

Juan Rolando Gallina Garcia.
Pedro René Samayoa Ordóñez.
José Genaro Sian González.
Luis Jacobo Arturo Yoc Acajabón.

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RED DE AGUAS NEGRAS EN
ZONA 2 DEL CASCO URBANO DE CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ.



Asesor General Metodológico:
Ing. Agr. Carlos Alberto Pérez Estrada.

Universidad Rural de Guatemala.

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, Junio 2021.

Informe final de graduación.

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RED DE AGUAS NEGRAS EN
ZONA 2 DEL CASCO URBANO DE CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Juan Rolando Gallina Garcia

Pedro René Samayoa Ordóñez

José Genaro Sian González

Luis Jacobo Arturo Yoc Acajabón

En el acto de investidura como Ingenieros Civiles con énfasis en Construcciones
Rurales

Universidad Rural de Guatemala.

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, Junio 2021.

Informe final de graduación.

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RED DE AGUAS NEGRAS EN
ZONA 2 DEL CASCO URBANO DE CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretaria de la Universidad:

Licenciada Lesbia Tevalán Castellanos

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz.

Universidad Rural de Guatemala.

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, Junio 2021.

Este documento fue presentado por los autores, previo a su graduación como Ingenieros Civiles con énfasis en Construcciones Rurales en el grado de Licenciatura.

F-14-04-2020-15
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA
PROGRAMA DE GRADUACIÓN
Experto Metodológico
ACUERDO DE ASIGNACIÓN DE PUNTEO
11.12.2020.245

El Evaluador Final del Trabajo de Graduación de la
Universidad Rural de Guatemala,

CONSIDERANDO:

Que el Metodólogo en Investigación Científica, ha dado su aprobación preliminar al trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento y me ha informado que el documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académicos al titular que formuló el mismo; de lo cual deviene procedente asignarle la puntuación correspondiente.

POR TANTO:

Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativa aplicable,

ACUERDA:

Emitir el Acuerdo de Asignación de Punteo al Trabajo de Graduación de mérito, de la manera siguiente:

1. Asignar Ochenta (80) sobre la base de aprobación de puntos sobre la base de cien sobre cien (100/100) al trabajo de graduación denominado: "PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RED DE AGUAS NEGRAS EN ZONA 2 DEL CASCO URBANO DE CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ." Formulado por Juan Rolando Gallina Garcia, carné 13-024-0045; Pedro René Samayoa Ordóñez, carné 13-024-0036; José Genaro Sian González, carné 13-024-0005; Luis Jacobo Arturo Yoc Acajabón, carné 13-024-0061; inscritos en la facultad de ingeniería, de ésta universidad.
2. Trasladar tres copias físicas y un archivo digital del trabajo de graduación a la Presidencia del Consejo Académico, para los efectos subsiguientes.
3. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 11 de diciembre de 2020



Pablo Ismael Carbajal Estevez
Ingeniero Ambiental
Experto Metodológico

Pablo Ismael Carbajal Estevez
Ingeniero Ambiental
Colegiado No. 6,493



F-14-04-2020-14
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA
PROGRAMA DE GRADUACIÓN
Asesoría de tesis
ACUERDO DE APROBACIÓN PRELIMINAR DE TESIS

El Asesor en Metodología del Programa de Graduación de la
Universidad Rural de Guatemala,

CONSIDERANDO:

Que he asesorado y firmado el trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento; y siendo que a mi criterio dicho documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académico a quien formuló el mismo.

POR TANTO:

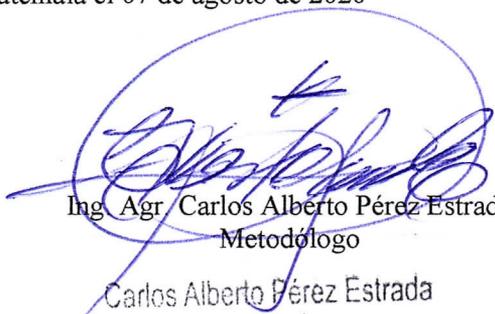
Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativas aplicables,

ACUERDA:

Emitir el Acuerdo de Aprobación Preliminar de Trabajo de Graduación, de la manera siguiente:

1. Aprobar en forma preliminar el trabajo de graduación denominado: Proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez., formulado por Juan Rolando Gallina Garcia titular del carné 13-024-0045; Pedro René Samayoa Ordóñez titular del carné 13-024-0036; José Genaro Sian González titular del carné 13-024-0005; Luis Jacobo Arturo Yoc Acajabón titular del carné 13-024-0061 inscritos en la Facultad de Ingeniería de ésta Universidad.
2. Trasladar el expediente al Experto Metodólogo designado para que le confiera la calificación que de acuerdo a los criterios técnicos que considere convenientes.
3. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 07 de agosto de 2020


Ing. Agr. Carlos Alberto Pérez Estrada
Metodólogo

Carlos Alberto Pérez Estrada
Ingeniero Agrónomo
Colegiado No. 5487



UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA

F-18-06-2018-01
Universidad Rural de Guatemala
Programa de Graduación
Carta de aprobación
Asesor General Metodológico
Guatemala, 03 de junio de 2020

Asunto: Aprobación del informe final
de graduación y solicitud de conformación
de Tribunal Examinador.

Señor Coordinador General:

Tengo a honra dirigirme a usted, con la finalidad de informarle que, como Asesor General Metodológico del trabajo denominado: "Proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.", a cargo de los estudiantes: José Genaro Sian González; Carné: 13-024-0005; Pedro René Samayoa Ordoñez; Carné: 13-024-0036; Juan Rolando Gallina Garcia; Carné: 13-024-0045; Luis Jacobo Arturo Acajábón Yoc; Carné: 13-024-0061; pertenecientes al grupo 150-001-18; apruebo el informe final de graduación y solicito que se integre El Tribunal Examinador de esta tesis.

Me valgo de la ocasión para presentarle a usted, muestras distinguidas de mi consideración y estima.

Ing. Agr. Carlos Alberto Pérez Estrada
Asesor General Metodológico

Carlos Alberto Pérez Estrada
Ingeniero Agrónomo
Colegiado No. 5487

C.C. Archivo personal

Señor
Coordinador General
Programa de Graduación
Universidad Rural de Guatemala
Presente

DEDICATORIA

A Dios

Por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres

Por el apoyo incondicional, fuentes de inspiración y dedicación.

A nuestras madres

Por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos.

A nuestros hermanos (as)

Por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A mi esposa Ingrid

Por su apoyo incondicional y brindarnos el espacio a mí y compañeros de poder reunirnos en nuestro hogar para lograr esta meta.

AGRADECIMIENTO

A la universidad Rural de Guatemala	Por ser la sede de todo el conocimiento adquirido en estos años formación.
A las autoridades universitarias	Por el apoyo en el proceso de formación.
A los docentes	Por sus enseñanzas.
Ingeniero Gabino Coló	Por sus enseñanzas, confianza y apoyo incondicional.
A mis Compañeros	Por el apoyo incondicional.

PRÓLOGO.

Como parte del programa de graduación y en cumplimiento con lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, se realizó una propuesta denominada “Proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez”.

Previo a optar al título universitario de Ingenieros Civiles con énfasis en Construcciones Rurales, en el grado académico de Licenciatura, por lo que fue necesario realizar la investigación con los pobladores de la zona 2 del casco urbano y las autoridades correspondientes.

Existen razones prácticas para llevar a cabo la investigación:

- Servir como fuente de consulta para estudiantes y profesionales que requieran información sobre el tema de estudio.
- Ser aplicable como alternativa de solución para otra localidad en condiciones similares.
- Proponer una solución práctica basada en los conocimientos adquiridos en las clases universitarias.

El propósito fundamental de la presente propuesta es mejorar el bienestar general de la población de la zona 2 del casco urbano, por lo cual, es necesario implementar y dotar de un documento específico que contenga alternativas de solución al problema sanitario identificado.

PRESENTACIÓN.

Este trabajo de graduación del nivel de licenciatura se presenta con el título “Proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez”. Éste hace un abordaje sobre la situación sanitaria del área al investigar la problemática de inadecuada regulación de aguas residuales.

Por lo que el presente informe es presentado a través de la investigación de sus causas, sus efectos y posibles soluciones, esto permitió constatar el aumento de incidencia de enfermedades gastrointestinales por exposición a aguas residuales a causa de faltar un proyecto para construir red de drenajes para aguas residuales. Como medio para solucionar la problemática se propuso establecer un plan que oriente y guíe correctamente a autoridades y habitantes en función de establecer un sistema de alcantarillas que transporte las aguas negras hacia la red principal del casco urbano.

La actividad investigativa que se realizó, sirve como aporte para reducir la aparición de enfermedades del sistema digestivo al evitar que los pobladores se expongan a las aguas residuales. De igual forma, se presenta la formación para la unidad ejecutora, a la que corresponde la materialización y evolución de la propuesta en general; así como el establecimiento de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Índice general.

Número.	Contenido.	Página.
I.	INTRODUCCIÓN.....	1
I.1	Planteamiento del problema.....	2
I.2	Hipótesis	3
I.3	Objetivos.....	3
I.3.1	General.....	3
I.3.2	Específicos	3
I.4	Justificación	4
I.5	Metodología.....	5
I.5.1	Métodos	5
I.5.2	Técnicas	8
II.	MARCO TEÓRICO	9
II.1	Aspectos conceptuales.....	9
III.	COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	50
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
IV.1	Conclusiones.....	61
IV.2	Recomendaciones	62
	BIBLIOGRAFÍA.	
	ANEXOS.	

Índice de gráficas.

Número.	Contenido.	Página.
Ilustración 1.	Rejilla para recolección de agua	28
Ilustración 2.	Pozo de registro o visita	28
Ilustración 3.	Canalizador visitable.....	29
Ilustración 4.	Elementos constitutivos de la cámara de disipación al pie	30
Ilustración 5.	Medidor de caudal.....	31
Ilustración 6.	Esquematación del tratamiento de aguas residuales	37
Ilustración 7.	Esquema para la formulación y evaluación de proyectos de inversión pública para la construcción de plantas de tratamientos de aguas residuales	38
Ilustración 8.	Tubería para Alcantarillado Sanitario Norma ASTM D-3034.....	41
Ilustración 9.	Codos, tapones, yee, tee de 4”, 6”, 8”, 10 Y 12”	42
Ilustración 10.	Reductor, yee, tee diámetro 4”x3”, 6”x4”, 8”x4”, 8”x6”, 10”x4”, 10”x6”, 12”x4” y 12”x6”	43

Índice de gráficas.

Número.	Contenido.	Página.
Gráfica 1.	Incremento en cantidad de personas que han sufrido enfermedades gastrointestinales en zona 2 del casco urbano.....	51
Gráfica 2.	Deterioro de calidad de vida de la población por incremento de enfermedades gastrointestinales	52
Gráfica 3.	Padecimiento frecuente de enfermedades gastrointestinales en los últimos cinco años	53
Gráfica 4.	Incidencia de problemas por la falta de drenajes en zona 2 del casco urbano	54
Gráfica 5.	Posibilidad de evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en zona 2 del casco urbano.....	55
Gráfica 6.	Existencia de proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano.....	56
Gráfica 7.	Necesidad e importancia del proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano.....	57
Gráfica 8.	Posibilidad de gestionar en el ejercicio presupuestario el financiamiento del proyecto para la construcción de red de aguas negras	58
Gráfica 9.	Predisposición a participar en el monitoreo y seguimiento del proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano	59
Gráfica 10.	Existencia de manual de procedimientos para la conexión de drenajes domiciliarios a la red de drenajes principal	60

Índice de cuadros.

Número.	Contenido.	Página.
	Cuadro 1. Enfermedades de origen ambiental, según la clasificación de la OMS Periodo 2011-2015.....	10
	Cuadro 2. Casos atendidos en el MSPAS de enfermedades adquiridas por alimentos y agua 2014-2018	10
	Cuadro 3. Primeras causas de mortalidad a nivel nacional relacionadas con enfermedades gastrointestinales al año 2017	13
	Cuadro 4. Porcentaje de hogares con necesidad básica insatisfecha.....	14
	Cuadro 5. Enfermedades adquiridas por contaminación de alimentos y agua a nivel nacional 2014 al 2018	15
	Cuadro 6. Resumen de indicadores	17
	Cuadro 7. Priorización de amenazas, Ciudad Vieja, Sacatepéquez	18
	Cuadro 8. Incremento en cantidad de personas que han sufrido enfermedades gastrointestinales en zona 2 del casco urbano	51
	Cuadro 9. Deterioro de calidad de vida de la población por incremento de enfermedades gastrointestinales.....	52
	Cuadro 10. Padecimiento frecuente de enfermedades gastrointestinales en los últimos cinco años	53
	Cuadro 11. Incidencia de problemas por la falta de drenajes en zona 2 del casco urbano.....	54
	Cuadro 12. Posibilidad de evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en zona 2 del casco urbano	55
	Cuadro 13. Existencia de proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano.....	56
	Cuadro 14. Necesidad e importancia del proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano	57
	Cuadro 15. Posibilidad de gestionar en el ejercicio presupuestario el financiamiento del proyecto para la construcción de red de aguas negras.....	58

Cuadro 16. Predisposición a participar en el monitoreo y seguimiento del proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano 59

Cuadro 17. Existencia de manual de procedimientos para la conexión de drenajes domiciliarios a la red de drenajes principal..... 60

I. INTRODUCCIÓN.

El presente informe investigativo para titulación de ingeniería civil en el grado académico de licenciatura, se elaboró para dar solución a la problemática identificada en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, sobre la exposición de los pobladores a las aguas residuales, por lo que fue preciso realizar el estudio de la problemática sanitaria, su causa y efectos, con la finalidad de darle solución desde la perspectiva de obra civil y contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes en general.

El contenido consta de dos tomos, el primero se divide en: cuatro capítulos que se identifican con números romanos; capítulo uno (I) contiene la introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivos (general y específico), metodología (métodos y técnicas); capítulo dos (II) está conformado por el marco teórico (aspectos conceptuales).

El capítulo tres (III) incluye la presentación de análisis y resultados, donde se muestra la tabulación y descripción gráfica de los datos obtenidos en las encuestas, el capítulo cuatro (IV) está conformado por las conclusiones y recomendaciones. Estos capítulos son seguidos del apéndice bibliográfico. Los anexos son: 1) árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos 2) diagrama del medio de solución, 3) boleta de investigación efecto, 4) boleta de investigación causa, 5) boleta diagnóstico del problema, 6) cálculo de la muestra, 7) cálculo del coeficiente de correlación, 8) cálculo de la proyección lineal sin proyecto.

El segundo tomo consiste en presentar a manera de síntesis la información y datos más relevantes de la investigación, asimismo, anexas el planteamiento de la propuesta de solución, la matriz de estructura lógica del trabajo, el plan de trabajo, el presupuesto general de propuesta y los planos respectivos al proyecto de construcción.

I.1 Planteamiento del problema.

En la zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, en los últimos cinco años ha incrementado el número de habitantes con padecimiento de enfermedades gastrointestinales, cuya consecuencia genera entre otras condiciones el deterioro de la calidad de vida de estos.

Esta situación que se ve potenciada por los desagües expuestos a flor de tierra en áreas urbanas del municipio, en tal escenario los niveles de contaminación ambiental son altos, por lo que se generan enfermedades cutáneas, respiratorias y principalmente gastrointestinales, esto por la exposición de alimentos y agua para consumo humano al ambiente insalubre del área provocado por la falta de drenajes de aguas negras.

