

Angel Noé Paniagua López

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RED DE ALCANTARILLADO
SANITARIO EN SECTOR 1, ALDEA SAN JOSÉ PACUL, SANTIAGO
SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ.



Asesor General Metodológico:
Ingeniero Oscar Reynaldo Zuñiga Cambara.

Universidad Rural De Guatemala
Facultad de Ingeniería.

Guatemala, julio de 2022.

Informe Final de Graduación.

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RED DE ALCANTARILLADO
SANITARIO EN SECTOR 1, ALDEA SAN JOSÉ PACUL, SANTIAGO
SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Angel Noé Paniagua López

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

Universidad Rural De Guatemala
Facultad de Ingeniería.

Guatemala, julio de 2022.

Informe Final de Graduación

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RED DE ALCANTARILLADO
SANITARIO EN SECTOR 1, ALDEA SAN JOSÉ PACUL, SANTIAGO
SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ.



Rector de la Universidad
Doctor Fidel Reyes Lee
Secretario de la Universidad
Licenciado Mario Santiago Linares García
Decano de la Facultad de Ingeniería
Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural De Guatemala
Facultad de Ingeniería.

Guatemala, julio de 2022.

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

Prólogo

Se presenta este documento como resultado del trabajo de investigación realizado por un estudiante de la Facultad de Ingeniería, específicamente de la carrera de Ingeniería Civil, derivado de su participación en el Programa de Graduación de la Universidad Rural de Guatemala, como requisito para la obtención del título de Ingeniero Civil con Énfasis en Construcciones Rurales, conforme a lo determinado en los lineamientos del Programa de Graduación, con base en lo cual se elaboró el “Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”.

Se identificó como problema central el inadecuado medio de captación de aguas residuales en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, por lo que se cuenta con el COCODE como Unidad Ejecutora y se debe elaborar como respaldo de la investigación el anteproyecto de Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario y formulación del programa de mantenimiento y operación de la red, para la resolución de manera integral de la problemática identificada.

Presentación

Con base en lo estipulado en el Programa de Graduación de la Universidad Rural de Guatemala, se presenta el trabajo realizado como informe final de graduación, de acuerdo a los resultados obtenidos de la investigación realizada por el autor, estudiante de la Facultad de Ingeniería, de la carrera de Ingeniería Civil, como requisito previo para la obtención del título de Ingeniero Civil con Énfasis en Construcciones Rurales en el grado académico de Licenciado.

Se propone el diseño y ejecución del “Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”, de tal manera que se cuente con adecuado medio de captación de aguas residuales en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, para disminuir enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

ÍNDICE

No.	Contenido	Página
I.	INTRODUCCIÓN	1
	I.1. Planteamiento del problema.	3
	I.2. Hipótesis.	5
	I.3. Objetivos.....	5
	I.3.1. General	5
	I.3.2. Específico	5
	I.4. Justificación.	6
	I.5. Metodología.....	8
	I.5.1. Métodos.	8
	I.5.2. Técnicas.....	11
II.	MARCO TEORICO.....	12
	II.1. Aspectos conceptuales.....	12
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	96
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	107
	IV.1. Conclusiones.....	107
	IV.2. Recomendaciones	109
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

No.	Contenido	Página
1	Factores que influyen en la salud.....	14
2	Sub-clasificación de factores que modifican la salud	14
3	Clasificación de enfermedades.....	16
4	Enfermedades de acuerdo a su duración	17
5	Enfermedades de acuerdo a su distribución.....	17
6	Enfermedades de acuerdo al tipo de alteración.....	18
7	Enfermedades de acuerdo a su origen.....	18
8	Incidencia de enfermedades gastrointestinales en niños a nivel nacional, año 2019	24
9	Accesibilidad de la población guatemalteca a los Centros Asistenciales del MSPAS-	28
10	Prevalencia de diarrea e infecciones respiratorias agudas entre los menores de cinco años, según las ENSMIs de 1995 a 2008-9.....	32
11	Población de Guatemala entre 5 y 9 años durante el periodo 2011-2015 según departamento.....	35
12	Tasa de mortalidad infantil (en menores de 1 año) por cada 1,000 nacidos vivos, según departamento, periodo 2011-2015	36
13	Tasa de mortalidad en la niñez (1 a 5 años) por cada 1,000 nacidos vivos , según departamento, periodo 2011-2015	37
14	Parámetros de interés en el agua residual municipal	44
15	Parámetros en el agua residual municipal bruta (sin tratar).....	46
16	Normas para la calidad del agua potable en Guatemala	48
17	Parámetros de calidad del agua para riego.....	49
18	Alcance de metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible del PNUD	57
19	Planificación. Eje de desarrollo 1. Gestión integrada y participativa de los recursos naturales y culturales para un medio de vida sostenible	60

20	Límites máximos permisibles de los parámetros para las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores	64
21	Velocidad máxima y mínima permisible en tuberías (alcantarillado)	75
22	Encuestados confirman que existe incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1, aldea San José Pacul	97
23	Tiempo de existencia del incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1, aldea San José Pacul	98
24	Encuestados opinan al respecto del incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1, en el último año	99
25	Encuestados opinan de la causa del incremento de enfermedades gastrointestinales en Sector 1, Aldea San José Pacul.....	100
26	Encuestados confirman que se puede evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1, aldea San José Pacul	101
27	Existencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul.....	102
28	Encuestados opinan sobre la necesidad de implementar proyecto para construcción de red de alcantarillado sanitario	103
29	Encuestados opinan que la falta de proyecto para construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, afecta calidad de vida de habitantes	104
30	Encuestados opinan de acciones a realizar para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul	105
31	Encuestados opinan al respecto de que la municipalidad cuenta con financiamiento para construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul	106

ÍNDICE DE GRÁFICAS

No.	Contenido	Página
1	Enfermedades transmitidas por aguas y alimentos por grupos etarios, año 2016, semana de la 1 a la 52.....	20
2	Intoxicación alimentaria por grupos etarios año 2016, semana de la 1 a la 52	21
3	Casos de enfermedades transmitidas por alimentos y/o agua (ETAS) en Guatemala del 2012 al 2019.....	22
4	Distribución de enfermedades diarreicas por grupos etarios al 2016, semana de la 1 a la 52	26
5	Guatemala, Médicos en servicios en el sistema de salud (personas).....	30
6	Tasa de mortalidad niños menores de 5 años de los países centroamericanos -2013	38
7	Incidencia de amenazas por microrregión, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.....	55
8	Nivel de amenazas por microrregión, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.....	56
9	Índice por factor de vulnerabilidad, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.....	58
10	Encuestados confirman que existe incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1, aldea San José Pacul	97
11	Tiempo de existencia del incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1, aldea San José Pacul.....	98
12	Encuestados opinan al respecto del incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1, en el último año	99
13	Encuestados opinan de la causa del incremento de enfermedades gastrointestinales en Sector 1, Aldea San José Pacul.....	100

14	Encuestados confirman que se puede evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1, aldea San José Pacul	101
15	Existencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul.....	102
16	Encuestados opinan sobre la necesidad de implementar proyecto para construcción de red de alcantarillado sanitario	103
17	Encuestados opinan que la falta de proyecto para construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, afecta calidad de vida de habitantes	104
18	Encuestados opinan de acciones a realizar para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul.....	105
19	Encuestados opinan al respecto de que la municipalidad cuenta con financiamiento para construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul	106

ÍNDICE DE IMÁGENES

No.	Contenido	Página
1	Mapa del sitio del Sistema AQUASTAT de la FAO que registra y organiza la información sobre aguas a nivel mundial.....	50
2	Subsistema AQUASTAT dedicado a información sobre aguas residuales	51
3	Flujograma del tratamiento de aguas residuales	52
4	Alcantarillado tipo bayoneta	68
5	Alcantarillado tipo peine	69
6	Alcantarillado combinado	70
7	Tubería de Poli-cloruro de vinilo (PVC).....	70
8	Tubería de Polietileno de alta densidad (PEAD)	71
9	Pozo común en un corte transversal.....	72
10	Pozo caja deflexión o unión.....	73
11	Ciclo virtuoso para la prevencion, mitigacion y preparacion de los desastres.....	83

I. INTRODUCCIÓN

Conforme a lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala en su Programa de Graduación, se incluye el informe final de la investigación realizada por un estudiante de la Facultad de Ingeniería como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Civil con Énfasis en Construcciones Rurales, en consecuencia, se desarrolló el “Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”.

Se realizó un análisis de la problemática que enmarca la situación identificada, en seguimiento se identificó la hipótesis de investigación “El incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por inadecuado medio de captación de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario”, con el apoyo de la metodología del marco lógico, con base en lo que se pudieron diseñar varios instrumentos que orientaron el desarrollo de la investigación.

Se realizó trabajo de campo en la aldea Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, donde por medio de la técnica de observación se analizó el problema central determinado por el inadecuado medio de captación de aguas residuales en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, en consecuencia, se observó la necesidad de desarrollar proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Con el objetivo de controlar el efecto generado en la población, se espera que con la ejecución del proyecto se pueda disminuir enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, para lo cual es importante contar con adecuado medio de captación de aguas residuales en Sector

1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, por lo que se presenta una descripción sintetizada de las partes que conforman cada capítulo del documento de investigación y propuesta:

Capítulo I -Introducción, se incluye el planteamiento del problema, hipótesis de trabajo, objetivo general y objetivo específico, justificación de la ejecución de la propuesta, metodología utilizada, donde se describen métodos y técnicas para el desarrollo de la investigación, que incluye trabajo de gabinete y trabajo de campo.

Capítulo II - Marco Teórico, incluye aspectos conceptuales que reflejan temas tales como enfermedades gastrointestinales por estrato social, incidencia e indicadores del aumento de enfermedades gastrointestinales en niños; aguas residuales y su captación, indicadores de su inadecuada captación; red de alcantarillado, alcantarillado sanitario y específicamente en áreas rurales, vulnerabilidades de la red de alcantarillado sanitario, actividades para introducción de alcantarillado sanitario y la base legal para su implementación.

Capítulo III –Comprobación de la hipótesis, refleja cuadros y gráficas que esquematizan y resumen los resultados de las encuestas aplicadas a profesionales del Centro de Convergencia de aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, para la comprobación del efecto y Directivos del COCODE y profesionales de Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, para la comprobación de la causa.

Capítulo IV - Conclusiones y recomendaciones, obtenidas posteriormente al análisis de la información presentada en los resultados de la investigación realizada, se incluye la bibliografía respecto de los instrumentos examinados para la redacción del marco teórico, como parte importante de la investigación, se presentan los anexos elaborados con base en la metodología del marco lógico.

Se incluye a continuación la denominación de los resultados que aseguran el desarrollo del proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez:

Resultado 1- Se cuenta con el COCODE como Unidad Ejecutora.

Resultado 2. Se elabora anteproyecto de Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario.

Resultado 3. Se formula programa de mantenimiento y operación de la red.

I.1. Planteamiento del problema

La población de la aldea Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, ha evidenciado un incremento en la incidencia de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, durante los últimos 5 años, ante su inadecuado medio de captación de aguas residuales en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez; aunado al servicio insuficiente de agua potable para toda su población, situación que ha afectado la calidad de vida de la población ante un también débil sistema de salud que carece de acciones de prevención y que afecta a personas de la tercera edad y a los niños.

Los problemas que más aquejan a la población ante la falta de servicios esenciales, son las enfermedades gastrointestinales, por los desagües a flor de tierra que generan contaminación ambiental y denotan la falta de gestión del poder local, en consecuencia se han identificado, no solo enfermedades gastrointestinales, también ha generado enfermedades oftalmológicas y dermatológicas; se incluye también la contaminación del agua potable, pues el agua sin tratamiento se infiltra en el subsuelo, lo que contamina pendiente abajo las fuentes de agua para consumo humano, situación que se incrementa en la época de verano.

En la época de invierno ante la falta de sistema de captación de aguas residuales y pluviales genera encharcamientos y suelos anegados, problemas en la locomoción vehicular y peatonal por enlodamientos del área; así como, erosión y arrastre del suelo en ciertas áreas. La población local ha construido fosas sépticas en el mejor de los casos y pozos ciegos, esto sin un sistema que limite la infiltración de aguas negras al manto freático, lo que incrementa la contaminación de sus tierras y aguas.

En los últimos 5 años el Sector 1 de aldea San José Pacul se ha visto afectado por la falta de sistema de captación de aguas residuales, en este se ubican la escuela oficial que atiende los niveles de preprimaria y primaria, es un sector con mayor movimiento de la población por los servicios que en este se ubican; por lo que es necesario hacer conciencia en las autoridades locales para la ejecución de proyectos sanitarios que beneficien a la población, acompañado de programas que enseñen a la población el manejo de los desechos sólidos para que no se incremente la contaminación en las calles.

La falta de financiamiento ha limitado la ejecución de proyectos, esto ante la falta de planificación y programación presupuestaria para este efecto, se carece también de propuestas encaminadas a la resolución de los problemas por la falta de sistema de captación de aguas residuales.

Se carece de sistemas de mantenimiento de infraestructura local, situación que se magnifica ante la falta de la capacidad técnica instalada en la comuna, agravado por la no conclusión de obras de infraestructura por los cambios de autoridades y su débil conocimiento de las necesidades más sentidas por la población a pesar de que la legislación nacional les atribuye la satisfacción de estas necesidades a la población.

Fueron diseñados instrumentos, con base en el marco lógico, los que, desarrollados en consecuencia, permitieron el desarrollo de herramientas que guiaron la investigación, con base en la hipótesis formulada:

I.2. Hipótesis.

Fueron diseñados instrumentos, con base en el marco lógico, los que, desarrollados en consecuencia, permitieron el desarrollo de herramientas que guiaron la investigación, con base en la hipótesis formulada:

Causal.

“El incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por inadecuado medio de captación de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario”

Interrogativa.

¿Será la inexistencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario, la causal del incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, en los últimos 5 años, por inadecuado medio de captación de aguas residuales?

I.3. Objetivos

Se diseñó el objetivo general y objetivo específico, los que orientaron el desarrollo de la investigación.

I.3.1. General

Disminuir enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

I.3.2. Específico

Contar con adecuado medio de captación de aguas residuales en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

I.4. Justificación.

Por el incremento en los últimos 5 años de la incidencia de enfermedades gastrointestinales en niños de la aldea Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, es urgente promover la ejecución de acciones que contrarresten la incidencia para evitar el deterioro de la calidad de vida de la población; por tanto, es importante ejecutar el “Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez” para disminuir enfermedades gastrointestinales en niños del área referida.

Se identifica la necesidad de promover ante el poder local que se cumpla con el otorgamiento de los servicios básicos como lo es ampliación de suministro de agua potable y el alcantarillado para la conducción y tratamiento de las aguas que se infiltran en el suelo al ser depuestas por la población que radica en el municipio, de tal manera que se mitigue y controle la contaminación ambiental por medio de la gestión del poder local, esto evitará también la contaminación de las fuentes de agua para consumo humano, principalmente en la época de verano.

Se debe implementar la red de alcantarillado pluvial para evitar los encharcamientos y suelos anegados, logrando así controlar la erosión y evitar el arrastre del suelo, especialmente en la época de invierno, por lo que la locomoción vehicular y peatonal no se verá limitada. Con la implementación del proyecto de alcantarillado sanitario se identifica la imperante necesidad de interconectar a todos los núcleos familiares, de tal forma que puedan hacer uso de la red y evitar la perforación fosas sépticas y pozos ciegos; así como, la infiltración de aguas negras al manto freático y la contaminación de sus tierras y aguas.

La importancia de la ejecución del proyecto radica en el beneficio que ofrecerá a los habitantes del Sector 1 de aldea San José Pacul, por ser uno de los sectores más urbanos de la localidad, beneficiará a la población en edad escolar que asiste a la escuela oficial del sector y que atiende los niveles de preprimaria y primaria; así como

a la población que se ubica en el área que cultiva y comercializa productos agrícolas como medio de subsistencia.

Es importante hacer conciencia en las autoridades del Consejo Comunitario de Desarrollo y municipales para la ejecución del proyecto, simultáneamente es necesario ejecutar jornadas de socialización y concienciación, dirigidas a la población para que se manejen adecuadamente los desechos sólidos que se generan para evitar la contaminación en las calles y del sistema de alcantarillado que propone implementarse.

Las autoridades del COCODE y municipalidad sensibilizadas, deben hacer viable el proyecto, como primer paso deben incluir en su planificación y programación presupuestaria los fondos necesarios para ejecutar la construcción del sistema de alcantarillado, el COCODE debe solicitarlo al poder local, quien a su vez debe autorizar y gestionar el financiamiento estimado.

Se debe diseñar y ejecutar una propuesta de mantenimiento del sistema de alcantarillado, de manera que se pueda garantizar el funcionamiento sostenible de esta infraestructura local, de tal manera que se invierta un presupuesto estimado en su remozamiento, sin tener que invertir grandes cantidades en la sustitución de parte o en su reconstrucción.

En el caso de que no se ejecute el proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, los casos identificados al año anterior de la propuesta que ascendió 71 casos al año 2019, en función de las proyecciones estimadas podrían llegar a ser 111 casos en el año 2024, por lo que es importante ejecutar el proyecto, de tal manera que en los próximos 5 años descendería la incidencia hasta llegar a 25 casos en el año 2024.

I.5 Metodología

Para la realización de la investigación fueron utilizados métodos y técnicas que cambiaron, desde la formulación de la hipótesis de trabajo hasta su comprobación, los que se presentan en lo sucesivo.

I.5 Metodología

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

I.5.1 Métodos

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

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

I.5.1.1 Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales del Incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, en los últimos cinco años, por Inadecuado medio de captación de aguas residuales en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez., a este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- **Observación directa.** Esta técnica se utilizó directamente por el Inadecuado medio de captación de aguas residuales en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, a cuyo efecto, se observó el Incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años.

- **Investigación documental.** Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.

- **Entrevista.** Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a profesionales del Centro de Convergencia de aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

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

La hipótesis formulada se encuentra en el anexo 1 y reza de la siguiente manera: “El incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por

inadecuado medio de captación de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario”.

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

I.5.1.2 Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

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

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

- **Entrevista.** Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.
- **Determinación de la población a investigar.** En atención a este tema y para efectos de investigación se decidió no efectuar un censo que representara a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 5 profesionales del Centro de Convergencia de aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez y 5 Directivos del COCODE y profesionales de Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, por lo que para obtener una información más confiable, se censó o investigó a la totalidad de la

población, con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso es del 100% y el 0% de error.

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

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

I.5.2 Técnicas

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

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

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

II. MARCO TEÓRICO.

II.1. Aspectos conceptuales

Se caracteriza esta sección del documento por brindar información que enmarcan el desarrollo de la investigación, incluye aspectos conceptuales que permiten conocer definiciones técnicas que describen de manera fácil ciertos aspectos, para que el lector o ente investigador pueda adentrarse en los términos de manera más adecuada, incluye información que ampara y describe de manera sencilla ciertos términos utilizados y permite interpretarlos por parte de un público diverso y muy necesitado de definiciones; por tanto, esta es una de las secciones con mayor importancia en el documento, pues enmarca la investigación.

II.1.1. Definiciones del área de salud

Salud

Según la Organización Mundial de la Salud OMS (2015), “La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades” tal concepto fue adoptado desde la creación de la organización referida en 1948. Según la Organización Panamericana de la Salud OPS, la salud también se define como la capacidad de un cuerpo de adaptarse al entorno en el que vive. (Organización Mundial de la Salud, 2020)

De acuerdo con Molina, V. (2017) y según la Declaración Universal de Derechos Humanos artículo 25 la persona tiene derecho a la salud y contar con un nivel de vida adecuado, garantizado también por la Constitución Política de la República de Guatemala; entre otros derechos inherentes a la persona como vivienda, estudio, alimentación y recreación que se consideran necesarios. Se definen ciertos criterios o pilares sobre los que descansa la satisfacción del derecho a la salud, entre estos la disponibilidad, accesibilidad, aceptabilidad y calidad. (Molina, 2017)

Salud y condiciones de vida

Según Molina, V. (2017) Se definen ciertas características que contextualizan la calidad de vida de una persona o comunidad, estas son situaciones que condicionan también su salud. En el caso de que un individuo se considere saludable, se tendrá como concepto que por lo consiguiente posee una buena calidad de vida. Para que un individuo tenga una buena calidad de vida es importante satisfacer sus necesidades materiales, psicológicas, sociales y ambientales, por lo que su alcance depende también del comportamiento y condiciones en las que viva el individuo y la comunidad en función de su entorno. (Molina, 2017)

El personal médico conceptualiza la salud como el bienestar total del organismo del individuo, mientras que la enfermedad es el estado que altera ese bienestar. Desde el punto de vista sanitario, para el equipo médico el estado de salud es el estado de bienestar de la comunidad, desde la prevención que observa el fenómeno y lo clasifica por edad, sexo y nivel socioeconómico, esta rama de salud, observa a la comunidad para identificar si es sana o enferma. (Molina, 2017)

Desde el punto de vista social y desde el aspecto político-legal se observa a la salud como un bien que afecta o beneficia no solo al individuo, sino a la comunidad, por lo que la persona que atente contra la salud de la población comete un delito regulado en la legislación guatemalteca, la que impone penas contra la población que incurra en este tipo de delitos. Mientras que desde el punto de vista económico la salud significa mano de obra para la producción por parte de la población. (Molina, 2017)

Desde el punto de vista cultural el concepto de salud difiere pues la población mayor tendrá un concepto diferente al que tiene la población joven; así desde el nivel de formación que tengan, de la historia que lo contextualiza y momento que viven. El individuo a lo largo de la vida se acerca o aleja de las definiciones de salud y

enfermedad, lo que condiciona su ciclo de vida y los factores que lo modifican son físicos, biológicos, psicológicos, sociales, culturales y ambientales. (Alcantara, 2008)

Según la OMS hay ciertos factores que influyen en el estado de salud de un individuo desde el punto de vista físico, mental y social, entre estos los factores siguientes:

Cuadro 1. Factores que influyen en la salud

No.	Origen	Factor
1	Herencia	Factores genéticos
2	Entorno	Factores ambientales
3	Comportamiento	Factores personales
4	Acceso a los sistemas de salud	Factores sociales

Fuente: (Organización Mundial de la Salud, 2020)

De estos factores genéticos, ambientales, personales y sociales se puede hacer una clasificación, pues algunos pueden ser factores positivos y negativos que determinan la salud de un individuo, entre estos se mencionan los siguientes:

Cuadro 2. Subclasificación de factores que modifican la salud

No.	Factor	Negativo	Positivo
1	Estilo de vida y conductas de salud	Tabaco, alcohol, drogas ilegales, malos hábitos alimentarios	Ejercicio físico según características del individuo, buenos hábitos alimentarios
2	Medio ambiente físico, biológico, social, físico y psicológico	Con contaminación física, biológica, psicosocial y sociocultural	

No.	Factor	Negativo	Positivo
3	Biología	Madurez y envejecimiento, sistema interno o constitución, herencia genética	Sistema interno o constitución, herencia genética
4	Sistema de cuidados de la salud, prevención, rehabilitación y curación	+ / - según actuación	+ / - según actuación

Fuente: (Organización Mundial de la Salud, 2020)

De acuerdo a los conceptos vertidos, se menciona que la salud es el arte de vivir y hacer equilibrio de los factores que condicionan su bienestar en el entorno en el que vive, por lo que podrá determinarse como sano en el caso de no mostrar síntomas de alguna enfermedad incurable, o en el caso de que la padezca que esta no deteriore su calidad de vida y pueda interrelacionarse con el entorno y la comunidad sin afectarla; finalmente, que éste no corra riesgo de muerte.

II.1.2. Enfermedad

Es un término también definido por la OMS y la Organización Panamericana de la Salud OPF, definen como la ausencia o pérdida del bienestar y adaptación al medio mental, físico y social emocional, causada por factores internos o externos. Así como la alteración del estado fisiológico de salud de una o varias partes del cuerpo. Mientras se guarde un equilibrio y no se aleje del estado de bienestar ante su entorno se determina que una persona es saludable. (Molina, 2017)

II.1.2.1. Origen de las enfermedades

Los enfermos consideran que el origen de las enfermedades en oportunidades se debe al comportamiento inadecuado que han adquirido o por razones hereditarias. En otras oportunidades consideran que pueden surgir en su entorno, por efectos climáticos,

fenómenos naturales o haber sido afectados por otros seres vivos como animales en el medio natural, comparado con el medio social que ejerce presión sobre el ser humano y genera consecuencias. Para el médico es importante la opinión y versión del enfermo, al respecto del medio por el cual contrajo la enfermedad. (SEMI, 2020)

II.1.2.2. Registro internacional de las enfermedades, según OPF y OMS

De acuerdo a la Organización Panamericana de la Salud –OPS-, en los años noventa fue establecida por Asamblea Mundial de la Salud la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud, con el objetivo de tener registro sistemático para análisis, interpretación y comparación de datos relacionados con mortalidad y morbilidad recolectados, de diferentes lugares, regiones o países, propuesto por William Farr, las que pueden clasificarse con objetivos prácticos y epidemiológicos. (Organización Panamericana de la Salud, s.f.)

Cuadro 3. Clasificación de enfermedades

No.	Tipo de enfermedades
1	Enfermedades epidémicas
2	Enfermedades constitucionales o generales
3	Enfermedades localizadas ordenadas por sitios
4	Enfermedades del desarrollo
5	Traumatismos

Fuente: (Organización Panamericana de la Salud, s.f.)

La clasificación está contenida en 3 volúmenes, en el primero se encuentra la clasificación, en el segundo el manual de procedimientos para registro codificación y selección para morbilidad y mortandad, el tercero es el índice alfabético que permite la localización de código para los diagnósticos dados por el equipo médico.

(Organización Panamericana de la Salud, s.f.)

II.1.2.3. Clasificación de enfermedades

Se incluye a continuación la clasificación de las enfermedades en función de diferentes aspectos como su distribución o área en la que se identifica la incidencia, periodo de tiempo en el que se presentan o arraigan en el cuerpo de ser humano, tipo de alteración que genera en el organismo. (Portal educativo, s.f.)

Cuadro 4. Enfermedades de acuerdo a su duración

Esto en función de la temporalidad en la que tengan presencia las enfermedades.

Agudas	Duran poco, comúnmente menos de 3 meses
Sub-agudas	Tienen una duración de entre 3 y 6 meses
Crónicas	Duran más de 6 meses, manteniéndose a lo largo del tiempo.

Fuente: (Portal educativo, s.f.)

Cuadro 5. Enfermedades de acuerdo a su distribución

Determinada en función del número de personas afectadas y área geográfica en la que se presenta.

Esporádica	Se presenta en muy pocas personas, y surge esporádicamente.
Endemia	Se presenta en individuos de una misma población o área geográfica y se mantiene a lo largo del tiempo.
Epidemia	Se presenta en una gran cantidad de personas en un área o región determinada.
Pandemia	Afecta a la población de zonas geográficas grandes (a nivel mundial) por lo regular durante un tiempo específico.

Fuente: (Portal educativo, s.f.)

Cuadro 6. Enfermedades de acuerdo al tipo de alteración

Traumáticas	Originadas por accidentes de tránsito, situaciones domésticas, deportivas o laborales, entre otras. Por ejemplo, fractura de huesos, esguinces.
Ambientales	Causadas por agentes y factores del medio, como frío, calor, radiaciones, etc. Por ejemplo, quemaduras.
Tóxicas	Generadas al ingerir o inhalar productos para el organismo. Por ejemplo, inhalación de productos químicos.
Metabólicas	Se refiere a la alteración del metabolismo. Por ejemplo, como ejemplo la diabetes
Degenerativas	Transformación orgánica y funcional de tejidos de cualquier órgano, aparato o sistema. Por ejemplo, la artrosis.
Neoplásicas	Originadas de la división de células de tejido. Por ejemplo, la leucemia.
Mentales	Alteran el comportamiento del individuo, causadas por lesiones orgánicas del cerebro, psicosis y demencias, o sin causa conocida, entre estos las fobias o miedos.

Fuente: (Portal educativo, s.f.)

Cuadro 7. Enfermedades de acuerdo a su origen

Infecciosas	Originadas por agentes patógenos o gérmenes transmitidos de un organismo a otro como hongos, bacterias y virus, provocan una infección.
No Infecciosas	No generadas por microorganismos patógenos, de tal manera que no se contagian.

Fuente: (Portal educativo, s.f.)

II.1.2.4. Enfermedades infecciosas

Estas son enfermedades por lo regular agudas, causadas por hongos, bacterias y virus, provienen de un patógeno que infecta un segundo organismo vivo, para ello necesitan de algún agente vector, entre estas enfermedades están las transmitidas por alimentos y agua; así como contaminación al ambiente, por lo que pueden ser perjudicados los organismos vivos y sucumbir ante una infección. (Portal educativo, s.f.)

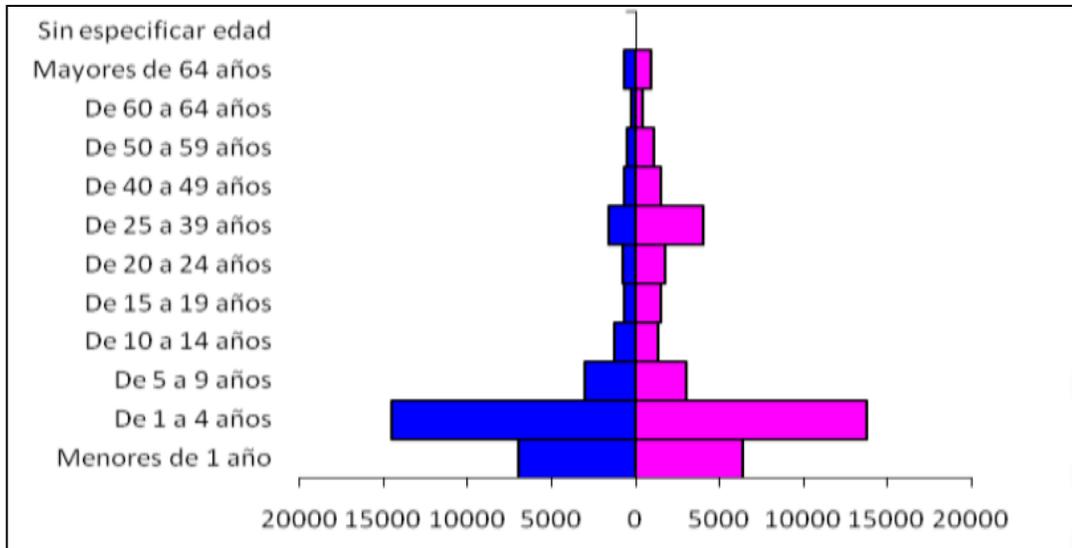
II.1.2.4.1. Enfermedades transmitidas por agua y alimentos

Según registros realizados a nivel mundial por la Organización Mundial de la Salud OMS (2015), las enfermedades de transmitidas por alimentos son uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial afectan al 1 de cada 10 personas, provoca 420,000 muertes al año, 1 de cada 3 son niños, de estas enfermedades las diarreicas son las que presentan mayor incidencia, los países con ingresos medianos y muy bajos son los que registran mayores problemas con este tipo de enfermedades, en los países más globalizados la contaminación se da por medio de la cadena alimentaria (Organización Mundial de la Salud, 2015)

De acuerdo con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2017) en su análisis de la situación epidemiológica de las enfermedades transmitidas por agua y alimentos en Guatemala, entre las que se cuentan Diarrea, Disentería, Hepatitis A, Fiebre Tifoidea, Rotavirus e Intoxicación.

Las enfermedades infecciosas transmitidas por alimentos y agua, generan impacto a nivel mundial y vulneran principalmente a la población en un rango de edad de los 1 a 4 años en un 42%, menores de 1 año 20%, agravándose en la población de sexo femenino donde se identifica una prevalencia del 53% (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2017)

Gráfica 1. Enfermedades transmitidas por aguas y alimentos por grupos etarios, año 2016, semana de la 1 a la 52.



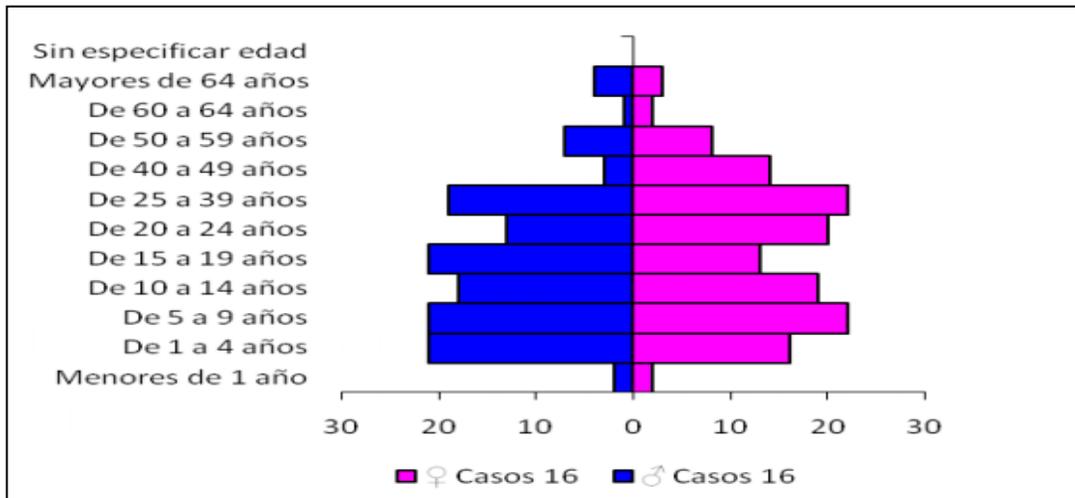
Fuente: (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2017)

Estas enfermedades se incrementan en los meses de mayo a junio, entre la semana 19 a la 25, algunas de las áreas más vulnerables son el corredor seco, triangulo Ixil y occidente del territorio guatemalteco. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2017)

Intoxicación por alimentos

Esta puede ser causada por el consumo de agua o alimentos contaminados, entre estos se pueden mencionar bacterias, virus, parasitarios, metales pesados y hongos tóxicos, la incidencia asciende al 38% de los casos de enfermedades transmitidas por alimentos o agua contaminados, los máximos picos se registran en los días cercanos a los meses de marzo y agosto, época cercana a la semana santa en el primer caso, entre las 5 áreas de salud con mayor incidencia de intoxicaciones alimentarias se mencionan El Progreso, Santa Rosa, Sacatepéquez, El Quiche y Zacapa. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2017)

La Gráfica 2. Intoxicación alimentaria por grupos etarios año 2016, semana de la 1 a la 52.



