastecimiento más utilizadas por la población?
2. ¿Cada cuanto realizan monitoreos respecto a la calidad de agua en el municipio?
3. ¿Cuál es el monto aproximado del servicio de agua para una familia de 4 personas?
4. ¿Las administraciones anteriores realizaron proyectos encaminados a mejorar la calidad del agua?
5. ¿Tienen formulado algún proyecto relacionado con el recurso agua?