El manejo incorrecto de la deposición de aguas negras, así como un parcial e inadecuado sistema de drenajes desarrolla indudablemente la problemática. La exposición de aguas residuales en esta parte del pueblo, es un tema poco observado por el poder local.

Las constantes quejas de la población no han sido suficientes para resolver la problemática, y logrado hacer eco en las autoridades y reflexionar que por años han obviado la necesidad de interconectar la red de drenaje de aguas negras para todos los sectores y áreas, y para cada uno de los hogares ubicados en esta zona del casco urbano.

La inexistencia de proyecto para la construcción de red de aguas residuales en el área de estudio genera insalubridad y limita el desarrollo local, restándole belleza al paisaje. Se identifican en esa línea situaciones relevantes, tales como el deterioro de la infraestructura familiar, pérdida de la belleza escénica, falta de presupuesto para la ejecución del proyecto y su mantenimiento; entre otros, estas brechas deben vencerse paulatinamente.

I.2 Hipótesis.

Se pudo establecer la hipótesis de trabajo como parte del trabajo de investigación realizado en la zona 2 de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.

Hipótesis causal.

“El incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, en los últimos 5 años, por exposición de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de aguas negras”.

Hipótesis interrogativa.

¿Será la inexistencia de proyecto para la construcción de red de aguas negras, la causante del incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, en los últimos 5 años, por exposición de aguas residuales?

I.3 Objetivos.

El desarrollo de la investigación conllevó el planteamiento de los objetivos: general y específico, los cuales conforme la investigación avance deben alcanzarse para comprobar la veracidad de la hipótesis y la forma de solucionar la problemática encontrada.

I.3.1 General.

Decrementar enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.

I.3.2 Específico.

Disminuir exposición de aguas residuales en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.

I.4 Justificación.

En la actualidad, en la zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, el promedio de casos de enfermedades gastrointestinales es de 38 al año, esto equivale a un total de 190 en cinco años, esto repercute en el bienestar de los pobladores y deteriora su calidad de vida.

Con base a los datos de los últimos cinco años, se deduce que los casos de enfermedades gastrointestinales aumentan 1.8 % al año, esto por la exposición a las aguas residuales consecuencia de no contar con el proyecto de construcción de red de aguas negras.

Esta situación tenderá a al aumento de personas enfermas en los siguientes cinco años de no tomar medidas necesarias para contrarrestar la problemática, las proyecciones indican que la cantidad de casos de padecimientos gastrointestinales será de 66 para el año 2024.

Se cataloga, por lo tanto, urgente diseñar como solución del problema una propuesta para la construcción de red de aguas negras y un sistema de drenaje sanitario. Para complementar el proyecto es importante diseñar y construir una planta de tratamiento de aguas residuales, de tal manera que pueda aprovecharse el recurso agua y reutilizarse en la localidad. El mantenimiento periódico debe incluirse en la planificación para garantizar la sostenibilidad del proyecto.

Resulta indispensable para el bienestar generalizado de las familias la implementación de esta propuesta para regular la deposición de las aguas residuales generadas en la zona 2 del casco urbano, de esta forma disminuir la incidencia de enfermedades del sistema digestivo en un 100 % en los siguientes años, lo que implica registrar 16 casos para el año 2024.

I.5 Metodología.

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

I.5.1 Métodos.

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

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

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

1.5.1.1 Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis.

Para la formulación de la hipótesis se utilizó el método deductivo como medio principal de investigación, el cual permitió conocer aspectos generales de la zona 2 del casco urbano, municipio de Ciudad Vieja, departamento de Sacatepéquez. Las técnicas utilizadas fueron:

- Observación directa. Se llevó a cabo durante las visitas al área de estudio, lo que permitió confirmar el ambiente insalubre de esta debido a la falta de red de alcantarillado en la que se depositen adecuadamente las aguas residuales generadas por los vecinos, también se indagó sobre las maneras en que los pobladores disponen de sus aguas residuales, así como sus esfuerzos para buscar el respaldo de las autoridades municipales en su situación.

- 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 los pobladores de la zona 2 del casco urbano y a los profesionales de la municipalidad concernientes a la situación, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática identificada.

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

La hipótesis formulada de la forma indicada, dice: “el incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, en los últimos 5 años, por exposición de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de aguas negras”.

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

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:

- Encuestas. Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas proporcionaran la información requerida después de ser aplicada.
- Determinación de la población a investigar. En atención a este tema, se decidió efectuar la técnica del muestreo estadístico para determinar la población efecto (variable Y), la cual dio como resultado a 68 elementos de estudio, con lo que se establece que el nivel de confianza es del 90% y el margen de error del 10%; en cuanto a la población causa (variable X) se efectuó un censo, puesto que la población identificada se componían de nueve elementos, por lo tanto, se determina que el nivel de confianza para este caso será del 100% y el margen de error de 0%.

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 tuvieron 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.

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 encuesta, muestreo estadístico y el censo.

Como se puede advertir fácilmente, la encuesta 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.

Por ser el soporte técnico del documento, este apartado se considera una de las partes más importantes de la investigación, presenta conceptos que sirven al lector para comprender la información encontrada en el documento, se incluye entre los aspectos conceptuales información técnica, legal y práctica de temas que contextualizan la investigación. Con la finalidad de desarrollar el presente capítulo, fueron objeto de consulta autores nacionales y extranjeros, medios de comunicación visual y escrito, para así sustentar las definiciones conceptuales.

II.1. Aspectos conceptuales.

Este apartado se incluye para contextualizar la investigación y entender de manera más ágil los términos técnicos que pudieran incluirse, incluye información al respecto de la contaminación ambiental, incidencia de la morbilidad en Guatemala y la referencia del departamento de Sacatepéquez como parte de la macro localización; enfermedades gastrointestinales, indicadores del incremento de enfermedades, aguas residuales y sus indicadores, red de aguas residuales, proyecto para la construcción de red de tratamiento de aguas residuales y definición de sistema de drenajes sanitarios.

Contaminación ambiental.

“De acuerdo al Diagnóstico Nacional de Salud de Guatemala (2016), la contaminación ambiental figura como una de las mayores causas de mortalidad, pues implica cerca del 36% de muertes que se reportan, la incidencia se ha incrementado a partir del año 2011 cuando se registró solamente en el 21% sobre el total de muertes, lo que sugiere un incremento del 15% a partir de ese año”. (MSPAS, 2016).

Se incluyó en el párrafo anterior manera de referencia, datos de la incidencia de enfermedades por contaminación ambiental, en el quinquenio del 2011 al 2015 de acuerdo a clasificación de la OMS.

**Cuadro 1. Enfermedades de origen ambiental, según la clasificación de la OMS
Periodo 2011-2015.**

Año	Total	De origen ambiental	Porcentaje
2011	72,354	15,027	20.77
2012	72,657	23,523	32.38
2013	76,639	26,004	33.93
2014	80,471	28,000	34.79
2015	84,494	30,230	35.78

Fuente: INE, 2016 citado por (MSPAS, 2016)

De acuerdo a datos provistos por proveedores de servicios de salud se han reportado datos de morbilidad, entre los que se refieren infecciones e intoxicaciones generadas por ingestión de alimentos y agua, por lo que se incluyen datos totales para Guatemala a nivel nacional y la incidencia para el departamento de Sacatepéquez.

**Cuadro 2. Casos atendidos en el MSPAS de enfermedades adquiridas por
alimentos y agua 2014-2018.**

Descripción	2014	2015	2016	2017	2018
Guatemala (país)	713,771	631,401	593,581	662,901	760,043
Sacatepéquez	14,124	14,922	15,251	12,004	11,586

Fuente: (MSPAS-SIGSA, 2018)

La incidencia de enfermedades adquiridas por contaminación ambiental y agua se incrementa en los departamentos donde se identifican cuerpos de agua y ante la falta de manejo y contaminación de sus aguas; así como, falta de drenajes, se incrementa la incidencia de enfermedades gastrointestinales.

Enfermedades gastrointestinales.

“La Organización Mundial de la Salud refiere que por lo menos el 10% de la población a nivel mundial consume alimentos que han sido regados con aguas que no han recibido tratamiento; así también, que por lo menos el 32% no tiene acceso a servicios de saneamiento básico, lo que genera decesos relacionados con estos factores”. (OMS, Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud, 2004).

“Por lo menos el 4% de las muertes a nivel mundial son atribuidas a la mala calidad del agua, falta de higiene y saneamiento, estos datos reflejan los decesos en los estratos más pobres, en poblaciones desatendidas y se ven más enmarcados en países sub-desarrollados, donde la población en el área rural y periurbana carece de los servicios básicos. Las enfermedades diarreicas agudas, llamadas EDA en América Latina y El Caribe se cuentan como una de las principales causas de muerte por la mala calidad del agua y ante la falta de manejo de aguas residuales”. (García-Ubaque & García-Ubaque, 2017).

“Entre los Objetivos de Desarrollo del Milenio, el Objetivo número 7: Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente, incluye en la Meta 10: i. Reducir a la mitad para el año 2015 el porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento y ii. Incorporar el saneamiento en las estrategias de gestión de los recursos hídricos”. (OMS, Agua, saneamiento y salud (ASS), s.f.).

“Las enfermedades gastrointestinales son trastornos del aparato digestivo que en algunas oportunidades se le llama gastrointestinal, entre este tipo de enfermedades están sangrado, distensión, estreñimiento, diarrea, acidez gástrica, incontinencia, náuseas y vómitos, dolor en el abdomen, problemas para tragar y aumento o pérdida de peso, estas pueden clasificarse como leves a serias”. (Medline Plus, 2017).

“Las enfermedades gastrointestinales más comunes relacionadas con la contaminación de agua y la falta de servicios de saneamiento, están problemas estomacales, donde se incluye gastritis, úlceras gástricas comúnmente producidas ante infección por *Helicobacter pylori* y cáncer; problemas hepáticos, como hepatitis B, hepatitis C; problemas intestinales, como pólipos y cáncer, infecciones, celiaquía, enfermedad de Crohn, colitis ulcerativa, diverticulosis, mala absorción, síndrome del

intestino corto e isquemia intestinal; enfermedad del reflujo gastroesofágico (ERGE), enfermedad de úlcera péptica y hernia de hiato”. (Medline Plus, 2017).

“Una de las enfermedades más comunes es la diarrea que de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud es la causa de muerte de 1,8 millones de personas por año ante enfermedades diarreicas donde se incluye el cólera; curiosamente el 90% son niños menores de 5 años de las áreas más pobres, se considera que el 88% de estas enfermedades se registran a causa del abastecimiento insalubre de agua; así como de la falta de higiene y saneamiento deficiente”. (OMS, Agua, saneamiento y salud (ASS), s.f.).

“El mejoramiento de una red de abastecimiento de agua podría reducir entre el 6% y 21% la relación de decesos por diarrea; así también, el mejoramiento en el saneamiento podría reducir la morbilidad por diarrea en un 32%, situación que mejoraría si se capacita al respecto de medidas de higiene, con énfasis en el lavado de manos, de tal manera que podría reducir hasta en un 45% el número de muertes por esta causa”. (OMS, Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud, 2004).

“El tratamiento de agua para mejorar su calidad y hacerla adecuada para el consumo humano, podría reducir entre un 35 a 39% la incidencia de diarrea. (OMS, Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud, 2004).

“Entre las primeras 20 causas de morbilidad referidas por el Ministerio de Salud y Asistencia Social de Guatemala, se registran cuatro que son clasificadas como enfermedades gastrointestinales, las que en el año 2017 registraron 1,284,385 casos. En el caso de Ciudad Vieja Sacatepéquez, se registraron 146 casos de diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso, 136 de amebiasis y 198 casos de otras infecciones intestinales bacterianas”. (MSPAS M. d., 2018).

Cuadro 3. Primeras causas de mortalidad a nivel nacional relacionadas con enfermedades gastrointestinales al año 2017.

No.	Diagnóstico	Casos a nivel nacional	Casos Sacatepéquez
1	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	436,324	4,951
2	Parásitos intestinales, sin otra especificación.	374,567	2,406
3	Amebiasis	307,761	806
4	Otras infecciones intestinales bacterianas	165,733	2,356
Total 1, 2, 3 y 4		1,284,385	9,713
Total nacional		6,793,899	

Fuente: (MSPAS M. d., 2018) Datos del 2017 al 20 de junio 2018.

Enfermedades gastrointestinales por estrato social.

“De acuerdo al PNUD la población más vulnerable es el grupo de mayor tamaño, que corresponde al 38% a nivel latinoamericano, es decir más de la tercera parte de la población que vive en pobreza, aunado a ello y para incidir en los índices de pobreza, en Guatemala existe un 25.1% de jóvenes entre 15 y 24 años que no estudian ni trabajan, esta población es la más vulnerable en el país, la población ubicada en el área rural, es la que tiene falta de acceso a los servicios básicos por vivir en las áreas más lejanas y es donde la incidencia de enfermedades por contaminación de agua y falta de drenajes se incrementa”. (PNUD, 2014).

“Como indicador socio demográfico de pobreza y desigualdad, se identifican los hogares con necesidades básicas insatisfechas, tales como la calidad de la vivienda, hacinamiento, fuentes de abastecimiento de agua y disponibilidad de servicio sanitario, estos hacen una comparación de las últimas 4 décadas, donde se evidencia que en Guatemala prevalece la falta de entrega de servicios básicos a nivel municipal. Se incluye a manera de referencia las estadísticas referentes a las últimas décadas”. (PNUD, 2014).

Cuadro 4. Porcentaje de hogares con necesidad básica insatisfecha.

Año	Calidad de la vivienda	Hacinamiento	Fuentes de abastecimiento de agua	Disponibilidad de servicio sanitario
1981	40	52	34	64
1994	23	41	12	22
2002	12	36	13	26
2006	13	31	13	22

Fuente: (INE, 2019)

“La falta de servicios de agua, higiene y saneamiento genera enfermedades gastrointestinales que tienen como consecuencia el síndrome diarreico, tales como las que se mencionan a continuación:” (OMS, Enfermedades transmitidas por el agua, 2017).

- “Las debidas a la ingestión de agua contaminada por microorganismos y productos químicos, como la diarrea, la arsenicosis y la fluorosis;
- las enfermedades que, como la esquistosomiasis, tienen un organismo causante que está presente en el agua como parte de su ciclo vital;
- las enfermedades como las helmintiasis transmitidas por el suelo que se deben a las deficiencias de saneamiento e higiene;
- las enfermedades que, como el paludismo y el dengue, transmiten vectores que se reproducen en el agua;
- y otras enfermedades, como la legionelosis, que son causadas por aerosoles que contienen determinados microorganismos”. (OMS, Enfermedades transmitidas por el agua, 2017).

“Dicho previamente, las enfermedades gastrointestinales más conocidas y comunes son el síndrome diarreico agudo, que se considera como una de las principales causas de defunción, clasificadas como defunciones de origen ambiental, por consumo de

alimentos contaminados y agua contaminada, otra de las causas es la falta de saneamiento ante la ausencia de drenajes y servicios de agua adecuada para consumo humano”. (OMS, Enfermedades transmitidas por el agua, 2017).

Se incluye a continuación la incidencia de enfermedades adquiridas por contaminación de alimentos y aguas por departamento del 2014 al 2018.

Cuadro 5. Enfermedades adquiridas por contaminación de alimentos y agua a nivel nacional 2014 al 2018.