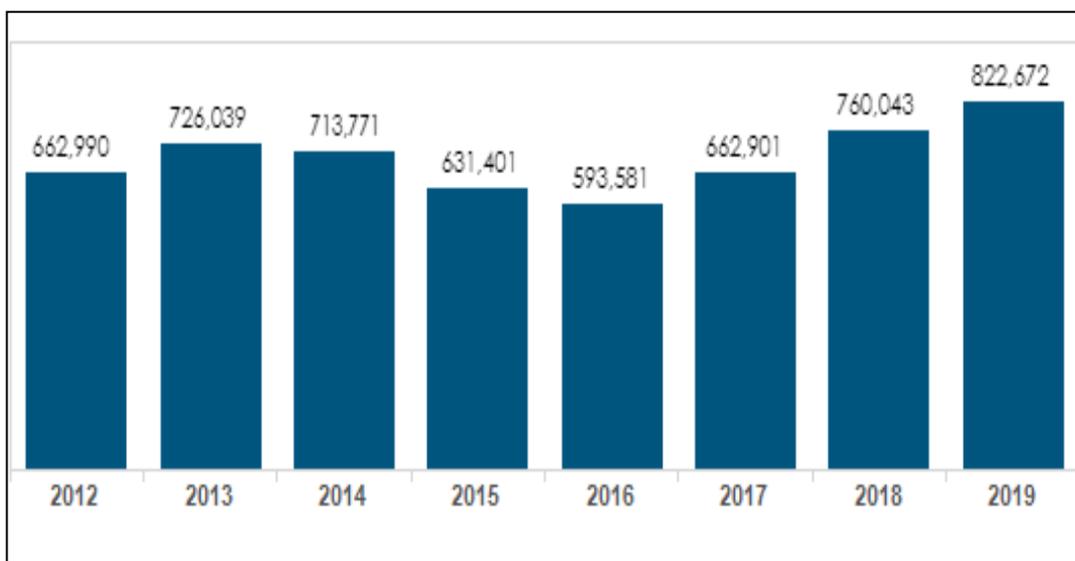
Fuente: (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2017)

Para el año 2016 en Guatemala la incidencia para este tipo de intoxicaciones por la ingestión de alimentos y/o agua, se registra en 13% para niños comprendidos entre las edades de 1 a 4 años, 16% para niños de entre 5 a 9 años; el 15% para personas de entre 15 a 39 años; mientras que el resto de los grupos etarios suman el total de 45%, de acuerdo a las estadísticas se evidencia similar distribución para todos los grupos etarios. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2017)

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social –MSPAS- de Guatemala, cuenta con un registro de la morbilidad por Enfermedades de Transmisión por Alimentos y Agua en su Sistema de Información Gerencial de Salud, este registra la incidencia de este tipo de enfermedades y compara el periodo comprendido del 2012 al 2019, las estadísticas denotan que ha habido un incremento de los casos del 2012 al 2014, luego un descenso en los años 2015 y 2016, años en los cuales el invierno no fue tan copioso; mientras que para los años del 2017 al 2019, nuevamente se registra un incremento, relacionado también con la época de lluvia. (-MSPAS-, 2019)

política de gobierno en aspectos sanitarios que promueve a Asociación Nacional de Municipalidad –ANAM-, orienta a la implementación de proyectos para la construcción de redes de alcantarillado sanitario; así también, plantas de tratamiento de aguas residuales para atender la población en cada municipio.

Gráfica 3. Casos de enfermedades transmitidas por alimentos y/o agua (ETAS) en Guatemala del 2012 al 2019



Fuente: (-MSPAS-, 2019)

Intoxicación por vectores

El Rotavirus es una enfermedad generada por heces fecales, contaminación de superficies, agua y alimentos por plagas, en consecuencia se contamina la persona y puede tener vómitos y diarrea, posteriormente la deshidratación por las evacuaciones, afecta principalmente a niños menores de 5 años, situación más evidenciada en época de invierno, las áreas más afectadas en estos casos son las áreas de salud de Guatemala Central, Izabal, El Progreso, Ixil y Jutiapa, la incidencia afecta al 46.5 de niños de entre 1 a 4 años, 48.6 a menores de un año, lo que totaliza 95%. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2017)

II.2. Enfermedades gastrointestinales

De acuerdo con la Fundación Carlos Slim y su portal Salud.net las enfermedades gastrointestinales son las que afectan el estómago y los intestinos, transmitidas por contaminación del ambiente, alimentos y agua, causadas por bacterias, virus, parásitos y la ingestión de medicamentos en algunos casos. La gastritis y colitis generan inflamación, en el caso de la gastritis se inflama la mucosa estomacal, por estrés o reflujo de la bilis o alimentos irritantes, incluso la bacteria denominada *Helicobacter pylori*. (Fundación Carlos Slim, 2020)

El intestino grueso inflamado es determinado medicamente como colitis, causada por virus, bacterias, parásitos o intoxicaciones alimentarias; tanto la gastritis, como la colitis tiene síntomas como el dolor e inflamación abdominal, sangrado en las heces, escalofríos y fiebre; mientras que uno de los primeros síntomas es la diarrea y la consiguiente deshidratación que causan estragos en la vida de los niños menos y en los adultos mayores de la tercera edad. (Fundación Carlos Slim, 2020)

De acuerdo con el Instituto Mexicano de Seguridad Social (2015) Entre las personas que tienen mayores probabilidades de contraer enfermedades gastrointestinales están:

- “Niños menores de 5 años
- Adultos mayores
- Mujeres embarazadas
- Personas con enfermedades crónicas
- Personas que comen en lugares con mala higiene (Instituto Mexicano de Seguridad Social, 2015)

Acciones para evitar las enfermedades gastrointestinales

Para evitar que un individuo padezca enfermedades gastrointestinales es importante no ingerir alimentos en la calle, cocinar bien las carnes previo a comerlas, lavar frutas y verduras antes de ingerirlas, antes de comer y después de ir al baño debe lavarse bien las manos, así como tomar agua hervida o embotellada.

Incidencia de enfermedades gastrointestinales en Guatemala

En Guatemala Según datos del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social – MSPAS- (2019), entre las primeras causas de morbilidad general y de acuerdo a datos por año, CIE-10, diagnóstico y cantidad, según grupo de edad y género se encuentra la diarrea y gastroenteritis por supuesto origen infeccioso, por lo que se presentan datos de las enfermedades clasificadas como gastrointestinales al año 2019, según registros de las Direcciones de Área de Salud a nivel nacional (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2019)

Cuadro 8. Incidencia de enfermedades gastrointestinales en niños a nivel nacional, año 2019.

Diagnóstico	Menos de 1 año	1a a 4 años	5 a 9 años	10 a 14 años	Total
Amebiasis	17,583	120,854	59,673	23,636	221,746
Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	78,849	219,377	53,796	21,415	373,437
Gastritis y duodenitis	1,241	4,999	11,270	23,974	41,484
Náusea y vómito	446	1,379	832	359	3,016
Otras infecciones intestinales bacterianas	20,998	73,367	22,968	8,490	125,823
Parasitosis intestinales, sin otra especificación	4,948	78,561	66,403	28,217	178,129
Total general	124,065	498,537	214,942	106,091	943,635

(Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2019)

Enfermedades diarreicas

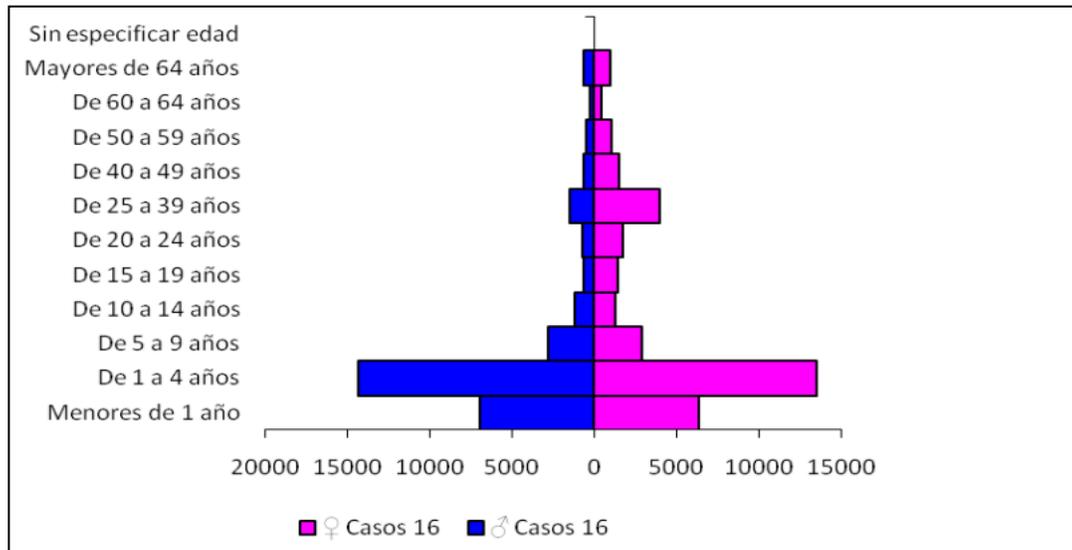
Según estudios de la Organización Mundial de la Salud -OMS- (2015) las enfermedades diarreicas representan la mitad de la carga mundial de enfermedades transmitidas por alimentos y agua, provenientes de 31 agentes etiológicos y entre los principales están Norovirus, Campylobacter, E. Coli, Salmonella No Tifoidea, 550 millones de personas enferman, de estos 230,000 mueren anualmente; de estos 220 millones son niños y 96,000 mueren. (Organización Mundial de la Salud, 2015)

Entre este tipo de enfermedades se encuentran las diarreicas, con el 98% de los casos, han sido identificadas como una de las principales causas de enfermedad y muerte en niños de 1 a 5 años, su mayor incidencia se presenta entre mayo y agosto de cada año, las áreas de salud más afectadas son Ixcán, Ixil, Petén Sur Occidental, Huehuetenango y Santa Rosa, los más afectados niños de 1 a 5 años 41%, menos de 1 año 18% y el sexo femenino el más afectado 54%. (Organización Mundial de la Salud, 2015)

Las enfermedades gastrointestinales, específicamente del tipo diarreico en aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, se han evidenciado a causa desagües a flor de tierra que contaminan el ambiente y el reúso de aguas grises sin tratamiento, se utilizan también en los parcelamientos para el riego de la producción agrícola que es en parte consumida por la población, mientras el excedente es comercializado, por lo que es importante identificar una solución viable y rápida que evite la contaminación del ambiente, alimentos y minimice la incidencia por enfermedades gastrointestinales.

El Sector 1 de aldea San José Pacul carece de algún proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario, lo que ha causado que la población utilice pozos ciegos para la deposición de sus aguas grises y aguas negras, situación que contamina los mantos freáticos por infiltración.

Gráfica 4. Distribución de enfermedades diarreicas por grupos etarios al 2016, semana de la 1 a la 52



Fuente: (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2017)

II.3. Enfermedades gastrointestinales por estrato social.

Según datos del Diagnóstico Nacional de Salud (2015) elaborado por el -MSPAS- refiere en la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida -ENCOVI- 2011 que la pobreza a esa fecha alcanzó 7.8 millones de guatemaltecos; mientras que la misma encuesta levantada en el 2015 reportó que la pobreza afecta a 9.5 millones de personas en Guatemala, pobreza determinada por la falta de satisfacción de las necesidades básicas, aislamiento, es población indígena de las áreas más lejanas, lo que implicó una precaria atención en salud. (-MSPAS-, Diagnóstico Nacional de Salud, 2016)

De acuerdo con el Diagnóstico del Sistema de Salud de Guatemala, en el marco del Proyecto Fortalecimiento de los Logros en Salud a través del Sector Privado, (2016) los grupos donde radica la pobreza ubicados en las áreas rurales y especialmente la población indígena ha tenido poco o nulo acceso a los sistemas de salud. En el altiplano occidental más del 60% es de la etnia indígena, de los cuales el 67% de los

menores de 5 años padecen desnutrición crónica, lo que los hace más vulnerables a contraer otro tipo de enfermedades que pueden ser agudas, pero a su vez mortales. (Cisek, Cindi, Chloé Revuz, y Christina Kramer, 2016)

Similar situación se vive en el territorio guatemalteco denominado Corredor Seco y en el Triángulo Ixil, donde la población realiza cultivos de subsistencia y los cortos e irregulares periodos de lluvia afectan la producción, lo que se vuelve más desfavorable por la poca ayuda de los gobiernos de turno.

De acuerdo al estudio referido se estima que a la fecha de elaboración del mismo (2015), por lo menos 4 millones de guatemaltecos del área rural tuvieron vedado su acceso a la salud, a pesar de que en ese momento era limitado o casi nulo el acceso, al momento de que fuera cancelado el Programa de Extensión de Cobertura –PEC-; este programa permitió que algunas Organizaciones No Gubernamentales prestaran servicios en salud en ciertas áreas lejanas donde ese acceso era nulo. (Cisek, Cindi, Chloé Revuz, y Christina Kramer, 2016)

Hay situaciones externas al sector salud que lejos de ayudar a la población, interfieren en garantizar una buena calidad de vida y es que la infraestructura no permite el desplazamiento óptimo en casos de emergencia ante la falta de carreteras adecuadas, situación agravada por el deterioro de estas por efectos del clima lo que genera suelos anegados, principalmente en épocas de invierno y condición que afecta a la población indígena del área rural que vive en las comunidades más lejanas y más olvidadas por el poder local. (Cisek, Cindi, Chloé Revuz, y Christina Kramer, 2016)

Un factor que limita también el desplazamiento de la población del área rural hacia el área urbana para beneficiarse de los servicios de salud es la mala calidad del transporte público cuando este existe; entre tanto hay lugares en donde ese transporte es

inexistente, en algunos pueblos, aldeas, caseríos o parcelamientos no existe transporte permanente, utilizan una ruta transporte que solo los lleva al área rural en un único evento al día, es decir hay solo un viaje de salida por la madrugada y un solo viaje de regreso por la tarde. (Cisek, Cindi, Chloé Revuz, y Christina Kramer, 2016)

Adicionalmente, hay comunidades donde no se tiene acceso, se carece de carreteras, solo existen caminamientos, a partir de donde los deja el transporte público y desde donde deben caminar por largas horas hasta llegar a su hogar, por lo que, en el caso de existir una emergencia de salud, los pobladores arman camillas improvisadas para trasladar a la persona enferma hasta el servicio de salud más cercano. (-USAID-, 2015)

En función de la distancia y acceso de la población a los centros de atención adscritos al Programa de Extensión de Cobertura –PEC-, fueron establecidos en el 2015 los siguientes datos:

Cuadro 9. Accesibilidad de la población guatemalteca a los Centros Asistenciales del –MSPAS-

Con PEC en funcionamiento			Sin PEC en funcionamiento		
Accesibilidad (Kilómetros)	Población con acceso	%	Accesibilidad (Kilómetros)	Población con acceso	%
0-5 km	12,924,050	85.5	0-5 km	11214075	78.1
5-10 km	1,227,045	8.5	5-10 km	2407356	16.8
10-20 km	184,560	1.3	10-20 km	634408	4.4
> 20 km	38,873	0.3	> 20 km	111127	0.8

Fuente: (-USAID-, 2015)

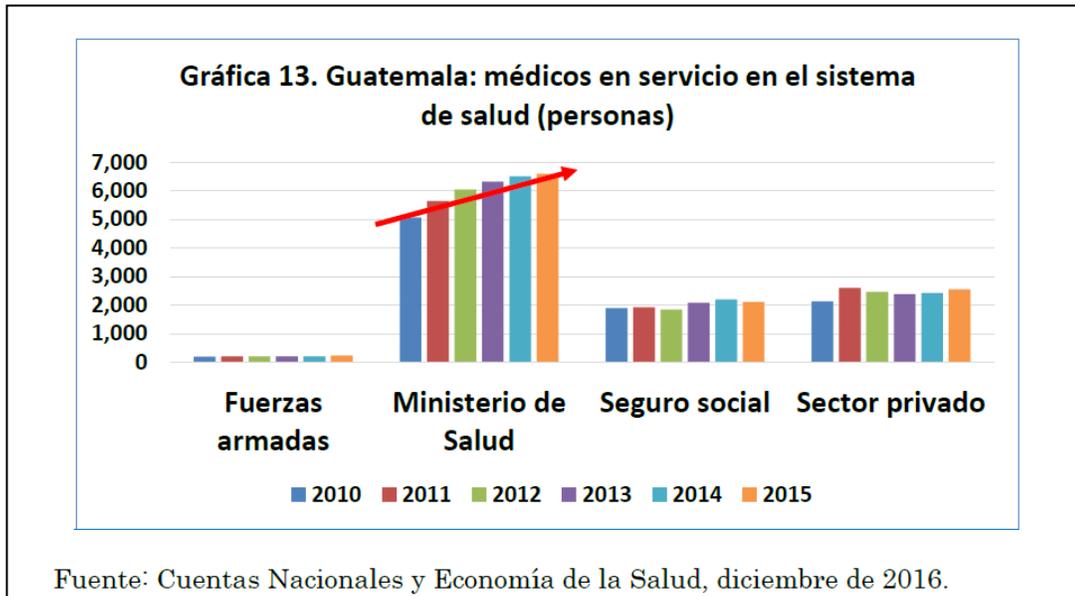
La Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional –USAID- (2015), cita lo referido por la OMS al respecto de que “No hay salud sin fuerza de trabajo” orientado al hecho de que debe garantizarse la presencia de recursos humanos con especialidad en salud a comunidades del área rural pues está en una seria desventaja con el área urbana, pues existen 25.6 profesionales del área de salud por cada 10,000 habitantes en el área urbana; mientras que solamente hay 3 en el área rural por la misma cantidad de habitantes, situación que pone en evidencia la desventaja a la población que radica en el área rural. (-USAID-, 2015)

Aunado a la carencia del recurso humano por la distancia existe una barrera más para la atención de la salud para poblaciones indígenas, muy enmarcada por la barrera del idioma, situación que pone en evidencia la exclusión a la cual se enfrenta la mayor parte de la población indígena que tiene mayor presencia en el altiplano de Guatemala.

Para suplir esta necesidad y atender a la población más pobre, se han contratado temporalmente en los últimos años técnicos en salud, lo que implica que la rotación sea alta y no garantiza atención permanente. En algunas comunidades lejanas los servicios de salud son suplidos por personal que difícilmente tiene formación inicial y en algunos casos es nula, entre estos se cuentan enfermeras, médicos en formación e incluso comadronas, lo que pone en riesgo la salud de la población. (-USAID-, 2015)

Según la Organización Panamericana de la Salud –OPS- (2016), en su estudio denominado “Desigualdades en Salud en Guatemala”, refiere que la equidad es la búsqueda de igualdades en la satisfacción de necesidades de un individuo, al analizar la salud en función de desigualdades sociales y económicas se puede inferir que aún existe una gran brecha por la cual hay que trabajar, una herramienta importante es contar con un registro o sistema de información en el que se manejen datos de la morbilidad y mortalidad en Guatemala, a partir del cual puedan diseñarse políticas que puedan mejorar calidad de vida de la población (-OPS-, 2016)

Gráfica 5. Guatemala, Médicos en servicios en el sistema de salud (personas)



Fuente: Cuentas Nacionales y Economía de la Salud, diciembre de 2016, referido por (-MSPAS-, Diagnóstico Nacional de Salud, 2016)

De acuerdo al artículo anterior, se evidencia que en el Ministerio de Salud se incrementaron las contrataciones en los últimos 5 años, a pesar de ello es personal temporal que no garantiza la continuidad en la prestación de servicios, lo que hace vulnerable a las poblaciones más lejanas.

En el ámbito mundial se manejan cuatro tipos de enfermedades, las emergentes, reemergentes, postergadas y algunas otras que han sido consideradas entre los Objetivos de Desarrollo del Milenio, se hace mención a algunas enfermedades que han sido desatendidas y cuya incidencia se ha elevado; tal es el caso, de las enfermedades respiratorias, enfermedades transmitidas por agua y alimentos, y enfermedades transmitidas por vectores, todas estas perjudiciales en su momento y en la región donde se han identificado, han incrementado la tasa de morbilidad y mortalidad a nivel mundial. (-OPS-, Enfermedades transmisibles, s.f.)

Se identifican 15 enfermedades desatendidas a nivel mundial y de estas se reportan 8 en Guatemala, las más conocidas son chagas, fiebres hemorrágicas virales tales como dengue, leptospirosis, oncocercosis y parasitarias, determinada como gastrointestinal, por lo que el Estado debe unir esfuerzos para minimizar los casos que se presenten, donde se visualiza a las municipalidades, Ministerio de Salud, Ministerio de Ambiente; Ministerio de Educación, Ejército, Organizaciones No Gubernamentales -ONG's y Organismos Internacionales que provean cooperación al país. (-OPS-, Enfermedades transmisibles, s.f.)

II.4. Enfermedades gastrointestinales en niños.

De acuerdo con el estudio “Desigualdades en Salud en Guatemala elaborado entre el MSPAS y la Organización Panamericana de la Salud –OPS- (2016), en la infancia y niñez guatemalteca prevalece la presencia de enfermedades de origen infeccioso y de tipo gastrointestinales, principalmente enfermedades diarreicas agudas, provenientes de condiciones insalubres por higiene inadecuada, ambientes y recursos naturales contaminados, que reciben poca o nula atención médica, sobre todo en las área rurales más apartadas, lo que se traduce en una alta tasa de mortalidad en su consecuencia. (-OPS-, 2016)

De acuerdo a las Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil (Niñez menor a cinco años de edad) –ENSMIs-, realizadas en el año 1987 y en los años 2008 al 2009, para el levantamiento de información que establecen ciertos indicadores para población en este rango de edad, en este tipo de estudios se ha identificado que la población infantil, ha sufrido principalmente enfermedades diarreicas agudas e infecciones respiratorias agudas y que se han tenido ciertos avances en su tratamiento pero no se ha podido controlar, como el uso de soluciones de hidratación oral para la mitigación de enfermedades de síndrome diarreico agudo. (-OPS-, 2016)

Se presenta en la tabla siguiente una referencia histórica de la prevalencia de enfermedades transmitidas por alimentos y agua, específicamente diarrea; así como, infecciones respiratorias agudas entre los menores de cinco años, según las ENSMIs, 1995 a 2008-9.

Cuadro 10. Prevalencia de diarrea e infecciones respiratorias agudas entre los menores de cinco años, según las ENSMIs de 1995 a 2008-9

	1995	1998 -1999	2002	2008 -2009
Prevalencia de enfermedades en menores de 5 años (%)				
Porcentaje IRA	21.9	21.9	18.2	20.1
Porcentaje diarrea	20.9	20.9	22.2	22.5
Atención de enfermedades				
%IRA o fiebre para quienes se buscó tratamiento	40.5	40.5	64.3	59.5
% niños con diarrea tratados con SRO	21.5	30.4	33.8	37.1
% niños con diarrea tratados con SRO o solución casera	22.1	33.5	40.6	44

Fuente: (-OPS-, 2016)

II.5. Indicadores del aumento de enfermedades gastrointestinales en niños.

Según la Organización Panamericana de la Salud –OPS- (2016), el manejo de información clasificada por regiones, grupos etarios, estratos sociales, étnicos y económicos es muy valioso para la toma de decisiones, por lo que cada país debería tener un registro robusto, regionalizado y bien administrado de las enfermedades, caso por caso de acuerdo a su contexto para conocer su origen, contexto, causas y efectos para poder tomar las decisiones oportunas que en algún momento pueden convertirse en protocolos o políticas en el manejo de ciertas enfermedades. (-OPS-, 2016)

De acuerdo con Cisek, Cindi, Chloé Revuz, y Christina Kramer, (2016) en el marco del Proyecto Fortalecimiento de los Logros en Salud a través del Sector Privado, para Guatemala, los indicadores de salud son más graves que los de otros países centroamericanos, esto se evidencia pues es la tasa de mortalidad en niños menores de 5 años más alta de la región. Se presenta a continuación un gráfico que refleja la tasa de mortalidad en Centroamérica para niños menores de 5 años como indicador del estado de salud, como producto de estudios del Banco Mundial al año 2013, citado por el MSPAS. (Cisek, Cindi, Chloé Revuz, y Christina Kramer, 2016)

El Diagnóstico Nacional de Salud (2015) elaborado por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, refiere que en datos históricos provisto por el Instituto Nacional de Estadística –INE-, el 40% de la población es indígena y el restante 60% ladina, de los que el 51% vivía en el área rural y el 49% en el área urbana, estos porcentajes cambiaron en función de la búsqueda de satisfacción de los servicios básicos, por lo que el área urbana en demanda de infraestructura y satisfactores se ha incrementado, de acuerdo a lo referido por la ENCOVI realizada en 2015. (-MSPAS-, Diagnóstico Nacional de Salud, 2016)

A pesar de que el poder local ha identificado las razones de la emigración, no han sido satisfechos los servicios básicos para la población que aún radica en el área rural y es que aún es grande la brecha que deben atender los municipios para que su población tengan acceso al agua potable y drenajes sanitarios, situación que genera contaminación del ambiente y de recursos en el interior de la república, tampoco se invierte en salud preventiva, por lo que lo que el Estado debe invertir en su consecuencia y ante sus procesos de ejecución tardíos las consecuencias son población desatendidas, insatisfechas y enfermas. (-MSPAS-, Diagnóstico Nacional de Salud, 2016)

En Guatemala aproximadamente el 60% de la población cuenta con empleo, de estos la tercera parte se dedica a la agricultura y otra tercera parte al comercio, lo que implica que el 40% restante son dependientes y que esa misma población necesita servicios de salud gratuita, por lo que el sistema de salud ha considerado identificar grupos con características en común en función de las necesidades, para brindarles atención inmediata; sin embargo, por el débil sistema, poca infraestructura y carencia de recurso humano no ha sido posible, lo que pone en riesgo a niños y ancianos que son los más vulnerables. (-MSPAS-, Diagnóstico Nacional de Salud, 2016)

El entorno y la alimentación afectan positiva o negativamente a estos grupos de población más vulnerables. Para el grupo de población sexo masculino el segundo lugar de morbilidad lo ocuparon las enfermedades infecciosas y parasitarias con un 20%, mientras que para el sexo femenino implicó el 15% de la morbilidad, mientras que, para los niños menores de 5 años, las enfermedades respiratorias superiores y gastrointestinales ocupan la primera causa, entre estas, las identificadas con mayor frecuencia son parasitosis intestinal 6% y amebiasis 4%, infecciones intestinales bacterianas 3%. (-MSPAS-, Diagnóstico Nacional de Salud, 2016)

En cuanto a la mortalidad la primera causa para la población infantil se relacionó con el tema de infecciones, la primera causa es la neumonía y bronconeumonía con un 61.97% de los casos, mientras que las diarreas y gastroenteritis ocupó la segunda causa con 7.44%, respectivamente, cada una. De acuerdo a indicadores de la Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil –ENSMI- 2014/2015 citada en el Diagnóstico Nacional de Salud, la tasa de mortalidad infantil alcanzó el 28%; mientras que la tasa de mortalidad de la niñez el 35%, aún hace falta satisfacer la dotación de agua al 11.4% de hogares y del alcance de 21.4% de hogares que aún no cuentan con servicio sanitario. (-MSPAS-, Diagnóstico Nacional de Salud, 2016)

Cuadro 11. Población de Guatemala entre 5 y 9 años durante el periodo 2011-2015 según departamento

Descripción	2011	2012	2013	2014	2015
Alta Verapaz	171,913	174,404	176,938	179,687	182,830
Baja Verapaz	40,097	40,758	41,473	42,203	42,909
Chimaltenango	93,637	95,541	97,367	98,849	101,069
Chiquimula	54,600	55,206	55,779	56,337	56,889
El Progreso	20,403	20,594	20,724	20,884	21,019
Escuintla	84,840	86,213	87,701	89,088	90,145
Guatemala	340,402	340,360	340,116	339,518	338,406
Huehuetenango	171,665	174,156	176,413	178,366	179,970
Izabal	57,566	58,464	59,426	60,382	61,256
Jalapa	50,203	51,099	51,906	52,686	53,482
Jutiapa	64,463	65,005	65,447	65,865	68,574
Petén	99,217	102,827	106,231	109,290	118,829
Quetzaltenango	108,382	110,191	111,859	113,378	114,727
Quiché	159,398	163,351	167,034	170,616	174,288
Retalhuleu	40,223	41,002	41,829	42,626	43,316
Sacatepéquez	39,964	40,336	40,753	41,077	41,361
San Marcos	144,205	145,553	146,898	148,319	149,912
Santa Rosa	47,073	47,564	48,106	48,661	49,189
Sololá	69,392	70,912	72,095	73,126	74,176
Suchitepéquez	71,734	72,980	74,276	75,561	76,758
Totonicapán	78,031	79,993	81,552	82,906	84,257
Zacapa	28,167	28,271	28,468	28,692	27,446
Pais	2,035,575	2,064,780	2,092,392	2,118,116	2,150,810

Fuente: (-INE-, 2016) citado por (-MSPAS-, Diagnóstico Nacional de Salud, 2016)

El Estado debe garantizar que la población previamente identificada cuente con un adecuado estado de bienestar, es decir que su salud física y mental sea óptima, para ello es necesario crear estrategias para reducir la morbilidad, entre estas se identifica la dotación de agua segura y accesible, aunado a ello el saneamiento e higiene que debe tenerse en cada uno de los hogares y practicarse diariamente, que forme parte de los hábitos y de la cultura del hogar y comunidad a largo plazo. Por lo que es importante el accionar conjunto de los líderes locales, de manera que los problemas se atiendan de manera integral y en función de las prioridades de la población.

Para reducir la brecha entre la población en situación de pobreza y la que no está en extrema, es necesario crear las capacidades para generar posibilidades, es decir formar a la población para la reducción de estas brechas, por lo que se debe mejorar la infraestructura instalada, en cuanto a carreteras, educación, servicios de salud y otros servicios como la dotación de agua potable, drenajes, saneamiento y otros servicios básicos, pues la población del área rural busca el acceso a estos servicios. De tal manera que es necesario considerar que educación, salud y trabajo se estiman como la base de la protección social.

Las enfermedades respiratorias y diarreicas son las principales causas de mortalidad en Guatemala, para niños menores de 1 año.

Cuadro 12. Tasa de mortalidad infantil (en menores de 1 año) por cada 1,000 nacidos vivos, según departamento, periodo 2011-2015

Descripción	2011	2012	2013	2014	2015*
Guatemala	28.3	26.3	37.2	38.2	37.2
El Progreso	16.0	14.5	15.4	11.6	12.0
Sacatepéquez	21.6	21.5	13.9	11.4	13.6
Chimaltenango	23.8	24.3	17.3	21.2	21.5
Escuintla	20.7	20.8	23.8	15.2	16.5
Santa Rosa	16.4	18.5	18.7	18.4	18.2
Sololá	23.0	23.4	14.1	14.7	14.9
Totonicapán	28.3	23.6	15.6	14.6	14.2
Quetzaltenango	23.2	21.5	12.9	14.0	14.1
Suchitepéquez	18.6	18.5	11.4	11.3	11.1
Retalhuleu	11.6	11.3	17.8	14.8	14.2
San Marcos	15.8	15.3	6.1	7.8	7.4
Huehuetenango	12.6	11.4	9.7	9.9	9.2
Quiché	19.1	17.3	15.3	16.4	16.0
Baja Verapaz	16.5	16.3	22.9	15.5	15.4
Alta Verapaz	23.5	20.6	24.4	29.1	24.2
Petén	8.3	7.8	8.1	11.9	10.2
Izabal	10.3	9.2	12.8	13.4	13.3
Zacapa	10.8	15.6	12.2	11.1	12.7
Chiquimula	12.3	12.3	21.2	13.9	13.2
Jalapa	13.4	12.7	16.2	19.4	19.5
Jutiapa	12.9	12.7	10.8	10.0	9.7
Tasa de País	20.1	18.3	18.6	19.0	18.8

Fuente: Registro nacional de Personas. (-INE-, 2016), referido por (-MSPAS-, Diagnóstico Nacional de Salud, 2016)

Menciona la OMS que aproximadamente 5.9 millones de niños de entre 1 a 5 años, murieron en 2015, previo a cumplir 5 años, las causas han sido malaria, neumonía en sus variables y las enfermedades infecciosas, entre estas las gastrointestinales y específicamente la diarrea, lo anterior por ingestión de agua y alimentos contaminados. (Organización Mundial de la Salud, 2015)

Se incluye en el cuadro subsiguiente datos de la tasa de mortalidad en Guatemala para el periodo 2011-2015, en niños de 1 a 5 años.

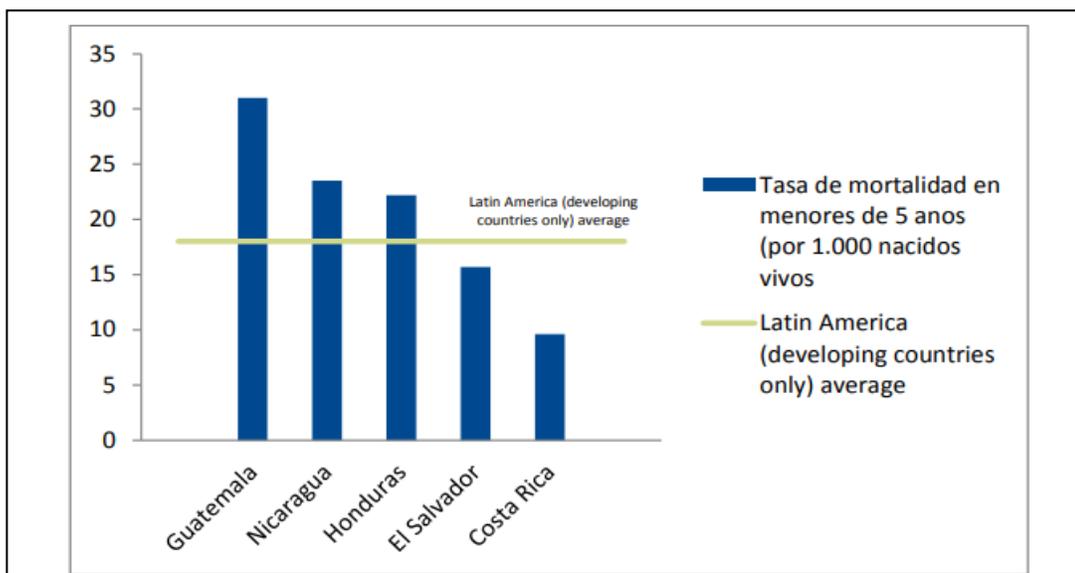
Cuadro 13. Tasa de mortalidad en la niñez (1 a 5 años) por cada 1,000 nacidos vivos, según departamento, periodo 2011-2015

Departamento	2011	2012	2013	2014	2015*
Guatemala	31.4	30.1	24.9	22.4	21.1
El Progreso	17.1	18.8	11.7	7.8	7.1
Sacatepéquez	8.9	25.2	10.0	6.7	7.3
Chimaltenango	18.2	29.7	13.6	15.0	14.7
Escuintla	10.8	27.7	18.8	11.4	15.4
Santa Rosa	8.6	23.2	14.2	12.0	13.8
Sololá	15.3	27.9	10.5	10.5	9.1
Totonicapán	15.0	30.8	12.3	10.2	10.8
Quetzaltenango	10.8	26.1	10.3	10.0	10.8
Suchitepéquez	10.4	26.5	10.4	9.2	9.2
Retalhuleu	8.0	18.2	16.3	12.4	14.5
San Marcos	6.5	22.3	6.2	6.5	6.3
Huehuetenango	10.2	17.2	9.1	8.9	8.4
Quiché	16.0	26.0	12.9	12.3	11.7
Baja Verapaz	15.3	25.4	18.0	12.5	13.8
Alta Verapaz	17.0	30.1	20.4	21.7	21.4
Petén	8.0	12.2	9.1	9.7	9.2
Izabal	11.8	17.2	13.2	14.5	14.2
Zacapa	9.5	21.2	11.7	9.4	9.5
Chiquimula	14.7	20.3	19.6	12.2	14.6
Jalapa	18.0	19.4	14.4	16.1	14.3
Jutiapa	3.9	17.0	8.1	6.9	8.0
Tasa de País	26.7	24.7	25.6	25.3	24.8

Fuente: Fuente: Registro nacional de Personas. (-INE-, 2016), referido por (-MSPAS-, Diagnóstico Nacional de Salud, 2016)

Se presenta a continuación un cuadro comparativo a nivel centroamericano de la tasa de mortalidad para niños menores de 5 años por cada mil nacidos vivos, donde Guatemala alcance el 32%, con el cual supera a todos los demás países del área, seguido de Nicaragua y Honduras; mientras que, únicamente El Salvador y Costa Rica registran porcentajes considerados para los países en vías de desarrollo, curiosamente este último muy por debajo del promedio. (-MSPAS-, Diagnóstico Nacional de Salud, 2016)

Gráfica 6. Tasa de mortalidad niños menores de 5 años de los países centroamericanos – 2013



Fuente: (Cisek, Cindi, Chloé Revuz, y Christina Kramer, 2016)

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud –OMS-, cualquier sistema de salud que pretenda considerarse como óptimo debe alcanzar una cobertura universal, brindar atención integral, con equidad y eficiencia, ser sustentable y a la vez tener la capacidad de ser sostenible y a la vez flexible, que la planificación para la atención de la población sea participativa, oportuna y contextualizada. (-OPS-, Desigualdades en Salud en Guatemala, 2016)

II.6. Aguas residuales.