Departamento	2,014	2,015	2,016	2,017	2,018
Alta Verapaz	44,789	39,761	34,537	43,881	58,980
Baja Verapaz	17,848	16,066	13,165	18,303	16,838
Chimaltenango	23,444	21,244	16,693	17,547	20,155
Chiquimula	22,449	21,256	20,386	25,517	28,868
El Petén	40,130	36,483	34,932	33,271	41,883
El Progreso	9,507	7,781	8,287	7,803	8,341
Escuintla	43,054	44,241	37,296	34,013	42,514
Guatemala	83,969	73,850	68,658	56,463	58,599
Huehuetenango	64,699	57,395	63,641	85,754	87,747
Izabal	14,308	12,111	10,778	12,510	12,936
Jalapa	15,455	13,241	11,549	15,001	15,024
Jutiapa	24,663	22,898	19,349	20,941	25,981
Quetzaltenango	34,547	28,015	28,533	36,489	41,012
Quiche	75,578	64,652	67,727	70,495	69,959
Retalhuleu	18,520	17,265	15,545	15,657	19,633
Sacatepéquez	14,124	14,922	15,251	12,004	11,586
San Marcos	62,348	57,422	48,036	64,916	84,870
Santa Rosa	23,187	19,188	18,746	22,257	26,000
Sololá	20,369	15,293	18,722	22,461	28,041
Suchitepéquez	21,726	15,885	13,344	11,266	12,456
Totonicapán	24,718	19,063	19,023	22,885	32,501
Zacapa	14,339	13,369	9,383	13,467	16,119
Total	713,771	631,401	593,581	662,901	760,043

Fuente: (MSPAS-SIGSA, 2018)

“Los departamentos de Huehuetenango, Quiché, Guatemala, San Marcos, Alta Verapaz y Escuintla, son los que registran mayor incidencia acumulada en cuanto a las ETA, Sacatepéquez está ubicado en el número 19 de 22 departamentos”. (MSPAS-SIGSA, 2018).

“Se evidencia que la mayor incidencia acumulada, con relación a los años del 2014 al 2018 se registra en el occidente, norte y centro de la república, donde radica la mayor parte de la población indígena, menor posibilidad de acceso a la educación a oportunidades laborales, lo que se traduce en mayores índices de pobreza y pobreza extrema”. (MSPAS-SIGSA, 2018).

Indicadores del incremento de enfermedades gastrointestinales.

“Para el establecimiento de indicadores de salud, se deben establecer mediciones de un conjunto de variables; tales como, referencias de la incidencia de enfermedades gastrointestinales; mediciones ecológicas o ambientales en las que pueden realizarse referencias al respecto de la satisfacción de servicios básicos, que en este caso se refiere a la disponibilidad de drenajes y mediciones globales, tales como densidad poblacional, índice de desarrollo humano, producto interno bruto per cápita local o nacional”. (OPS, s.f.).

Mediciones consolidadas de salud. Las enfermedades gastrointestinales, específicamente las diarreicas son la causa del fallecimiento de 1.5 millones de personas al año a nivel mundial, por lo menos la mitad de estas es a causa de la falta de acceso a servicios de agua y saneamiento; así como, ante la falta de una vida con hábitos de higiene en el hogar, de estos el 24% corresponde a muertes de niños menores de 5 años en países subdesarrollados. (OMS, Agua, saneamiento e higiene, 2014)

Mediciones ecológicas o ambientales. Algunos de los municipios de Sacatepéquez que sobresalen a nivel mundial se convierten en pantanos ante la acumulación de lodo y agua debido a que no existe cobertura de drenajes para la totalidad de la población, situación que se ve incrementada por la acumulación de basura que causa taponamiento y porque en las últimas décadas los proyectos inmobiliarios se han incrementado en el departamento.

La falta de visión de las autoridades locales para el establecimiento de drenajes en la totalidad de su territorio es un factor limitante. Las zonas costeras incrementan su problema debido a que están establecidos sobre humedales, situación que obliga a que se usen quíneles para el desfogue de aguas residuales.

“La Meta 7 de los Objetivos de desarrollo del Milenio ODS al respecto de reducir al 50% para el año 2015, la incidencia de personas sin acceso sostenible al agua potable y servicios básicos de saneamiento, entre estos lo drenajes, tal compromiso fue adquirido a partir del año 2008, aspecto donde se marcó un retroceso de acuerdo a referencias del 2015”. (Naciones Unidas, 2015).

Cuadro 6. Resumen de indicadores.

Indicadores	Año Base	Evolución posterior				Meta 2015	Brecha
	1989	2000	2006	2011	2014		
Proporción de la población con acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable	64.1	71	76.8	74.8	76.3	82.1	5.8
Proporción de la población con acceso a servicios de saneamiento mejorados	31.1	39.5	48.2	51.6	53.3	65.6	12.2

Fuente: (SEGEPLAN S. d., 2015).

“De acuerdo al Plan de Desarrollo Municipal de Ciudad Vieja, se deduce que no existen medidas de mitigación, o un programa de gestión de riesgo para controlar

amenazas por fenómenos naturales que puedan afectar a la población vulnerable, infraestructura económica, de servicios básicos y productiva. Se identificó entre las amenazas al municipio, erupciones volcánicas, incendios forestales y en viviendas, inundaciones y contaminación por desechos líquidos y sólidos, entre otros”. (SEGEPLAN S. G., 2010).

Cuadro 7. Priorización de amenazas, Ciudad Vieja, Sacatepéquez.

Amenazas	Nombre de los lugares poblados afectados
Erupción volcánica	Lugares vecinos a San Juan Alotenango y San Miguel Dueñas
Inundaciones	Zona 1 y 2, Villas Alcántara, Zona 5, San Lorenzo y 1ª. Calle de la Zona 4.
Vientos fuertes	Todo el municipio
Incendios forestales	Faldas del Volcán de Agua
Incendios viviendas	Casco urbano
Contaminación por desechos líquidos	Zonas 1, 2, 3 y 4, por arrastre de aguas negras.
Organización de grupos delincuenciales	Faldas del Volcán de Agua
Desechos sólidos	Todo el municipio

Fuente: (SEGEPLAN S. G., 2010)

“Se puede inferir por tanto que la brecha para la dotación de los servicios de saneamiento prevalece en la zona 2 de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, donde se corre el riesgo de inundaciones y Contaminación por desechos líquidos”.

“Mediciones globales. El municipio de Ciudad Vieja tiene 51 kilómetros cuadrados como extensión territorial y se estima una población de 41,620 personas, de los cuales 20,645 son hombres, equivalente al 50% y 20,975 son mujeres lo que complementa el otro 50%”. (INE, Censo Nacional de Población, 2002).

“Se considera el municipio como un área urbana debido a que el 98.17% de su población radica en el área urbana”. (SEGEPLAN S. G., 2010).

Agua.

“Es un bienpreciado, recurso natural necesario para la sobrevivencia de la humanidad, indispensable en las actividades cotidianas del ser humano, útil para los cultivos agrícolas, producción de ganado e industrialización, el agua para consumo humano es recurso de difícil acceso para la población ubicada en las áreas más rurales”. (FAO, s.f.).

“El tema del agua potable y saneamiento en Guatemala ha sido observado por organizaciones a nivel internacional, de esta cuenta se han realizado acciones de sensibilización entre la población, promocionándola a nivel social como un bien, recurso natural renovable que debe manejarse adecuadamente, toda vez que es un bien que contribuye al tema de la salud”. (FAO, s.f.).

“Guatemala produce anualmente 97 mil millones de metros cúbicos de agua de lo cual solo se aprovecha a nivel nacional el 10%, según la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida -ENCOVI- 2011-2012, en Guatemala en el área urbana el 70% de los hogares tienen acceso a servicios básicos, en cuanto a agua entubada y drenajes, comparado con el área rural donde sólo el 30% tiene acceso, refiere la misma investigación que de 334 municipios registrados sólo el 4% brindan tratamiento a sus aguas residuales”. (OPS, Agua y saneamiento, 2014).

“Según datos de la ENCOVI para el año 2014 el 89.8% de hogares en el área urbana tiene acceso al servicio de agua, mientras que en el área rural solamente el 64.2%. Desde el punto de vista de las capas sociales, el 72.6% de la población que vive en pobreza tiene acceso al agua, solamente el 60.8% de la población que vive en pobreza extrema también tiene acceso al recurso, comparado con 87% de la población que no tiene problemas de pobreza y se beneficia del recurso”. (INE, Encuesta Nacional de Condiciones de Vida, 2014).

“De acuerdo a estudios realizados, solamente el 40% del agua a nivel nacional recibió tratamiento para hacerla apta para el consumo humano, en la mayoría de los casos el agua proviene de ríos y lagos y se distribuye a la población sin tratamiento; tal situación genera enfermedades diarreicas agudas, que son consideradas como una de las 5 primeras causas de muerte en Guatemala, con más incidencia en niños menores de 5 años. Se identifica, déficit de la cobertura en el servicio de agua y baja calidad del recurso; por lo que está en riesgo la salud, seguridad alimentaria y bienestar económico-social de la población”. (OPS, Agua y saneamiento, 2014).

“En el último quinquenio el Estado de Guatemala por medio del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, que fue designado como rector del sector salud, presentó la Política Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento, la que se convierte en el marco legal de referencia para decrementar la brecha en la satisfacción del servicio de agua y saneamiento a nivel nacional, que debe priorizar los sectores más vulnerables en aspectos de pobreza, desnutrición y analfabetismo, entre otros”. (MSPAS M. d., 2015).

“El manejo inadecuado deteriora paulatinamente el caudal de los cuerpos de agua, situación que se ve incrementada por la producción excesiva de desechos sólidos de tipo familiar e industrial que se depositan en los cuerpos de mayor tamaño. La contaminación que es vertida en las partes altas de una cuenca, afecta directamente a toda la población que radica en ella”. (MSPAS M. d., 2015).

“El objetivo de la Política es “Contribuir al mejoramiento de las condiciones de calidad de vida, bienestar individual y social de los habitantes de la República de Guatemala, como parte del desarrollo humano, mediante el mejoramiento de la gestión pública sostenible de los servicios de agua potable y saneamiento y de las buenas prácticas de higiene y de manejo del agua para el consumo humano”. (MSPAS M. d., 2015).

“Relación de los servicios de agua y saneamiento con educación. Si se relaciona el agua y saneamiento con el sector educación, existen 3 causas que se consideran origen del abandono escolar, la primera proviene de la necesidad de provisión de agua en el hogar, la segunda problemas generados a la salud traducidos en enfermedades gastrointestinales por consumo de agua, la tercera es la falta de agua y saneamiento en los edificios escolares, o servicios de provisión inadecuados”. (MSPAS M. d., 2015).

“Relación de los servicios de agua con la pobreza. La entrega adecuada de los servicios de agua y de saneamiento es esencial en el combate a la pobreza, pues la falta o el servicio inadecuado de estos se traduce en deterioro de la salud y falta de bienestar, se disminuye la potencialidad para el trabajo y por ende una disminución de ingresos para el hogar”. (MSPAS M. d., 2015).

“La falta de acceso a los servicios de agua, obliga a la población a su acarreo desde lugares lejanos o pagos de precios altos por pocas cantidades de agua de precaria calidad”. (MSPAS M. d., 2015).

“La Política Nacional del Sector de Agua Potable en Guatemala, se fundamenta en siete principios que teorizan y operativizan su accionar, estos se describen en los párrafos subsiguientes”. (MSPAS M. d., 2015).

“Enfoque de derecho: es un derecho humano y garantía de una vida digna, el acceso de la persona al servicio de agua y saneamiento en condiciones de igualdad, sin discriminación entre género, raza y estrato social”. (ONU, 2014).

“Solidaridad: construcción de una cultura basada en el reconocimiento recíproco y la solidaridad social”. (MSPAS M. d., 2015).

“Descentralización: por medio del Decreto 12-2002 Código Municipal, el Estado transfiere a las municipalidades, otras instituciones estatales y comunidad organizada legalmente, poder, competencia, funciones y financiamiento, por medio de la implementación de políticas municipales, la responsabilidad de priorización y ejecución de obras para la satisfacción de servicios básicos en función de las necesidades de la población”. (MSPAS M. d., 2015).

“Respeto a la diversidad cultural: reconocimiento de la diversidad de los territorios locales y estructuras organizativas de los pueblos mayoritarios de manera autónoma”. (MSPAS M. d., 2015).

“Integralidad: desarrollo de intervenciones integrales eficientes y coordinadas desde los diferentes componentes de la Política”. (MSPAS M. d., 2015).

“Corresponsabilidad: creación de una cultura de corresponsabilidad social que cuente con actores que tengan la capacidad de autogestionar beneficios para la población”. (MSPAS M. d., 2015).

“Participación: promoción de la participación comunitaria como contribución a la vida económica, política y social a nivel local, donde el Estado reconoce el liderazgo en la gestión y toma de decisiones en los diferentes niveles territoriales”. (MSPAS M. d., 2015).

Aguas residuales.

“Son aguas que han sido utilizadas por el ser humano para consumo y usos domésticos o industriales y que deben ser tratadas adecuadamente, previo a ser vertidas en corrientes o lagos, para evitar la contaminación de estos cuerpos de agua”. (UNESCO, 2017).

Clasificación de aguas residuales por su origen.

“Domésticas. Son aguas utilizadas por el ser humano en actividades cotidianas, entre ellas lavado de ropa, cocina y baño, por lo que se les adhieren residuos de actividades humanas”. (EcuRed, s.f.).

“Industriales. Estas han sido utilizadas en el desarrollo de procesos industriales en la transformación de recursos y se les atribuye características específicas en función del tipo de industria”. (EcuRed, s.f.).

“Infiltración y caudal adicionales. Son aguas, que, por proceso de infiltración, se adentran en el sistema de drenaje por medio de uniones de tuberías y tuberías con desperfectos; así también, las aguas pluviales, que son descargadas por medio de canales, drenajes y colectores de agua de lluvia”. (EcuRed, s.f.).

“Pluviales. Son aguas como resultado de lluvia que se descargan sobre el suelo, ésta atraviesa la superficie y por efecto de la escorrentía y arrastre transporte algunos componentes del suelo hacia otra superficie”. (EcuRed, s.f.).

“En Guatemala el uso doméstico del agua genera 668 millones de metros cúbicos de aguas residuales, mientras que solo un 10% de estas aguas recibe un tratamiento, situación que contamina el cuerpo de agua donde es descargada”. (OPS, s.f.)

“Las aguas residuales son utilizadas en procesos agrícolas y acuícolas, ante la falta de disponibilidad del recurso agua, por efectos de urbanización, cambio climático y fenómenos naturales, si las aguas no son tratadas pueden afectar la salud de la población. Es importante orientar a la población para la reutilización de las aguas grises si estas reciben un adecuado manejo”. (OPS, s.f.)

Indicadores de las aguas residuales.

“Para la identificación de indicadores de aguas residuales, se pueden identificar resultados de mediciones y estadística de variables; como referencias de la incidencia de la falta de tratamiento de aguas grises, aguas negras y aguas de lluvia, estadísticas de saneamiento y disponibilidad de drenajes”. (OPS, s.f.)

a. Mediciones consolidadas de recursos.

“Al respecto de los servicios de saneamiento la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida –ENCOVI- 2014, refiere que en el área urbana el 73.4% de la población tiene acceso a drenajes y en el área rural únicamente el 11.6%, lo que promedia un 45% de cobertura a nivel nacional. El 64.3% de la población que no vive en condición de pobreza tiene acceso a drenajes, comparado con el 31.4% de la población que vive en pobreza y únicamente el 12.1% que vive en pobreza extrema que cuenta con drenajes”. (INE, Encuesta Nacional de Condiciones de Vida, 2014).

b. Mediciones ecológicas o ambientales.

“Por estar ubicado en tierras volcánicas, el municipio de Ciudad Vieja es muy vulnerable por la acumulación de cenizas, el arrastre de estos sedimentos por quíneles o zanjones causa taponamiento. Las inundaciones se registran por lo menos tres veces al año en la época de invierno y temporales, lo que causa desbordamiento en los ríos. A manera de referencia, se menciona que en el año 2010 con la ocurrencia de la Tormenta Agatha el municipio de Ciudad Vieja fue uno de los más dañados”. (SEGEPLAN S. G., 2010).

“Para el año 2015 debió reducirse al 50% la incidencia de personas sin acceso sostenible al agua potable, servicios saneamiento y drenajes, en función del trabajo para el alcance de la Meta 7 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio ODS, aspecto donde se marcó un retroceso de acuerdo a referencias del 2015. Para el año 1989 el 31.1% de la población contó con el servicio de saneamiento mejorado, comparado

con el año 2014 donde un 53.3% tuvo acceso a estos servicios, por lo que se evidencia como brecha para alcanzar la meta de cobertura del 65.65% es del 12.2% de diferencia”. (SEGEPLAN S. G., 2010)

“De acuerdo a la ENCOVI 2014, los hogares de Ciudad vieja en promedio tienen una cobertura 45.2 % de drenajes, situación que ha mejorado, al comparar la presente encuesta con la realizada en el año 2011, donde solo existió una cobertura del 38.5%, por lo que se evidencia un avance del 7%, a pesar de ello existe una buena parte de la población que no tiene acceso a los drenajes, por lo que utilizan pozos ciegos para decantar las aguas utilizadas”. (MSPAS M. d., 2015).

“En Ciudad Vieja no existe un plan de mitigación para controlar las amenazas por inundaciones, tampoco un programa de gestión de riesgos por falta de drenajes, la meta 10 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio -ODM-, se propone reducir a un 50% la población que no tiene acceso al servicio de agua y saneamiento”. (PNUD P. d., 2015).

“Mientras la población crezca puede que la meta no pueda ser alcanzada, tal situación se ve acentuada por la falta de implementación de políticas, planes y programas; así como, la falta de presupuesto para ejecutar las propuestas, por lo que a partir del año 2010 se creó la Unidad Especial de Ejecución Administrativa para el Control del Agua Potable y Saneamiento”. (MSPAS M. d., 2015).

“Aguas residuales expuestas. América Latina y España han realizado actividades para el aseguramiento de la calidad del recurso agua y tienen planificado desarrollar el V Dialogo sobre el agua en octubre de 2019. Entre los elementos nocivos de las aguas residuales se pueden mencionar malos olores, acción tóxica, potencialidad de infección, modificación de la apariencia física y polución térmica”. (Rodríguez, 2017).

“Ante la falta de plantas de tratamiento, las aguas residuales provenientes del uso doméstico, industrial, pluvial e infiltración son vertidas en los cuerpos de agua sin haber sido tratadas adecuadamente, lo que contamina las aguas donde son vertidas se genera daño en ríos, lagos, mares y corrientes subterráneas cuando son decantadas en pozos”. (Rodríguez, 2017).

“Los cuerpos de agua donde son vertidas las aguas residuales no tienen la capacidad por si mismos para absorber y neutralizar la contaminación, por lo que sus características se han degradado y ha sido limitada su capacidad de albergar diversidad biológica acuática (flora y fauna), lo que les ha generado la pérdida de capacidad de poder ser un medio de subsistencia, transporte y fuente de energía para los seres humanos”. (Rodríguez, 2017).

“Previo a que las aguas residuales sean decantadas en corrientes y cuerpos de agua, deben recibir tratamiento para recuperar sus características físicas y químicas, por lo que deben diseñarse plantas de tratamiento capaces de tratar las aguas que reciben y devolverles las condiciones necesarias para ser reutilizadas en otros fines”. (Rodríguez, 2017).

Elementos dañinos de las aguas residuales

- a. **“Malos olores.** Debido a la fusión de agentes contaminantes las aguas residuales son capaces de producir gases, por los lixiviados acumulados en espacios cerrados como efecto de la descomposición”. (Rodríguez, 2017).
- b. **“Acción tóxica.** Es el efecto que genera por contacto sobre la flora y la fauna los compuestos orgánicos nocivos presentes en las aguas residuales”. (Rodríguez, 2017).
- c. **“Potencialidad infectiva.** Capacidad nociva de las aguas residuales de contaminar, cuando son utilizadas para riego de la producción agrícola y por consecuencia, puede afectar la salud de la población”. (Rodríguez, 2017).

- d. “Modificación de la apariencia física.** Las aguas residuales expuestas modifican su apariencia física por contacto con otros agentes”. (Rodríguez, 2017).
- e. “Polución térmica.** Condición generada por la interacción de las aguas residuales. Cuando las aguas residuales están frescas no tienen olores desagradables, esto entre 20 y 25 °C, después de algunas horas da inicio su descomposición, turbidez y cambio de color a un color marrón, después de 6 u 8 horas se emanan gases, lo que transforma el agua a un color más oscuro, producción de malos olores, y convierte el agua en ácida; finalmente, se produce la estabilización y se convierte nuevamente en agua que carece de olor, color y sabor, y se obtiene materia estable como dióxido de carbono (CO₂), óxido de nitrógeno (NO₃) y sulfatos (SO₄)”. (Rodríguez, 2017).

Red de aguas residuales.

“Una red de aguas residuales está conformada por la estructura necesaria para la recolección y transporte de las aguas generadas de la población y aguas pluviales, por lo que deben tener una acometida o una recogida para cada tipo de agua para incorporarlos a una red central”. (Marquez, 2016).

Elementos de captación.

“Recolección o recogida de aguas residuales. Acometidas individuales o particulares que interconectan tuberías individuales al colector central público, conformadas por tres secciones pozo de registro, canalización de enlace y dispositivo de conexión con colector público”. (Marquez, 2016).

“Recolección de aguas pluviales. Son drenajes, canales o cunetas a partir de donde se recogen las aguas pluviales y son transportadas a un colector principal, tiene 2 partes fijas rejilla y buzón, sobre un pozo de registro y limpieza, canalización de enlace y la conexión a un colector, estos pueden ser ventana, reja longitudinal, transversal o diagonal y mixta, entre otros”. (Structuralia, 2016).

“Los colectores pueden estar situados junto a los bordillos y coincidir con los puntos bajos de la superficie si la calle es convexa, antes de puentes, túneles, terraplenes, cruces de calles y pasos peatonales, distanciados en función del tamaño de la calle, a lo largo de las vías públicas. En el caso de calles cóncavas los colectores pueden estar en la parte central de la calle, estas pueden ser de rejillas más separadas y ser colocados con menos separación que en las calles convexas”. (Structuralia, 2016).

Ilustración 1. Rejilla para recolección de agua.



Fuente: (Structuralia, 2016).

“**Elemento de visita y supervisión.** Se refieren a pozos de registro que sirven para realizar actividades de inspección y limpieza, mientras que en los pozos de mayor tamaño incluso pueden ingresar personas, por lo que deben tener pates o escalerillas para permitir el ascenso o descenso de las personas”. (Structuralia, 2016).

Ilustración 2. Pozo de registro o visita.



Fuente: (Atha, s.f.).

Canalizadores lineales. Estos son los elementos más importantes de la red, sirven para el transporte y algunos son visitables y otros no visitables.

Visitable: son de paredes verticales, con una sección oval superior, estos permiten el acceso de una persona, las más pequeñas no tienen andenes por lo que el tránsito se realiza por medio de la solera.

No visitable: cuando el diámetro de un tubo es menor a 1.5 metros se considera no visitable, son de tubos prefabricados de forma circular y son interconectados por juntas.

Ilustración 3. Canalizador visitable.



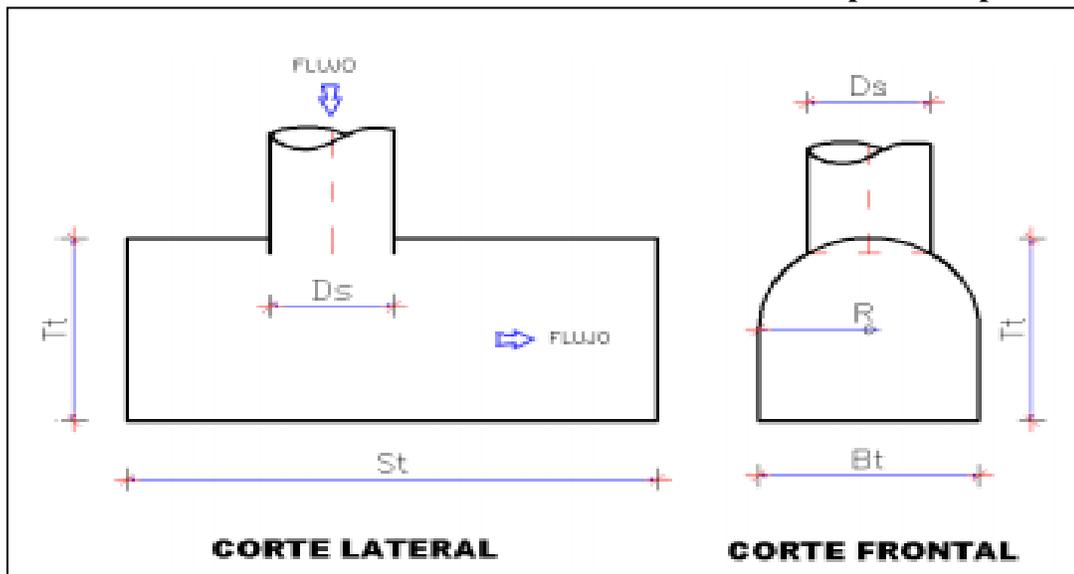
Fuente: (ANDECE, 2019).

“Elementos especiales en alcantarillado. Complementan el trabajo de los elementos de transporte, estos pueden solucionar puntos críticos, retener y regular caudales, pues actúan como control del funcionamiento. Pueden ser de tres tipos:” (Structuralia, 2016).

1. “Puntos críticos,
2. Alivio, retención y regulación y
3. Control, por lo que se incluye su definición en los párrafos subsiguientes:”
(Structuralia, 2016).

- “De puntos críticos, son estructuras fijadas en los colectores, que minimizan o eliminan el aumento de energía cinética, que es generada dentro de éstos a raíz de tener que minimizar fuertes desniveles, los que podrían ocasionar deterioro de la estructura”. (Structuralia, 2016).

Ilustración 4. Elementos constitutivos de la cámara de disipación al pie.

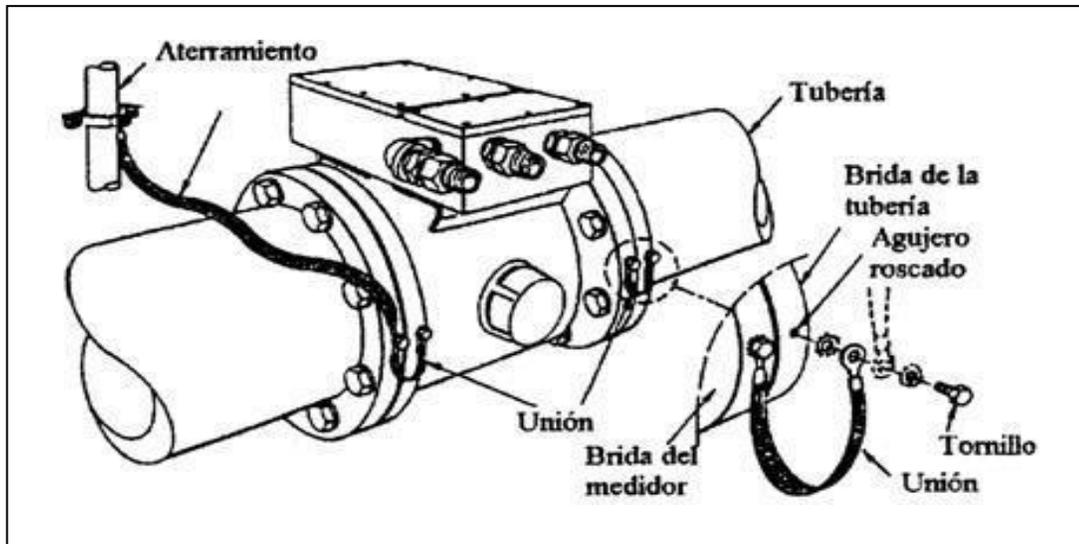


Fuente: (Castro, Haro, & Hidalgo, 2017).

- “De alivio, retención y regulación, estos son aliviaderos, depósitos de retención y tormentas, sirven para dosificar y almacenar caudales, se ubican en las redes unitarias y tienen como objetivo verter al entorno parte del caudal o excedente que se genera en una tormenta, a partir de cierto límite, pueden provocar contaminación en el medio receptor, durante los momentos de una tormenta”. (Structuralia, 2016).

- “De control, son instalaciones y equipos que permiten el seguimiento del funcionamiento de la red, entre estos se cuentan medidores de lluvia, de caudal y de calidad, entre otros”. (Structuralia, 2016).

Ilustración 5. Medidor de caudal.



Fuente: (Universidad de los Andes, s.f.)

Se puede hacer referencia a otros elementos que son parte de las redes y que se utilizan en circunstancias especiales; tales como, instalaciones de pretratamiento, cámaras de descarga, estaciones de bombeo y pozos de ventilación, entre otros; lo anterior cuando se utilizan plantas para el tratamiento de aguas residuales.

Proyecto para la construcción de red de aguas residuales.

En el marco de lo que dicta el Acuerdo 236-2006 Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos, Artículo 2. El reglamento aplica para “a) Los entes generadores de aguas residuales; b) Las personas que descarguen sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público; c) Las personas que produzcan aguas residuales para reúso; d) Las personas que reúsen parcial o

totalmente aguas residuales; y e) Las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos”. (Acdo.Gub.236-2006, 2006).

“El Artículo 5 del acuerdo en referencia, manifiesta que cualquier persona que genere aguas residuales de tipo ordinario o especial y que sean vertidas en un cuerpo receptor o drenaje alcantarillado público, sea persona individual o jurídica, pública o privada, está en la obligación de realizar un estudio para la caracterización de efluentes, descargas, aguas para reúso y lodos”. (Acdo.Gub.236-2006, 2006).

“El artículo 5. Del reglamento referido enlista los requisitos e información que debe complementar el estudio técnico que debe realizarse, los que se incluyen a continuación”. (Acdo.Gub.236-2006, 2006).

I. Información general.

- a) “Nombre, razón o denominación social.
- b) Persona contacto ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- 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 de aguas residuales, incluso sólidos sedimentables.
- g) Caracterización de las aguas para reúso.
- h) Caracterización de lodos a disponer.
- i) Caracterización del afluente. Aplica en el caso de la deducción especial de parámetros del artículo 23 del presente Reglamento.
- j) Identificación del cuerpo receptor hacia el cual se descargan 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”. (Acdo.Gub.236-2006, 2006).

II. Documentos

a) “Plano de localización y ubicación, con coordenadas geográficas, del ente generador o de la 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. (Acdo.Gub.236-2006, 2006)

En el caso del afluente cuando aplique.

c) Plan de gestión de aguas residuales, aguas para reúso y lodos. Las municipalidades o empresas encargadas de prestar el servicio de tratamiento de aguas residuales, a personas que descargan sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, incluirán la siguiente información: el catastro de dichos usuarios y el monitoreo de sus descargas.

d) Plan de tratamiento de aguas residuales, si se descargan a un cuerpo receptor o alcantarillado.

e) Informes de resultados de caracterizaciones realizadas”. (Acdo.Gub.236-2006, 2006).