Son aguas procedentes de procesos productivos o del consumo humano provenientes de vivienda y servicios, generadas principalmente por metabolismo humano y actividades **domésticas**; así como, de procesos **industriales**, que pueden mezclarse con las aguas de fuentes naturales o las provenientes de la **lluvia**, denominadas pluviales. (Real Academia Española, 2020)

Las aguas residuales pueden ser sujetas de tratamiento, de tal manera que puedan reincorporarse para ser reutilizadas en función de la calidad necesaria para cada tipo de uso, principalmente en época de verano donde su provisión natural es escasa, toda la dinámica del recurso agua afecta positiva o negativamente la salud de la población, las condiciones del ambiente y las oportunidades productivas que se puedan presentar. (Presidencia de la República de Guatemala, 2011)

El agua es un recurso natural considerado como un bien que satisface las necesidades esenciales del ser humano, indispensable en casi todos los procesos humanos, agrícolas e industriales. En algunos territorios a nivel mundial se habla de su escases y otros pocos de su abundancia, por eso es considerado un bien espacial o de la tierra, por lo cual debe ser gestionado para los territorios donde el bien es escaso, esto lo convierte en un asunto político que deben administrar las autoridades a nivel local, regional y mundial, para lo cual se debe diseñar políticas territoriales para su administración y manejo. (Presidencia de la República de Guatemala, 2011)

El cambio climático y los fenómenos naturales modifican la disponibilidad del recurso agua, que en la mayor parte de los pueblos de los países subdesarrollados es escasa, en Guatemala existen fuentes naturales del recurso agua; sin embargo, ha sido ardua labor la de las autoridades para hacer llegar el agua entubada a los hogares de su jurisdicción, actualmente no se ha alcanzado la cobertura total en la dotación de este

recurso, por lo que es importante optimizarlo y considerar las acciones que se deben realizar para brindarle el tratamiento más viable y devolverle sus características para ser reutilizado.

Durante el año 2008 Guatemala creó el Gabinete Específico del Agua –GEA-, por medio del Acuerdo Gubernativo 204-2008, entre las atribuciones de este organismo se incluyeron revisar y actualizar la Política y Estrategia de Gestión Integrada de Recursos Hídricos para Guatemala, la organización tiene su propio Plan Estratégico con 4 ejes. El GEA debe operativizar la Política Nacional del Agua y Estrategia Nacional del Agua en Guatemala, para que de manera integrada sean gestionados los recursos hídricos del país, que incluye líneas de trabajo y acciones que creen capacidades para la gestión y gobernanza del agua por medio del poder local. (Presidencia de la República de Guatemala, 2008)

De acuerdo con datos del Política y Estrategia de Gestión Integrada de Recursos Hídricos y el programa del Plan Maestro de Riego (PLAMAR), Guatemala cuenta con 97,120 millones de m³ anuales de agua según datos de SEGEPLAN al año 2006 y las aguas subterráneas se estiman en 33,699 millones de m³ anuales de agua (INSIVUMEH) 2009, es decir que se dispone de 7 veces el límite establecido, de esta cantidad se estima que solamente se utiliza el 10%, en la época seca del año la oferta de agua no satisface las necesidades lo que provoca que haya escases de agua en el altiplano y en el área de Petén y Costa Sur. (SEGEPLAN-PLAMAR, 2006)

Por la variabilidad del clima es inestable la disponibilidad de agua, la demanda de agua podría duplicarse al filo del año 2025, lo que es una alerta para gestionar la recuperación de la mayor cantidad de agua a nivel local. Se identifica que el déficit de agua se debe a la falta de gestión de las autoridades y a la carencia de un sistema nacional para la administración del recurso agua. (SEGEPLAN-PLAMAR, 2006)

Se identifica como un tema prioritario y urgente de atender la dotación de agua potable a la totalidad de la población; así como, el saneamiento en donde se carece de este sistema, sin olvidar la mejora donde ya existe, estas son estrategias que deben desarrollarse pues la inversión será menor en la prevención de la desnutrición e índices de morbilidad y mortalidad infantil, reducción de pobreza y cumplimiento de los compromisos adquiridos ante los Objetivos de Desarrollo en Guatemala, que en la inversión para corregir los problemas si no se realizan las intervenciones oportunas. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-, 2020)

II.6.1. Prestación de los servicios básicos municipales en Guatemala

De acuerdo a datos SEGEPLAN (2006) citados en el documento que presenta la Política Nacional del Agua, las municipalidades han hecho esfuerzos para la satisfacción de los servicios básicos de la población; sin embargo, la brecha por recorrer es bastante grande. A nivel nacional, aproximadamente, solo el 15% de las aguas suministradas son previamente desinfectadas; la prestación de los servicios no es regular y continua, las tasas municipales impuestas no son acordes ni están actualizadas para garantizar la operación y mantenimiento de la infraestructura que es subutilizada, el catastro está desactualizado. (SEGEPLAN-PLAMAR, 2006)

Existen retos que deben tratar de sobrellevar, alcanzar y vencer las corporaciones municipales, entre estos la conservación del medio ambiente ante la explotación de recursos y crecimiento urbano, traslado de agua desde nacimientos hasta las áreas urbanas y periurbanas del área municipal, incertidumbre y dificultades presupuestarias para promover el manejo apropiado de sus aguas residuales y prevención de afecciones a la salud de la población por falta de estos sistemas, lo que de sobrellevarse podría permitir su reaprovechamiento en los sistemas productivos y producción de electricidad para uso de la población.

II.6.2. Beneficios del reaprovechamiento de las aguas

Existen beneficios de promover el reaprovechamiento de las aguas residuales, esto podría minimizar la presión por la disposición de agua para su uso en la agricultura, SEGEPLAN (2008) refiere que de los 1,660 millones de m³ que se producen anualmente solo el 5% recibe tratamiento antes de ser reincorporado al ambiente. (SEGEPLAN, Política Nacional del Agua de Guatemala y su Estrategia, 2011)

II.6.3. Caracterización de las aguas residuales

De acuerdo al Código Municipal Decreto 12-2002 corresponde al poder local la satisfacción de los servicios o necesidades básicas de la población a nivel local. De aquí parte el hecho de que debe poner a disposición y dotarse la población del recurso agua para consumo humano, es decir potable y para otros usos humanos que se requieran. Se considera que el agua potable tiene las condiciones para ser consumida por el ser humano, está libre de contaminantes o los posee en cantidades tan pequeñas que no puede hacer daño a la salud humana. (Congreso de la República de Guatemala, 2002)

De acuerdo con Aguilar Tumax, C. (2010) Las aguas provenientes de actividades humanas están estimadas entre 100 a 200 litros diarios en promedio por persona, diariamente. El 10% es lo que el ser humano consume y el resto destinado a actividades tales como baño diario, limpieza, riego y jardinería. Adicional a las aguas resultantes del consumo y actividades humanas, está el agua utilizada en la industria, comercio y pluviales, estas posteriormente se convierten en aguas residuales. (Aguilar Tumax, 2010)

Se definen a continuación los contaminantes que pueden estar presentes en el agua, estos pueden ser químicos o microbiológicos:

II.6.3.1. Contaminantes microbiológicos

Son microorganismos que afectan la salud del ser humano, por lo que se establece que el poder local debe brindar un tratamiento desinfectante al agua para hacerla potable, en cantidades o partes permisibles para eliminar los contaminantes, sin afectar al ser humano. Por lo regular, en las municipalidades se utiliza cloro líquido o cloro gas que es aplicado a los tanques de depósito del agua municipal a partir del cual se distribuye a la población de manera entubada hasta llegar a cada hogar. Depósito que debe ser objeto de monitoreo periódico por profesionales sanitarios que garanticen la calidad del agua. (Aguilar Tumax, 2010)

II.6.3.2. Contaminantes químicos

Son sustancias que pueden estar presentes en el agua, entre estas pueden considerarse nitratos, nitritos, arsénico o mercurio, entre otros, estas son llamadas también sales minerales. Puede haber también presencia restos de medicamentos, abonos, pesticidas tales como insecticidas, herbicidas o fungicidas, sustancias radioactivas, compuestos orgánicos como los derivados del benceno o solventes, que, al ser consumidos, aunque sea en cantidades muy pequeñas, pueden dañar la salud del ser humano. (Aguilar Tumax, 2010)

Estos contaminantes químicos en cantidades grandes pueden generar efecto inmediato, mientras que en cantidades pequeñas puede generar afecciones nocivas a lo largo del tiempo por medio de afecciones al metabolismo de la persona o su sistema hormonal, cuya acción puede generar desde afectar algún órgano, hasta la muerte del ser humano por contaminación con metales pesados por su parámetro de toxicidad. (Aguilar Tumax, 2010)

Se presenta a continuación una tabla que refleja los parámetros que regularmente deben considerarse en las aguas residuales

Cuadro 14. Parámetros de interés en el agua residual municipal

Componente	Parámetro de calidad	Descripción
Materia en suspensión	Materia en suspensión que incluye la porción volátil y la inorgánica.	Materia en suspensión puede dar lugar al desarrollo de depósitos de lodos y de condiciones anaerobias cuando se vierte agua residual sin tratamiento en un medio acuático. Cantidad de materia en suspensión en exceso puede obstruir el sistema de riego.
Materia orgánica biodegradable	Demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno	Sustancias compuestas principalmente por proteínas, carbohidratos y grasas. Una vez vertidas en el medio ambiente, su descomposición biológica puede dar lugar al agotamiento del oxígeno disuelto en las aguas receptoras y a la aparición de condiciones anaerobias.
Patógenos	Organismos indicadores, coliformes totales y coliformes fecales	Los organismos patógenos presentes en agua residual, tal como bacterias, virus y parásitos, pueden producir numerosas enfermedades transmisibles.
Elementos nutritivos	Nitrógeno, Fósforo, Potasio	Son elementos nutritivos esenciales para el crecimiento de plantas, su presencia en el agua aumenta el valor para riego. Cuando se vierte nitrógeno o fósforo en el medio acuático puede desarrollar formas de vida acuática indeseables. Su vertido en cantidades excesivas en el terreno, el nitrógeno puede contaminar las aguas subterráneas.
Sustancias orgánicas estables o refractarias al proceso de tratamiento	Compuestos específicos como fenoles, pesticidas e hidrocarburos usados	Ofrecen gran resistencia a los métodos convencionales de tratamiento de agua residual. Algunas son tóxicas en el medio ambiente y su presencia puede limitar la idoneidad de las aguas residuales para riego.

Componente	Parámetro de calidad	Descripción
Actividad del ion hidronio	Potencial de hidrógeno (pH)	El pH del agua residual afecta a la solubilidad de los metales; así como a la alcalinidad del suelo. El intervalo normal para el pH de un agua residual municipal se sitúa entre 6.5 y 8.5 todo y que la presencia de agua residual industrial puede modificar el pH de forma significativa.
Metales pesados	Elementos conocidos como Cadmio (Cd), Zinc (Zn), Níquel (Ni) y Mercurio (Hg)	Algunos metales pesados se acumulan en el medio ambiente, son tóxicos para los animales y las plantas. Su presencia en el agua residual puede limitar su idoneidad para agua de riego.
Sustancias inorgánicas disueltas	Salinidad disuelta total, conductividad eléctrica, elementos concretos como Sodio (Na), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Cloro (Cl) y Boro (B).	Un grado excesivo de salinidad puede perjudicar ciertos cultivos. Determinados iones como los cloruros, el sodio y el boro son tóxicos para ciertas plantas. El sodio puede causar problemas de permeabilidad en suelos.
Cloro residual	Cloro libre y cloro combinado	Una concentración excesiva de cloro libre, superior a 0.05 mg/l, puede provocar quemaduras en las puntas de las hojas y estropear algunas especies de plantas sensibles. No obstante, la mayor parte del cloro presente en un agua residual es cloro combinado, que no perjudica a las plantas. Existe cierta preocupación por los efectos tóxicos derivados de los compuestos organoclorados que pueden llegar a afectar y contaminar las aguas subterráneas.

Fuente: Mujeriego (1990) y Metcalf y Eddy (1991) citado por (Aguilar Tumax, 2010)

De acuerdo con Aguilar, C. (2010), las aguas residuales están compuestas por ciertas cantidades de agentes químicos, físicos y biológicos, según su procedencia y usos a los que haya estado expuesta. En el cuadro subsiguiente se presentan los valores que toman los parámetros de aguas residuales sin haber sido tratados.

Cuadro 15. Parámetros en el agua residual municipal bruta (sin tratar)

Componente	Intervalo de concentraciones		
	Alta	Media	Baja
Materia sólida (mg/L)	1200	720	350
1. Disuelta total	850	500	250
Inorgánica, (mg/L)	525	300	145
Orgánica, (mg/L)	325	200	105
2. En suspensión	350	220	100
Inorgánica, (mg/L)	75	55	20
Orgánica, (mg/L)	275	165	80
Sólidos sedimentables, (mg/L)	20	10	5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBOs) a 20°C (mg/L)	400	220	110
Carbono orgánico total, (mg/L)	290	160	80
Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/L)	1000	500	250
Nitrógeno (mg/L)	85	40	20
Orgánico	35	15	8
Amoníaco	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fósforo (mg/L)	15	8	4
Orgánico	5	3	1
Inorgánico	10	5	3
Cloruros	100	50	30
Alcalinidad (mg/L)	200	100	50
Grasa (mg/L)	150	100	50

Nota: (mg/L miligramos por litro)

Fuente: Metcalf y Eddy (1991) citado por (Aguilar Tumax, 2010)

Los datos vertidos en el cuadro previamente presentado, son los que regularmente se encuentran en aguas residuales de uso doméstico, la que de acuerdo a las concentraciones identificadas puede clasificar el agua residual como alta, media o baja, estos valores pueden variar de acuerdo a la temporalidad y estacionalidad del muestreo de agua realizado. Adicional al análisis realizado se recomienda determinar la carencia o presencia de Hierro (Fe), Magnesio (Mg), Calcio (Ca), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cinc (Zn)), sulfuro de hidrógeno y precipitación de metales, los que pueden permitir o no el desarrollo microorganismos. (Aguilar Tumax, 2010)

II.6.4. Normas COGUANOR

En Guatemala para determinar la calidad del agua existe la Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR- en el Ministerio de Economía, la Norma técnica guatemalteca COGUANOR NTG 29001 establece los parámetros mínimos que debe tener el agua para consumo humano, para que puede determinarse como potable, la comisión fue creada en 1962, sus funciones están incluidas en el Decreto 78-2005 del Congreso de la República, debe brindar el soporte técnico a los sectores público y privado, para lo cual se establecieron normas y procedimientos. (-MSPAS-, Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR NTG 29001, s.f.)

Para determinar la calidad del agua residual, es necesario estimar los parámetros de contaminación por medio de la medición de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO). Lo importante es determinar la presencia de sustancias químicas que limiten en desarrollo de plantas y microorganismos. Es importante medir también la presencia de sustancias inorgánicas o minerales que no varíen en gran medida al momento de que las aguas residuales sean tratadas. (-MSPAS-, Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR NTG 29001, s.f.)

El agua residual tiene también presencia de microorganismos patógenos de tipo fecal; entre estos, bacterias, virus, protozoos y parásitos, por lo que al considerar la imposibilidad de identificar la presencia de la totalidad organismos patógenos, la presencia o ausencia de coliformes fecales en grandes cantidades, se convierte en un indicador que ayuda a determinar si el agua es apta o no lo es para su consumo humano o reutilización si es agua tratada. (Mujeriego, 1990) citado por (Aguilar Tumax, 2010)

En Guatemala las Normas COGUANOR NGO 29001, son las que determinan la calidad del agua potable, por lo que se incluye a continuación una tabla que presenta los parámetros que se consideran para el efecto. (-MSPAS-, Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR NTG 29001, s.f.)

Cuadro 16. Normas para la calidad del agua potable en Guatemala

Parámetro	Unidad	OMS	Guatemala
Año		1995	1998
Origen Microbiológicos		Valores guía	NGO 29001
Coliformes fecales o E. Coli (CF)	CF/100 mililitros	0	< 2,2
Coliformes totales (CF)	CF/100 mililitros	0	< 2,2
Bacterias heterotróficas	CF/100 mililitros	-	-

Fuente: (-MSPAS-, Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR NTG 29001, s.f.)

Los valores referidos previamente, son los que deben considerarse como parámetros para determinar la calidad del agua en Guatemala y si es apta para el consumo humano.

De acuerdo con Aguilar Tumax, (2010) que cita lo referido por Mujeriego (1990) quien diseño el “Manual Práctico de Riego con Agua Residual Municipal Regenerada. Calidad de un Agua de Riego”, hay ciertos parámetros establecidos para que el agua pueda ser utilizada para riego, es de considerar que puede ser agua de primer uso o agua que haya recibido tratamiento y que haya alcanzado nuevamente las propiedades para ser utilizada en procesos productivos agrícolas. De acuerdo a la calidad del agua que se utilice puede influenciar la producción a corto plazo, mientras que, a largo plazo puede modificar las condiciones del suelo. (Aguilar Tumax, 2010)

Cuando se considera utilizar cierta agua para riego, es necesario determinar, aunque sea de manera práctica las características físicas, químicas y biológicas, que con simples exámenes puede identificarse la salinidad, densidad y peso del agua que se piensa reutilizar, por lo que se incluye a continuación una tabla que propone ciertos parámetros de medición. (Aguilar Tumax, 2010)

Cuadro 17. Parámetros de calidad del agua para riego

Parámetro de calidad usual	Símbolo	Unidad	Intervalo
Salinidad			
Contenido en sales			
Conductividad eléctrica	Cea a 25°C	uS/cm	0 - 3000
Materia disuelta total	MDT	(mg/L)	0 - 2000
Cationes y Aniones			
Calcio	Ca ²⁺	(mg/L)	0 – 400
Magnesio	Mg ²⁺	(mg/L)	0 - 60
Sodio	Na ⁺	(mg/L)	0 - 900
Carbonatos	CO ₃ ²⁻	(mg/L)	0 - 3
Bicarbonatos	HCO ₃ ⁻	(mg/L)	0 - 600
Cloruros	CL ⁻	(mg/L)	0 - 1100
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	(mg/L)	0 - 1000
Diversos			

Boro	B	(mg/L)	0 - 2
Ion Hidronio	pH	(mg/L)	6.5 – 8.5

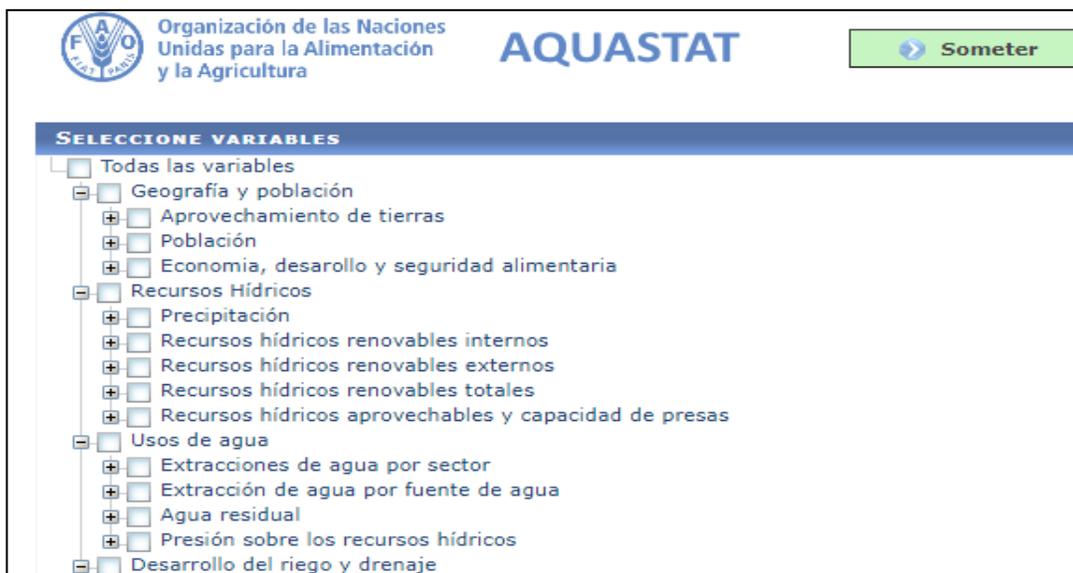
Nota: (mg / L) = miligramos por litro (uS/cm) = Micro Siemens por centímetro.

Fuente: Mujeriego (1990) citado por (Aguilar Tumax, 2010)

II.7. Captación de aguas residuales.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura por sus siglas en inglés -FAO-, diseñó el denominado AQUASTAT - Sistema mundial de información de la FAO sobre el agua en la agricultura, como uno de los mayores depósitos para información al respecto sobre producción, recolección, tratamiento, descarga y uso directo de las aguas residuales municipales, que serviría como una línea base para el monitoreo del cumplimiento del Objetivo 6.3 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. . (-FAO-, 2016)

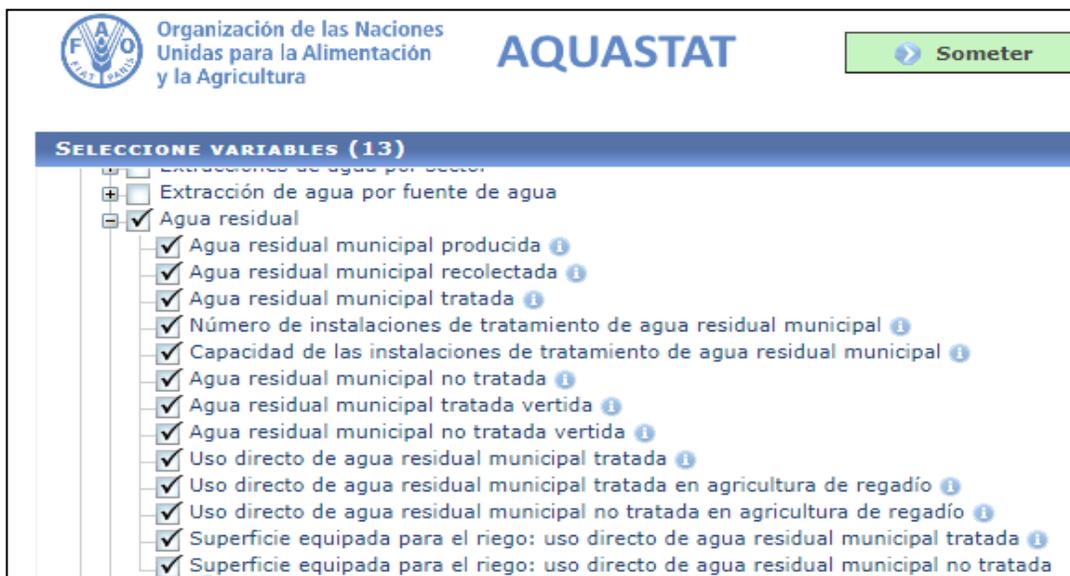
Figura 1. Mapa del sitio del Sistema AQUASTAT de la FAO que registra y organiza la información sobre aguas a nivel mundial.



Fuente: (-FAO-, 2016)

La ventana del sistema AQUASTAT dedicada a la recopilación de información de aguas residuales, ofrece un submenú de los aspectos que considera y que incluye el agua residual municipal, producida, recolectada y tratada; así como, la infraestructura instalada, información que se presenta a continuación: (-FAO-, 2016)

Figura 2. Subsistema AQUASTAT dedicado a información sobre aguas residuales.

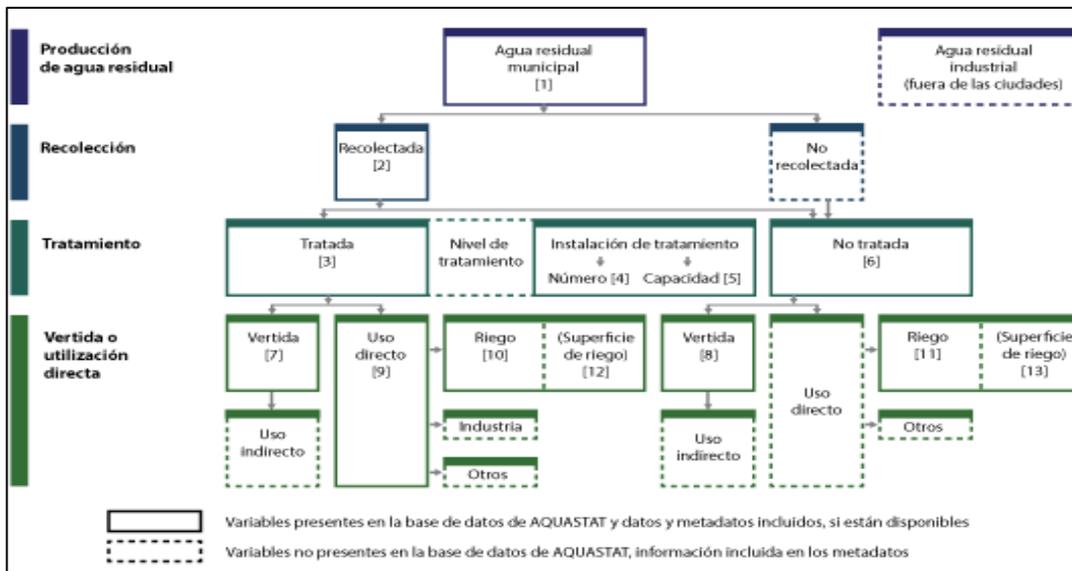


Fuente: (-FAO-, 2016)

Para la alimentación de este sistema existen personas encargadas de revisar datos e informes técnicos, investigaciones y publicaciones de expertos; así como, información publicada en portales electrónicos oficiales, información presentada en eventos públicos, seminarios, puestas en común y presentaciones realizadas por autoridades de los diferentes países. Los datos son compilados durante tiempos indeterminados y permanentes, por lo que esta podría variar y ser incoherente, hasta que se realice la validación de la información obtenida y actualizada. (-FAO-, 2016)

Este portal reúne datos obtenidos del periodo de 1956 a 2012, con respecto al agua residual producida, recogida, tratada, vertida y utilizada nuevamente para riego en actividades productivas de tipo agrícola, esta información, puede ser utilizada en proyecciones, al considerar que la demanda en el uso del recurso agua se incrementa en tanto se incrementa la población en cada país; por lo tanto, la cantidad de aguas residuales también se incrementa. (-FAO-, 2016)

Figura 3. Flujograma del tratamiento de aguas residuales



Fuente: (-FAO-, 2016)

2.7.1 Infraestructura municipal para la captación de aguas residuales

Por medio del Acuerdo Gubernativo 236-2006 Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, se enmarca también la Política Ambiental, este documento refiere que todas las municipalidades deben construir una planta de tratamiento de aguas residuales, por lo cual los alcaldes en el año 2019 solicitaron un periodo perentorio para su cumplimiento ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales Renovables –MARN- (TN23, 2019) y (Presidencia de la República de Guatemala, 2006)

Son tres los objetivos de este Reglamento, entre estos se cuentan los siguientes:

- a) Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana.
- b) Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización.
- c) Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada.

El poder local debe promover la implementación de un sistema de alcantarillado pues la inversión en este sistema de recolección aunado a la construcción de una planta de tratamiento, permitirá la reutilización de las aguas municipales en actividades de riego agrícola, de tal manera que puede aliviar el déficit en la temporada de verano por el estrés hídrico. (Presidencia de la República de Guatemala, 2006)

Personas que están sujetas al cumplimiento del reglamento

- a) Entes generadores de aguas residuales,
- b) Personas que descarguen sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público,
- c) Personas que produzcan aguas residuales para reúso,
- d) Personas que reúsen parcial o totalmente aguas residuales, y
- e) Personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos.

II.7.2. Políticas públicas de aguas residuales

Se han puesto en vigencia Políticas Públicas, entre estas el logro de que todos los municipios a nivel nacional cuenten con una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual no es efectiva mientras no cuente con el financiamiento necesario para ponerla en práctica. (Presidencia de la República de Guatemala, 2006)

El financiamiento estimado para la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales, asciende a un total de 6 mil millones de quetzales, recursos de los que

carecen las comunas, además del tiempo que apremia pues la fecha de cumplimiento fue el 29 de noviembre de 2019, por lo que el MARN otorgó un lapso de tiempo de 48 meses para que se cumpla con la política de aguas residuales en todos los municipios a nivel nacional. (Presidencia de la República de Guatemala, 2006)

Por parte del Estado, el Instituto de Fomento Municipal –INFOM- creó la unidad de plantas de tratamiento, diseñó el documento para la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales para dar cumplimiento a los Acuerdos Gubernativos 236-2006 y 129-2015. (Presidencia de la República de Guatemala, 2006)

II.8. Indicadores de la inadecuada captación de aguas residuales.

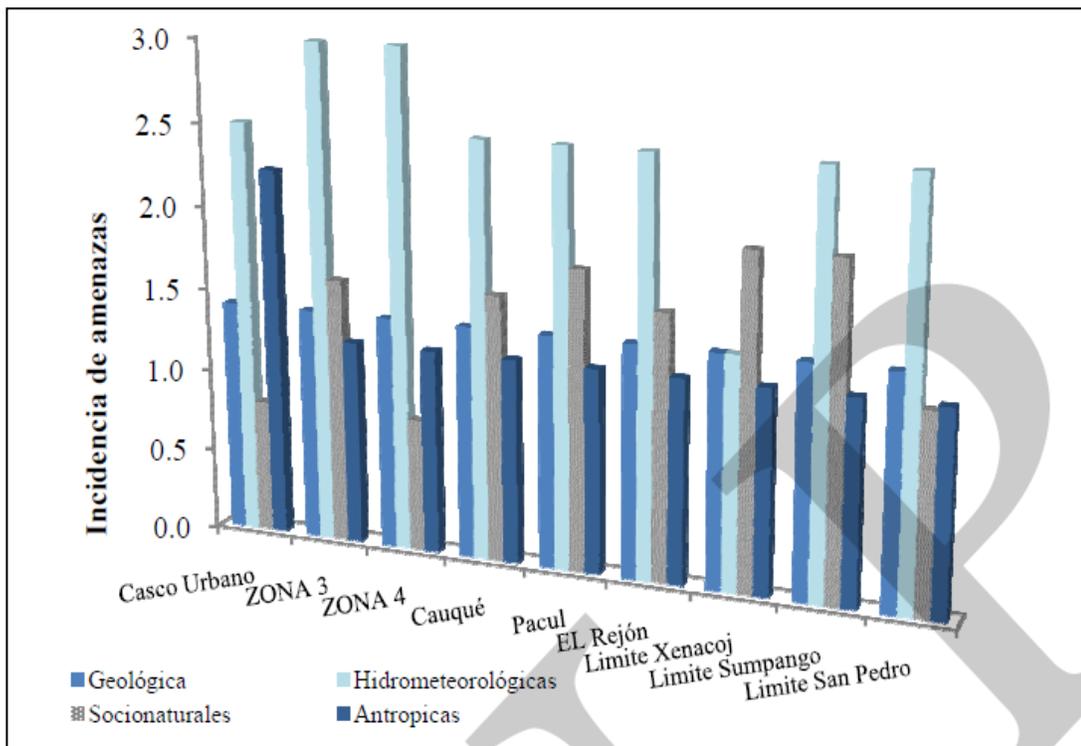
Según datos del Instituto Nacional de Estadística –INE colectados en la Encuesta Nacional de Condiciones de Vivienda 2014/2015 refiere que en el área rural el 64.2% de las viviendas tiene acceso al agua entubada considerada como potable para consumo humano, así el 67.2% de los hogares tiene a su disposición letrinas, mientras que solo el 15.3% tiene inodoros. (Instituto Nacional de Estadística -INE-, 2016)

El Diagnóstico Nacional de Salud, la tasa acceso al agua dentro de los hogares ha alcanzado hasta un 88.6%, mientras que el 78.6% ha mejorado los servicios sanitarios en el hogar. (-MSPAS-, Diagnóstico Nacional de Salud, 2016)

El Plan de Desarrollo Municipal de Santiago Sacatepéquez, refiere datos de SEGEPLAN 2009 al respecto de que el municipio no posee tratamiento de desechos sólidos y líquidos, es decir no funciona un tren de aseo municipal para la colección y manejo y tratamiento de desechos sólidos; tampoco existe una planta de tratamiento de agua residuales, pues estas son decantadas a flor de tierra y otras directamente a los ríos, razón que genera contaminación de sus aguas. (-SEGEPLAN-, 2010)

De acuerdo a las amenazas hidrometeorológicas y socio naturales reportadas en Santiago Sacatepéquez está la contaminación por desechos líquidos que afecta directamente a todo el municipio esta es una de las amenazas con mayor incidencia 2.4%, ante la falta de un sistema de alcantarillado sanitario, este tiene como consecuencia la contaminación de ríos. En cuanto a la gestión de riesgo, dentro de las amenazas antrópicas está la contaminación por desechos sólidos y líquidos. (-SEGEPLAN-, 2010)

Gráfico 7. Incidencia de amenazas por microrregión, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

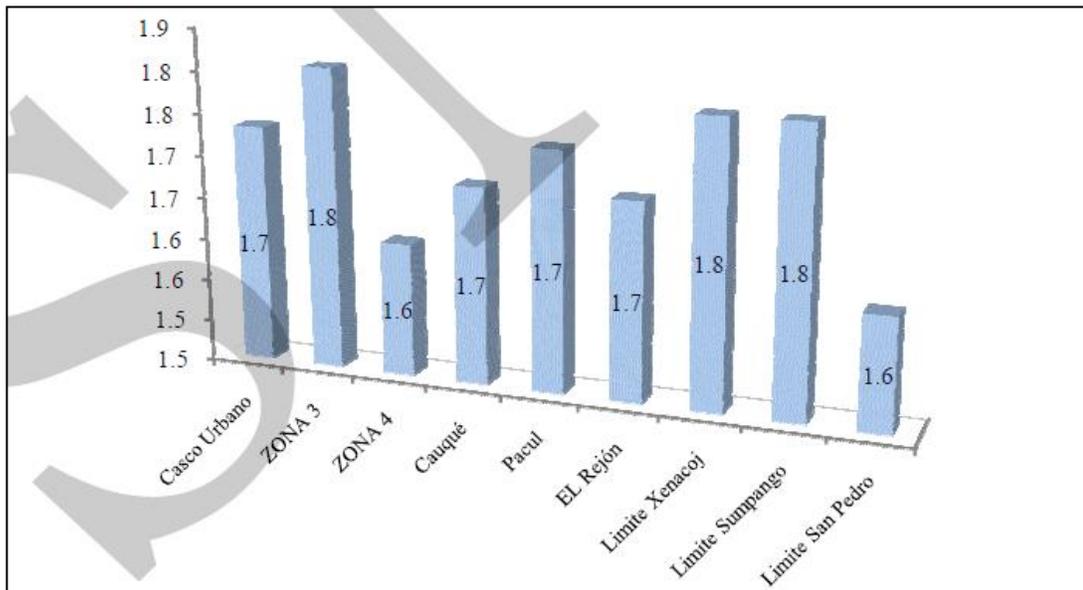


Fuente: (-SEGEPLAN-, 2010)

De acuerdo con el plan de desarrollo municipal se presenta el gráfico de amenazas por inundaciones, San José Pacul registra una incidencia similar a la existente en el casco urbano. La zona 3, zona 4 y el barranco son afectados directamente por las amenazas

hidrometeorológicas, mientras que todo el municipio se ve afectado de manera indirecta, lo que genera daño a casas, carreteras y por consiguiente el colapso de drenajes. (-SEGEPLAN-, 2010)

Gráfico 8. Nivel de amenazas por microrregión, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.



Fuente: (-SEGEPLAN-, 2010)

En cuanto a la gestión integrada del recurso hídrico se carece de algún plan de manejo para el recurso, no existe un plan de conservación de fuentes de agua, por la demanda alta de agua la municipalidad ha perforado 6 pozos, uno de estos está ubicado en San José Pacul. (-SEGEPLAN-, 2010)

De acuerdo con el Objetivo 7 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio en su meta 7/C se incluyó reducir a la mitad, para el 2015, el porcentaje de personas sin acceso al agua potable y servicios de saneamiento. Alcanzar el 83% se estableció como meta de país al respecto de la dotación del agua potable; mientras que para el saneamiento

67.7% con acceso a servicios de saneamiento básico. Se incluye a continuación un cuadro a manera de comparativo que expresa los valores al año 1994 y los valores alcanzados al año 2015 como meta de país. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-, 2020)

Cuadro 18. Alcance de metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible del PNUD.

Recurso	Año 1994 (Porcentaje)	Año 2015 (Porcentaje)
Agua potable	86.9	93.5
Saneamiento básico	43	71.5

Fuente: (-SEGEPLAN-, 2010)

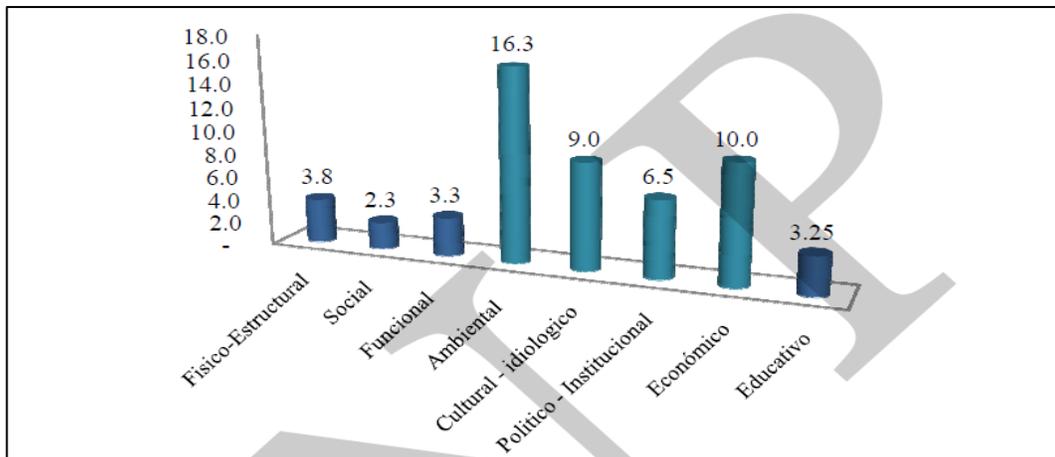
El 70% del territorio municipal es utilizado para la producción agrícola, mientras que la pendiente oscila entre 12% y 40%; el 80% de la población depende de esas labores agrícolas, a pesar de esto la humedad excesiva y las lluvias causan estragos en la producción por lo que hay pérdidas en los cultivos y por consiguiente pérdidas económicas. Con las lluvias y la presencia de basura en las calles se genera contaminación al ambiente, lo que también genera pérdida en los cultivos. (-SEGEPLAN-, 2010)

De acuerdo al Plan de Desarrollo Municipal (2010), la pérdida de cultivos ha propiciado que los agricultores utilicen plaguicidas y fungicidas para controlar plagas y hongos y mejorar la producción, lo que también contamina las fuentes de agua, por infiltración se contaminan las aguas subterráneas; mientras que ante la falta de drenajes se utilizan pozos ciegos y se deja alguna cantidad de agua a flor de tierra lo que genera contaminación. La morbilidad a nivel municipal registra el 14% de enfermedades respiratorias, así también, las enfermedades cutáneas y de parasitismo intestinal registra otro buen porcentaje. (-SEGEPLAN-, 2010)

La meta 4 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio –ODM-, propuso reducir la mortalidad de niños menores de 5 años para el 2015, de tal manera que se reduzca de 110 a 37 para niños menores de 5 años y de 73 a 24 la mortalidad para niños menores de 1 año. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-, 2020)

De acuerdo al Diagnóstico Nacional de Salud (2016) elaborado por el –MSPAS-, la morbilidad y mortalidad por contaminación de alimentos y agua, afecta principalmente a niños menores de 5 años. En el municipio de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez (2009) la tasa de mortalidad para niños de entre 1 a 5 años se estableció en 0.68%; mientras que para niños menores de un año 5.19%. (-SEGEPLAN-, 2010) (-MSPAS-, Diagnóstico Nacional de Salud, 2016)

Gráfico 9. Índice por factor de vulnerabilidad, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.



Fuente: (-SEGEPLAN-, 2010)

El gráfico anterior evidencia que la contaminación ambiental es uno de los principales factores que afecta la aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez. Entre las áreas más vulnerables se encuentran aldea San José Pacul, Pachali, Caserío

Chixolis, Caserío el Manzanillo; así como los límites municipales circunvecinos son los más afectados.

II.9. Red de alcantarillado.

Entre los aspectos importantes para la elaboración de una propuesta estratégica de desarrollo en Santiago Sacatepéquez, se priorizan los que han evidenciado vulnerabilidad para su territorio y población, por lo que se propone incluir en la planificación local a corto, mediano y largo plazo el congestionamiento vial, poca cobertura educativa a nivel medio, poca cobertura en el sector salud, diversificación agrícola, gestión integrada de recursos naturales, gestión integrada de riesgo y gestión integrada de saneamiento ambiental, propulsado por la gestión municipal. (-SEGEPLAN-, 2010)

El poder local tiene a su cargo la planificación y ejecución de proyectos a nivel municipal, por medio de la Dirección Municipal de Planificación, la que apenas tiene 2 elementos, por lo que es necesario brindarle fortalecimiento por medio de la creación de capacidades técnicas y contratación de recurso humano, por medio del cual se dirija, oriente y supervise la ejecución de proyectos.

La gestión de riesgos en Santiago Sacatepéquez a nivel de desastres hidrometeorológicos y asociados es débil, entre los principales fenómenos se identifican derrumbes, deslizamientos e inundaciones, contaminación ambiental por desechos líquidos, drenados sin tratamiento al cauce de los ríos que bañan sus tierras, por lo que es importante manejar adecuadamente los recursos naturales y devolverles su calidad, para garantizar la sustentabilidad y sostenibilidad. (-SEGEPLAN-, 2010) El deterioro de los recursos naturales afecta la salud de la población de Santiago Sacatepéquez, por lo que es importante promover la administración de tales recursos como el agua para recuperar la que es consumida diariamente, para poder devolverle

sus calidades y condiciones y ampliar la disposición del recurso. (-SEGEPLAN-, 2010)

De acuerdo a la planificación promovida por SEGEPLAN (2010) a nivel municipal en Santiago Sacatepéquez, se diseñó una matriz de planificación que concibe el eje de desarrollo de la gestión integrada y participativa para el uso sostenible y sustentable de recursos naturales y culturales; así como, mejorar la calidad del ambiente para los habitantes de Santiago Sacatepéquez, para la disminución de amenazas antrópicas ocasionadas por contaminación de desechos sólidos y líquidos, según se describe a continuación. (-SEGEPLAN-, 2010)

Cuadro 19. Planificación. Eje de desarrollo 1. Gestión integrada y participativa de los recursos naturales y culturales para un medio de vida sostenible.

Objetivo estratégico 1.1. Utilizar de forma sostenible y sustentable los recursos naturales renovables con enfoque de cuenca en el municipio de Santiago Sacatepéquez, para las futuras generaciones.				
Objetivos operativos	Indicadores	Programas	Proyectos municipales	Ubicación de proyectos
Proteger el recurso hídrico para el correcto manejo integrado de las fuentes de agua.	Monitoreo por medio de aforo del recurso hídrico mensual para la correcta administración del agua.	Investigación y conservación del recurso hídrico.	Elaboración de plan de manejo del recurso hídrico del municipio.	Aldea San José Pacul, Chixolis, El Manzanillo, Pachali y Santa María Cauque.
Objetivo estratégico 1.2. Mejorar la calidad del ambiente para los habitantes de Santiago Sacatepéquez, para la disminución de amenazas antrópicas ocasionadas por contaminación de desechos sólidos y líquidos.				
Objetivos operativos	Indicadores	Programas	Proyectos municipales	Ubicación de proyectos
1.2.2. Tratar los desechos	Cobertura del 50% de la	Tratamiento de aguas	Mejoramiento del sistema de	Aldeas Santa María

líquidos del municipio para disminuir la contaminación a cursos de agua del municipio de Santiago Sacatepéquez.	población conectada a la planta de tratamiento de aguas servidas de Santiago Sacatepéquez.	residuales.	alcantarillado para la unificación de caudales en aldeas Santa María Cauque, Chixolis, El Manzanillo, Pachalí y San José Pacul. (uno por aldea)	Cauque, Chixolis, El Manzanillo, Pachalí y San José Pacul.
			Construcción y equipamiento sistema de tratamiento de aguas residuales en aldea Santa María Cauque, Chixolis, El Manzanillo, Pachalí y San José Pacul. (uno para cada aldea)	Aldeas Santa María Cauque, Chixolis, El Manzanillo, Pachalí y San José Pacul.

Fuente: (-SEGEPLAN-, 2010)

El manejo integrado del recurso hídrico y el mejoramiento del sistema de alcantarillado; así como, la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales está considerado en la planificación estratégica de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, esta planificación incluye aldea San José Pacul, para esto debe diseñarse una propuesta específica para la aldea, para orienten el accionar del poder local. (-SEGEPLAN-, 2010)

II.10. Red de alcantarillado sanitario

Según el Acuerdo Gubernativo 236-2006 Reglamento de las descargas y reúso de las aguas residuales y de la disposición de lodos, define a la red de alcantarillado público como el conjunto de tuberías y obras accesorias que son utilizadas por la municipalidad, para recolectar y transportar las aguas residuales de tipo ordinario o de tipo especial, que deben ser previamente tratadas, previo a ser decantadas a un cuerpo receptor. (Presidencia de la República de Guatemala, 2006)

Estudio técnico para manejo de aguas residuales

El MARN y las municipalidades deben hacer cumplir el reglamento, por lo que de acuerdo al Capítulo III, Artículo 5, el poder local debe elaborar un estudio técnico para la administración de las aguas residuales, que debe actualizar cada 5 años, de tal manera que se cuente con un diagnóstico para caracterizar efluentes, descargas, aguas para reúso y lodos. El estudio referido debe contener cierta información de tipo administrativo, al igual que información de tipo técnico, en la que se deben considerar los aspectos que se indican a continuación:

Información general del estudio técnico

- a) Nombre, razón o denominación social.
- b) Persona contacto ante el MARN.
- c) Descripción de la naturaleza de la actividad de la persona individual o jurídica sujeta al presente Reglamento.
- d) Horarios de descarga de aguas residuales.
- e) Descripción del tratamiento de aguas residuales.
- f) Caracterización del efluente que incluye sólidos sedimentables.
- g) Caracterización de las aguas para reúso.
- h) Caracterización de lodos a disponer.
- i) Caracterización del afluente.

- j) Identificación del cuerpo receptor hacia el cual se considera hacer las descargas de las aguas residuales, si aplica.
- k) Identificación del alcantarillado hacia el cual se descargan las aguas residuales, si aplica.
- l) Enumeración de parámetros exentos de medición y su justificación respectiva.

Conjuntamente con el estudio técnico, se deben entregar ante el MARN una serie de documentos, para brindar soporte ante el Ministerio de tal manera que se autorice el sistema diseñado para el tratamiento, reúso o descarga de las aguas residuales, entre estos documentos, se mencionan los siguientes:

- a) Plano de localización y ubicación, que incluya coordenadas geográficas del ente generador o persona que descarga aguas residuales al alcantarillado público.
- b) Plano de ubicación y localización, con coordenadas geográficas, del o los dispositivos de descarga, para la toma de muestras, tanto del afluente como del efluente. En el caso del afluente cuando aplique.
- c) Plan de gestión de aguas residuales, aguas para reúso y lodos. Municipalidades o empresas encargadas de prestar el servicio de tratamiento de aguas residuales, personas que descargan aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, deben incluir lo siguiente:
 - c.1 Catastro de usuarios y monitoreo de sus descargas.
 - c.2 Plan de tratamiento de aguas residuales, si se descargan a un cuerpo receptor o alcantarillado.
 - c.3 Informes de resultados de las caracterizaciones realizadas.

La persona que administre el agua que deba ser reutilizada, deberá realizar una caracterización o diagnóstico de las aguas que se produzcan para su reúso.

De acuerdo al Artículo 16 los parámetros de medición para caracterizar el agua son a) Temperatura, b) Potencial de hidrógeno, c) Grasas y aceites, d) Materia flotante, e)

Sólidos suspendidos totales, f) Demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días a veinte grados Celsius, g) Demanda química de oxígeno, h) Nitrógeno total, i) Fósforo total, j) Arsénico, k) Cadmio, l) Cianuro total, m) Cobre, n) Cromo hexavalente, o) Mercurio, p) Níquel, q) Plomo, r) Zinc, s) Color y t) Coliformes fecales. (Presidencia de la República de Guatemala, 2006)

Según el artículo 20 del Reglamento existen límites máximos permisibles de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, para lo cual se han establecido 4 etapas y fechas de cumplimiento, para cada una de estas cuatro etapas deberán disminuir la presentación de contaminantes en las aguas. (Presidencia de la República de Guatemala, 2006)

Cuadro 20. Límites máximos permisibles de los parámetros para las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores

			Fecha máxima de cumplimiento			
			02/05/2011	02/05/2015	02/05/2020	02/05/2024
			Etapa			
Parámetros	Dimensionales	Valores iniciales	Uno	Dos	Tres	Cuatro
Temperatura	Grados Celsius	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7
Grasas y aceites	Miligramos por litro	1500	100	50	25	10
Materia flotante	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	3500	600	400	150	100
Nitrógeno total	Miligramos por litro	1400	100	50	25	20
Fósforo total	Miligramos por litro	700	75	30	15	10

			Fecha máxima de cumplimiento			
			02/05/2011	02/05/2015	02/05/2020	02/05/2024
			Etapa			
Parámetros	Dimensionales	Valores iniciales	Uno	Dos	Tres	Cuatro
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	< 1x10 ⁸	< 1x10 ⁶	< 1x10 ⁵	< 1x10 ⁴	< 1x10 ⁴
Arsénico	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	1	0.4	0.1	0.1	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	6	3	1	1	1
Cobre	Miligramos por litro	4	4	3	3	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.1	0.1	0.02	0.02	0.01
Níquel	Miligramos por litro	6	4	2	2	2
Plomo	Miligramos por litro	4	1	0.4	0.4	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10	10	10	10	10
Color	Unidades platino cobalto	1500	1300	1000	750	500

Fuente: (Presidencia de la República de Guatemala, 2006)

II.11. Red de alcantarillado sanitario en áreas rurales.

Alcantarillado

Un sistema de alcantarillado es una red de tuberías y obras que la complementan que sirven para drenar aguas residuales de una red domiciliar e industrial y los escurrimientos de las lluvias, las recibe, conduce y traslada hasta el lugar donde son tratadas. (SIAPA, 2014)

II.11.1. Clasificación de los alcantarillados

Los sistemas de alcantarillado se clasifican en función del tipo de agua que acarrearán, entre estos se encuentran el pluvial, sanitario, combinado y semi-combinado. El **alcantarillado pluvial** se refiere al sistema que conduce aguas de lluvia, el **alcantarillado sanitario** transporta aguas residuales domésticas, comerciales e industriales de un municipio, tratamiento y manejo final, el **sistema combinado**, transporta ambos tipos de efluentes, pero esto complica su manejo y disposición final, finalmente el semi-combinado transporta aguas residuales producidas por un área y un porcentaje de las pluviales. (SIAPA, 2014)

En el caso de alcantarillado sanitario se debe utilizar tubería que garantice la impermeabilidad de la línea de conducción, al mismo tiempo que se cuide la calidad de los materiales que se utilizan, el PVC serie 25 (mínimo) es adecuado para el alcantarillado sanitario; así como, el polietileno de alta densidad (PEAD), por lo que se debe determinar qué tipo es el adecuado y menos costoso. (SIAPA, 2014)

II.11.2. Componentes del sistema de alcantarillado

De acuerdo a SIAPA (2014) un sistema de alcantarillado puede conformarse de diferentes partes, entre los que se mencionan: (SIAPA, 2014)

- a. Red de tuberías
- b. Subcolectores.
- c. Colectores.
- d. Emisores.

Red de tuberías

El conjunto o red de tuberías debe transportar las aguas residuales producidas en el área doméstica, comercial e industrial, hasta los colectores, el caudal colectado se acumula, por lo que mientras avanza el caudal la tubería debe ser de mayor diámetro. Al inicio la tubería puede tener un diámetro de 15 centímetros o 6 pulgadas, se espera que los empalmes sean herméticos, estos ramales deben ubicarse al centro de la calle, colocadas de acuerdo a la pendiente del terreno, los que alcanzan velocidad conforme avanza la instalación de la tubería. (SIAPA, 2014)

Los ramales de tubería pueden estar conectados por pozos de visita para su limpieza e inspección, por medio de mangas de empotramiento y colocados en el cruce de calles, en el caso de que hubiera un cambio de dirección o pendiente; así también, para dividir tramos que sobrepasan los 80 metros. (SIAPA, 2014)

Subcolectores, colectores e interceptores.

El **subcolector** se refiere a la tubería que absorbe las aguas negras de las conexiones domiciliarias para acoplarse a un colector, por lo regular tienen un diámetro no mayor a 61 centímetros. Los **colectores** conducen aguas negras de las conexiones domiciliarias, que pueden terminar en un interceptor o en la planta de tratamiento, de ser muy grande el caudal puede haber dos tuberías paralelas. Los **interceptores** son tuberías que colectan aguas negras domiciliarias de dos o más colectores y terminan en planta de tratamiento. (SIAPA, 2014)

Emisores

Colecta las aguas de uno o más colectores, más no así de tuberías con descargas domiciliarias, el agua que colecta la traslada a la planta de tratamiento y luego al punto o cuerpo de descarga. Se recomienda que el sentido de las tuberías debe tener el mismo de la pendiente, de haber excepciones debe usar bombeo. Los **emisores por gravedad**, se conducen por tuberías escogidas en función de la profundidad, los emisores a presión se usan cuando la pendiente o la ubicación de la planta de tratamiento no lo permiten. (SIAPA, 2014)

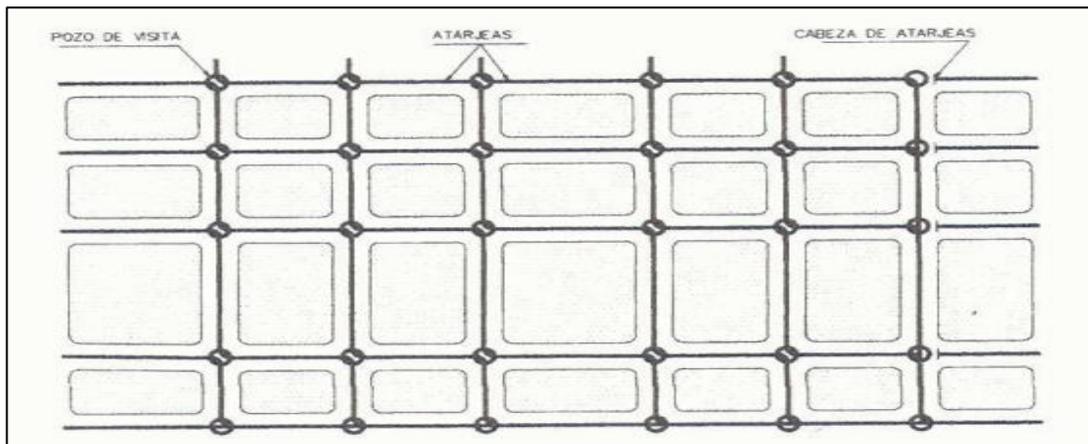
II.11.3 Modelos de construcción de alcantarillados

Es recomendable que la tubería se ubique de acuerdo a la topografía del lugar, por lo que a continuación se presentan algunos tipos como bayoneta, peine y combinados.

Alcantarillado tipo bayoneta

El tipo denominado **bayoneta** da inicio en un punto determinado o cabeza y se construye como una figura de escalera o zigzag, este modelo se puede utilizar en terrenos con pendientes similares o planos y bajas velocidades. (SIAPA, 2014)

Figura 4. Alcantarillado tipo bayoneta

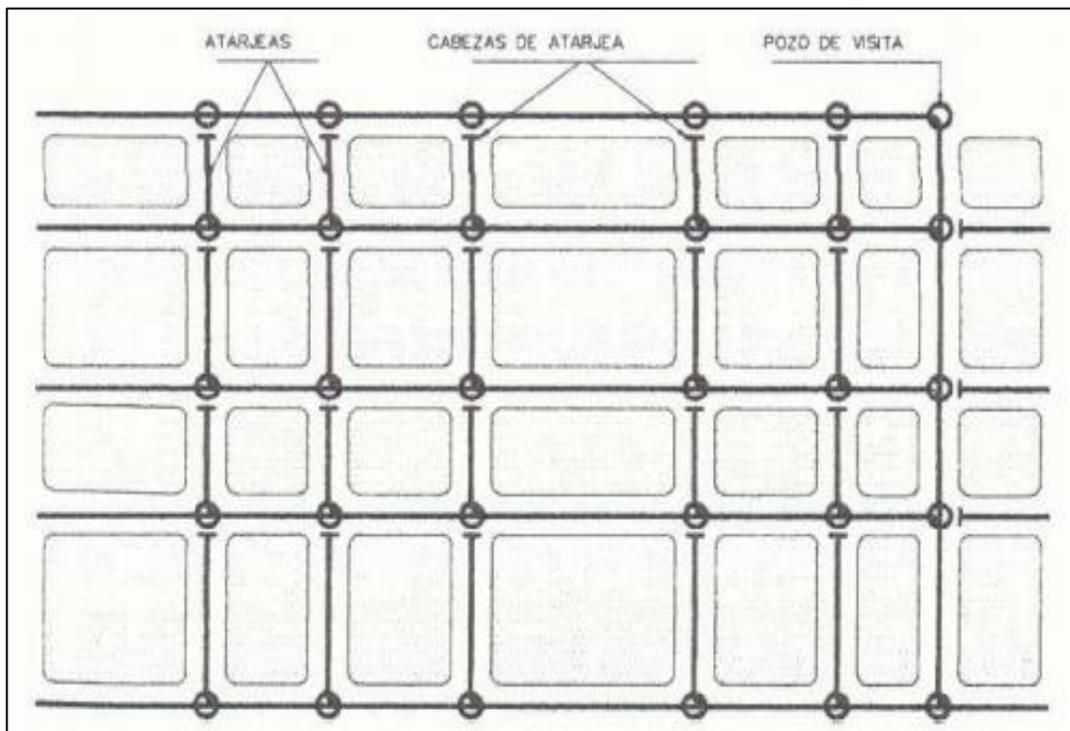


Fuente: (SIAPA, 2014)

Alcantarillado tipo peine

El alcantarillado **tipo peine** se construye con tuberías paralelas, inicia con una cabeza y el diámetro de la tubería se incrementa conforme avanza, entre sus ventajas se identifica que puede haber flujos rápidos, estos sirven cuando las pendientes son irregulares, entre sus desventajas se identifica que las tuberías son subutilizadas por los diámetros que se incrementan. (SIAPA, 2014)

Figura 5. Alcantarillado tipo peine

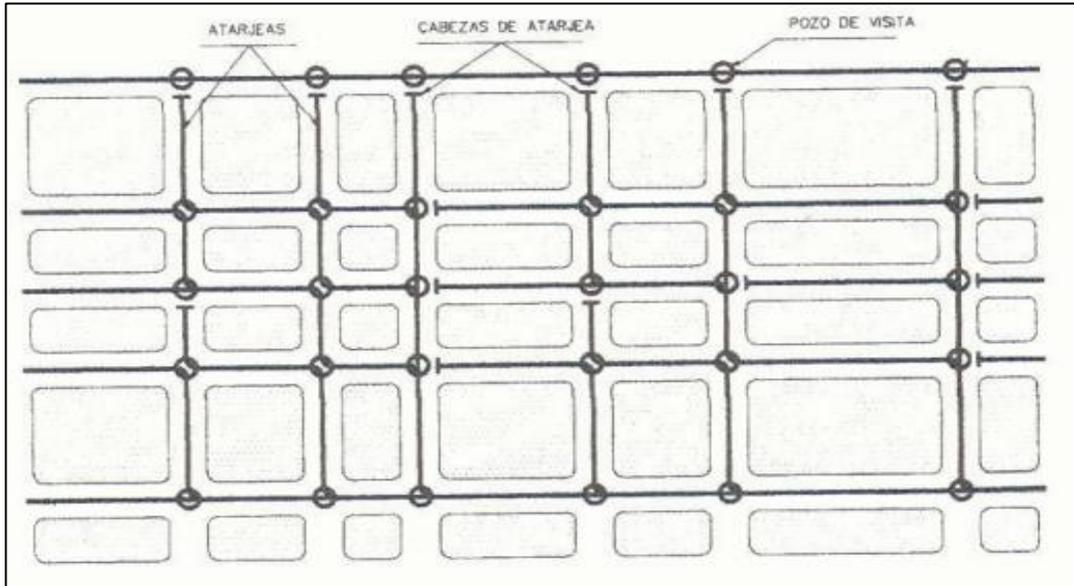


Fuente: (SIAPA, 2014)

Alcantarillado combinado

Este es una combinación del alcantarillado tipo bayoneta y tipo peine y se utiliza en las ocasiones en que la topografía del terreno lo exige. (SIAPA, 2014).

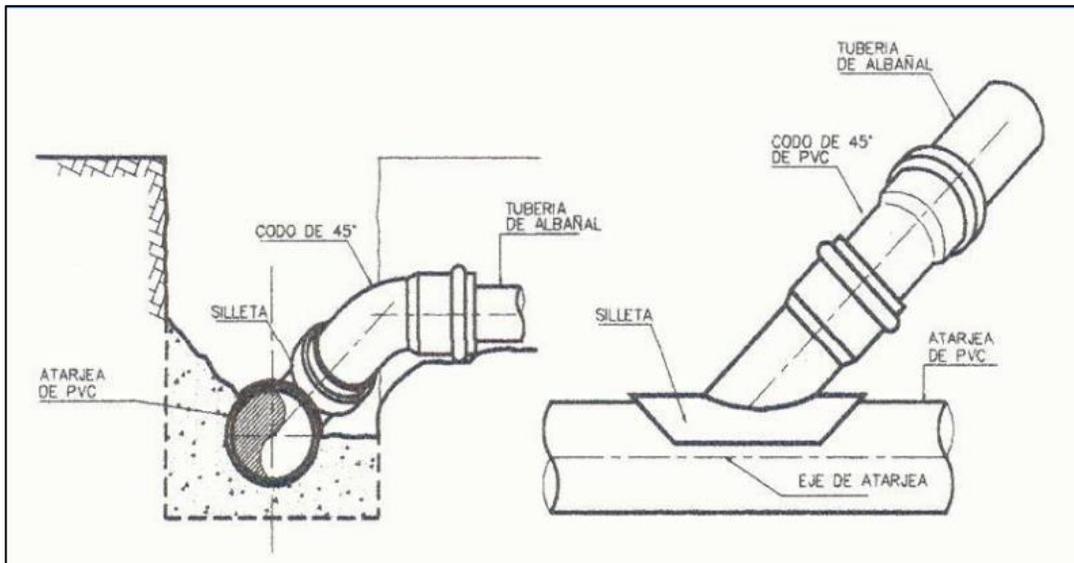
Figura 6. Alcantarillado combinado



Fuente: (SIAPA, 2014)

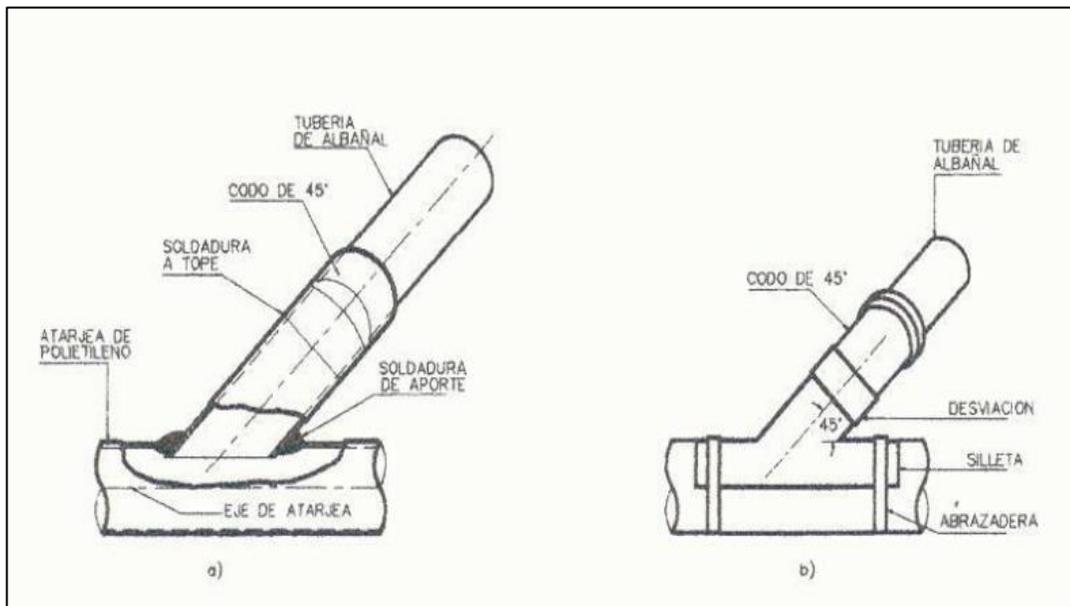
Las conexiones domiciliarias pueden realizarse con los siguientes materiales:

Figura 7. Tubería de Policloruro de vinilo (PVC).



Fuente: (SIAPA, 2014)

Figura 8. Tubería de Polietileno de alta densidad (PEAD)



Fuente: (SIAPA, 2014)

Pozos de visita

Son estructuras que sirven para la intersección de tuberías y la limpieza e inspección del sistema de alcantarillado, también son necesarias en los incrementos de diámetro o cambios dirección y pendiente de las tuberías, algunos se construyen y son fundidos en el lugar donde son ubicados y otros prefabricados e impermeabilizados, con una distancia entre sí de 80 metros, los materiales de construcción pueden ser mampostería, concreto reforzado o tabique; así también de piedra con mortero de arena y cemento 1:4, con un espesor de 28 centímetros, a la profundidad necesaria. (SIAPA, 2014)

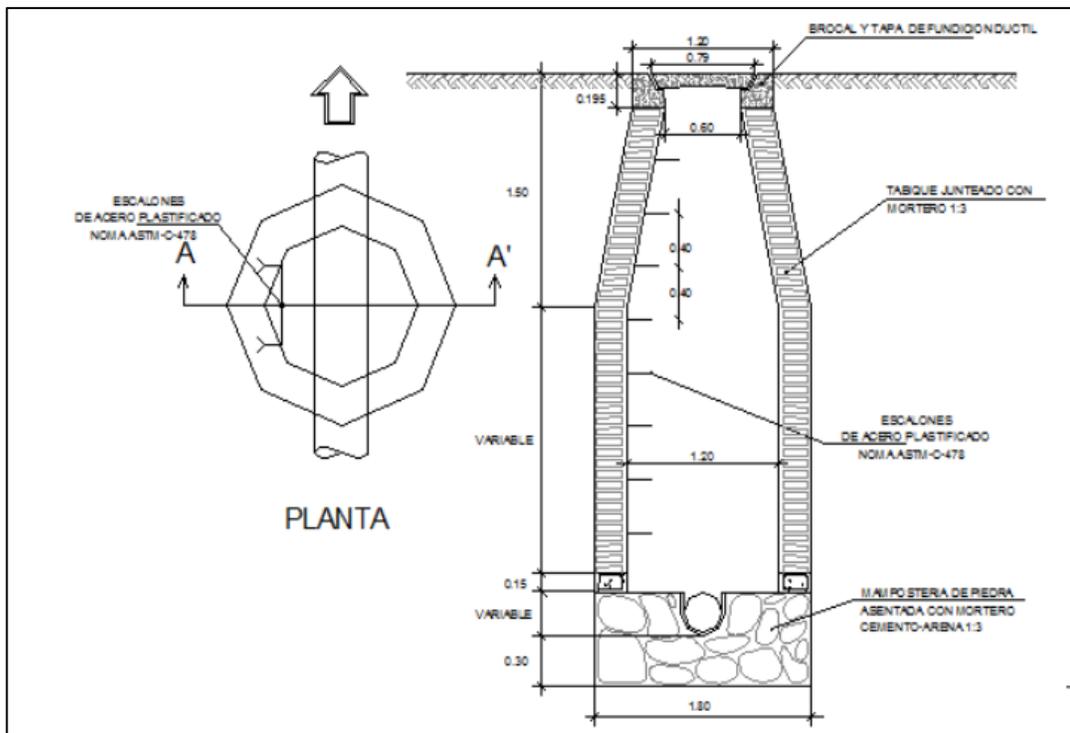
Para la supervisión y limpieza, cada pozo debe contar con gradas de 60 centímetros de longitud, con una contrahuella de 40 centímetros desde la base del piso de material anticorrosivo como fibra de vidrio, acero inoxidable o hierro fundido, existen 4 tipos de pozo, entre estos los siguientes: (SIAPA, 2014)

- Pozos comunes
- Pozos caja
- Pozos caja de unión
- Pozos caja de deflexión

Pozos comunes

Tienen forma cilíndrica en la parte inferior y cónica en la parte superior, cimentados con concreto o mampostería, sus banquetas pueden ser de piedra, su estructura debe estar impermeabilizada. La boca debe estar cubierta con un brocal de hierro flexible, con un diámetro interior de 1.2 metros, con tubería de diámetro de 0.61 metros. (SIAPA, 2014)

Figura 9. Pozo común en un corte transversal



Fuente: (SIAPA, 2014)

Pozos de caja

Están hechos con una caja de concreto reforzado y chimenea de tabique, poseen una estructura rectangular, muro, piso y techo, deben estar hechos de concreto reforzado, con una chimenea que termina en un brocal con tapa de hierro.