“Según el artículo 10. Vigencia del estudio técnico, la persona o entidad que genere aguas residuales, cuando haya elaborado el documento referido, deberá actualizarlo cada 5 años”. (Acdo.Gub.236-2006, 2006).

“Entre los parámetros para caracterizar aguas residuales y valores de descarga a cuerpos receptores, se encuentran 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) N₂ (Nitrógeno), i) P (Fosforo total, j) As (Arsénico), k) Cd (Cadmio),

l) CN- (Cianuro) total, m) Cu (Cobre), n) Cr 24 (Cromo) hexavalente, o) Hg (Mercurio), p) Ni (Níquel), q) Pb (Plomo), r) Zn (Zinc), s) Color y t) Coliformes fecales”. (Acdo.Gub.236-2006, 2006).

“De acuerdo al Artículo 24, al respecto de los límites máximos permisibles de descargas a cuerpos receptores de aguas residuales municipales y de urbanizaciones que no estén conectadas al alcantarillado público, todas las municipalidades o empresas encargadas de darle tratamiento a las aguas residuales del alcantarillado público y urbanizaciones que no estén conectadas al alcantarillado público, deben cumplir con límites máximos permisibles para descargar a cuerpos receptores, de acuerdo a las opciones siguientes:” (Acdo.Gub.236-2006, 2006).

“Con lo estipulado en los artículos 17, 18, 19 y 20, de acuerdo con los plazos establecidos en los artículos referidos, los que tienen como fecha máxima de cumplimiento 4 etapas, la 1ª. Dos de mayo de dos mil quince, 2ª. Dos de mayo de dos mil veinte, 3ª. Dos de mayo de dos mil veinticuatro y 4ª. Dos de mayo de dos mil veintinueve”. (Acdo.Gub.236-2006, 2006)

“Los parámetros que deben disminuir paulatinamente en cada etapa son temperatura, grasas y aceites, materia flotante, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos, nitrógeno total, potencial de hidrógeno, fosforo total, coliformes fecales, arsénico, cadmio, cianuro total, cobre, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plomo, zinc y color”. (Acdo.Gub.236-2006, 2006).

“De acuerdo al artículo 31, las personas jurídicas o individuales, para dar cumplimiento a los parámetros definidos para la descarga de aguas residuales en la red del alcantarillado público, tienen dos opciones, la primera es establecer sistemas de tratamiento propios o pagar la tasa establecida por la municipalidad o a empresas facultadas para brindar tratamiento a las aguas residuales de la red pública. Esta tasa

de paga podrá ser definida, en función de costos de operación, mantenimiento de la red de drenajes, cobertura de servicios y estudios realizados”. (Acdo.Gub.236-2006, 2006).

Planta de tratamiento de aguas residuales.

“Los sistemas o plantas de tratamiento de aguas residuales, pueden ser perfilados, edificados y operados para convertir las desagües residenciales, industriales, pluviales y especiales en aguas con características para ser reutilizadas o decantadas en un ente receptor de agua sin contaminarlo”. (Rodríguez, 2017).

“En función de las necesidades de tratamiento, espacio y recursos se puede escoger el tipo de planta de tratamiento de aguas residuales que se pretende establecer; sin embargo, una planta que brinde tratamiento completo comprende varias fases entre las que se mencionan 1. Pre-tratamiento, 2. Primario, 3. Secundario, 4. Terciario y 5. Tratamiento de lodos, para lo cual el Instituto de Fomento Municipal diseñó una guía que orienta su diseño y establecimiento, por lo que las fases del tratamiento de aguas residuales se describen en los párrafos subsiguientes”. (INFOM, 2016).

“Pretratamiento, consiste en rejilla, desarenador y trampa de grasas; así como, un sistema de medición de caudal que sirve para retirar desechos sólidos, materia orgánica, grasas y arenas o residuos de gran tamaño”. (INFOM, 2016).

“Primario, sirve para separar y recoger los sólidos suspendidos en el agua por medio de un proceso de floculación, por lo que se decantan en un depósito en donde el agua reposa y por efecto floculante cae al fondo del depósito, en estos se puede colocar partes a manera de filtros, flotadores y precipitadores”. (INFOM, 2016).

“Secundario, este remueve la materia orgánica, con la implementación de bacterias o microorganismos que se la digieren, estas pueden ser aeróbicas con la presencia de oxígeno o anaeróbicas sin la presencia de oxígeno”. (INFOM, 2016).

“Tipos de tratamiento secundario:

- Aeróbicos, con presencia de aire
- Anaeróbicos, sin presencia de aire”. (INFOM, 2016).

“Terciario, extrae sustancias químicas como nitrógeno y fosforo, lo que mejora su calidad física, química y biológica, esto se puede lograr con el uso de químicos, campos eléctricos, vapor o carbón”. (INFOM, 2016).

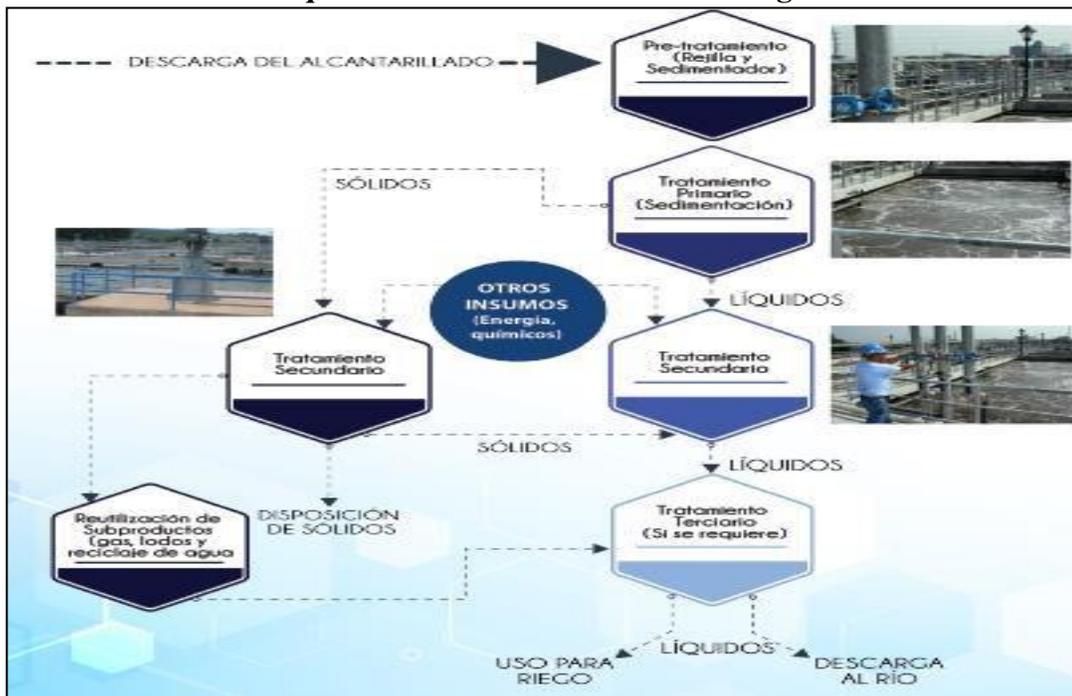
“Tratamiento de lodos, se realiza con la utilización de suficiente agua para el tratamiento de sólidos, por lo que se requiere tiempo y el uso de temperaturas para eliminar patógenos, para ello son necesarios patios de secado, espesadores o digestores”. (INFOM, 2016).

“Se identifican 3 aspectos importantes para definir el tipo de planta a establecer, el primero es un diagnóstico preliminar para identificar el terreno necesario, precio estimado del estudio técnico y costo posible de la construcción de la planta, el segundo es la ubicación y obtención del terreno con su posible proceso de legalización y tercero la realización de un proceso de sensibilización ante la población para la construcción de la planta y el pago de la tasa de imposición, sin que se oponga la comunidad”. (INFOM, 2016).

“Un diagnóstico previo es importante para conocer la situación actual de la red, magnitud y número de las descargas y volumen del agua residual que se puede generar. Las etapas más importantes son el diagnóstico donde se conoce la situación actual y se identifica la problemática, la formulación del proyecto, donde se realiza el

estudio de mercado, estudio técnico, estudio ambiental y de riesgo, estudio administrativo y legal, y estudio de evaluación financiera. En función del tamaño del proyecto, el documento puede quedar a nivel de perfil, prefactibilidad o factibilidad y presentarse ante SEGEPLAN, en caso de requerir financiamiento se debe registrar el proyecto en el Sistema de Información de Inversión Pública”. (INFOM, 2016).

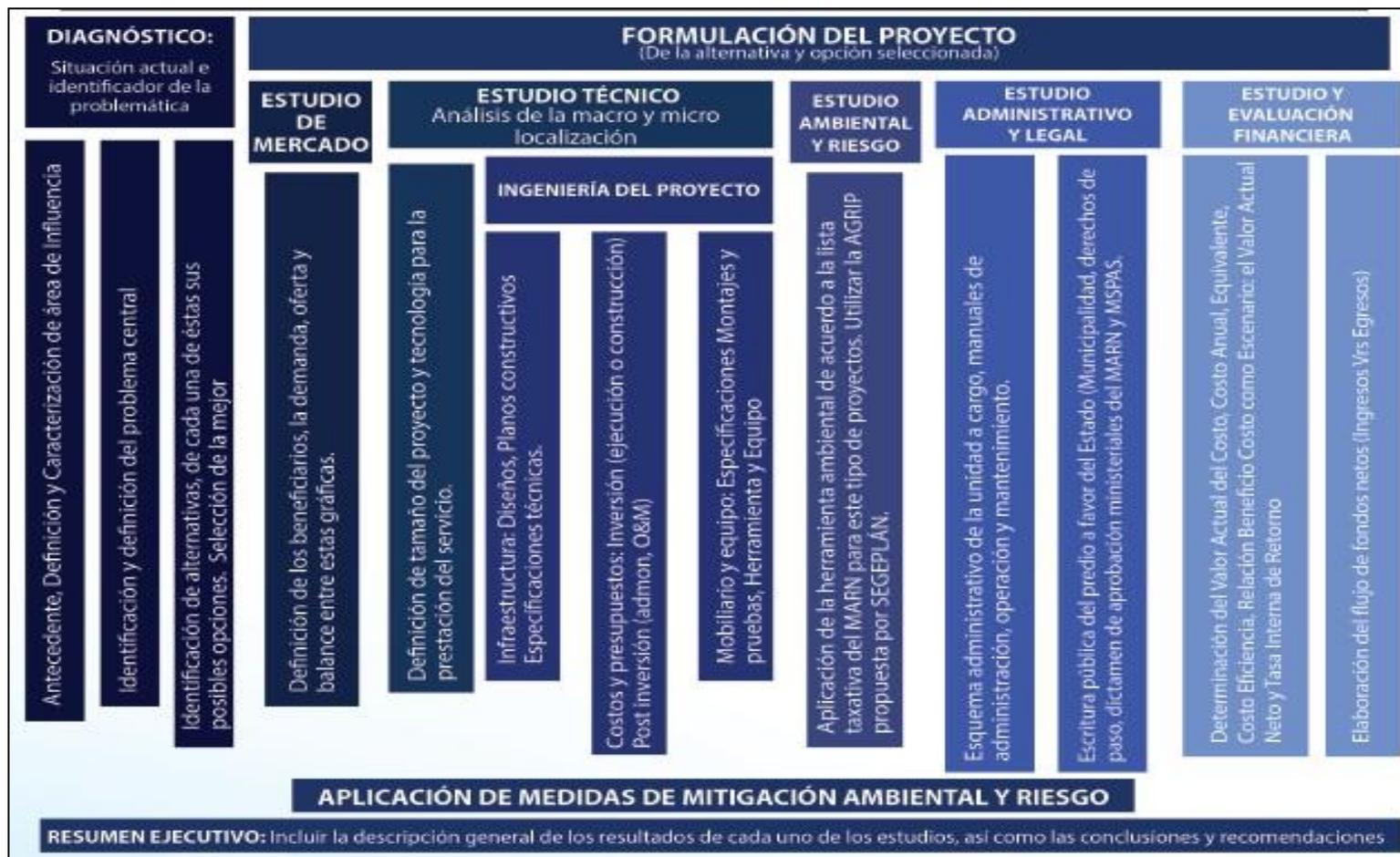
Ilustración 6. Esquematización del tratamiento de aguas residuales.



Fuente: (INFOM, 2016).

“La planificación del establecimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales conlleva varias fases, entre las que se cuentan, actividades preliminares, estudio de preinversión, estudio de prefactibilidad, estudio de factibilidad o diseño final, legalización de los terrenos, búsqueda de financiamiento, construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, operación y mantenimiento y procesos sociales en paralelo. Para el desarrollo de estas fases las municipalidades tienen la opción de ejecutar el trabajo, subcontratar o supervisar el desarrollo de la ejecución del proyecto”. (INFOM, 2016).

Ilustración 7. Esquema para la formulación y evaluación de proyectos de inversión pública para la construcción de plantas de tratamientos de aguas residuales.



Fuente: (INFOM, 2016)

Sistema de drenajes sanitarios.

Para el diseño del sistema de drenajes sanitarios, es necesario realizar acciones técnicas tales como el levantamiento topográfico, planimetría y altimetría, estimar el periodo de diseño y realizar el cálculo de la población futura, entre otros cálculos que se enlistan en los párrafos subsiguientes:

Diseño del sistema de alcantarillado sanitario.

- a. “Levantamiento topográfico,
- b. Planimetría y altimetría
- c. Periodo de diseño
- d. Cálculo de la población futura
- e. Estimar la velocidad de arrastre y cálculo del caudal,
- f. Estimaciones hidráulicas
- g. Calculo del drenaje sanitario
- h. Cotas invert
- i. Pozos de visita
 - Especificaciones de localización
 - Especificaciones físicas
 - Normas y recomendaciones
 - Volumen de excavación
 - Conexiones domiciliarias
- j. Desfogue
- k. Obras de protección
- l. Evaluación socioeconómica
- m. Elaboración de planos
- n. Presupuesto
- o. Cronograma de ejecución
- p. Estudio de impacto ambiental”.** (Orantes, 2012).

Diseño del sistema de alcantarillado pluvial.

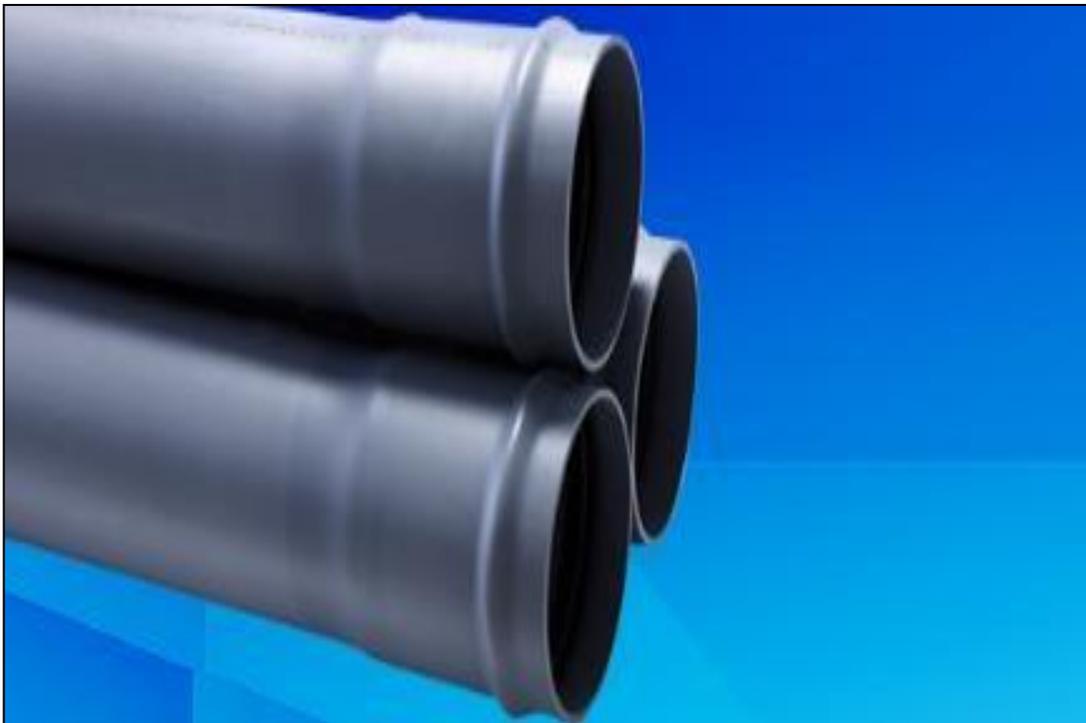
- a. “Tipo de sistema a utilizar
- b. Normas y especificaciones de diseño de drenaje pluvial
 - Tuberías
 - Diámetro mínimo
 - Velocidades mínimas y máximas
 - Profundidad de las tuberías
 - Pozos de visitas
 - Diseño de tragantes
 - Área de influencia
 - Velocidad de diseño
 - Punto de desfogue
- c. Cálculos para el diseño de drenaje pluvial
 - Colectores
 - Pozos de visita
 - Rejillas
 - Tragantes
 - Evaluación socioeconómica
 - Elaboración de planos finales
 - Presupuesto
 - Cronograma de ejecución
 - Estudio de impacto ambiental”. (Orantes, 2012).

“**Materiales.** Entre los materiales y productos a utilizar para el diseño y establecimiento del drenaje sanitario, deben tomarse en cuentas normas instituidas por la Dirección General de Obras Públicas actualizadas por el INFOM ante el Coordinador de Políticas de Agua y Saneamiento y normas ASTM 3034 y, es de

considerar que el sistema es diseñado para 20 años a partir de su establecimiento”. (ASTM International, s.f.).

“Tuberías. En cuanto al tipo y clase de tuberías para drenajes sanitarios deben estar fabricadas a base de cloruro de polivinilo o PVC con diámetro de 4, 6, 8 y 10 pulgadas (Tubo SDR 35, color gris y Tubo SDR 41, color gris, normas ASTM 3034 de color gris o tuberías de concreto. Previo a su instalación debe realizarse inspección visual para evitar desperfectos y contratiempos, todas las tuberías deben quedar ocultas, cortes en ángulo recto”. (ASTM International, s.f.).

Ilustración 8. Tubería para Alcantarillado Sanitario Norma ASTM D-3034.



Fuente: (Multitubo, Tubería, 2015).

“Accesorios. Todos los accesorios que se utilicen en los acoplamientos deben ser de cédula 40 (codos, tapones, yee, tee, reductores, Yee GXGXG, Yee GXGXS, Tee

GXGXG, Tee GXGXS, Silleta “Y”, Silleta “T”), previo a su instalación deben ser bien revisados”. (Multitubo, Accesorios, 2015).

Ilustración 9. Codos, tapones, yee, tee de 4”, 6”, 8”, 10 Y 12”.

<p>Codo 90° G X G</p> 	<p>Codo 90° G X S</p> 	<p>Codo 45° G X G</p> 
<p>Codo 45° S X G</p> 	<p>Tapón</p> 	<p>Yee GXGXG</p> 
<p>Yee GXGXS</p> 	<p>Tee GXGXG</p> 	<p>Tee GXGXS</p> 

Fuente: (Multitubo, Accesorios, 2015).

“Velocidades. El flujo de velocidad máximo de agua en tuberías debe estimarse en 3 mts/seg; mientras que, el mínimo en 0.40 mts/seg”. (Multitubo, Accesorios, 2015).

Figura 10. Reductor, yee, tee diámetro 4"x3", 6"x4", 8"x4", 8"x6", 10"x4", 10"x6", 12"x4" y 12"x6".

<p style="text-align: center;">Reductor</p> 	<p style="text-align: center;">Yee GXGXG</p> 	<p style="text-align: center;">Yee GXGXS</p> 
<p style="text-align: center;">Tee GXGXG</p> 	<p style="text-align: center;">Tee GXGXS</p> 	<p style="text-align: center;">Silleta Y</p> 
	<p style="text-align: center;">Silleta T</p> 	

Fuente: (Multitubo, Accesorios, 2015).

“Pozos de visita. Se propone el uso de tubos a base de concreto con diámetro de 24 pulgadas, construir la base de concreto previo a colocar el tubo del colector, con canal para conducir el agua, los pozos no deben estar a una distancia mayor de 50 metros entre cada uno. Podrán ser construidos en cambios de dirección horizontal, cambios de pendientes, intersecciones de dos o más tuberías o extremos superiores de ramales iniciales. Utilizar concreto tipo Portland, con una proporción de 1:2:3 y resistencia de

3000 psi para construcción de anillos y tapaderas de pozos. En el apartado de Red de aguas residuales Imagen 2. Pozo de registro o visita”. (Multitubo, Accesorios, 2015).

“Excavación (Zanjeo) El ancho de la zanja podrá estimarse en 0.60 metros, si la ubicación del colector fuera muy profundidad deberá realizarse una estabilización de paredes”. (Multitubo, Accesorios, 2015).

“Tuberías. Para la instalación sanitaria a nivel subterráneo debe contarse con tubería de PVC, norma ASTM 3034 de 20 pulgadas o 6 metros de longitud. Con acero de refuerzo de grado estructural por medio de barras corrugadas de grado 40 legítimo”. (Multitubo, Accesorios, 2015).

“En cuanto a la cota del relleno por sobre la tubería, esta no puede ser mayor de 0.60 metros a menos que sean conexiones domiciliarias. En el colector principal se debe instalar tubería con un diámetro de tubería de PVC de 8 pulgadas y cumplir con la Norma ASTM 3034. Para las conexiones domiciliarias se propone el uso de tubería de concreto”. (Multitubo, Accesorios, 2015).

“Material para pavimentación. En el marco de las normas ASTM C-39, AASHTO T-22, se propone el uso de cemento tipo Portland, de acuerdo a la norma C 150, el agua debe cumplir con lo estipulado en la norma ASTM C 94, los agregados con la norma ASTM C33. El agregado fino consistirá en arena natural libre de polvo, terrones, partículas o materia orgánica; mientras que el agregado grueso puede consistir en pedrín, piedra triturada, o su combinación en estado natural”. (Multitubo, Accesorios, 2015).

“Almacenamiento. El cemento debe almacenarse en un espacio seco y ventilado, totalmente libre de humedad, para evitar la formación de grumos o el fraguado, en el caso de que suceda no podrá utilizarse el cemento para producir concreto. Sobre

tarimas, con distancia de la pared, apilado en filas de no más de 8 unidades y evitar el almacenamiento por más de 30 días”. (Multitubo, Accesorios, 2015).

Base legal.

“Objetivos de Desarrollo del Milenio. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) planteó ocho denominados Objetivos de Desarrollo del Milenio, el número 7. Garantizar la sostenibilidad del medioambiente, refleja en la Meta 7C. Reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento, a partir del año 1989 y su revisión al año 2015”. (Naciones Unidas, 2015).

“Objetivos de Desarrollo Sostenible. Los objetivos de desarrollo sostenible u objetivos mundiales, son brechas de magnitud universal para “poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad”, son 17 y entre estos el 6. Agua limpia y saneamiento, para asegurar el acceso al agua segura en 2030, es necesario realizar inversiones en infraestructura; así como, instalaciones sanitarias y fomentar prácticas de higiene, proteger y recuperar los ecosistemas y la cooperación internacional para estimular la eficiencia hídrica y apoyar tecnologías de tratamiento”. (PNUD P. d., Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento, 2019).

“Constitución Política de la República de Guatemala. En su Capítulo VII, Propiedad, refiere que las aguas que puedan ser empleadas para beneficio común en servicios urbanos, riego, generación de energía u otro uso, son patrimonio de la población guatemalteca y debe legislarse particularmente para que se cumplan con su objetivo, ninguna persona individual puede atribuirse la propiedad del recurso agua a menos que su uso sea el servicio doméstico urbano. El agua puede utilizarse y aprovecharse en la generación de fuerza motriz, riego, usos domésticos o al desarrollo de actividades agrícolas o industriales”. (Constituyente, 1985).

“Código de Salud, Decreto 90-97. En el Libro II, de las acciones de salud, Título I, de las acciones de promoción y prevención, Artículo 38, c) Con relación al ambiente, en cuanto a promoción y prevención deberá promoverse el acceso de la población más vulnerable...” a servicios de agua potable, adecuada eliminación y disposición de excretas, adecuada disposición de desechos sólidos higiene de alimentos, disminución de la contaminación ambiental”. (Congreso de la República de Guatemala, 1997).

“Artículo 67, Enfermedades emergentes, reemergentes y otras, MSPAS, de manera coordinada, según la literal b) debe formular, evaluar y supervisar labores para prevenir y controlar enfermedades causadas por microbios, sustancias químicas o toxinas naturales, transmitidas por medio de alimentos y agua”. (Congreso de la República de Guatemala, 1997).

“Capítulo IV Salud y ambiente, Sección II Agua potable, Artículo 90. Agua contaminada, prohíbe el uso de agua contaminada para riego de cultivos. Sección III de la eliminación y disposición de excretas y aguas residuales, Artículo 92. Dotación de servicios, Artículo 93. Acceso y cobertura, Artículo 94. Normas sanitarias, Artículo 95. Disposición de excretas, Artículo 96. Construcción de obras de tratamiento, Artículo 97. Descarga de aguas residuales, Artículo 98. Autorización de licencias, Artículo 99. Conexión, Artículo 100. Sistemas privados”. (Congreso de la República de Guatemala, 1997)

Ley de protección y mejoramiento del ambiente, Decreto 68-86.

“Artículo 1. El Estado, poder local y población, deben prevenir la contaminación y utilizar los recursos naturales de manera racional, uno de los objetivos de la ley es el uso integral y manejo racional de las cuencas y sistemas hídricos”. (Congreso de la República de Guatemala, 1986).

“El Título III Sistemas y elementos ambientales, Capítulo II del sistema hídrico en su artículo 15. Refiere que el Estado y poder local, deben velar por disponibilidad de agua para consumo humano, evaluar la calidad y posibilidad de aprovechamiento, tener el control de que su uso y aprovechamiento no contamine el ambiente, revisar los sistemas de disposición de aguas servidas para cumplir con la higiene y saneamiento ambiental; así como, prevenir, controlar y determinar el nivel de contaminación de ríos, lagos y mares de Guatemala”. (Congreso de la República de Guatemala, 1986).

“Código Municipal, Decreto 12-2002. En el Título V Administración Municipal, Capítulo I competencias municipales y su Artículo 68. Competencias propias del municipio, refiere que el poder local debe dar cumplimiento, literal a) Referente al abastecimiento domiciliar de agua potable, alcantarillado, recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos, limpieza y ornato, entre otros”. (Congreso de la República de Guatemala, 2002)

“El artículo 69. Obras y servicios a cargo del Gobierno Central, refiere que el Gobierno a nivel central, entre otras dependencias públicas, en coordinación con los planes, programas y proyectos de desarrollo municipal, podrán prestar servicios a nivel local, cuando la población vecindada lo solicite, por lo que la comunidad organizada puede solicitar ante el poder local la ejecución de la obra o los servicios que necesite”. (Congreso de la República de Guatemala, 2002).

“Artículo 72. Servicios públicos municipales. El poder local debe normar y prestar servicios públicos en su territorio, por lo que, tiene responsabilidad de establecerlos, mantenerlos, ampliarlos y mejorarlos, es decir, se debe garantizar el funcionamiento oportuno, seguro y permanente y, el establecimiento y cobro de tasas adecuadas y contribuciones deberán ser fijadas en función de los costos de operación,

mantenimiento y mejoramiento de calidad y cobertura de servicios”. (Congreso de la República de Guatemala, 2002).

Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos.

“Por medio del acuerdo 236-2006 Reglamento de Descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos, fueron establecidas fechas en las que las municipalidades debieron dar cumplimiento paulatino al tratamiento de aguas residuales para hacerlas reutilizables y como límite el 2 de mayo de 2017, situación que las municipalidades no cumplieron por la falta de financiamiento para el presupuesto”. (Presidencia de la República de Guatemala, 2006).

“El Acuerdo Gubernativo 110-2016, reforma el artículo 24 del Acuerdo 236-2006 y modifica las fechas límites para que las municipalidades cumplan con el tratamiento de aguas residuales municipales previo a ser vertidas al cuerpo receptor, 1ª. 6 de mayo de dos mil diecinueve, 2ª. 6 de mayo de dos mil veintitrés, 3ª. 6 de mayo de dos mil veintisiete y 4ª. 6 de mayo de dos mil treinta y uno, establece también que todas las municipalidades deben tener habilitado por lo menos los sistemas de tratamiento primario al 6 de mayo de dos mil diecinueve”. (MARN, 2016).

“Las municipalidades deben presentar ante el MARN el estudio correspondiente para el tratamiento primario de las aguas residuales en el año 2016, incluir en el POA 2017 las asignaciones presupuestarias que correspondan, iniciar la construcción del sistema de tratamiento primario en el año 2017, el cumplimiento debe ser monitoreado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales Renovables y podrá sancionar al poder local ante su incumplimiento”. (MARN, 2016).

“Acuerdo Ministerial 105-2008. Refiere la aprobación de un Manual para cumplir con el Artículo 73 del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y

de la Disposición de Lodos, éste incluye orientaciones para las municipalidades por medio de I Guía para preparación del estudio técnico, II Toma de muestras de aguas residuales, para reúso y lodos, III Medición de caudales, IV Cálculo de cargas, V Aplicación de modelo de reducción progresiva de cargas, VI Deducción especial de valores en parámetros, VII. Aplicaciones para municipalidades, empresas subcontratadas y urbanizaciones existentes no conectadas al alcantarillado público”. (MARN M. d., 2008)

“Acuerdo Gubernativo 418-2013. El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, como ente rector y para garantizar el manejo adecuado del recurso agua; así como, la disposición final de excretas, conducción y tratamiento de aguas residuales y fomento de educación sanitaria para su uso correcto, promueve la aprobación de la Política Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento ante el mandato de la Asamblea de Naciones Unidas, que determina ambos servicios como un derecho humano”. (Presidencia de la República de Guatemala, 2013).

III. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.

Para la comprobación de la hipótesis la cual es “el incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, en los últimos 5 años, por exposición de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de aguas negras”, se identificaron 2 poblaciones a encuestar; para lo cual se utilizó el método deductivo, de las cuales una población (personas entre 18 y 60 años) se direccionó a obtener información sobre el efecto. La otra población de estudio (profesionales) se direccionó a obtener información sobre la causa de la problemática.

Se trabajó la técnica del muestreo estadístico para la población efecto con el 90 % de confianza y 10 % de error; la población causa se trabajó con censo, con el 100 % de nivel de confianza y 0% de error.

Para responder el efecto se encuestó a 68 habitantes de entre 18 y 60 años de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja.