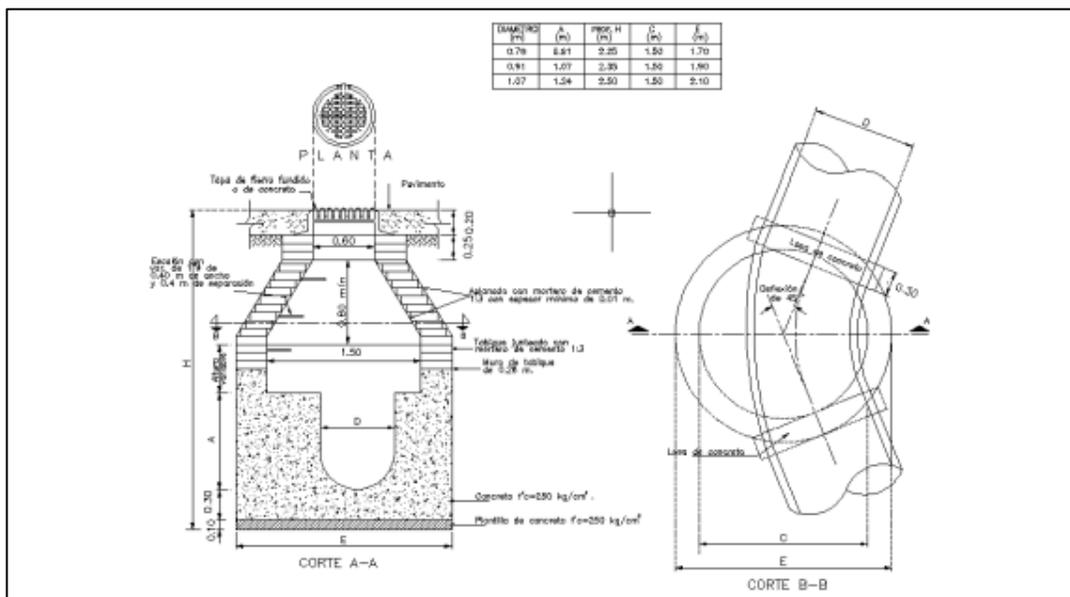
Tipos de pozos caja

Tipo 1 con tuberías de 0.76 a 1.07 metro de diámetro, entronques a 45° y tuberías de 0.60 metros de diámetro;

Tipo 2, con tuberías de 0.76 a 1.22 metros de diámetro, entronques a 45° con tuberías de 0.76 metros de diámetro;

Tipo 3, con tuberías de diámetros de 1.52 a 1.83 metros, entronques a 45° con tuberías de hasta 0.76 metros de diámetro.

Figura 10. Pozo caja deflexión o unión



Fuente: (SIAPA, 2014)

Pozos de caja de unión

Tienen una forma de polígono, no permiten la deflexión de tuberías, hay dos tipos de pozos caja unión, los que se describen a continuación: (SIAPA, 2014)

Tipo 1, utiliza en tuberías de hasta 1.52 metros de diámetro con entronques a 45° de tuberías hasta de 1.22 metros de diámetro.

Tipo 2, con tuberías de 2.13 metros de diámetros con entronques a 45° de tuberías, hasta de 1.52 metros de diámetro.

Pozos caja de deflexión

Son los pozos caja auxiliados por una tubería de entrada y tienen una de salida, colocada en un ángulo de 45° como máximo, para estos se utiliza tuberías de 1.52 a 3.05 metros de diámetro. (SIAPA, 2014)

II.11.4. Variables hidráulicas y cálculo de velocidades

Para el cálculo de velocidades debe calcularse la velocidad máxima y la velocidad mínima del caudal que se va a manejar. La **velocidad mínima** se establece en 0.6 metros por segundo, esta no permite el depósito de sólidos en las tuberías para no generar obstrucciones, el flujo no debe exceder 1 o 1.5 centímetros verticalmente. La **velocidad máxima** permisible es aquella que se ha establecido para evitar el deterioro o erosión de las tuberías y otras estructuras. Estas velocidades máximas son diferentes para cada tipo de material. Para mayor detalle se incluye una tabla de referencia de velocidades. (SIAPA, 2014)

Cuadro 21. Velocidad máxima y mínima permisible en tuberías (alcantarillado)

Material de tubería	Velocidad	
	Máxima	Mínima
Concreto reforzado de 60cm. De diámetro o mayores	3.5	0.60
Concreto presforzado	3.5	0.60
Acero con revestimiento	5.0	0.60
Acero sin revestimiento	5.0	0.60
Acero galvanizado	5.0	0.60
Fierro fundido	5.0	0.60
Fierro dúctil	5.0	0.60
Poliétileno de alta densidad	5.0	0.60
PVC (policloruro de vinilo)	5.0	0.60

Fuente: (SIAPA, 2014)

Diámetros de tuberías

Para evitar obstrucciones por la circulación de algún tipo de desecho o residuo y propiciar una adecuada operación es recomendable utilizar tuberías con diámetros no menores a 25 centímetros o 10 pulgadas, este es el diámetro mínimo, para escoger el diámetro adecuado es necesario hacer el cálculo el caudal que se estima manejar. (SIAPA, 2014)

II.11.5. Cálculo Hidráulico y sus formulas

Con el objetivo de diseñar el ramal adecuado de las tuberías a utilizar, es necesario realizar el cálculo del caudal, este puede ser más sencillo si las aguas residuales recolectadas decantan a un punto abierto, en tal sentido es necesario realizar los cálculos correspondientes previo a la ejecución del proyecto. (SIAPA, 2014)

Fórmula de la continuidad

Esta puede ser utilizada cuando el flujo es permanente y continuo, la cual es

$$Q=VA \text{ (1) (SIAPA, 2014)}$$

Donde:

- Q Gasto en m³/s.
- V Velocidad en m/s.
- A Área transversal del flujo en m².

Fórmula de Manning

Esta es la fórmula que se recomienda utilizar para el cálculo del caudal y diseño del alcantarillado. (SIAPA, 2014)

Donde:

- V Velocidad en m/s.
- r Radio hidráulico, en m.
- S Pendiente del gradiente hidráulico, adimensional.
- n Coeficiente de fricción.

$$V = \frac{1}{n} \cdot r^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Fórmula de radio hidráulico

Está se incluye a continuación: (SIAPA, 2014)

$$r = A/Pm$$

Donde:

- A Área transversal del flujo, en m²
- P Perímetro mojado, en m. que significa metros.

Entre los diferentes tipos de alcantarillado se comparten ciertas situaciones en común, como su infraestructura

De acuerdo con SEGEPLAN (2017) el sistema de alcantarillado para una población está conformado por el alcantarillado sanitario y pluvial, se compone de tuberías que recolectan y transportan en flujos separados las aguas pluviales y las aguas negras, de tal manera que sean decantados en un sistema que les brinde tratamiento con la posibilidad de que estas sean reincorporadas y reutilizadas. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

Según lo referido por el Instituto de Fomento Municipal INFOM (2017) en su documento “Términos de Referencia para elaboración de Estudio de pre factibilidad para construcción de la red de alcantarillado sanitario”, se han definido criterios para el diseño de los proyectos para la construcción de una red de alcantarillado, donde también deben considerarse los criterios establecidos para el uso y resistencia de materiales que son necesarios para el desarrollo del proyecto. Debe elaborarse un documento a nivel de pre factibilidad. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.11.6. Diseño a nivel de anteproyecto

El documento a nivel de pre factibilidad debe incluir los objetivos que orientan su desarrollo, el marco legal, social y ambiental que enmarca el desarrollo del proyecto. Deberá estimar los costos de implementación del proyecto, donde se incluya la compra del terreno y construcción de la obra, compra de equipo, que haga también una estimación de los ingresos que serán permitidos posterior a su implementación, de tal manera que permitirá tomar la decisión de implementarlo o retrasar su implementación. Diseñar la fase de factibilidad y hacer la entrega a las autoridades correspondientes para propiciar su viabilidad. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.11.6.1. Diagnóstico o caracterización

Debe elaborarse un documento que incluya el análisis de la situación actual de la localidad a manera de diagnóstico, estudio de mercado, estudio técnico, estudio legal, estudio financiero, social ambiental y poder determinar qué tan viable es la disponibilidad del financiamiento. Debe incluir también la ubicación del proyecto, vías de acceso, servicios con los que cuenta, tamaño de la población y descripción de la problemática actual. Se debe incluir un resumen ejecutivo que describa los aspectos más importantes de la propuesta y una introducción clara y concisa, seguida de datos generales. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.11.6.2 Datos generales o identificación general

Este apartado debe incluir el nombre del proyecto, debe estar acorde a lo indicado en el anexo 2 “Criterios para asignar nombre a los proyectos”, del marco del proceso de planificación SNIP para proyectos de inversión pública, nombre de la institución responsable del desarrollo del proyecto, nombre de la dependencia responsable de la ejecución del proyecto, función atribuida al proyecto de acuerdo al Manual de Clasificación Presupuestarias del Estado, indicar la localización geográfica, área de influencia que abarca el proyecto y nombre, cargo, teléfono y correo electrónico de la persona responsable del proyecto. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.11.6.3 Aspectos metodológicos

En este apartado deben describirse procesos, instrumentos y mecanismos utilizados en el proceso de recolección de la información que incluya fuentes primarias y secundarias para obtención de datos, métodos y técnicas utilizadas, diseño de muestras, población objeto de estudio con tasa de crecimiento y proyecciones; así como, el respectivo análisis e interpretación de los datos, cuya presentación puede hacerse posteriormente en otro apartado del documento. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.12.7. Caracterización

Este debe incluir antecedentes donde se haga énfasis a gestiones y estudios realizados previamente, caracterización del área de influencia que incluya información geográfica donde se incluyan vías de acceso, topografía, clima, recursos naturales y zonas de vida. Se debe incluir también la caracterización social y económica, que defina la población objeto de estudio es decir beneficiarios directos e indirectos, que incluya aspectos cualitativos como población del área urbana y rural con todas sus variantes y tasa de crecimiento, indicadores de salud, estado civil y escolaridad. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

Es importante incluir y abordar también aspectos sociales, considerar las políticas públicas inherentes al tema, urbanización en función del crecimiento poblacional, cantidad de familias y viviendas actuales; así como su proyección, descripción de su infraestructura. Se debe conocer también algunos aspectos cuantitativos, al respecto del sector educativo, salud, cultura, organización comunitaria, liderazgo, organización y participación comunitaria para la resolución de la problemática; así como, en la administración, operación y mantenimiento del proyecto de infraestructura a implementarse. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

De acuerdo a lo indicado por el INFOM, para la implementación de proyecto de alcantarillado (2017) entre los aspectos económicos es necesario considerar la tenencia y uso de la tierra, la vocación y su uso, el trabajo y empleo, por actividad y sectores la Población Económicamente Activa –PEA, ingreso y gasto por familia y por rama de actividad, descripción de los servicios existentes, entre estos la atención a la salud, educación, transporte, dotación de agua potable, manejo de aguas y desechos sólidos, saneamiento y aspectos recreativos y culturales, planteamiento del problema. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.11.8. Diagnóstico Rural Participativo

Por medio de un diagnóstico rural participativo se pueden construir el árbol de problemas y objetivos, para ofrecer una posible solución por medio de la construcción de la matriz de la estructura lógica, pues es imprescindible conocer la opinión de los beneficiarios directos de la implementación del proyecto, de tal manera a que la población contribuya a que el proyecto sea viable y que la misma población, colabore posteriormente con el mantenimiento adecuado de la infraestructura del proyecto. Es importante justificar adecuadamente la ejecución de la propuesta y plantear la situación con proyecto y sin proyecto. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.12. Vulnerabilidades de la red de alcantarillado sanitario.

Con la implementación de un proyecto de alcantarillado se hace necesario identificar y evaluar los aspectos de riesgo que lo hacen vulnerable, situaciones que son propias de acuerdo a la naturaleza y al contexto donde se estableció el proyecto, por lo que deben realizarse las siguientes acciones (Ordóñez, 2019):

- Identificar los riesgos y vulnerabilidades,
- La exposición que cada componente del sistema presenta ante las amenazas identificadas,
- La evaluación de las vulnerabilidades del componente,
- La calidad de las medidas de respuesta implementadas.

Con relación a la temporalidad de la implementación de un proyecto, es necesario evaluar el riesgo en el momento actual, establecer medios para evaluar su riesgo a futuro y determinar su costo de implementación. Para la evaluación es necesario conocer algunas definiciones que faciliten la evaluación de estos aspectos, se incluyen a continuación algunas definiciones (Ordóñez, 2019).

Amenaza

Se refiere a un factor de riesgo que depende de la influencia de terceros, es decir es de carácter externo representado por un fenómeno que puede manifestarse y activarse en cualquier momento y en un lugar determinado, de tal manera que puede producir un impacto, este puede afectar, causar daños o pérdidas materiales o humanas, que pueden afectar el regular funcionamiento de un sistema determinado. (Ordóñez, 2019)

Vulnerabilidad y capacidad

Es la probabilidad de sufrir un daño que puede incrementarse o disminuirse en el tiempo y es mayor que el hecho de estar expuesto a una amenaza, es una condición de debilidad, susceptibilidad o desventaja, es inherente a una persona, una comunidad de

tipo interno expresada por aspectos o procesos de tipo físico, social, económico o ambiental y que puede incrementar, causada por una la influencia de una amenaza. (BID, 2019)

Condiciones que aumentan la vulnerabilidad de los sistemas de agua y saneamiento

El BID (2019) hace referencia y enlista las condiciones que aumentan la vulnerabilidad de los sistemas de agua y saneamiento que se presentan a continuación:

- Gran extensión geográfica
- Necesidad de ubicar los componentes del sistema en zonas de riesgo
- Presión demográfica en zonas de alto riesgo
- Características variables de los componentes del sistema
- Dependencia de otros sistemas
- Diseños poco flexibles
- Calidad del agua
- Necesidad de un funcionamiento continuo
- Dificultad de acceso a los componentes
- Falta de medidas de prevención y mitigación
- Invisibilidad de las medidas de intervención. (BID, 2019, pág. 15)

Desastre

Causado por la influencia de fenómenos naturales y la exposición, vulnerabilidad o capacidad del ser humano, medio ambiente, sistema, comunidad o sociedad de cualquier tipo que genera lo afecta y que pueden generar pérdidas e impactos sobre seres humanos, materiales, económicos y ambientales. (BID, 2019)

Daños en los sistemas de agua potable y saneamiento

De acuerdo con (BID, 2019) cuando un desastre afecta un sistema de conducción de agua potable o alcantarillado, pueden generarse los siguientes daños directos e indirectos:

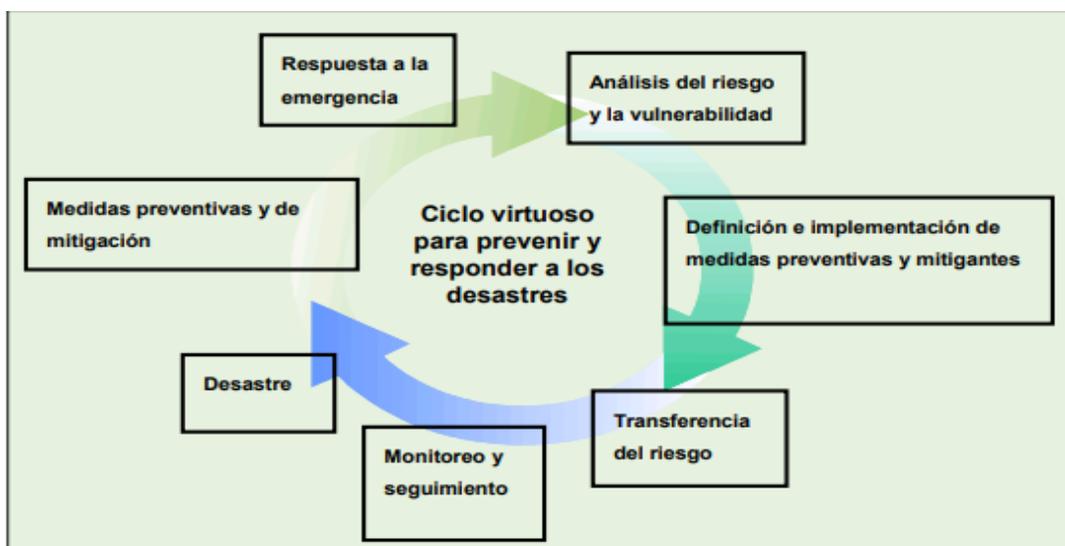
“Daños directos • Pérdida o contaminación de fuentes • Roturas en tubos o accesorios, desacople de uniones, accesorios, aplastamiento o flexión de los tubos • Daños estructurales (por asentamientos diferenciales, licuefacción o corrimiento de fallas, etc.) • Azolve y colmatación de componentes por arrastre de sedimentos • Daños en infraestructura y equipos de sistemas urbanos y rurales • Pérdida de reservas y recursos (químicos, agua almacenada, repuestos) • Acumulación de materia sólida en los sistemas de alcantarillado • Contaminación en distribución • Colapso de captaciones • Cambios en el régimen hidrogeológico: disminución del caudal de las captaciones superficiales y subterráneas, cambio de sitio de salida de aguas de manantiales y nivel de la capa freática“ (BID, 2019, pág. 13)

“Daños indirectos • Disminución de la cantidad de agua potable disponible • Modificación de la calidad del agua cruda debido a deslizamientos • Abandono del sistema • Enfermedades por carencia de agua o por acumulación de aguas lluvias o servidas; incremento de vectores • Presencia de malos olores • Aparición de vectores como moscas, cucarachas, roedores • Contaminación de cuencas • Reflujo de las aguas residuales hacia las viviendas y vías públicas, lo que genera focos de contaminación • Cambios en los procesos de tratamiento de agua (agua potable y residual) • Complicaciones con los seguros • Posible disminución de costos (existe la posibilidad de suministrar menos agua debido al funcionamiento parcial de los sistemas) o incremento de los costos en la producción de agua debido a los problemas en los cauces • Pérdida de ingresos (por agua no facturada, suspensión del servicio, etc.) “ (BID, 2019, pág. 13)

La planificación como herramienta de gestión del riesgo es un instrumento valioso a la hora de prevenir impactos por amenazas y desastres que puedan afectar la condición, prestación del servicio o tiempo de vida de un proyecto, se considera que no es suficiente conocer los aspectos que pueden hacer vulnerable un proyecto y estar conscientes de ello y de su dimensión, es necesario hacer conciencia a las autoridades pues de ellos también depende la autorización y ejecución de acciones para poder menos vulnerables los sistemas y proyectos, adicionalmente es importante contar con el apoyo de la población. (Centro Internacional de Agua y Saneamiento, 2008, pág. 20)

Para mitigar los impactos que hacen vulnerable un proyecto o sistema, es importante contar con la viabilidad de las autoridades o personal político que lidera el proyecto, así también, el apoyo económico y una estrategia técnica que permita un círculo virtuoso para la gestión integral del riesgo y la prevención de desastres. (Centro Internacional de Agua y Saneamiento, 2008, pág. 20)

Figura 10. Ciclo virtuoso para la prevención, mitigación y preparación de los desastres



Fuente: (Centro Internacional de Agua y Saneamiento, 2008, pág. 21)

II.13 Actividades para introducción de alcantarillado sanitario.

De acuerdo al Instituto de Fomento Municipal –INFOM- entre los Términos de Referencia para la presentación de un proyecto de alcantarillado sanitario (2017), refiere que debe incluirse cierta información en la propuesta, para que esta pueda ser aprobada por SEGEPLAN para su implementación, por lo que se incluye en los párrafos subsiguientes un detalle de la información que el documento debe incluir. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.13.1. Diseño del proyecto a nivel de prefactibilidad

II.13.1.1. Nombre del proyecto

Para nombrar un proyecto deben considerarse tres aspectos, el primero es la actividad que va a desarrollarse en el área de contexto a) Proceso, puede ser implementación, ampliación, construcción o reparación; b) Objeto, en este caso alcantarillado Sanitario, y c) Localización, identificar el lugar exacto donde se realizará el proyecto. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.13.1.2. Descripción

Debe realizarse también una breve descripción de que consiste el proyecto; así como, la distancia a cubrir y las casas u hogares a beneficiar. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.13.1.3. Objetivos

Incluir el objetivo general que debe estar acorde al impacto que se quiere alcanzar; así también, los objetivos específicos que es la operativización de acciones que deben realizarse para alcanzar el objetivo general, estas son acciones que deben ser visibles o tangibles, que orienten el diseño y ejecución del proyecto. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.13.1.4. Productos y resultados

Debe citarse y considerarse lo que reza el Acuerdo Gubernativo 236-2006 y considerar sus respectivas modificaciones y el 12-2011, debe citarse en este apartado los productos tangibles que se quieren obtener con el proyecto. Sin perder de vista citar las metas que se refiere al cumplimiento de tiempos y uso de recursos; así como fechas límite para cumplir con ciertas acciones. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.13.1.5. Estudio de mercado

Este sirve de base para el diseño del estudio técnico y delimitar el tamaño de la población que dependerá de la ejecución del proyecto, es necesario definir el servicio y los beneficiarios directos e indirectos, actuales, futuros y flotantes. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.13.1.5.1. Análisis de la demanda

Es imprescindible realizar un análisis de la demanda, para esto debe cuantificarse o valorarse la cantidad y localización de los beneficiarios, por lo que hay que hacer un análisis histórico de la demanda del servicio. Para determinar la demanda actual, es necesario determinar la demanda actual que ha sido atendida, por lo que hay que cuantificar viviendas y personas, usuarios actuales, descripción de cómo se mitiga actualmente el problema, tamaño del servicio a prestar, caracterización de la población a beneficiar. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.13.1.5.2. Análisis de la oferta

Se debe realizar un análisis de la oferta histórica, la oferta que existe actualmente y la oferta futura, en función de los beneficiarios directos e indirectos y de la población que demanda la ejecución del proyecto como una necesidad; a partir de ahí se debe realizar el análisis de la reciba. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.13.1.5.3. Punto de equilibrio

Posteriormente, es necesario tratar de alcanzar un balance de la oferta y la demanda, para alcanzar el punto de equilibrio y determinar la vida útil del proyecto, por lo que es necesario planificar a futuro, determinar las tarifas o tasas impositivas para la población, por recibir el servicio en función de la viabilidad, la capacidad de pago y el financiamiento necesario para hacer sostenible el proyecto. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.13.1.6. Estudio técnico

II.13.1.6.1. Localización

Es importante identificar la localización y ubicación en un punto, donde los costos sean menores, incluye el costo social; es necesario describir su macro localización que puede considerar algunas áreas más adecuadas para el desarrollo del proyecto y micro localización donde se puede ubicar de manera específica el proyecto, aquí es donde deben describirse las vías de comunicación, transportes disponibles, caracterización de los servicios públicos básicos, situaciones ambientales y de salud y saneamiento, topografía, estudio de suelos, tamaño y tecnología, disponibilidad de área para los requerimientos actuales y de futuras ampliaciones, cuerpos receptores. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.13.1.6.2. Tamaño

Debe definirse en función del espacio existente, de los servicios a prestar, aunque deben considerarse otros aspectos; tales como, la capacidad para la cual se tiene estimado el servicio en tiempo y tamaño, cobertura que tendrá o beneficiarios, periodo de tiempo para el cual será diseñado donde deben atenderse las orientaciones de las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del INFOM), población que demanda el servicio, población actual, fija y flotante, donde es necesario considerar su crecimiento. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.13.1.6.3. Tecnología del proyecto

En este aspecto se debe considerar todo lo que corresponde a la construcción, se incluye considerar la identificación, localización y dimensionamiento del predio, incluir la medición topográfica donde se hace altimetría, planimetría, medición de caudal, puntos de alimentación, contaminación, puntos de recolección del agua y cuerpo receptor. Se debe considerar también construcción, instalaciones, mano de obra, tipo de tratamiento, materiales necesarios; así como, descripción de los productos y subproductos, desechos líquidos y otros, como resultado de la colección de aguas y tratamiento. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

En este apartado es importante describir los materiales y recursos a utilizar de acuerdo a las características de la red de alcantarillado a establecer y a la topografía del lugar, pendiente, potencial de asolvamiento, forma en que funciona el sistema de tratamiento propuesto. Se debe describir el proceso productivo y la forma en que se considera brindar el servicio, definir a los sujetos generadores y cada una de las partes del proceso, entre las que se cuentan recolección, conducción, tratamiento y disposición final de las aguas residuales. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.13.1.7. Ingeniería del proyecto

Se debe realizar la caracterización de las aguas residuales, por lo que es necesario conocer sus características físicas, químicas y bacteriológicas, se debe hacer un análisis de laboratorio, por ser un proyecto nuevo su caracterización puede ser teórica. Es oportuno realizar un diseño hidráulico, por lo que se debe estimar el caudal que se manejará, para determinar los procedimientos, normas y criterios establecidos para Guatemala. Debe hacerse trabajo de campo para reconocer el área donde van a colocarse las tuberías y los pozos de visita, área de desfogue, condiciones del cuerpo receptor. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.13.1.7.1. Levantamiento topográfico

Es necesario hacer un levantamiento topográfico, donde se identifiquen los puntos para la unificación de caudales y el área donde se le brindará tratamiento, determinar la longitud del sistema de alcantarillado, al mismo tiempo que se debe identificar la existencia del algún estudio de suelos realizado en el área donde se establecerá el tratamiento de las aguas residuales. Es oportuno conocer la tasa de crecimiento de la población para hacer una proyección y estimar el número de viviendas cuyas aguas residuales serán decantadas en el alcantarillado. Se recomienda que cualquier cálculo esté debidamente fundamentado. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II,13,1.7.2. Diseño de la infraestructura

Los proyectos deben atender lo establecido por el INFOM y el Acuerdo Gubernativo 236-2006 y sus modificaciones. El diseño de la infraestructura a establecer debe considerar la población actual y futura, también la infraestructura mínima del equipo de trabajo para la construcción para higiene del personal operativo y resguardo del equipo y herramienta. De todos los análisis debe tenerse una memoria de cálculo donde se registren las estimaciones de los recursos, donde se incluya infraestructura, equipo y materiales necesarios, esta memoria debe ser firmada y sellada por el profesional que corresponda. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.13.1.7.3. Diseño de planos

Es necesario diseñar una batería de planos que son descritos a continuación, estos deben estar diseñados, aprobados, firmados, sellados y timbrados por un profesional del área sanitaria y un ingeniero civil, entre estos planos se mencionan a los siguientes: (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

- Ubicación y localización del proyecto.
- Topografía y curvas de nivel.

- Sistema de alcantarillado, ubicando pozos de visita y colectores.
- Densidad de vivienda
- Planta de línea de conducción y unificación de descargas que incluya diámetros, pendientes, longitudes y materiales del colector.
- Planta y perfil del diagrama de flujo del sistema de tratamiento con ubicación de unidades del sistema de tratamiento.

Deben existir especificaciones técnicas de construcción, con las características de los materiales y desarrollo de procesos constructivos, incluir cantidad y calidad del equipo, mobiliario y herramientas que se necesitan para ejecutar el proyecto, de lo que debe elaborarse planificación y presupuesto, por lo que es necesario identificar las posibles fuentes de financiamiento para las etapas de pre inversión, factibilidad, ejecución, operación y mantenimiento. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

II.13.1.8. Estudio administrativo

Este puede elaborarse con alguna herramienta que oriente y se identifiquen objetivos, productos, actividades, estrategias, indicadores, medios de verificación, herramientas para control y evaluación del avance en la implementación, para el alcance de los objetivos planteados. Debe presentar la figura organizativa y presupuestaria para las diferentes fases de administración, ejecución, operación y mantenimiento del proyecto. También debe estimarse los costos de operación y mantenimiento para establecer la tasa o tarifa impositiva que deberá pagarse por metro de agua tratado. (SEGEPLAN-INFOM-MARN, 2017)

Deben diseñarse guías y capacitación para personal que estará encargado de administrar y atender el sistema de alcantarillado, que promoverá la operación y brindará mantenimiento. Debe considerarse también alguna estrategia de promoción y divulgación ante la población que incluya información, capacitación para el manejo, beneficios, importancia y costos, dirigido a la población.

Es necesario considerar también la evaluación, control y seguimiento ambiental, que incluya el análisis y gestión de riesgo, que considere a personas con discapacidad y aspectos legales, presupuestarios y financieros, con el costo total del proyecto, costo para la comunidad, ejecución y evaluación tanto financiera, como económica y social.

II.14. Base legal.

II.14.1. Políticas públicas

En Guatemala se han diseñado Políticas Públicas relativas al agua y a la gestión del recurso, con base en la Ley del Organismo Ejecutivo; así como, otras leyes específicas, entre estas relacionadas con la salud, bosques, áreas protegidas y medio ambiente, las más actuales relacionadas al desarrollo rural, seguridad alimentaria, rural y cambio climático; su gobernanza también está considerada y operativizada por medio de la Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural y Código Municipal que enmarca el accionar de los Consejos de Desarrollo en sus distintos niveles y las municipalidades como poder local. (Presidencia de la República de Guatemala, 2011)

II.14.2. Legislación en Guatemala

El marco regulatorio de la administración, gestión y gobernanza del agua en Guatemala, implica la implementación de políticas que se convierten en legislación, se citan para efectos de contextualización los decretos y acuerdos más importantes de manera sintetiza

Decreto 63-91 -Ley de promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico del Concyt, Plan Nacional de Ciencia y Tecnología 2005-2014: describe los aportes de la ciencia y tecnología en el ámbito temático ambiental, de producción agropecuaria, salud, energía, industria y otros.

Acuerdos de Paz 1996 –Consideran entre otros, compromisos para normar los derechos de aprovechamiento de agua de la población desarraigada

Acuerdo de Identidad y Derecho de los Pueblos Indígenas, es el 5°. De los 12 Acuerdos de Paz, identifica la práctica cultural de pueblos indígenas como insumo fundamental para la construcción de mejores condiciones de gobernanza del agua.

Decreto Legislativo 101-96 -Ley Forestal para Guatemala y Agenda Nacional Forestal, considera programas para promover la recarga hídrica.

Acuerdo Gubernativo 278-1998 -Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional, propone asegurar el acceso a servicios básicos donde se considera el agua, entre otros.

Acuerdo Gubernativo 79-2001 -Política Marco de Gestión Ambiental, tuvo entre sus objetivos promover para el 2015 que los diferentes sectores de la población participen en la gestión ambiental y manejo de los recursos naturales, entre los que se considera el agua y cuencas, para que por medio de estos se contribuya al desarrollo sostenible.

Acuerdo Gubernativo 236-2006

Reglamento de las descargas y reúso de las aguas residuales y de la disposición de lodos, define los parámetros mínimos de las sustancias químicas y orgánicas presentes en el agua para ser caracterizada; así como los aspectos básicos que debe llenar el estudio técnico para el reúso de aguas residuales que debe entregarse ante el MARN, define cómo debe ser una red de alcantarillado público y orienta a que debe ser previamente tratada, previo a ser decantada a un cuerpo receptor. (Presidencia de la República de Guatemala, 2006)

Acuerdo Gubernativo 196-2009 Política Nacional de Desarrollo Rural Integral, promueve el ordenamiento territorial, manejo integrado de las cuencas hidrográficas y aprovechamiento de los recursos hídricos, entre otras acciones.

Acuerdo Gubernativo 253-2009 -Política Nacional de Cambio Climático, el ordenamiento territorial y la gestión integrada de los recursos hídricos son medios para conseguir la adaptación al cambio climático.

Acuerdo Gubernativo 328-2009 -Política de Áreas Protegidas y Política para el Manejo Integral de la Zona Marino Costera, considera la valoración de los servicios ambientales, es necesario tener más conocimiento del ciclo hidrológico para establecer cuantitativamente la regulación del ciclo del agua en ecosistemas forestales estratégicos.

Acuerdo Gubernativo 258-2010 -Política Nacional de Producción Más Limpia, considera el cuidado del medio ambiental de manera preventiva e integrada, procesos productivos, productos y servicios, para promover ahorro en el uso del agua y reducir el costo de soluciones de mitigación, así como controlar y evitar su contaminación.

Agenda Nacional de Competitividad 2005-2015, promueve la mejora en la competitividad y contempla instrumentos legales y normativos del manejo del agua e incentivos para no contaminarla, en sus diferentes escenarios.

Decreto Legislativo 16-2017 Ley de Alimentación Escolar, considera el recurso agua como uno de los recursos imprescindibles en la infraestructura instalada en los centros educativos públicos para la entrega de alimentación para escolares de los niveles preprimario y primario.

Decreto Legislativo 12-2002 Código Municipal

El Código Municipal le atribuye al poder local la dotación de los servicios básicos y la satisfacción de las necesidades más inmediatas de la población, por lo cual el alcalde y su corporación municipal en turno, deberán emprender acciones y gestionar la dotación de los servicios de acuerdo a la demanda de la población, por lo cual se han diseñado instrumentos que orientan el accionar del poder local y entre estos la Política Nacional para el Fortalecimiento Municipal; así como de la Política Nacional en Agua y Saneamiento.

Decreto 68-86 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, el Estado de Guatemala debe pronunciar y socializar sus disposiciones y reglamentos para propiciar el control, aprovechamiento y uso de las aguas; prevención, control y determinación de los niveles de contaminación de ríos, lagos y mares; así como, cualquier otra causa o fuente de contaminación del agua. Acciones para velar por el equilibrio ecológico y calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país y el desarrollo local. (Congreso de la República de Guatemala, 1986)

II.14.3. Objetivos de Desarrollo

II.14.3.1. Objetivos de Desarrollo del Milenio ODM

De acuerdo con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-(2002), como resultado de una serie de conferencias y celebración de reuniones denominadas cumbres de las Naciones Unidas, fueron establecidos los objetivos de Desarrollo del Milenio ODM, los países miembros decidieron adoptar y cumplir con la “Declaración del Milenio de las Naciones Unidas” para reducir la pobreza extrema, como horizonte de cumplimiento se estableció el año 2015. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-, 2020)

El objetivo 6 refiere de los Objetivos de Desarrollo del Milenio-Combatir VIH/SIDA, paludismo y otras enfermedades; mientras que el objetivo 7 - Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente, los países se comprometieron a entregar informes de avance de su cumplimiento y un informe final del alcance de las metas y los objetivos establecidos, entre estos países comprometidos se cuenta Guatemala. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-, 2020)

II.14.3.2. Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS

La Agenda 2030 considera el alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y 169 metas, adoptadas en Nueva York (2015) puesto en marcha en Guatemala por Segeplan y la Asociación Nacional de municipalidades –ANAM-, los que por medio de las Políticas Públicas y acciones estratégicas darán cumplimiento a los compromisos alcanzados. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-, 2020)

Estos objetivos y sus respectivas metas fueron adoptados en el año 2015 por los países miembros del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, como una necesidad mundial de poner fin a la pobreza, brindar protección al planeta y garantizar a nivel mundial la paz y prosperidad para 2030. En total son 17 objetivos, el cumplimiento de algunos de estos puede afectar positiva o negativamente el cumplimiento de otros y en conjunto se pretende que a través de estos se pueda equilibrar la sostenibilidad medio ambiental, económica y social. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-, 2015)

Entre los objetivos de los ODS están desde detener el avance de las enfermedades hasta prevenir el conflicto, estos desafíos pretenden centrarse en sistemas, causas profundas y conexiones, para consolidar respuestas oportunas que atiendan a las necesidades reales de las personas. Entre los actores que se identifican para dar

cumplimiento a estos objetivos están gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y los ciudadanos. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-, 2020)

El Objetivo de desarrollo Sostenible ODS 3 se refiere a salud y bienestar, por medio de garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades. El objetivo 6 Agua limpia y saneamiento, se refiere a garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-, 2020)

III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para la comprobación de la hipótesis la cual es “El incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por inadecuado medio de captación de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario”, se identificaron 2 poblaciones a encuestar; para lo cual se utilizó el método deductivo, de las cuales una población profesionales del Centro de Convergencia de aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, se direccionó a obtener información sobre el efecto. Se trabajó la técnica censal, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

La segunda población de estudio Directivos del COCODE y profesionales de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, se direccionó a obtener información sobre la causa de la problemática. Se trabajó la técnica censal, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

Para responder efecto, se trabajó con 5 profesionales del Centro de Convergencia de aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez; para responder causa, se identificaron a 5 Directivos del COCODE y profesionales de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

De la gráfica diez a la catorce se comprueba la variable Y o efecto principal; mientras que de la gráfica quince a la diecinueve, se comprueba la variable X o causa.

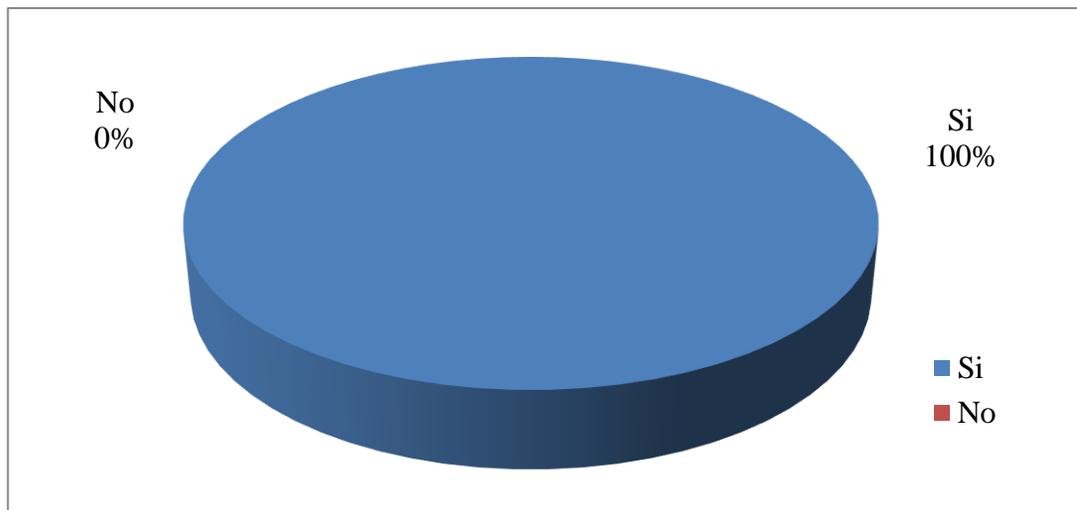
III.1 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente Y (efecto).

Cuadro 22: Encuestados confirman que existe incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1, aldea San José Pacul.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	100
No	0	0
Totales	5	100

Fuente: Profesionales del Centro de Convergencia encuestados, febrero 2020.

Gráfica 10: Encuestados confirman que existe incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1, aldea San José Pacul.



Fuente: Profesionales del Centro de Convergencia encuestados, febrero 2020.

Análisis

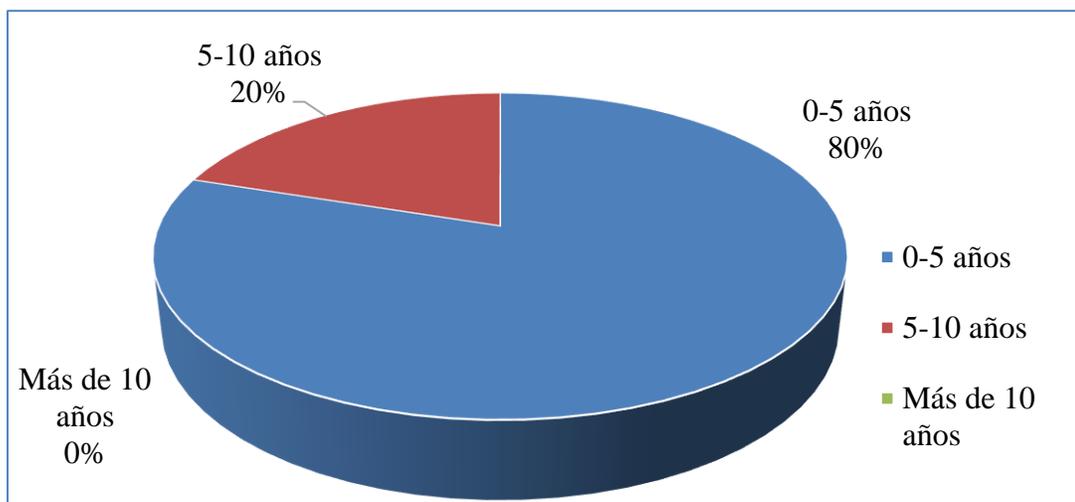
El efecto se confirma mediante la opinión de la totalidad de los encuestados al indicar que existe incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del área de estudio; mientras que ninguno de ellos argumenta la situación contraria.

Cuadro 23: Tiempo de existencia del incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1, aldea San José Pacul.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
0-5 años	4	80
5-10 años	1	20
Más de 10 años	0	0
Totales	5	100

Fuente: Profesionales del Centro de Convergencia encuestados, febrero 2020.

Gráfica 11: Tiempo de existencia del incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1, aldea San José Pacul.



Fuente: Profesionales del Centro de Convergencia encuestados, febrero 2020.

Análisis

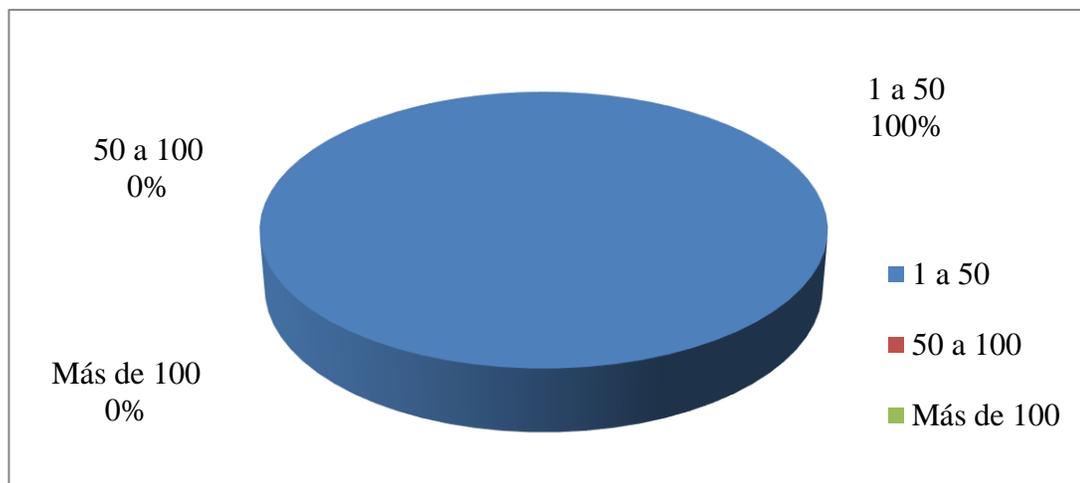
El efecto se confirma mediante la opinión de ocho décimas de los encuestados, al indicar que entre 0 a 5 años existe incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del área de estudio; mientras que dos décimas indican que el incremento data de entre 5 a 10 años y finalmente, ninguno de ellos asegura que la situación estudiada, tenga más de diez años de antigüedad.

Cuadro 24: Encuestados opinan al respecto del incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1, en el último año.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
1-50	5	100
50-100	0	0
Más de 100	0	0
Totales	5	100

Fuente: Profesionales del Centro de Convergencia encuestados, febrero 2020.

Gráfica 12: Encuestados opinan al respecto del incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1, en el último año.



Fuente: Profesionales del Centro de Convergencia encuestados, febrero 2020.

Análisis

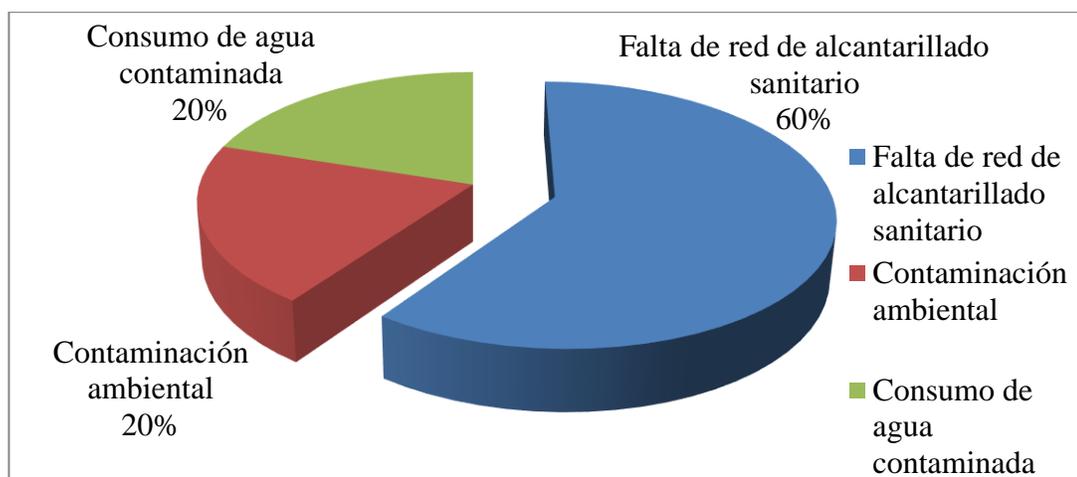
El efecto se confirma mediante la opinión de la totalidad de los encuestados, el incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del área de estudio, en el último año se registró entre 1 a 50 casos; mientras que ninguno de ellos, asegura que la situación estudiada, tenga más de cincuenta o más de cien casos de enfermedades gastrointestinales, en el último año.

Cuadro 25: Encuestados opinan de la causa del incremento de enfermedades gastrointestinales en Sector 1, aldea San José Pacul.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Falta de red de alcantarillado sanitario	3	60
Contaminación ambiental	1	20
Consumo de agua contaminada	1	20
Totales	5	100

Fuente: Profesionales del Centro de Convergencia encuestados, febrero 2020.

Gráfica 13: Encuestados opinan de la causa del incremento de enfermedades gastrointestinales en Sector 1, aldea San José Pacul.



Fuente: Profesionales del Centro de Convergencia encuestados, febrero 2020.

Análisis

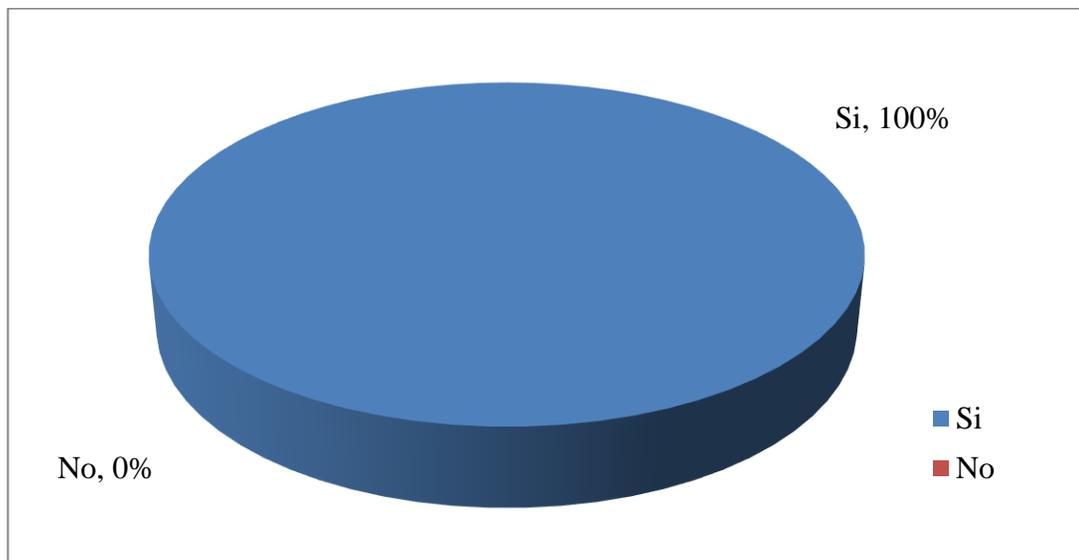
El efecto se confirma mediante la opinión de seis décimas de los encuestados, la principal causa del incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del área de estudio, es la falta de red de alcantarillado sanitario, dos décimas reconocen al consumo de agua contaminada como principal factor; mientras que otras dos décimas lo atribuyen a la contaminación ambiental.

Cuadro 26: Encuestados que confirman que se puede evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1, aldea San José Pacul.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	100
No	0	0
Totales	5	100

Fuente: Profesionales del Centro de Convergencia encuestados, febrero 2020.

Gráfica 14: Encuestados que confirman que se puede evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1, aldea San José Pacul.



Fuente: Profesionales del Centro de Convergencia encuestados, febrero 2020.

Análisis

El efecto se confirma mediante la opinión de la totalidad de los encuestados al indicar que se puede evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del área de estudio; mientras que ninguno de ellos argumenta la situación contraria.

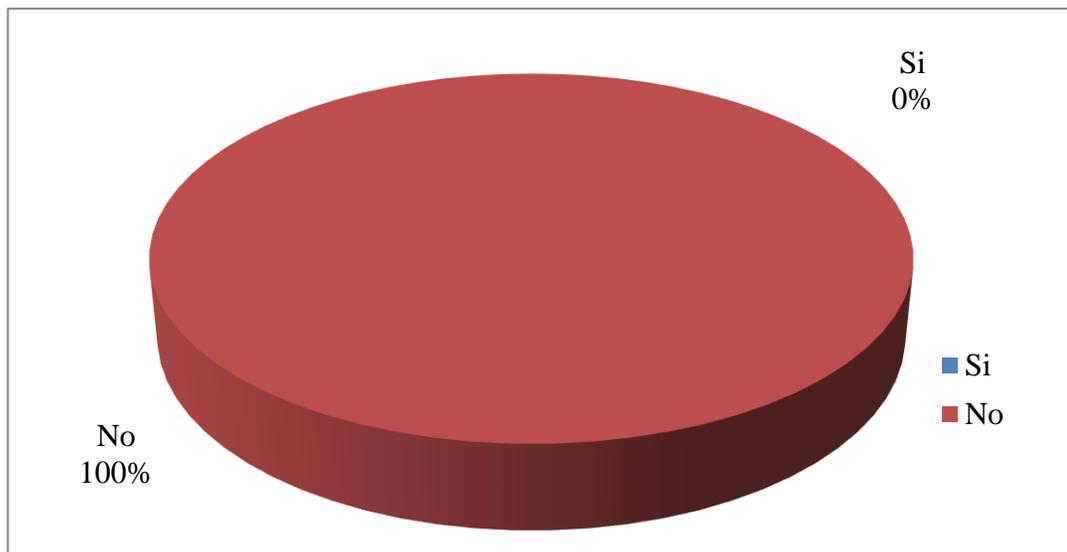
III.2 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente X (causa).

Cuadro 27: Existencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	0	0
No	5	100
Totales	5	100

Fuente: Directivos del COCODE encuestados, febrero 2020.

Gráfica 15: Existencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul.



Fuente: Directivos del COCODE encuestados, febrero 2020.

Análisis

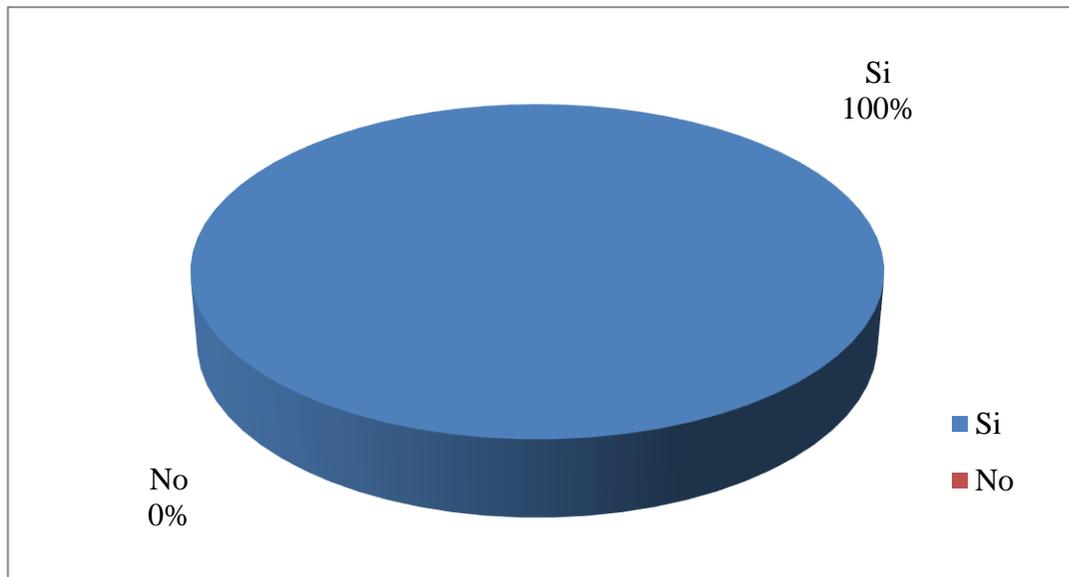
Se confirma la causa mediante la opinión de la totalidad de los encuestados al indicar que no existe proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en área de estudio; mientras que ninguno de ellos argumenta la situación contraria.

Cuadro 28: Encuestados opinan sobre necesidad de implementar proyecto para construcción de red de alcantarillado sanitario.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	100
No	0	0
Totales	5	100

Fuente: Directivos del COCODE encuestados, febrero 2020.

Gráfica 16: Encuestados opinan sobre necesidad de implementar proyecto para construcción de red de alcantarillado sanitario.



Fuente: Directivos del COCODE encuestados, febrero 2020.

Análisis

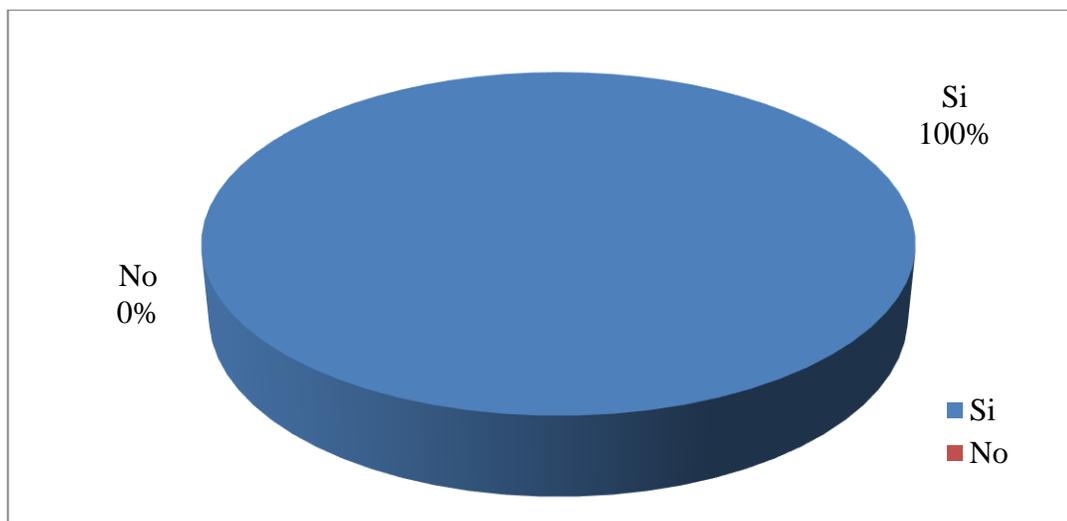
Se confirma la causa mediante la opinión de la totalidad de los encuestados al indicar que es necesario implementar el proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en área de estudio; mientras que ninguno de ellos argumenta la situación contraria.

Cuadro 29: Encuestados opinan que falta de proyecto para construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, afecta calidad de vida de habitantes.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	100
No	0	0
Totales	5	100

Fuente: Profesionales de Dirección Municipal de Planificación encuestados, febrero 2020.

Gráfica 17: Encuestados opinan que falta de proyecto para construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, afecta calidad de vida de habitantes.



Fuente: Profesionales de Dirección Municipal de Planificación encuestados, febrero 2020.

Análisis

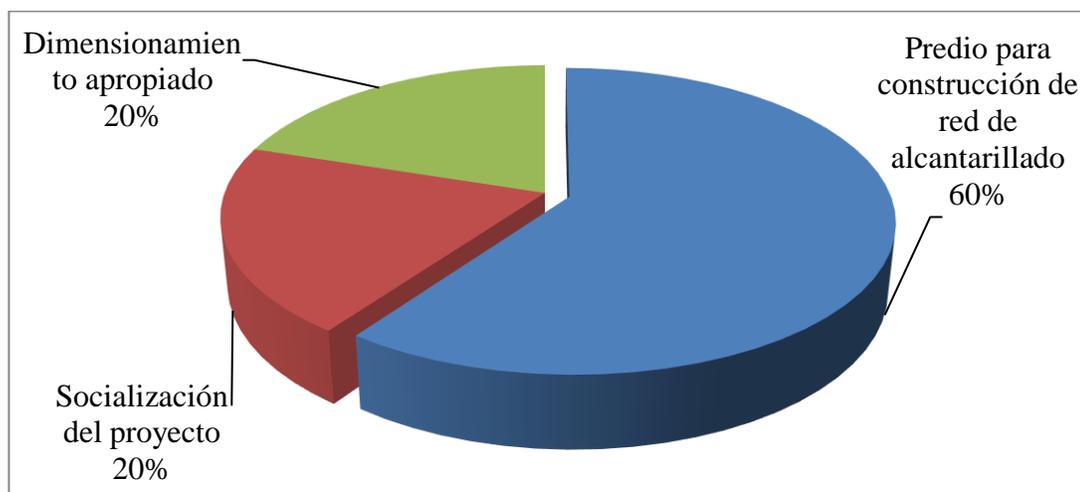
Se confirma la causa mediante la opinión de la totalidad de los encuestados al indicar que la falta de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en área de estudio, afecta la calidad de vida de los habitantes; mientras que ninguno de ellos argumenta la situación contraria.

Cuadro 30: Encuestados opinan de acciones a realizar para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Predio para construcción de alcantarillado	3	60
Socialización del proyecto	1	20
Dimensionamiento apropiado	1	20
Totales	5	100

Fuente: Profesionales de Dirección Municipal de Planificación encuestados, febrero 2020.

Gráfica 18: Encuestados opinan de acciones a realizar para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul.



Fuente: Profesionales de Dirección Municipal de Planificación encuestados, febrero 2020.

Análisis

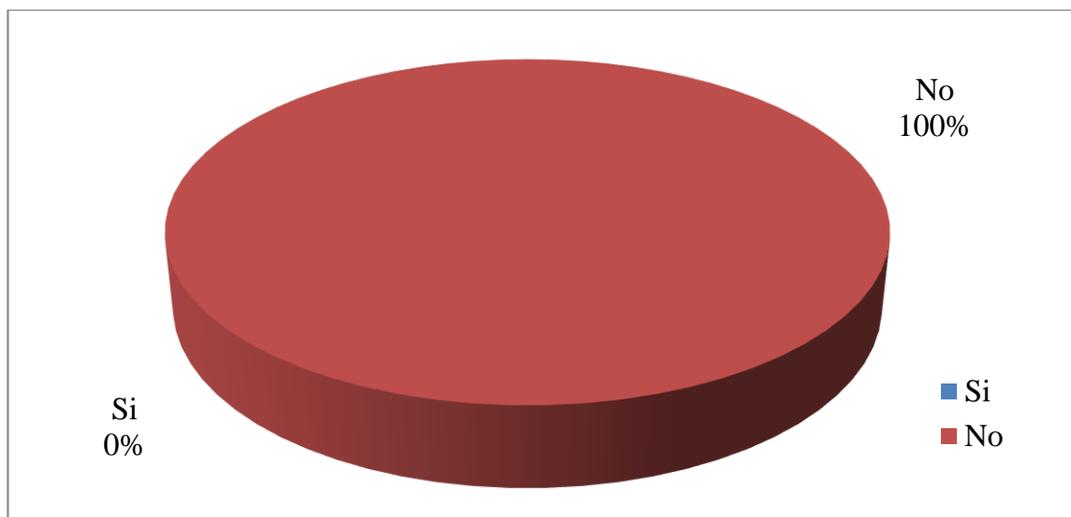
El efecto se confirma mediante la opinión de seis décimas de los encuestados, que consideran que debe contarse con el predio para construcción de red de alcantarillado en área de estudio, por el contrario, dos décimas consideran que debe realizarse previo la socialización del proyecto; mientras que dos décimas coinciden en que el proyecto debe considerar el dimensionamiento apropiado.

Cuadro 31: Encuestados opinan al respecto de que la municipalidad cuenta con financiamiento para construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	0	0
No	5	100
Totales	5	100

Fuente: Profesionales de Dirección Municipal de Planificación encuestados, febrero 2020.

Gráfica 19: Encuestados opinan al respecto de que la municipalidad cuenta con financiamiento para construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul.



Fuente: Profesionales de Dirección Municipal de Planificación encuestados, febrero 2020.

Análisis

Se confirma la causa mediante la opinión de la totalidad de los encuestados al indicar que la municipalidad no cuenta con financiamiento para ejecutar el proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en área de estudio, mientras que ninguno de ellos argumenta la situación contraria.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Realizada la investigación pudieron plantearse las conclusiones y recomendaciones que se vierten a continuación.

IV.1 Conclusiones.

1. Se comprueba la hipótesis: “El incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por inadecuado medio de captación de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario”, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error para las dos variables involucradas.
2. Existe incremento en la incidencia de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1, Aldea Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, en los últimos 5 años.
3. La principal causa del incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1, aldea Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez es la falta de red de alcantarillado.
4. El incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1, aldea Pacul, Santiago Sacatepéquez puede evitarse por medio de la implementación de estrategias que atiendan el problema integralmente.
5. No hay evidencia de que exista proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

6. La carencia de propuesta para implementación de proyecto de red de alcantarillado sanitario en aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, hace evidente la necesidad de que éste se ejecute.
7. El incremento de enfermedades gastrointestinales por el inadecuado sistema de captación de aguas residuales en Sector 1, aldea San José Pacul, afecta la calidad de vida de la población
8. Se carece de predio para la deposición y tratamiento de las aguas residuales que colecte el sistema de alcantarillado sanitario en aldea San José Pacul.
9. No se ha incluido en la planificación anual de las autoridades locales la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.
10. No se cuenta con recursos financieros para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.
11. Se carece de un programa de concienciación y sensibilización dirigido a población y autoridades locales para promover la ejecución del proyecto de alcantarillado sanitario.

IV.2 Recomendaciones

1. Ejecutar el proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.
2. Promover acciones para disminuir enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.
3. Hacer viable por medio del COCODE y municipalidad la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.
4. Fortalecer al COCODE y municipalidad para ejecutar acciones que contrarresten de manera integral la incidencia de enfermedades gastrointestinales en Sector 1, aldea San José Pacul.
5. Realizar estudios técnicos, previo a ejecutar el proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.
6. Diseñar técnicamente el proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.
7. Promover acciones que atiendan el incremento de enfermedades gastrointestinales en niños para mejorar la calidad de vida de la población en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez

8. Identificar y adquirir un predio para la deposición y tratamiento de las aguas residuales que colecte el sistema de alcantarillado sanitario del Sector 1, aldea San José Pacul.
9. Incluir en la planificación anual de las autoridades locales la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.
10. Promover la gestión de autoridades locales para financiamiento necesario para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.
11. Diseñar una jornada de sensibilización y concienciación a las autoridades locales sobre la necesidad de construir red de alcantarillado sanitario; así como capacitar a la población sobre el manejo de desechos sólidos.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar Tumax, C. (2010). *Utilización de aguas grises tratadas y aprovechamiento de aguas pluviales en edificaciones un enfoque coenergético*. Tesis de grado de Ingeniería Civil , Guatemala.

Asamblea Nacional Constituyente de Guatemala. (31 de mayo de 1985). *Constitución Política de la República de Guatemala*. (A. N. Constituyente, Ed.) Guatemala.

CIEN. (2015). *Proyecto de Lineamientos de Política Económica, Social y de Seguridad 2011-202*. Guatemala.

Cisek, Cindi, Chloé Revuz, y Christina Kramer. (marzo de 2016). *Diagnóstico del sistema de salud de Guatemala 2016: Diagnóstico del Sector Privado de Planificación Familiar, Atención Prenatal y Parto*. Recuperado el 3 de abril de 2020, de Bethesda, MD: Proyecto Fortalecimiento de los Logros en Salud a través del Sector Privado, Abt Associates Inc:
<https://www.shopsplusproject.org/sites/default/files/resources/Diagno%CC%81stico%20del%20sistema%20de%20salud%20de%20Guatemala%202016.pdf>

Congreso de la República de Guatemala. (1986). Decreto 68-86 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. Guatemala.

Congreso de la República de Guatemala. (1997). Ley del Organismo Ejecutivo. *Decreto 114-97*. Guatemala.

Congreso de la República de Guatemala. (2002). Código Municipal. *Decreto 12-2002*. Guatemala.

-FAO-, O. d. (2016). *Base de Datos Principal AQUASTAT*. Recuperado el 8 de abril de 2020, de Sistema mundial de información de la FAO sobre el agua en la agricultura. Agua residual municipal:
<http://www.fao.org/aquastat/es/overview/methodology/wastewater>

FAO, s.f. . (s.f.). *Planos y mapas topográficos*. Recuperado el 16 de Octubre de 2018, de
http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6707s/x6707s07.htm

Fundación Carlos Slim. (2020). *CLIKISalud.net*. Recuperado el 2 de abril de 2020, de <https://www.clikisalud.net/gastritis/enfermedades-gastrointestinales/>

-INE-, I. N. (2016). *Población de Guatemala entre 5 y 9 años durante el periodo 2011-2015 según departamento*.

Instituto Geográfico Nacional de Guatemala. (2014). *Geoportal*. Recuperado el 16 de abril de 2019, de IGN-WMS Departamentos : <http://ign.gob.gt/geoportal/index.html>

Instituto Mexicano de Seguridad Social, I. (24 de febrero de 2015). *Enfermedades gastrointestinales*. Recuperado el 2 de abril de 2020, de <http://www.imss.gob.mx/salud-en-linea/enfermedades-gastrointestinales>

Instituto Nacional de Estadística -INE-. (2016). Encuesta Nacional de Condiciones de Vivienda 2014/2015 . -*ENCOVI*-. Guatemala.

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2017). *Ciencia al servicio*. Recuperado el 2 de abril de 2020

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2019). *Primeras causas de morbilidad general* . Recuperado el 23 de marzo de 2020, de Datos por año, CIE-10, diagnóstico y cantidad, según grupo de edad y género : <https://sigsa.mspas.gob.gt/datos-de-salud>

Molina, V. (2017). *Aproximaciones al concepto de salud y enfermedad*. Recuperado el 1 de abril de 2020, de <https://slideplayer.es/slide/7040226/>

-MSPAS-, M. d. (2016). *Diagnóstico Nacional de Salud*. Diagnóstico Nacional, Unidad de Planificación Estratégica, Departamento de Seguimiento y Evaluación, Guatemala. Recuperado el 2020

-MSPAS-, M. d. (2019). *Sistema de Información Gerencial de Salud*. Recuperado el 3 de abril de 2020, de Morbilidad por IRAS y ETAS: <https://sigsa.mspas.gob.gt/datos-de-salud/morbilidad/morbilidad-por-iras-y-etras>

-MSPAS-, M. d. (s.f.). *Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR NTG 29001*. Recuperado el 12 de abril de 2020, de Agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones: <https://www.mspas.gob.gt/images/files/saludambiente/regulacionesvigentes/AguaConsumoHumano/NormaTecnicaGuatemaltecaNTG29001.pdf>

-OPS-, O. P. (2016). (M. d. –MSPAS, Ed.) Recuperado el 4 de abril de 2020, de https://www.paho.org/gut/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=publications&alias=793-desigualdades-en-salud-en-guatemala&Itemid=518

-OPS-, O. P. (s.f.). *Enfermedades transmisibles*. Recuperado el 4 de abril de 2020, de https://www.paho.org/gut/index.php?option=com_content&view=article&id=500:enfermedades-transmisibles&Itemid=405

Organización Mundial de la Salud. (2015). *Portal Web OMS*. Recuperado el 2 de abril de 2020, de https://www.who.int/foodsafety/areas_work/foodborne-diseases/fergonepager_es.pdf?ua=1

Organización Mundial de la Salud. (2020). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 1 de abril de 2020, de <https://www.who.int/es/about/who-we-are/frequently-asked-questions>

Organización Panamericana de la Salud. (s.f.). *Información y Análisis de Salud*. Recuperado el 1 de abril de 2020, de Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE): https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=3561:2010-clasificacion-internacional-enfermedades-cie&Itemid=2560&lang=es

Presidencia de la República de Guatemala. (mayo de 2011). *Política Nacional de Agua de Guatemala y su Estrategia*. (E. C.-d. Cruz, Ed.) Recuperado el 10 de abril de 2020, de http://www.segeplan.gob.gt/downloads/clearinghouse/politicas_publicas/Recursos%20Naturales/Pol%C3%ADtica%20Nacional%20del%20Agua%20de%20Guatemala.pdf

Portal educativo. (s.f.). *Clasificación de las enfermedades*. Recuperado el 2 de abril de 2020, de <https://www.portaleducativo.net/septimo-basico/746/Clasificacion-de-las-enfermedades>

Presidencia de la República de Guatemala. (2006). Acuerdo Gubernativo 236-2006. *Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos*. Guatemala.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 16 de abril de 2020, de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-. (2020). *Objetivos de Desarrollo del Milenio*. Recuperado el 16 de abril de 2020, de https://www.undp.org/content/undp/es/home/sdgoverview/mdg_goals.html

RAE, R. A. (2017). *DIRAE*. Recuperado el 8 de enero de 2020, de <https://dirae.es/palabras/deterioro>

Real Academia Española. (2020). *Diccionario de Español Jurídico*. Recuperado el 10 de abril de 2020, de <https://dej.rae.es/lema/aguas-residuales>

SEGEPLAN. (2010). *Plan de Desarrollo Departamental*. Consejo Departamental de Desarrollo del Departamento de Sacatepéquez. Secretaria General de Planificación y Programación de la Presidencia. Dirección de Planificación Territorial., Sacatepéquez.