Para responder causa se identificaron a dirigida a dos profesionales y siete técnicos de la Dirección de Planificación Municipal de la municipalidad de Ciudad Vieja.

De la gráfica uno a la cinco se comprueba la variable Y o efecto principal; mientras que de la gráfica seis a la diez, se comprueba la variable X o causa.

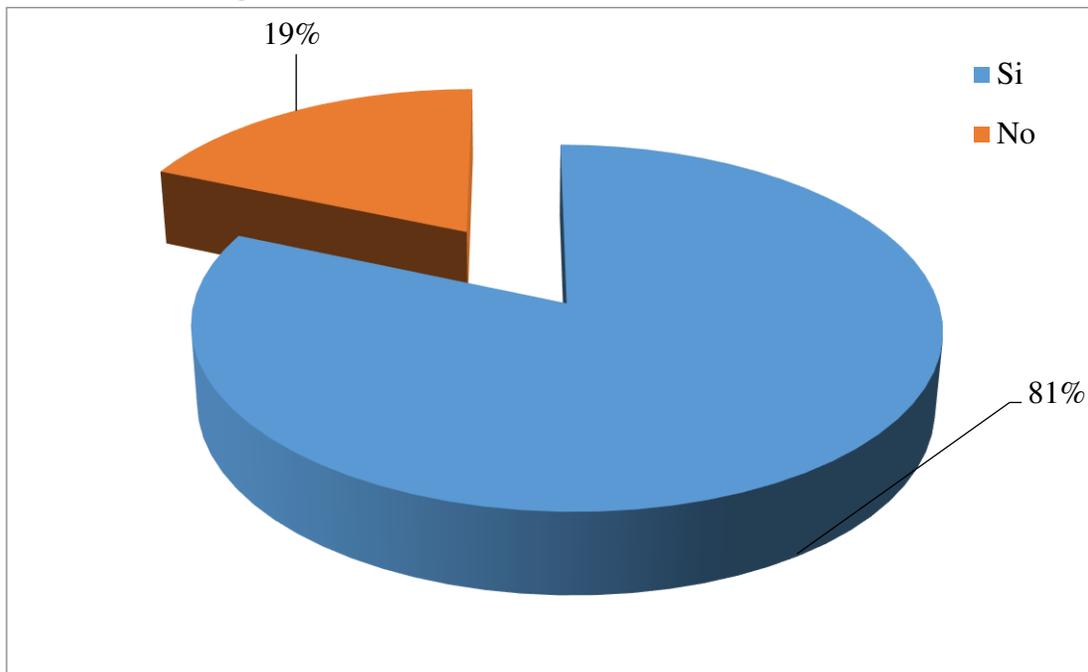
III.1 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente (Y) o el efecto.

Cuadro 8. Incremento en cantidad de personas que han sufrido enfermedades gastrointestinales en zona 2 del casco urbano.

Respuesta	Valor	Porcentaje (%)
Si	55	81
No	13	19
Totales	68	100

Fuente: Población entre 18 y 60 encuestada de Ciudad Vieja Sacatepéquez, mayo 2019.

Gráfica 1. Incremento en cantidad de personas que han sufrido enfermedades gastrointestinales en zona 2 del casco urbano.



Fuente: Población entre 18 y 60 encuestada de zona 2 Ciudad Vieja Sacatepéquez, mayo 2019.

Análisis:

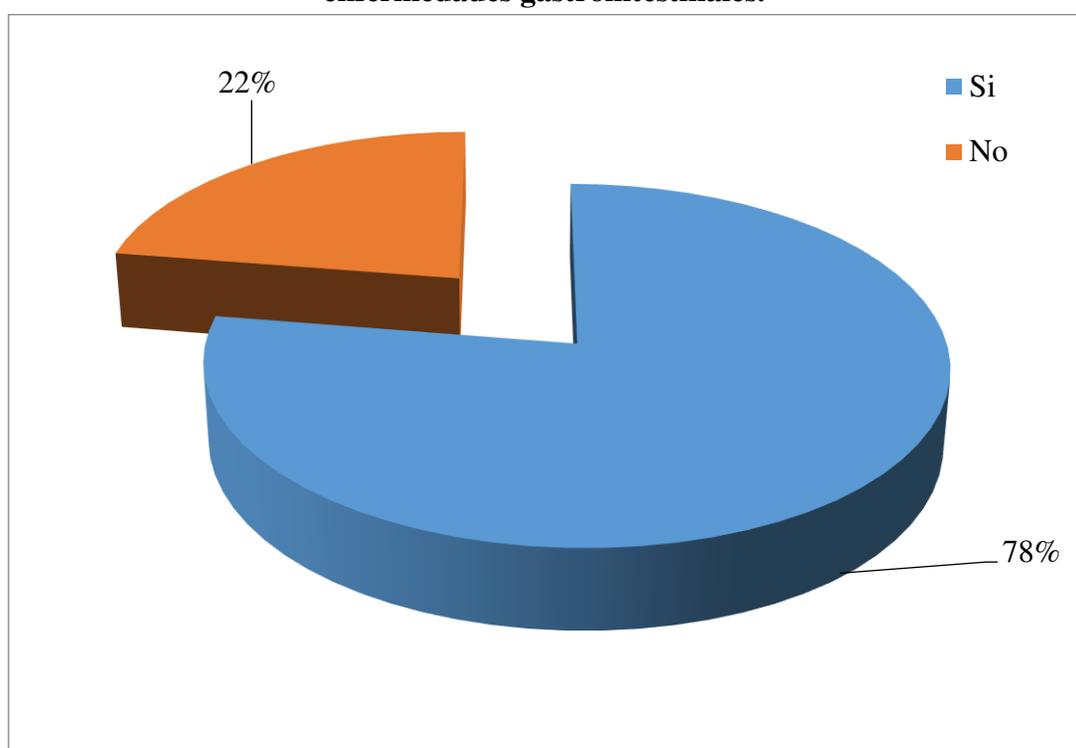
Es confirmado directamente el efecto con la opinión de la mayor parte de los encuestados quienes manifiestan que se ha incrementado la cantidad de personas que han sufrido enfermedades gastrointestinales, mientras que un grupo más reducido manifiesta la situación contraria.

Cuadro 9. Deterioro de calidad de vida de la población por incremento de enfermedades gastrointestinales.

Respuesta	Valor	Porcentaje (%)
Si	53	78
No	15	22
Totales	68	100

Fuente: Población entre 18 y 60 encuestada de zona 2 Ciudad Vieja Sacatepéquez, mayo 2019.

Gráfica 2. Deterioro de calidad de vida de la población por incremento de enfermedades gastrointestinales.



Fuente: Población entre 18 y 60 encuestada de zona 2 Ciudad Vieja Sacatepéquez, mayo 2019.

Análisis:

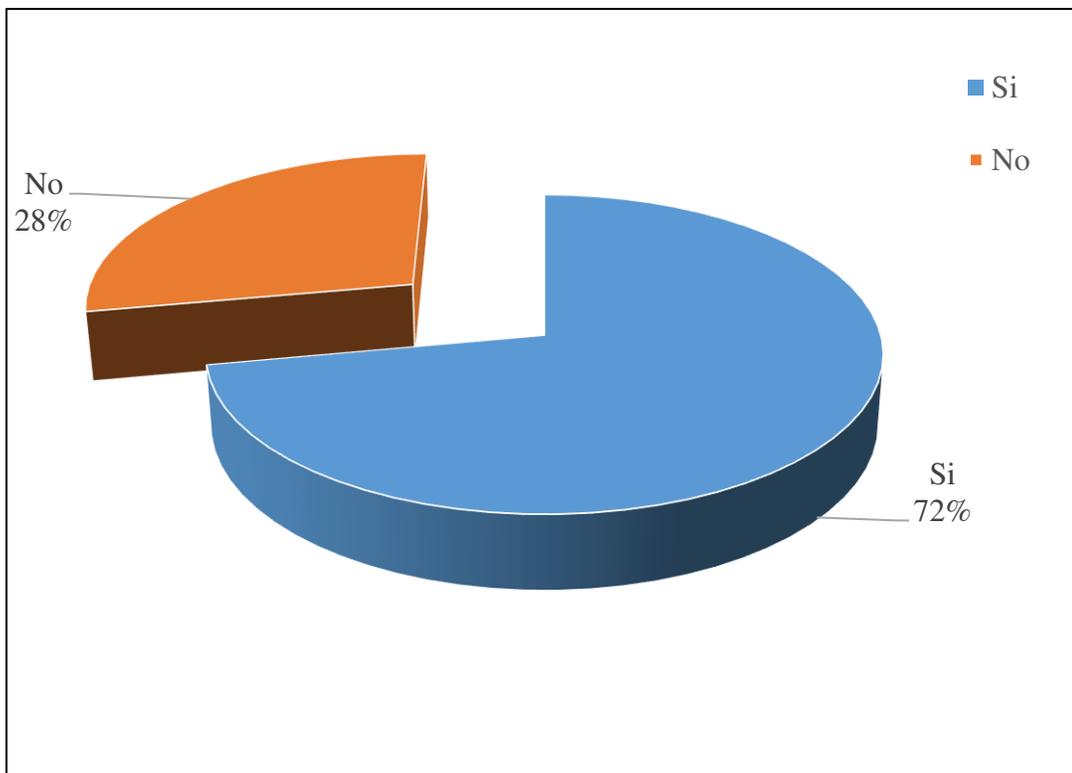
La mayoría de los encuestados consideran que se ha deteriorado la calidad de vida de la población por aumento de enfermedades gastrointestinales, tal situación, afecta el desarrollo de las actividades cotidianas, entre las que se pueden contar trabajo, educación, recreación y otras; por otro lado, una pequeña parte de estos no consideran que la situación sea tan alarmante, por lo que se da validez al efecto.

Cuadro 10. Padecimiento frecuente de enfermedades gastrointestinales en los últimos cinco años.

Respuesta	Valor	Porcentaje (%)
Si	49	72
No	19	28
Totales	68	100

Fuente: Población entre 18 y 60 encuestada de zona 2 Ciudad Vieja Sacatepéquez, mayo 2019.

Gráfica 3. Padecimiento frecuente de enfermedades gastrointestinales en los últimos cinco años.



Fuente: Población entre 18 y 60 encuestada de zona 2 Ciudad Vieja Sacatepéquez, mayo 2019.

Análisis:

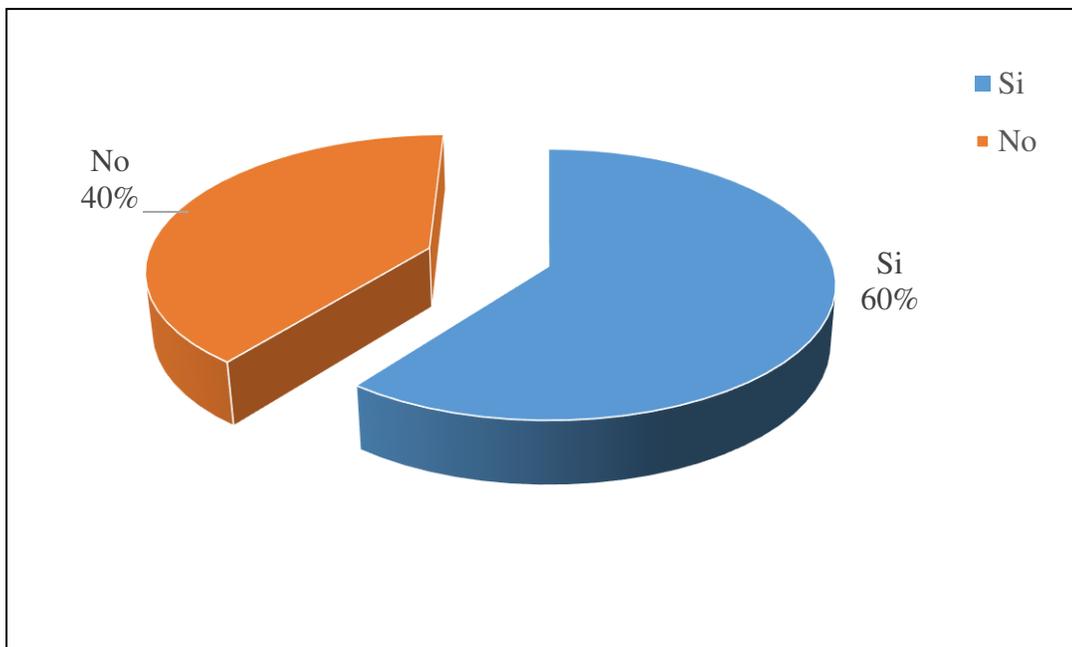
El grupo mayoritario de encuestados de zona 2 del casco urbano asegura que han padecido enfermedades gastrointestinales con mayor frecuencia en los últimos cinco años, la pequeña parte restante considera que la situación es normal, por lo que se comprueba el efecto planteado.

Cuadro 11. Incidencia de problemas por la falta de drenajes en zona 2 del casco urbano.

Respuesta	Valor	Porcentaje (%)
Si	41	60
No	27	40
Totales	68	100

Fuente: Población entre 18 y 60 encuestada de zona 2 Ciudad Vieja Sacatepéquez, mayo 2019.

Gráfica 4. Incidencia de problemas por la falta de drenajes en zona 2 del casco urbano.



Fuente: Población entre 18 y 60 encuestada de zona 2 Ciudad Vieja Sacatepéquez, mayo 2019.

Análisis:

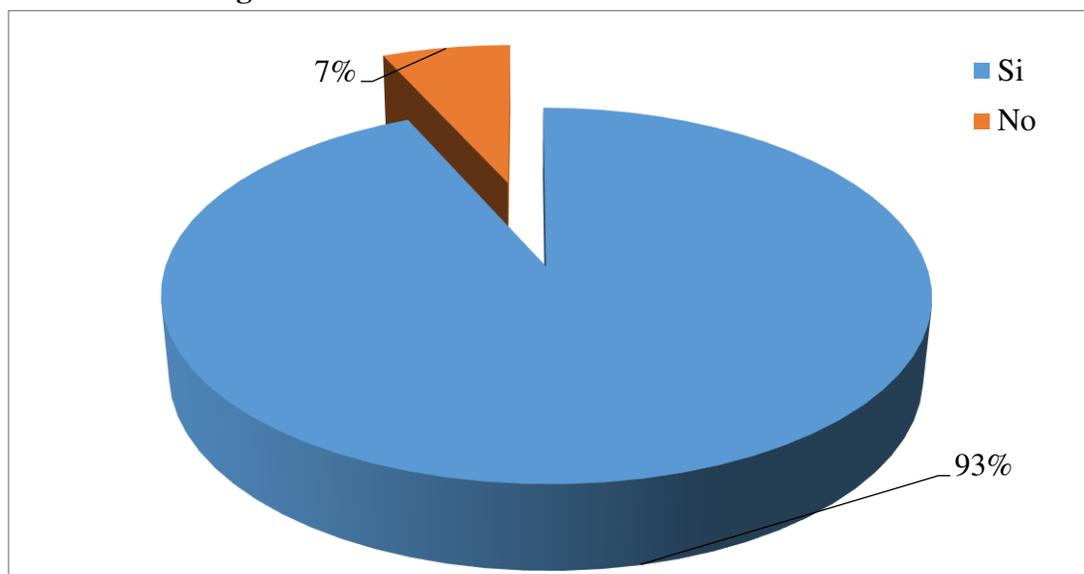
Seis décimas partes de los jefes de hogar confirman la incidencia de problemas ante la falta de drenajes, esta parte opina que la acumulación de líquidos fétidos en el hogar es el principal tipo de problemas que ha tenido, seguido de la contaminación del entorno, también les afectan las inundaciones en época de lluvia; mientras que cuatro décimas no han tenido problemas por la falta de drenajes; esta información valida el efecto nuevamente.