-SEGEPLAN-, S. G. (2010). *Plan de Desarrollo Municipal de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez. 2011-2025*. Recuperado el 16 de abril de 2020, de [file:///C:/Users/Hector%20Hortega/Downloads/PDM_306%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/Hector%20Hortega/Downloads/PDM_306%20(4).pdf)

SEGEPLAN-INFOM-MARN. (2017). *Terminos de Referencia para Estudio de Prefactibilidad para construcción de red de alcantarillado sanitario para la cabecera municipal de Champerico, Departamento de Retalhuleu*. Recuperado el 14 de abril de 2020, de <http://www.infom.gob.gt/nuestros-servicios/plantas-de-tratamiento/>

SEMI. (abril de 2020). *Enfermedades*. Recuperado el 1 de abril de 2020, de Salud y enfermedad, ¿Qué son?: <https://www.fesemi.org/informacion-pacientes/hemeroteca-salud/enfermedades/salud-y-enfermedad-que-son>

SIAPA, S. I. (2014). *Criterios y Lineamientos Técnicos para Factibilidades*. Recuperado el 20 de abril de 2020, de https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_3._alcantarillado_sanitario.pdf

TN23. (8 de noviembre de 2019). *TV Noticiero TN23*. Recuperado el 15 de abril de 2020, de Comunas tendrán 4 años más para implementar plantas de tratamiento: <https://www.tn23.tv/2019/11/08/comunas-tendran-4-anos-mas-para-implementar-plantas-de-tratamiento/>

-USAID-, A. d. (2015). *Guatemala, Análisis del Sistema de Salud*. (C. B. Ávila, Ed.)
Recuperado el 4 de abril de 2020, de
<https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/Guatemala-Analisis-del-Sector-Publico-Salud-Esp-INFORME-COMPLETO-FINAL-Abr2016.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Modelo Dominó

F-30-07-2019-01

Modelo de investigación y proyectos: Dominó

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

Elaborado por: Angel Noé Paniagua López Para: Programa de Graduación Universidad Rural de Guatemala

Fecha: 01 de junio de 2022

Problema	Propuesta	Evaluación
1) Efecto o variable dependiente Incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años.	4) Objetivo general Disminuir enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.	15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general Indicadores: Finalizados dos años de ejecutada la propuesta, se disminuyen las enfermedades gastrointestinales en niños del área de estudio y se alcanza el 90 % de solución planteada a la problemática del efecto.
2) Problema central Inadecuado medio de captación de aguas residuales en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.	5) Objetivo específico Contar con adecuado medio de captación de aguas residuales en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.	Verificadores: Reportes mensuales del Centro de Convergencia. Encuestas a padres de familia. Supuestos: La Unidad Ejecutora implementa el programa de Buenas Prácticas de Salud en hogares del área de estudio.
3) Causa principal o variable independiente Inexistencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1,	6) Nombre Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea	16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico Indicadores: Al primer año de implementada la propuesta, se cuenta con adecuado medio de

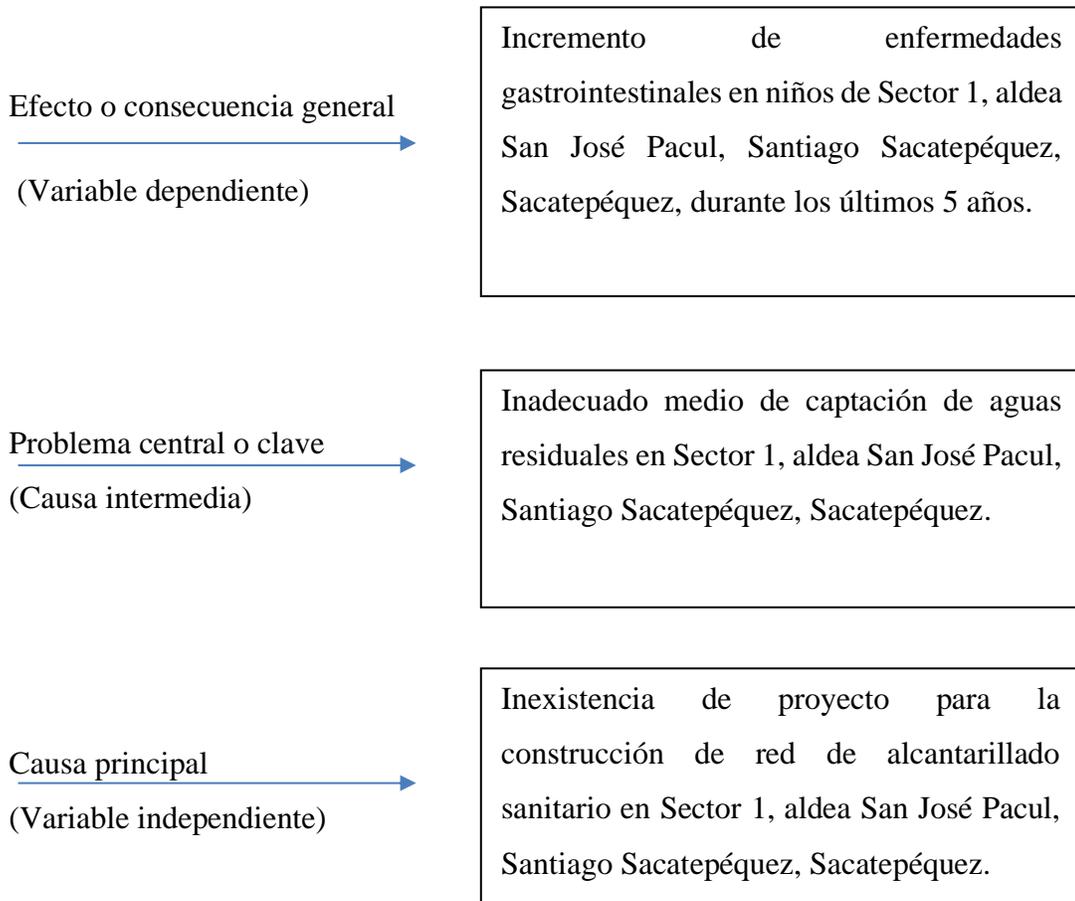
<p>aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.</p>	<p>San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.</p>	<p>captación de aguas residuales, lo que finaliza en 90 % de solución a la situación del problema central identificado en el árbol de problemas.</p>
<p>7) Hipótesis</p> <p>El incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por inadecuado medio de captación de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario.</p> <p>¿Será la inexistencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario, la causante del incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por inadecuado medio de captación de aguas residuales?</p>	<p>12) Resultados o productos</p> <p>* Se cuenta con el COCODE como Unidad Ejecutora. * Se elabora anteproyecto de Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario. * Se formula programa de mantenimiento y operación de la red.</p>	<p>Verificadores: Reportes anuales de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez.</p> <p>Supuestos: La Unidad Ejecutora enlaza esfuerzos con la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, para implementar el programa de mantenimiento permanente de la red.</p> <p>La Municipalidad de Santiago Sacatepéquez, instituye, el programa de obligatoriedad para incluir a nuevos usuarios a la red.</p> <p>Cooperantes: Municipalidad de Santiago Sacatepéquez.</p>

<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>a) ¿Considera usted que existe incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1 de la aldea? Si _____ No _____</p> <p>b) ¿Desde hace cuánto tiempo existe incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1 de la aldea? 0-5 años___5-10 años___ Más de 10 años___</p> <p>c) ¿En cuánto se han incrementado los casos de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1 de la aldea, en el último año? 1-50__ 50-100___ Más de 100_____</p> <p>Dirigidas a profesionales del Centro de Convergencia de aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.</p> <p>Boletas 5, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.</p>	<p>13) Ajustes de costos y tiempo</p> <p style="text-align: center;">N/A</p>
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>a) ¿Conoce si existe proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul? Si___ No _____</p> <p>b) ¿Considera usted que es necesario implementar el proyecto para la construcción</p>	

<p>de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul? Si_____ No_____</p> <p>c) ¿Cree usted que la falta de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, afecta la calidad de vida de los habitantes? Si_____ No_____</p> <p>Dirigidas a Directivos del COCODE y profesionales del Dirección Municipal de planificación (DMP) de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.</p> <p>Boletas 5, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.</p>	
<p>10)Temas del Marco Teórico</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Enfermedades gastrointestinales. b. Enfermedades gastrointestinales por estrato social. c. Enfermedades gastrointestinales en niños. d. Indicadores del aumento de enfermedades gastrointestinales en niños. e. Aguas residuales. f. Captación de aguas residuales. g. Indicadores de la inadecuada captación de aguas residuales. h. Red de alcantarillado. i. Red de alcantarillado sanitario. 	<p>14) Anotaciones, aclaraciones y advertencias</p> <p>Forma de presentar resultados:</p> <p>El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p> <p>R1: Se cuenta con el COCODE como Unidad Ejecutora.</p> <p>A1 An</p> <p>R2: Se elabora anteproyecto de Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario.</p> <p>A1 An</p> <p>R3: Se formula programa de mantenimiento y operación de la red.</p>

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

Tópico: Inadecuado medio de captación de aguas residuales.



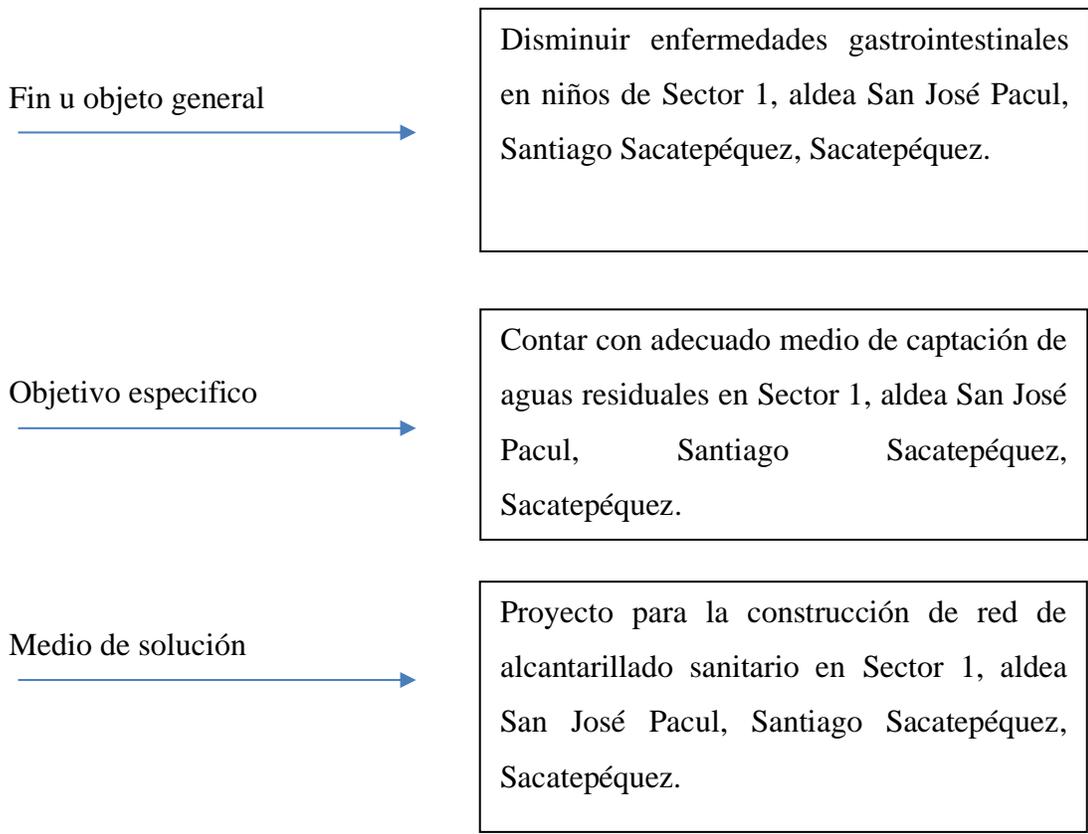
Hipótesis causal:

“El incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por inadecuado medio de captación de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario.”

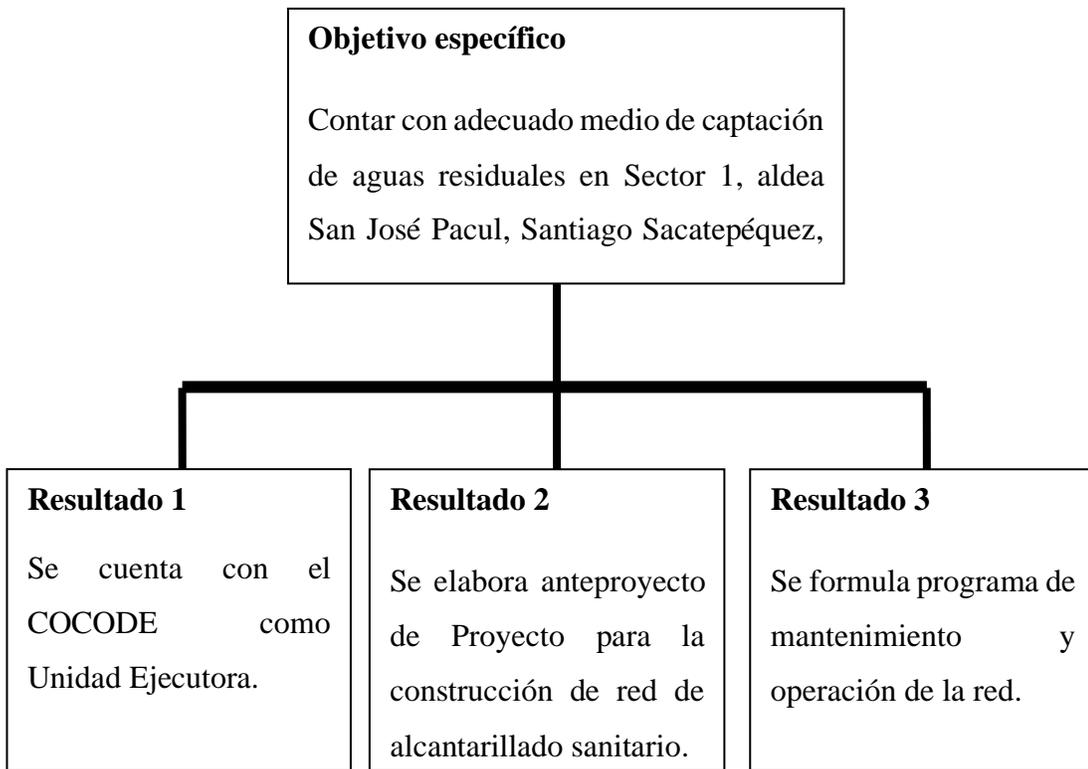
Hipótesis interrogativa:

¿Será la inexistencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario, la causante del incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por inadecuado medio de captación de aguas residuales?

Árbol de objetivos



Anexo 3. Diagrama del medio de solución de la problemática



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

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: **“Incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años.”**

Esta boleta censal está dirigida a profesionales del Centro de Convergencia de aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

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

1. ¿Considera usted que existe incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1 de la aldea?

Si _____ No _____

2. ¿Desde hace cuánto tiempo existe incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1 de la aldea?

2.1. 0-5 años ____

2.2. 5-10 años ____

2.3. Más de 10 años ____

3. ¿En cuánto se han incrementado los casos de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1 de la aldea, en el último año?
- 3.1. 1-50___
 - 3.2. 50-100___
 - 3.3. Más de 100___
4. ¿Cuál es la causa del incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1 de la aldea?
- 4.1. Falta de red de alcantarillado sanitario _____
 - 4.2. Contaminación ambiental_____
 - 4.3. Consumo de agua contaminada _____
5. ¿Considera usted que se puede evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en niños del Sector 1 de la aldea?
- Si_____ No_____

Observaciones:

Lugar y fecha: _____

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

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: **“Inexistencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.”**

Esta boleta censal está dirigida a Directivos del COCODE y profesionales de Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

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

1. ¿Conoce si existe proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul?

Si_____ No_____

2. ¿Considera usted que es necesario implementar el proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul?

Si_____ No_____

3. ¿Cree usted que la falta de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, afecta la calidad de vida de los habitantes?

Si_____ No_____

4. ¿Qué acciones considera usted que se deben contemplar al momento de realizar la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul?

4.1 Predio para construcción de red de alcantarillado _____

4.2 Socialización del proyecto_____

4.3 Dimensionamiento apropiado_____

5. ¿La municipalidad tiene contemplada dentro de su presupuesto la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul?

Si_____ No_____

Observaciones:

Lugar y fecha: _____

Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del tamaño de la muestra.

Para la población efecto; causa, respectivamente, se trabajó la técnica del censo con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error; lo anterior debido a que todas son poblaciones finitas cualitativas menores a 35 personas; de 5 profesionales del Centro de Convergencia de aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez (efecto) y 5 Directivos del COCODE y profesionales de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, para población causa.

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

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

Las variables intervinientes están en función de: “X” la cantidad de tiempo contemplado en los últimos 5 años (de 2015 a 2019); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, el cual obedece a “incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años”.

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

Año	X (años)	Y (Incremento de enfermedades gastrointestinales en niños)	XY	X ²	Y ²
2015	1	38	38.00	1	1444.00
2016	2	51	102.00	4	2601.00
2017	3	57	171.00	9	3249.00
2018	4	63	252.00	16	3969.00
2019	5	71	355.00	25	5041.00
Totales	15	280	918.00	55	16304.00

n=	5	Fórmula: $r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2 * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$
$\sum X =$	15	
$\sum XY =$	918	
$\sum X^2 =$	55	
$\sum Y^2 =$	16304.00	
$\sum Y =$	280	
$n\sum XY =$	4590	
$\sum X * \sum Y =$	4200	
Numerador=	390	
$n\sum X^2 =$	275	
$(\sum X)^2 =$	225	
$n\sum Y^2 =$	81520.00	
$(\sum Y)^2 =$	78400.00	
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50	
$n\sum Y^2 - (\sum Y)^2 =$	3120	
$(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2) =$	156000.00	
Denominador:	394.9683532	
r=	0.99	

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

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

$y=a +bx$

Año	X (años)	Y (Incremento de enfermedades gastrointestinales en niños)	XY	X ²	Y ²
2015	1	38	38	1	1444.00
2016	2	51	102	4	2601.00
2017	3	57	171	9	3249.00
2018	4	63	252	16	3969.00
2019	5	71	355	25	5041.00
Totales	15	280	918	55	16304.00

n=	5				
$\sum X=$	15				
$\sum XY=$	918				
$\sum X^2=$	55				
$\sum Y^2=$	16304.00				
$\sum Y=$	280				
$n\sum XY=$	4590				
$\sum X*\sum Y=$	4200				
Numerador de b	390				
Denominador de b:					
$n\sum X^2=$	275				
$(\sum X)^2=$	225				
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50				
b=	7.8				
Numerador de a:		a=			
$\sum Y=$	280				
$b * \sum X =$	117				
Numerador de a:					
a:	163				
a=	32.6				

Fórmulas:

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

Fórmulas:

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

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2020)=	a	+	(b	* X)
Y(2020)=	32.6	+	7.8	X
Y(2020)=	32.6	+	7.8	6
Y(2020)=	79			
Y(2020)=	79 casos de enfermedades gastrointestinales en niños			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2021)=	a	+	(b	* X)
Y(2021)=	32.6	+	7.8	X
Y(2021)=	32.6	+	7.8	7
Y(2021)=	87			
Y(2021)=	87 Casos de enfermedades gastrointestinales en niños			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2022)=	a	+	(b	* X)
Y(2022)=	32.6	+	7.8	X
Y(2022)=	32.6	+	7.8	8
Y(2022)=	95			
Y(2022)=	95 Casos de enfermedades gastrointestinales en niños			

Y(2023)=	a	+	(b	* X)
Y(2023)=	32.6	+	7.8	X
Y(2023)=	32.6	+	7.8	9
Y(2023)=	103			
Y(2023)=	103 Casos de enfermedades gastrointestinales en niños			

Y(2024)=	a	+	(b	* X)
Y(2024)=	32.6	+	7.8	X
Y(2024)=	32.6	+	7.8	10
Y(2024)=	111			
Y(2024)=	111 Casos de enfermedades gastrointestinales en niños			

Proyección con proyecto.

Cuadro 1: Cálculo porcentual de la solución por año/resultado.

	Año	6	7	8	9	10	
Resultado	(2020)	(2021)	(2022)	(2023)	(2024)		
Resultado 1 (Se cuenta con el COCODE como Unidad Ejecutora)							Solución
Actividad 1. Espacio físico.	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%		
Actividad 2. Mobiliario y equipo.	1.00%	1.00%	1.00%	2.00%	3.00%		
Actividad 3. Personal técnico.	1.00%	2.00%	3.00%	3.00%	4.00%		
Actividad 4. Recursos financieros.	1.00%	2.00%	3.00%	3.00%	4.00%		
Resultado 2 (Se elabora anteproyecto de Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario)							
Actividad 1. Estudios técnicos.	2.00%	2.00%	3.00%	4.00%	4.00%		
Actividad 2. Diseño de la red	2.00%	3.00%	3.00%	4.00%	4.00%		
Actividad 3. Instalación de la red.	2.00%	3.00%	3.00%	4.00%	4.00%		
Resultado 3 (Se formula programa de mantenimiento y operación de la red)							
Actividad 1. Diseño del programa de Mantenimiento.	1.00%	1.00%	1.00%	2.00%	2.00%		
Actividad 2. Ejecución del programa de mantenimiento	1.00%	1.00%	1.00%	2.00%	2.00%		
Total	12.00%	16.00%	19.00%	25.00%	28.00%	100.00%	

Cuadro 2: Estimación de la proyección con proyecto.

Secuencial	Año	Proyección sin proyecto	Porcentaje propuesto	Solución propuesta	Proyección con proyecto
6 (2020)	2020	79	12.00%	9.48	70
7 (2021)	2021	87	16.00%	11.12	58
8 (2022)	2022	95	19.00%	11.10	47
9 (2023)	2023	103	25.00%	11.83	35
10 (2024)	2024	111	28.00%	9.93	26

Cuadro 3: Comparativo sin y con proyecto

Año	Proyección sin proyecto	Proyección con proyecto
2020	79	70
2021	87	58
2022	95	47
2023	103	35
2024	111	26

Gráfica 1: Comportamiento de la problemática sin y con proyecto.



Análisis: Como se puede notar en la información anterior, la problemática crece a medida que pasa el tiempo; de no ejecutarse la presente propuesta, la situación del efecto identificado, seguirá en condiciones negativas, por lo que se hace evidente la necesidad de la pronta implementación del “Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”.

Angel Noé Paniagua López

TOMO II

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RED DE ALCANTARILLADO
SANITARIO EN SECTOR 1, ALDEA SAN JOSÉ PACUL, SANTIAGO
SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ.



Asesor General Metodológico:
Ingeniero Oscar Reynaldo Zuñiga Cambara.

Universidad Rural De Guatemala
Facultad de Ingeniería.

Guatemala, julio de 2022.

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

Prologo

Se presenta este documento como resultado del trabajo de investigación realizado por un estudiante de la Facultad de Ingeniería, específicamente de la carrera de Ingeniería Civil, derivado de su participación en el Programa de Graduación de la Universidad Rural de Guatemala, como requisito para la obtención del título de Ingeniero Civil con Énfasis en Construcciones Rurales, conforme a lo determinado en los lineamientos del Programa de Graduación, con base en lo cual se elaboró el “Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”.

Se identificó como problema central el inadecuado medio de captación de aguas residuales en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, por lo que se cuenta con el COCODE como Unidad Ejecutora y se debe elaborar como respaldo de la investigación el anteproyecto de Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario y formulación del programa de mantenimiento y operación de la red, para la resolución de manera integral de la problemática identificada.

Presentación

Con base en lo estipulado en el Programa de Graduación de la Universidad Rural de Guatemala, se presenta el trabajo realizado como informe final de graduación, de acuerdo a los resultados obtenidos de la investigación realizada por el autor, estudiante de la Facultad de Ingeniería, de la carrera de Ingeniería Civil, como requisito previo para la obtención del título de Ingeniero Civil con Énfasis en Construcciones Rurales en el grado académico de Licenciado.

Se propone el diseño y ejecución del “Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”, de tal manera que se cuente con adecuado medio de captación de aguas residuales en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, para disminuir enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

ÍNDICE

No.	Contenido	Página
I.	RESUMEN	<u>1</u>
II.	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN	<u>11</u>
	ANEXOS	

I. RESUMEN

El presente informe final de trabajo está orientado a la implementación del “Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez” conforme a lo estipulado por la Universidad Rural de Guatemala en su Programa de Graduación, en antelación para la obtención del título de Ingeniero Civil con Énfasis en Construcciones Rurales.

Fue observada la problemática con respecto al inadecuado medio de captación de aguas residuales en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, previo al diseño del proyecto; posteriormente, fue identificada la hipótesis de trabajo “El incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por inadecuado medio de captación de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario”

Con la ejecución del proyecto se espera contar con adecuado medio de captación de aguas residuales en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez y por consiguiente disminuir enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Se presenta una recapitulación del contenido del Tomo I que comprende los aspectos que permitieron realizar un contexto de la problemática observada a manera de investigación y el contenido del Tomo II como medio de solución de la problemática.

Tomo I Capítulo I, incluye introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivo general y objetivo específico, justificación, metodología de trabajo, que refiere los métodos y técnicas utilizados en el desarrollo de la investigación. Capítulo II- Marco Teórico, refleja aspectos conceptuales que contextualizan la investigación. Capítulo III -Presentación de resultados obtenidos de la investigación, Capítulo IV- Conclusiones y recomendaciones como inferencia de los resultados obtenidos, se

incluye bibliografía de donde fue obtenido el marco teórico y anexos elaborados con el apoyo del marco lógico.

Tomo II, incluye un resumen del desarrollo de la investigación y anexos a manera de aspectos técnicos como un esbozo de la propuesta realizada, en el Anexo 1 se presenta una breve descripción de los pasos que deben realizarse en cada uno de los resultados propuestos Resultado 1. Se cuenta con el COCODE como Unidad Ejecutora. Resultado 2. Se elabora anteproyecto de Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario. Resultado 3. Se formula programa de mantenimiento y operación de la red, los que respaldan la ejecución del “Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”.

El presente informe es un resumen que describe de manera breve lo que trata el trabajo de la tesis que se identifica con el nombre de: Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en sector 1, aldea san José pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez. Y que incluye básicamente lo siguiente.

I.1. Planteamiento del problema

La población de la aldea Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, ha evidenciado un incremento en la incidencia de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, durante los últimos 5 años, ante su inadecuado medio de captación de aguas residuales en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez; aunado al servicio insuficiente de agua potable para toda su población, situación que ha afectado la calidad de vida de la población ante un también débil sistema de salud que carece de acciones de prevención y que afecta a personas de la tercera edad y a los niños.

Los problemas que más aquejan a la población ante la falta de servicios esenciales, son las enfermedades gastrointestinales, por los desagües a flor de tierra que generan

contaminación ambiental y denotan la falta de gestión del poder local, en consecuencia se han identificado, no solo enfermedades gastrointestinales, también ha generado enfermedades oftalmológicas y dermatológicas; se incluye también la contaminación del agua potable, pues el agua sin tratamiento se infiltra en el subsuelo, lo que contamina pendiente abajo las fuentes de agua para consumo humano, situación que se incrementa en la época de verano.

En la época de invierno ante la falta de sistema de captación de aguas residuales y pluviales genera encharcamientos y suelos anegados, problemas en la locomoción vehicular y peatonal por enlodamientos del área; así como, erosión y arrastre del suelo en ciertas áreas. La población local ha construido fosas sépticas en el mejor de los casos y pozos ciegos, esto sin un sistema que limite la infiltración de aguas negras al manto freático, lo que incrementa la contaminación de sus tierras y aguas.

En los últimos 5 años el Sector 1 de aldea San José Pacul se ha visto afectado por la falta de sistema de captación de aguas residuales, en este se ubican la escuela oficial que atiende los niveles de preprimaria y primaria, es un sector con mayor movimiento de la población por los servicios que en este se ubican; por lo que es necesario hacer conciencia en las autoridades locales para la ejecución de proyectos sanitarios que beneficien a la población, acompañado de programas que enseñen a la población el manejo de los desechos sólidos para que no se incremente la contaminación en las calles.

La falta de financiamiento ha limitado la ejecución de proyectos, esto ante la falta de planificación y programación presupuestaria para este efecto, se carece también de propuestas encaminadas a la resolución de los problemas por la falta de sistema de captación de aguas residuales.

Se carece de sistemas de mantenimiento de infraestructura local, situación que se magnifica ante la falta de la capacidad técnica instalada en la comuna, agravado por la no conclusión de obras de infraestructura por los cambios de autoridades y su débil

conocimiento de las necesidades más sentidas por la población a pesar de que la legislación nacional les atribuye la satisfacción de estas necesidades a la población.

Fueron diseñados instrumentos, con base en el marco lógico, los que, desarrollados en consecuencia, permitieron el desarrollo de herramientas que guiaron la investigación, con base en la hipótesis formulada:

I.2. Hipótesis.

Fueron diseñados instrumentos, con base en el marco lógico, los que, desarrollados en consecuencia, permitieron el desarrollo de herramientas que guiaron la investigación, con base en la hipótesis formulada:

Causal.

“El incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por inadecuado medio de captación de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario”

Interrogativa.

¿Será la inexistencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario, la causal del incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, en los últimos 5 años, por inadecuado medio de captación de aguas residuales?

I.3. Objetivos

Se diseñó el objetivo general y objetivo específico, los que orientaron el desarrollo de la investigación.

I.3.1. General

Disminuir enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

I.3.2. Específico

Contar con adecuado medio de captación de aguas residuales en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

I.4. Justificación.

Por el incremento en los últimos 5 años de la incidencia de enfermedades gastrointestinales en niños de la aldea Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, es urgente promover la ejecución de acciones que contrarresten la incidencia para evitar el deterioro de la calidad de vida de la población; por tanto, es importante ejecutar el “Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez” para disminuir enfermedades gastrointestinales en niños del área referida.

Se identifica la necesidad de promover ante el poder local que se cumpla con el otorgamiento de los servicios básicos como lo es ampliación de suministro de agua potable y el alcantarillado para la conducción y tratamiento de las aguas que se infiltran en el suelo al ser depuestas por la población que radica en el municipio, de tal manera que se mitigue y controle la contaminación ambiental por medio de la gestión del poder local, esto evitará también la contaminación de las fuentes de agua para consumo humano, principalmente en la época de verano.

Se debe implementar la red de alcantarillado pluvial para evitar los encharcamientos y suelos anegados, logrando así controlar la erosión y evitar el arrastre del suelo, especialmente en la época de invierno, por lo que la locomoción vehicular y peatonal no se verá limitada. Con la implementación del proyecto de alcantarillado sanitario se

identifica la imperante necesidad de interconectar a todos los núcleos familiares, de tal forma que puedan hacer uso de la red y evitar la perforación fosas sépticas y pozos ciegos; así como, la infiltración de aguas negras al manto freático y la contaminación de sus tierras y aguas.

La importancia de la ejecución del proyecto radica en el beneficio que ofrecerá a los habitantes del Sector 1 de aldea San José Pacul, por ser uno de los sectores más urbanos de la localidad, beneficiará a la población en edad escolar que asiste a la escuela oficial del sector y que atiende los niveles de preprimaria y primaria; así como a la población que se ubica en el área que cultiva y comercializa productos agrícolas como medio de subsistencia.

Es importante hacer conciencia en las autoridades del Consejo Comunitario de Desarrollo y municipales para la ejecución del proyecto, simultáneamente es necesario ejecutar jornadas de socialización y concienciación, dirigidas a la población para que se manejen adecuadamente los desechos sólidos que se generan para evitar la contaminación en las calles y del sistema de alcantarillado que propone implementarse.

Las autoridades del COCODE y municipalidad sensibilizadas, deben hacer viable el proyecto, como primer paso deben incluir en su planificación y programación presupuestaria los fondos necesarios para ejecutar la construcción del sistema de alcantarillado, el COCODE debe solicitarlo al poder local, quien a su vez debe autorizar y gestionar el financiamiento estimado.

Se debe diseñar y ejecutar una propuesta de mantenimiento del sistema de alcantarillado, de manera que se pueda garantizar el funcionamiento sostenible de esta infraestructura local, de tal manera que se invierta un presupuesto estimado en su remozamiento, sin tener que invertir grandes cantidades en la sustitución de parte o en su reconstrucción.

En el caso de que no se ejecute el proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, los casos identificados al año anterior de la propuesta que ascendió 71 casos al año 2019, en función de las proyecciones estimadas podrían llegar a ser 111 casos en el año 2024, por lo que es importante ejecutar el proyecto, de tal manera que en los próximos 5 años descendería la incidencia hasta llegar a 25 casos en el año 2024.

I.5 Metodología

Para la realización de la investigación fueron utilizados métodos y técnicas que cambiaron, desde la formulación de la hipótesis de trabajo hasta su comprobación, los que se presentan en lo sucesivo.

I.5 Metodología

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

I.5.1 Métodos

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

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

I.5.1.1 Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales del Incremento de enfermedades gastrointestinales

en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, en los últimos cinco años, por Inadecuado medio de captación de aguas residuales en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez., a este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- **Observación directa.** Esta técnica se utilizó directamente por el Inadecuado medio de captación de aguas residuales en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, a cuyo efecto, se observó el Incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años.

- **Investigación documental.** Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.

- **Entrevista.** Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a profesionales del Centro de Convergencia de aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

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

La hipótesis formulada se encuentra en el anexo 1 y reza de la siguiente manera: “El incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por inadecuado medio de captación de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario”.

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

I.5.1.2 Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

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

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

- **Entrevista.** Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.
- **Determinación de la población a investigar.** En atención a este tema y para efectos de investigación se decidió no efectuar un censo que representara a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 5 profesionales del Centro de Convergencia de aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez y 5 Directivos del COCODE y profesionales de Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, por lo que para obtener una

información más confiable, se censó o investigó a la totalidad de la población, con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso es del 100% y el 0% de error.

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

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

I.5.2 Técnicas

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

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

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

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

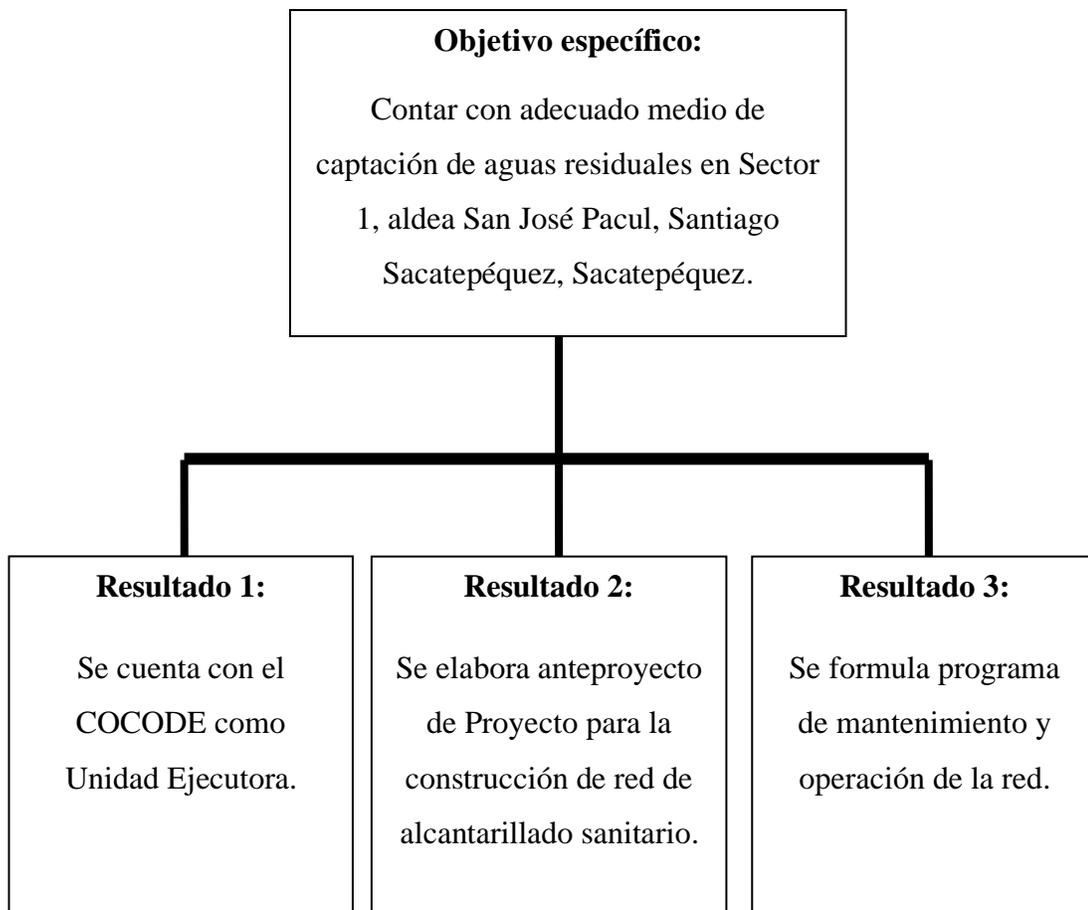
Se comprueba la hipótesis “El incremento de enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por inadecuado medio de captación de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario”, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error para la variable Y (efecto); y con el 100% de nivel de confianza y 0% de error, para la variable X (causa).

Se debe ejecutar el “Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”, como medio para disminuir enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

ANEXOS

Anexo 1: Propuesta para solucionar la problemática.

La unidad ejecutora es la encargada de la construcción de la red de alcantarillado sanitario por medio del anteproyecto de proyecto, con el objetivo de contar con un adecuado medio de captación de aguas residuales y disminuir enfermedades gastrointestinales. Previamente se formula un programa de mantenimiento y operación de red.



Resultado 1: Se cuenta con el COCODE como Unidad Ejecutora.

Actividad 1: Espacio físico.

Es necesario contar con la disposición para la oficina, con un área de 16.00 m²; la cual estará ubicada en sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez. Este espacio debe ser adecuado y amplio para instalar al personal y mobiliario correspondiente.

Actividad 2: Mobiliario y equipo.

1 mesa técnica para diseño y lectura de planos.

1 archivo tipo vertical de metal de 4 gavetas.

3 computadoras hp, con 8 Gb de memoria RAM, 500 Gb de Estado sólido de almacenamiento que incluya los programas de diseño y lectura de planos.

1 impresora multifuncional y de llenado continuo.

3 escritorios tipo ejecutivo.

3 sillas ergonómicas tipo ejecutivo.

Actividad 3: Personal técnico.

Un gerente con perfil profesional de Ingeniero civil. A cargo de la unidad ejecutora.

Dos auxiliares con perfil profesional de técnico universitario en construcción. A cargo de los trabajos técnicos y administrativos.

Actividad 4: Recursos financieros.

La Municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez. Proporcionará los recursos necesarios para el funcionamiento de la Unidad Ejecutora.

Resultado 2: Se elabora anteproyecto de Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario.

Actividad 1: Estudios técnicos.

Para el desarrollo del proyecto en sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez. Se realizarán estudios técnicos por varias entidades para obtener el aval de construcción, y recopilar información general del lugar para el diseño.

Acción 1: Estudio de Impacto ambiental.

- Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-.

Acción 2: Estudio Técnico del área de Salud

- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Acción 3: Licencia de Construcción Municipal.

- Municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Acción 4: Consejos Comunitario de Desarrollo y Consejo Municipal de Desarrollo.

Se solicitará el aval local o notificación oficial para el desarrollo del proyecto a los siguientes consejos:

- Consejo Comunitario De Desarrollo -COCODE-.
- Consejo Municipal De Desarrollo -COMUDE-.

Acción 5: Estudio Topográfico.

Se hará el levantamiento topográfico, con instrumentos y métodos de precisión (Estación Total) realizando las siguientes actividades.

- Marcas de nivel referenciadas a las estructuras del lugar.
- Nivelación sobre el eje de la calle principal,
- Puntos de elevaciones en cambios de altura y cruces de la calle.
- Puntos de curvas de nivel.
- Exporte de puntos y elaboración de planos de altimetría y planimetría en AutoCAD.

Acción 6: Estudios de Sub suelo.

Realizar excavaciones para la inspección del subsuelo. Con el objetivo de determinar el tipo de compactación para la tubería y pozos de visita.

Acción 7: Censo poblacional.

Se recolectarán las siguientes características generales del lugar, para su diseño.

- Localización.
- Número de Habitantes.
- Clase de vivienda.
- Consumo de agua por habitante
- Precipitación pluvial.

Actividad 2: Diseño de la red.

Para el diseño de la red se tendrán que realizar las siguientes acciones las cuales se describen a continuación.

Acción 1: Sistema a implementar.

- Sistema de alcantarillado sanitario.
- Sistema por gravedad con conductos parcialmente llenos.

Se implementará un colector principal de alcantarillado sanitario sobre la calle central del sector 1, el cual recolectará exclusivamente caudales de origen domiciliar. El

sistema se diseñará para que las aguas residuales se conduzcan por gravedad siguiendo la topografía normal del terreno y sean decantadas a la red de alcantarillado sanitario existente.

Acción 2: Periodo de diseño.

Se proyectará la red de alcantarillado para que funcione para 20 años a partir de la fecha en que sea ejecutado el proyecto.

Acción 3: Población tributaria.

Se calculará la población a base de la formulas establecidas para el diseño de la red y conforme al censo realizado en sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Acción 4: Puntos de descarga

Determinar el punto de descarga o desfogue final del colector principal de sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, con el fin de conducir el caudal del alcantarillado sanitario hacia la red de drenaje existente.

Acción 5: Determinación de caudal de aguas servidas

Realizar el cálculo de caudales domiciliarios en base a los datos obtenidos en el censo en sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, asumiendo como población promedio por vivienda de 6 habitantes.

Acción 6: Caudal de diseño

Determinar el caudal de aguas residuales que la tubería tipo PVC trabajará y que cumpla con las pendientes mínimas y máximas para el traslado de las aguas residuales.

Acción 7: Diámetros mínimos.

Determinado el caudal de diseño se ajustará al diámetro de tubería existente en el mercado, en este caso se utilizará tubería tipo PVC de 8 Pulgadas, la cual cumple con

las normas y soportará el caudal de diseño de sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Acción 8: Memoria de Cálculo

En los anexos al final de este documento se encontrará la memoria de cálculo del tramo: pozo de visita No. 6 a pozo de visita No. 5, la cual se tomará como referencia para el diseño, mismo que reflejará el diseño de toda la red de drenaje sanitario de sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Actividad 3: Preparación del terreno.

Acción 1: Topografía

Replanteo y nivelación de Terreno para la introducción de la red de drenaje sanitario.

Acción 2: Trabajos preliminares

Marcaje de los distintos pozos de visita que se construirá en el lugar y de la excavación de la zanja para la colocación de tubería tipo PVC.

Acción 3: Excavación de Zanjas

Acorde a la topografía realizada cumpliendo con los niveles, anchos y profundidad establecidos en la etapa de diseño de red de drenaje sanitario.

Actividad 4: Instalación de la red.

Acción 1: Colocación de la tubería

Compactación e Instalación de colector principal de tubería tipo PVC para la conducción de aguas residuales en sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Acción 2: Fabricación de pozos de visita

Construcción de los pozos de visita de la red de drenaje con material de tipo ladrillo y mortero (arena, cemento y agua) para el mantenimiento y operación de la red.

Acción 3: Relleno y compactación de zanjas

Rellenar la zanja para llegar a nivel de suelo y llegar a la compactación óptima para evitar erosión y pérdida del material.

Acción 4: Limpieza y trabajos finales

Limpieza y retiro de escombros (materiales de construcción) de todo el tramo de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez. Con el fin de evitar accidentes.

Actividad 5: Conexión de los domicilios.

Acción 1: Trabajos preliminares

Limpieza y marca de distancias entre el colector principal y de la candela de cada vivienda.

Acción 2: Excavación de zanjas

Excavación que comprende de la vivienda hacia el colector principal de la red de drenaje sanitario.

Acción 3: Colocación de tubería

Compactación e instalación de tubería tipo PVC del colector principal hacia la candela de la vivienda.

Acción 4: Fabricación acometida.

Instalación de la acometida para el mantenimiento y traslado de las aguas residuales de la vivienda hacia el colector principal.

Acción 5: Limpieza y trabajos finales.

Limpieza y retiro de escombros (materiales de construcción) en cada tramo de las viviendas para evitar accidentes.

Resultado 3: Se formula programa de mantenimiento y operación de la red

Actividad 1: Diseño del programa de mantenimiento

Acción 1: Funcionamiento de red de drenaje sanitario.

Supervisión constante de la red de alcantarillado sanitario de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez. Para evitar obstrucciones y daños a la red principal.

Acción 2: Mantenimiento preventivo.

Instalaciones domiciliarias adecuadas para nuevos servicios durante la operación del proyecto, reparación de componentes de la red y cambios de accesorios para que la red de alcantarillado sanitario cumpla con su vida útil y el buen funcionamiento del mismo.

Actividad 2: Ejecución del programa de mantenimiento.

Acción 1: Limpieza de pozos de visita

Inspección y limpieza periódica de los pozos de visita y de tubería que compone la red de drenaje sanitario en las diferentes épocas del año.

Acción 2: Limpieza de acometidas

Inspección y limpieza periódica para evitar que se desplace material no aceptable y perjudicable a la red de drenaje sanitario.

Acción 3: Reparación de estructura de red de drenaje sanitario

Reparación de los diferentes componentes que conforman la red de drenaje sanitario, que llegan a dañarse por el uso inadecuado del sistema.

Anexo 2: Matriz de la estructura lógica.

Este es un documento que sirve para evaluar el cumplimiento de los objetivos de la propuesta después de desarrollarla, se denomina también evaluación Ex Post.

COMPONENTES	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
Objetivo general:	Finalizados dos años de ejecutada la propuesta, se disminuyen las enfermedades gastrointestinales en niños del área de estudio y se alcanza el 90% de solución planteada a la problemática del efecto.	Reportes mensuales del Centro de Convergencia. Encuestas a padres de familia.	La Unidad Ejecutora implementa el programa de Buenas Prácticas de Salud en hogares del área de estudio.
Disminuir enfermedades gastrointestinales en niños de Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.			
Objetivo específico:	Al primer año de implementada la propuesta, se cuenta con adecuado medio de captación de aguas residuales, lo que finaliza en 90% de solución a la situación del	Reportes anuales de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez.	La Unidad Ejecutora enlaza esfuerzos con la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez,
Contar con adecuado medio de captación de aguas residuales en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.			

COMPONENTES	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
	problema central identificado en el árbol de problemas.		<p>para implementar el programa de mantenimiento permanente a la red.</p> <p>La Municipalidad de Santiago Sacatepéquez, instituye el programa de obligatoriedad para incluir a nuevos usuarios a la red.</p> <p>Cooperantes: Municipalidad de Santiago Sacatepéquez.</p>
Resultado 1:			
Se cuenta con el COCODE como Unidad Ejecutora.			

COMPONENTES	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
Resultado 2:			
Se elabora anteproyecto de Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario.			
Resultado: 3			
Se formula programa de mantenimiento y operación de la red.			

Fuente: Paniagua, A., febrero 2020.

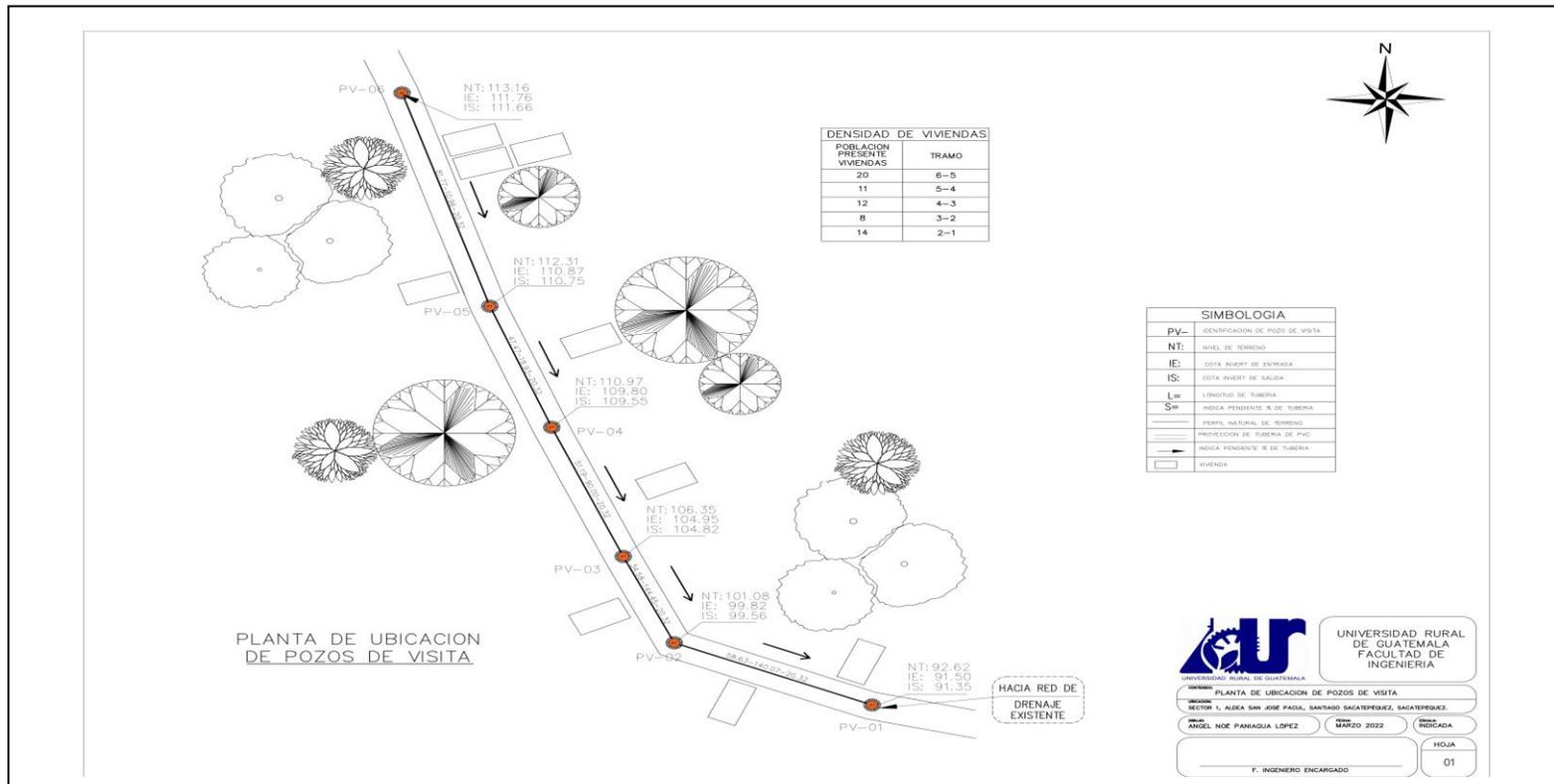
Anexo 3: Presupuesto.

Resultado	Nombre	Costo	Total
1	Se cuenta con el COCODE como Unidad Ejecutora	Q.18,000.00	
2	Se elabora anteproyecto de Proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario.	Q.90,000.00	
3	Se formula programa de mantenimiento y operación de la red.	Q.10,000.00	
Total, de la propuesta			Q118,000.00

Fuente: Paniagua, A., febrero 2020.

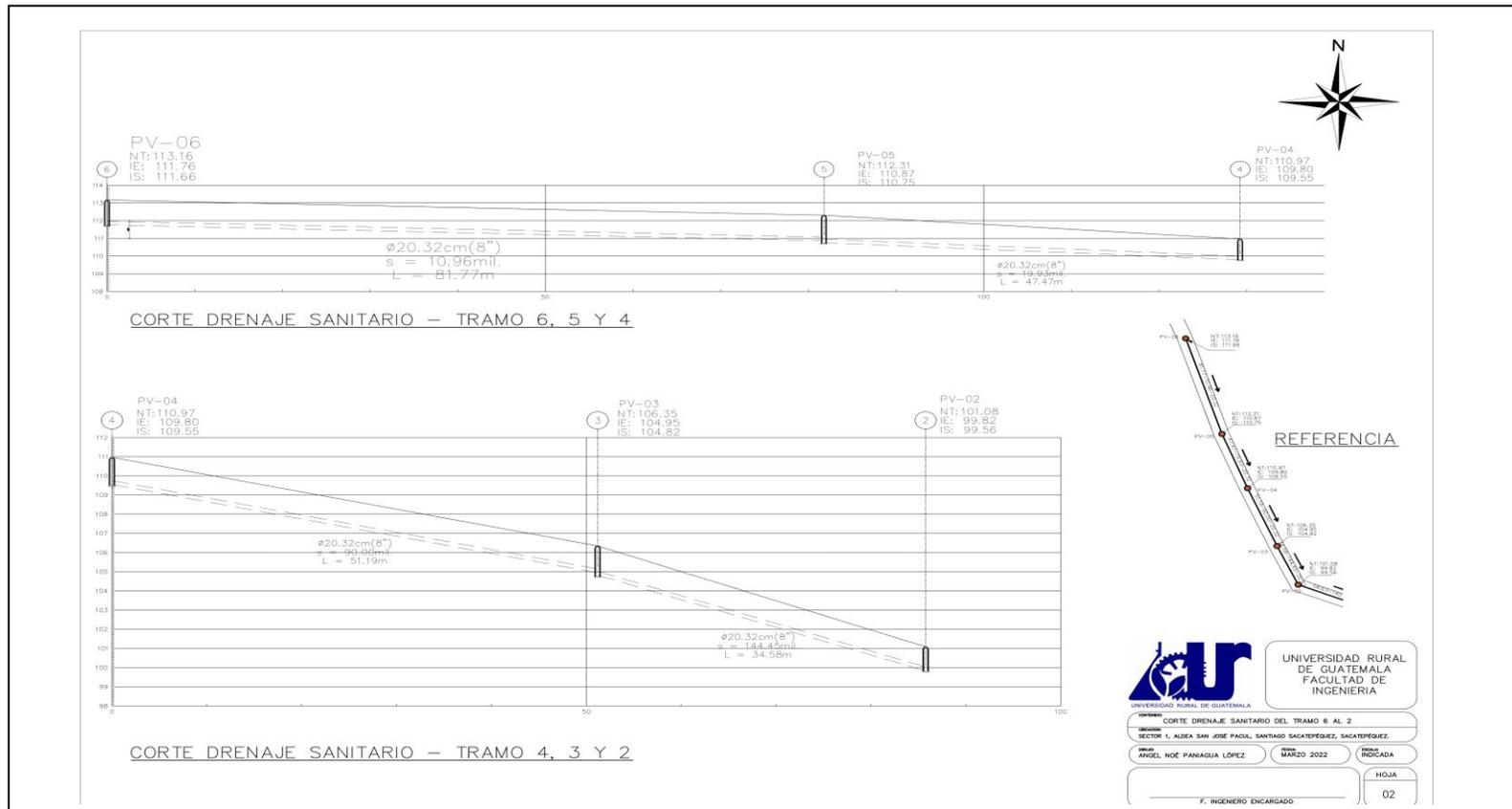
Anexo 4: Planos del proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Plano 1: Planta de Ubicación de Pozos de Visita.



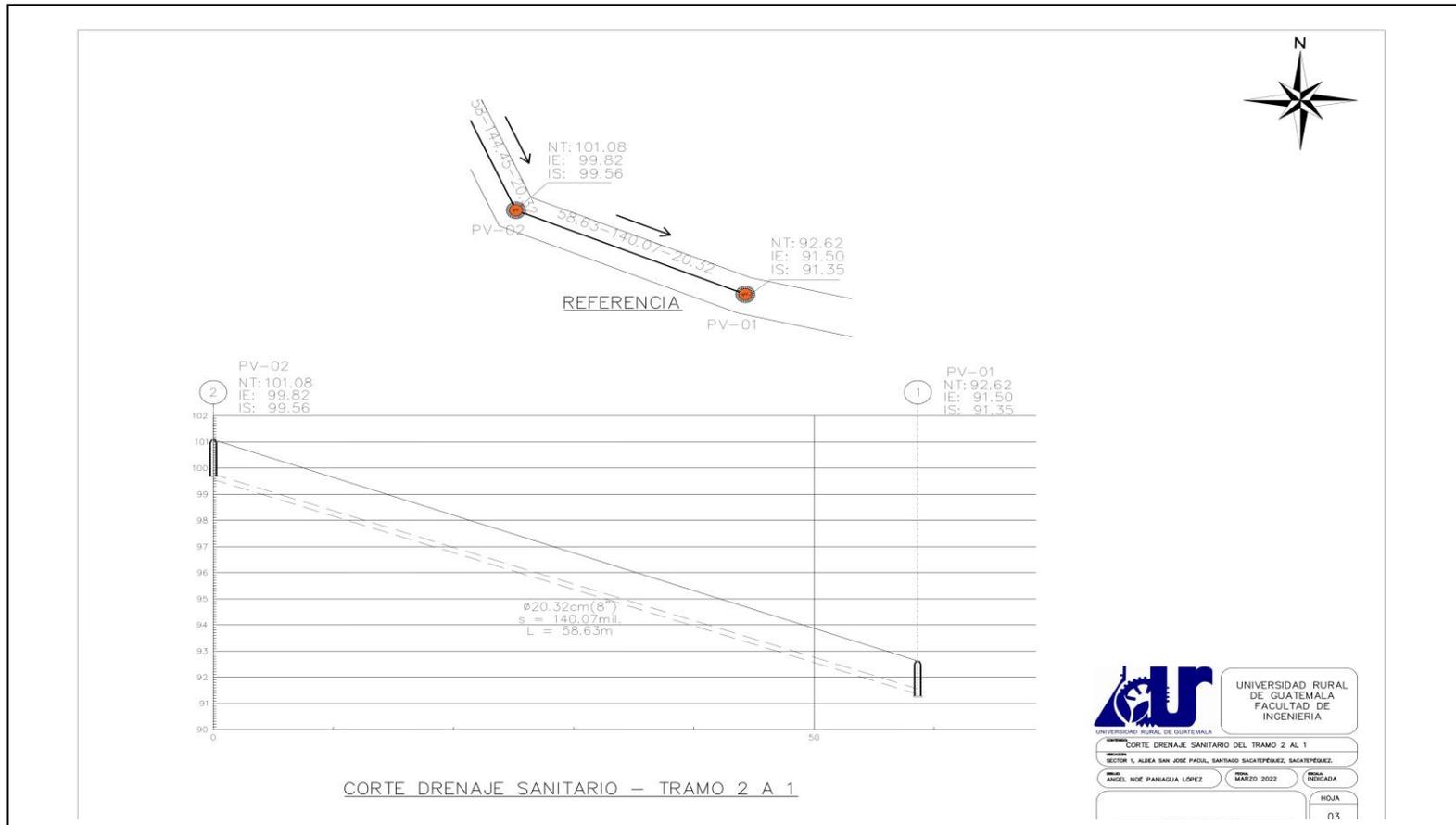
Fuente: Paniagua, A., febrero 2020.

Plano 2: Corte drenaje sanitario del tramo 6 al 2



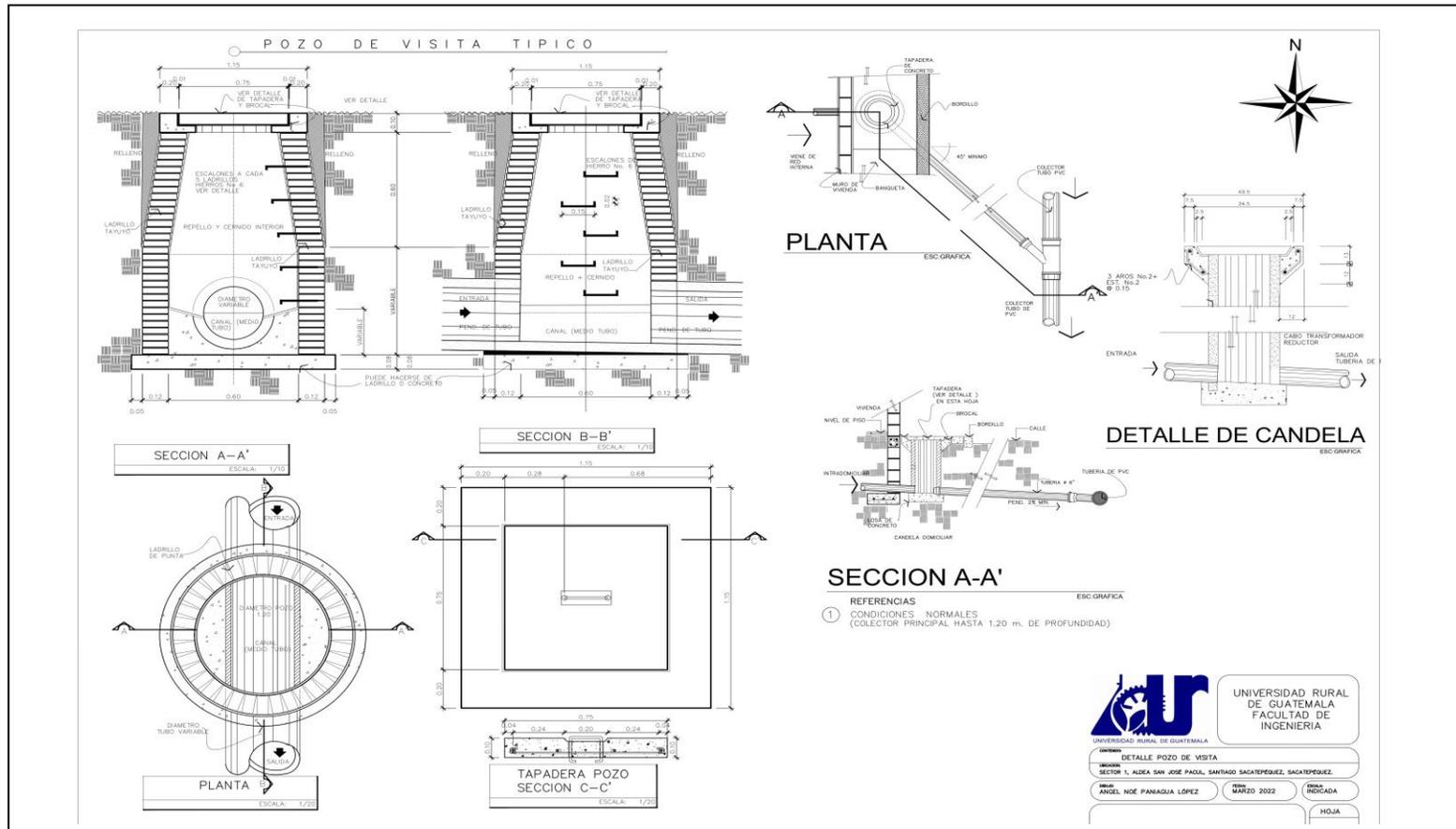
Fuente: Paniagua, A., febrero 2020.

Plano 3: Corte drenaje sanitario del tramo 2 al 1.



Fuente: Paniagua, A., febrero 2020.

Plano 4: Detalle Pozo de Visita.



Fuente: Paniagua, A., febrero 2020.

Anexo 5: Memoria de cálculo del proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Caudal de diseño.

Población futura:

$$Pf = Po (1 + r) ^n$$

Donde:

Pf = población futura (hab.)

Po = población del último censo

r = tasa de crecimiento

n = período de diseño

$$Pf = 394 (1 + 3.5\%) ^{20} = 784 \text{ hab.}$$

Población Tributaria:

Población tributaria = 394 habitantes / 66 casa = 6 habitantes por casa.

Dotación de agua potable:

125 litro/habitante/día. Según el estudio de censo poblacional.

Factor de retorno:

0.80 según el estudio de censo poblacional.

Caudal domiciliar:

$$Q \text{ dom} = (\text{No. hab} * \text{dot} * \text{fr} / 86400)$$

Donde:

Q dom = caudal domiciliar (l/s)

No. hab = número de habitantes

dot = dotación

fr = factor de retorno

86400 = constante

Q dom = $(394 * 125 * 0.8 / 86400) = 0.46$ l/s

Caudal por conexiones Ilícitas:

Número de Casas con techo de lámina de zinc: 63 casas.

Número de Casas con techo de concreto: 3 casas.

Área del sector: 71250 m²

Área de casas: 1079.55 m²

Área de calles: 269.89 m²

Área por casa: 809.66 m²

Área de techo por casa: 566.76 m²

Área de techos lámina de zinc: 35705.88 m²

Área de techos de concreto: 1700.28 m²

Sumatoria de área de techos de lámina de zinc y de concreto:

a = área techo lamina zinc + área techo de concreto

$$a = 35705.88 \text{ m}^2 + 1700.28 \text{ m}^2 = 37406.16 \text{ m}^2$$

Intensidad de lluvia:

$$i = 80 \text{ mm / hora}$$

Donde:

i = intensidad de lluvia

$$i = (80\text{mm} / 1\text{h}) * (1 \text{ mm} / 1000 \text{ mm}) * (1\text{h} / 3600 \text{ s}) = 2.22 \times 10^{-5}$$

Caudal por conexiones ilícitas:

$$Q_{ci} = (cia * 1000 / 360)$$

Donde:

Q_{ci} = caudal por conexiones ilícitas (l/s)

c = coeficiente de escorrentía (0.9)

i = intensidad de lluvia

a = área de techos a conectar ilícitamente

$$Q_{ci} = (0.9 * 2.22 \times 10^{-5} * 37406.16 * 1000 / 360) = 2.076 \text{ l/s}$$

Caudal por conexiones ilícitas, multiplicado por porcentaje de conexiones ilícitas:

$$Q_{ci} = Q_{ci} * 1.5 \%$$

Donde:

Q_{ci} = caudal por conexiones ilícitas (l/s)

1.5 % = porcentaje por conexiones ilícitas

$$Q_{ci} = 2.076 \text{ l/s} * 1.5\% = 0.031 \text{ l/s}$$

Caudal por infiltración:

$$Q_{inf} = f_i * (l_t + (\text{No. casas} * \text{No. hab/casa}) / 1000) / (86400)$$

Donde:

Q_{inf} = caudal por infiltración (l/s)

f_i = factor de infiltración

l_t = longitud de tubería

No. casas = número de casas

No. hab/casa = número de habitantes por casa

$$Q_{inf} = 1000 * ((274) + (66 * 6) / 1000) / 86400 = 7.754 \times 10^{-3} = 0.0078 \text{ l/s}$$

Caudal medio:

Se excluye el caudal comercial e industrial por su inexistencia.

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{ci} + Q_{inf}$$

Donde:

Q_{med} = Caudal medio (l/s)

Q_{dom} = Caudal domiciliar

Q_{com} = Caudal commercial

Q_{ind} = Caudal industrial

Q_{ci} = caudal por conexiones ilícitas

Q_{inf} = caudal por infiltración

$$Q_{med} = 0.46 + 0.031 + 0.0078 = 0.50 \text{ l/s}$$

Factor de caudal medio:

$$f_{qm} = Q_{med} / \text{No. hab}$$

Donde:

f_{qm} : factor de caudal medio (l/s)

Q_{med} = Caudal medio

No. hab = número de habitantes

El factor de caudal medio deberá estar dentro del rango de 0.002 a 0.005 según el Departamento de Aguas y Drenajes, de la Municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Factor de Harmond:

$$FH = (18 + \text{No. hab} / 1000)^{1/2} / (4 + \text{No. hab} / 1000)^{1/2}$$

Donde:

FH = factor de Harmond

No. hab = número de habitantes

El factor de Harmond deberá estar dentro del rango de 1.50 a 4.50 según el Departamento de Aguas y Drenajes, de la Municipalidad de Santiago Sacatepéquez.

Caudal de diseño:

$$Q_{\text{dis}} = N. \text{ hab} * f_{\text{qm}} * FH$$

Donde:

Q_{dis} = caudal de diseño (l/s)

N. hab = número de habitantes

f_{qm} = factor de caudal medio

FH = factor de Harmond

Ecuación de Manning:

Para determinar la velocidad, diámetro y pendiente se usará la Ecuación de Manning.

$$V = 0.03429 D^{2/3} S^{1/2} / n$$

Donde:

V= velocidad (m/s)

D = diámetro de tubería en (pulgadas)

S = pendiente del terreno

n = coeficiente de rugosidad del tipo de tubería a emplear

Diseño del tramo comprendido entre pozo de visita No. 6 al pozo de visita No. 5:

Población actual: 118 habitantes

Población futura: 235 habitantes

Población tributaria: 6 habitantes por casa

Número de casas: 20 casas

Periodo de diseño: 20 años

Tasa de crecimiento: 3.5 %

Trafico: liviano

Coefficiente de Rugosidad de Manning para tubo PVC: 0.009

Factor de caudal medio: 0.005

Factor de Harmond: 4.02

Caudal de diseño: 7.052

Pendiente de terreno:

$$S = (C_{ti} - C_{tf}) / L * 100$$

Donde:

S = pendiente (%)

C_{ti} = cota terreno inicial

C_{tf} = cota terreno final

L = longitud

$$S = (113.164 - 112.305 / 82) * 100 = 1.048 \%$$

Pendiente propuesta de tubería:

1.1 Cm.

Cota invert salida

$$Cis = Cti - Ap$$

Donde:

Cis = cota invert salida (m)

Cti = cota terreno inicial

Ap = altura de pozo

$$Cis = 113.164 - 1.20 = 111.964 \text{ m}$$

Cota invert de llegada:

$$Cill = Cis - Lh * s \%$$

Donde:

Cill = cota invert de llegada (m)

Cis= cota invert de salida

Lh = longitud horizontal

s = pendiente %

$$Cill = 111.964 - 82 * 1.1 \% = 111.065 \text{ m}$$

Profundidad de pozo:

$$Pf: Ct - Cis + 0.10 =$$

Donde:

Pf: profundidad de pozo (m)

Cti: cota de terreno

Cis: cota invert de salida

$$Pf: 113.164 - 111.964 + 0.10 = 1.30 \text{ m}$$

Población futura:

$$Pf = Po (1 + r)^n$$

Donde:

Pf = población futura (habitantes)

Po = población del último censo

r = tasa de crecimiento

n = período de diseño

$$P = 118 (1 + 0.035)^n = 235 \text{ habitantes.}$$

Velocidad a sección llena:

$$V = 1/n (D * 0.02541 / 4)^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

V= velocidad (m/s)

n = coeficiente rugosidad Manning

D = diámetro de tubería (pulgadas)

S = Pendiente

$$V = 1/0.009 (8 * 0.025/4)^{2/3} * 1.1^{1/2} = 1.598$$

Caudal a sección llena:

$$Q = V.A$$

Donde:

Q = caudal a sección llena (l/s)

V = velocidad a sección llena

A = área en pulgadas

$$\mu = \text{Pi} (3.1416)$$

$$Q = (\mu/4 (8 * 0.0254)^2 * 1.598 * 1000) = 51.821 \text{ l/s.}$$

Relación de caudal:

$$RQ = Q \text{ dis} / Q \text{ sec lleno}$$

Donde:

RQ = relación de caudal

Q dis = caudal de diseño

Q sec lleno = caudal a sección lleno

$$RQ = 7.91 \text{ l/s} / 51.82 \text{ l/s} = 0.153$$

Relaciones hidráulicas para drenaje sanitario:

q diseño l/s \leq Q sección llena l/s

velocidad de flujo a sección parcial, m/s \leq Velocidad de flujo a sección llena, m/s

0.15 d tirante \leq 0.75 Diámetro de tubería.

Tabla de cálculo del proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 1, aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

de	cota	alt	invert	al	cota	alt	invert	long	pend	pend	caudal	tipo	coef	diam	rad	veloc	caudal	Relac. hidráulicas		
pv	Terr	pozo	sal	pv	terr	pozo	llegada	horiz	terren	tub %	diseño	tub	mani	pulg	hidra	S Llen	S Llen	q/Q	d/D	v/V
6	113.164	1.2	111.964	5	112.305	1.24	111.065	82	1.048	1.1	7.052	PVC	0.009	8	0.0508	1.598	51.836	0.136	0.249	0.699
5	112.305	1.254	111.051	4	110.969	1.2	109.769	47	2.814	2.7	7.052	PVC	0.009	8	0.0508	2.504	81.212	0.087	0.199	0.614
4	110.969	1.213	109.756	3	106.349	1.2	105.149	51	9.025	9	7.052	PVC	0.009	8	0.0508	4.572	148.272	0.048	0.148	0.513
3	106.349	1.209	105.14	2	101.084	1.2	99.884	35	15.23	15.2	7.052	PVC	0.009	8	0.0508	5.942	192.69	0.037	0.131	0.475
2	101.084	1.22	99.864	1	92.622	1.2	91.422	59	14.43	14.4	7.052	PVC	0.009	8	0.0508	5.783	187.551	0.038	0.133	0.479

Fuente: Paniagua, A., febrero 2020