Cuadro 12. Posibilidad de evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en zona 2 del casco urbano.

Respuesta	Valor	Porcentaje (%)
Si	63	93
No	5	7
Totales	68	100

Fuente: Población entre 18 y 60 encuestada de zona 2 Ciudad Vieja Sacatepéquez, mayo 2019.

Gráfica 5. Posibilidad de evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en zona 2 del casco urbano.



Fuente: Población entre 18 y 60 encuestada de zona 2 Ciudad Vieja Sacatepéquez, mayo 2019.

Análisis:

De acuerdo a la mayor parte de los encuestados se puede evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en zona 2 del casco urbano, por medio del establecimiento de una red de drenajes para extraer y conducir las aguas negras, grises y aguas pluviales, desde los hogares y que el recurso reciba algún tipo de tratamiento para evitar la contaminación de cuerpos de agua a donde se conducen las aguas que pueden ser extraídas, una mínima parte restante no cree que puedan evitarse, esto valida una vez más el efecto.

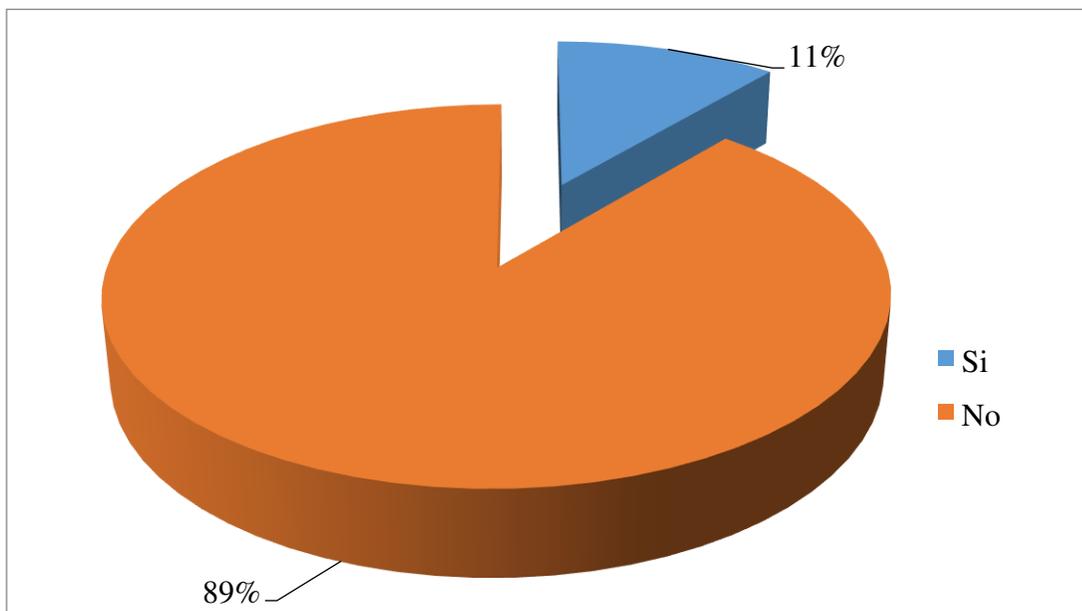
III.2 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente (X) o la causa.

Cuadro 13. Existencia de proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano.

Respuesta	Valor	Porcentaje (%)
Si	1	11
No	8	89
Totales	9	100

Fuente: Profesionales y técnicos encuestados de la DMP de Ciudad Vieja Sacatepéquez, mayo 2019.

Gráfica 6. Existencia de proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano.



Fuente: Profesionales y técnicos encuestados de la DMP de Ciudad Vieja Sacatepéquez, mayo 2019.

Análisis:

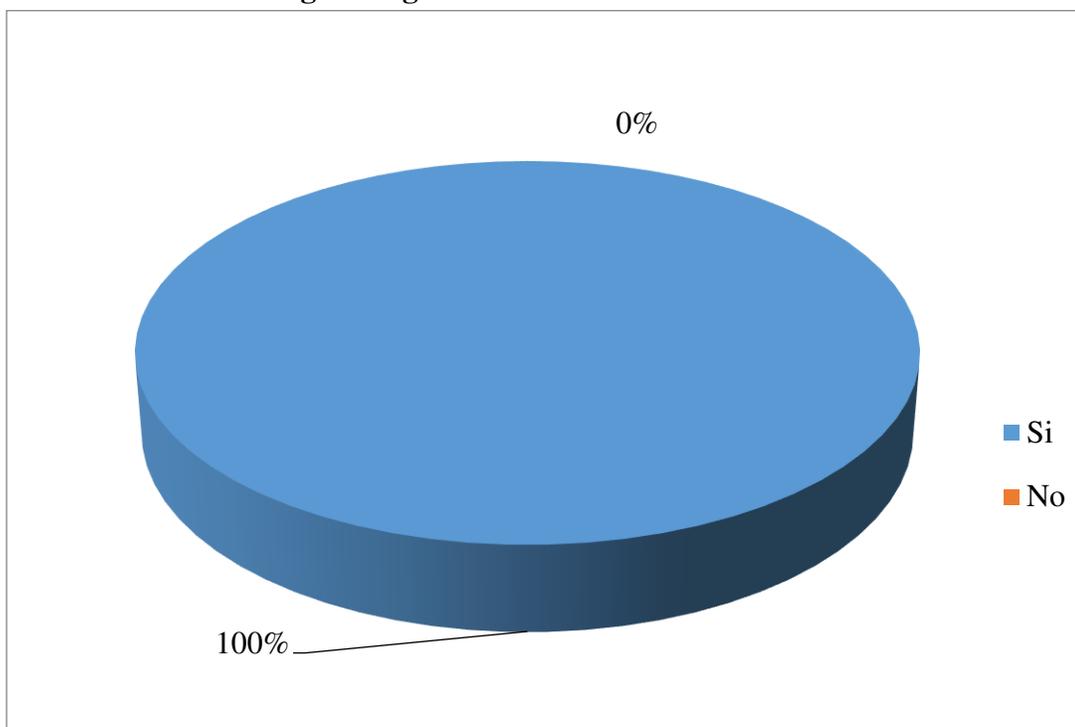
Se confirma directamente la causa al indicar la mayor parte de los profesionales y técnicos encuestados que no conocen de la existencia de algún proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano, mientras que una pequeña parte considera que sí existe tal proyecto.

Cuadro 14. Necesidad e importancia del proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano.

Respuesta	Valor	Porcentaje (%)
Si	9	100
No	0	0
Totales	9	100

Fuente: Profesionales y técnicos encuestados de la DMP de Ciudad Vieja Sacatepéquez, mayo 2019.

Gráfica 7. Necesidad e importancia del proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano.



Fuente: Profesionales y técnicos encuestados de la DMP de Ciudad Vieja Sacatepéquez, mayo 2019.

Análisis:

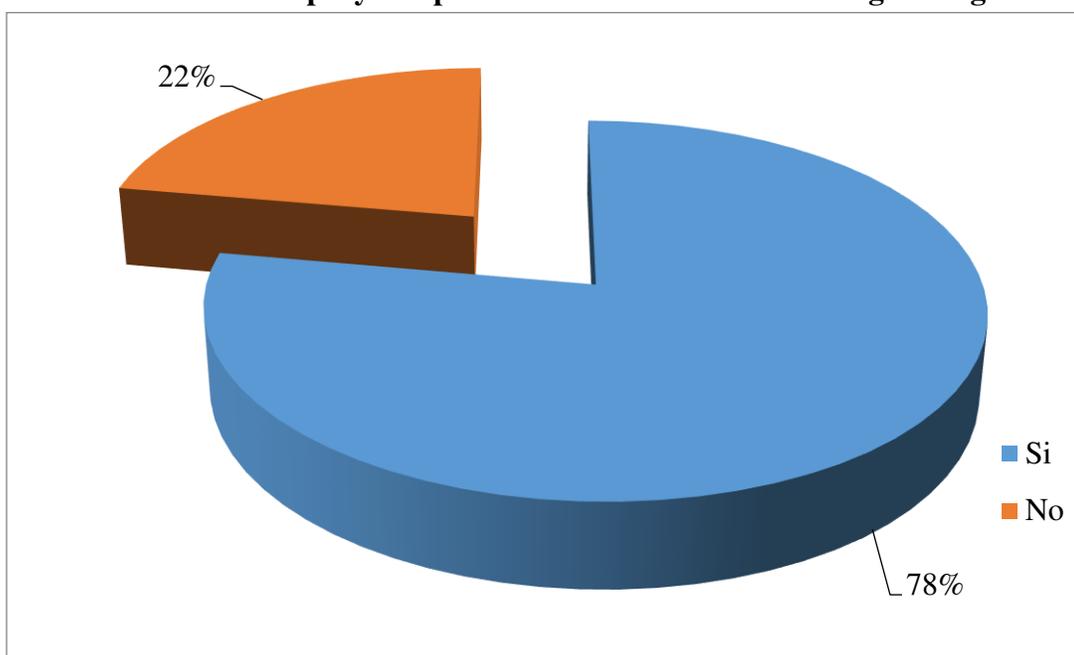
La totalidad de los encuestados opinan que es necesario e importante ejecutar el proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano, puesto que es uno de los sectores del municipio que se ha quedado sin acceso a los drenajes, por lo que la propuesta puede ser viable a la brevedad posible, esta información comprueba la causa planteada.

Cuadro 15. Posibilidad de gestionar en el ejercicio presupuestario el financiamiento del proyecto para la construcción de red de aguas negras.

Respuesta	Valor	Porcentaje (%)
Si	7	78
No	2	22
Totales	9	100

Fuente: Profesionales y técnicos encuestados de la DMP de Ciudad Vieja Sacatepéquez, mayo 2019.

Gráfica 8. Posibilidad de gestionar en el ejercicio presupuestario el financiamiento del proyecto para la construcción de red de aguas negras.



Fuente: Profesionales y técnicos encuestados de la DMP de Ciudad Vieja Sacatepéquez, mayo 2019.

Análisis:

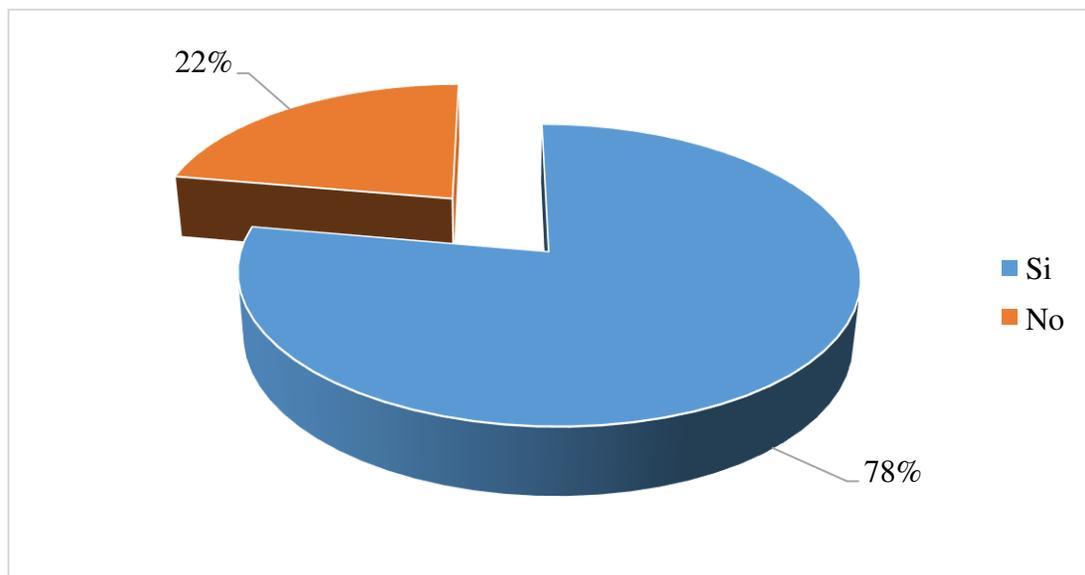
Según la opinión de la mayoría de encuestados, la municipalidad de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, puede gestionar en el ejercicio presupuestario más próximo el financiamiento del proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano, situación por la que se considera oportuno sensibilizar a las autoridades para gestionar el financiamiento para la ejecución de la obra, mientras que una menor parte de encuestados no consideran que se cuente con tal posibilidad, esta información valida la causa.

Cuadro 16. Predisposición a participar en el monitoreo y seguimiento del proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano.

Respuesta	Valor	Porcentaje (%)
Si	7	78
No	2	22
Totales	9	100

Fuente: Profesionales y técnicos encuestados de la DMP de Ciudad Vieja Sacatepéquez, mayo 2019.

Gráfica 9. Predisposición a participar en el monitoreo y seguimiento del proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano.



Fuente: Profesionales y técnicos encuestados de la DMP de Ciudad Vieja Sacatepéquez, mayo 2019.

Análisis:

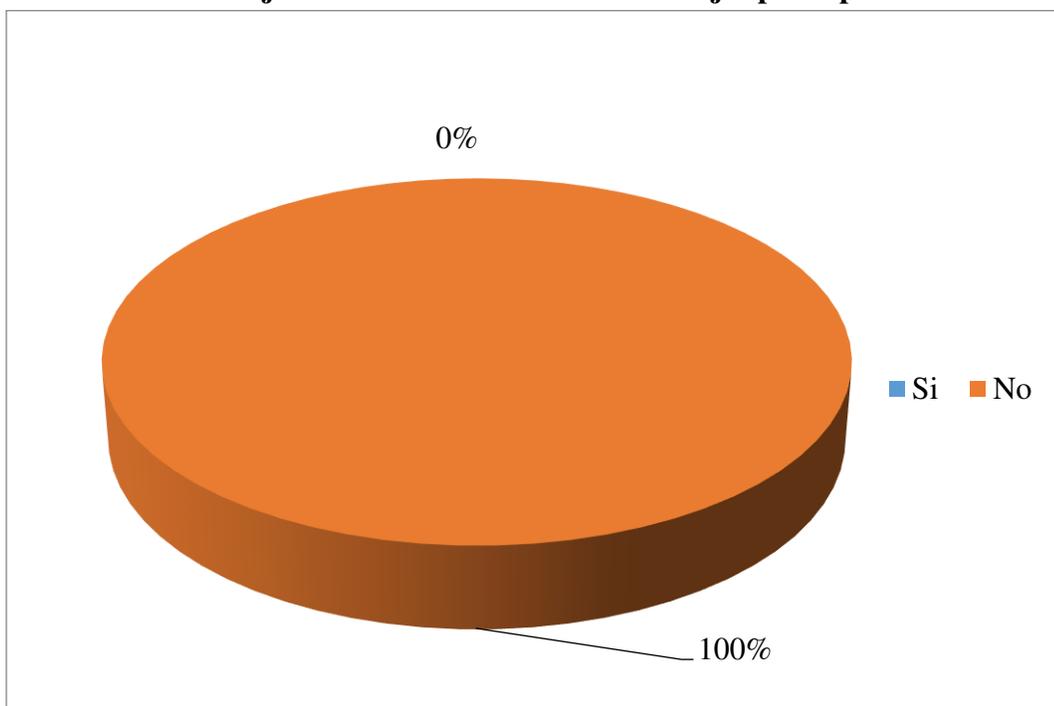
Gran parte de profesionales y técnicos encuestados manifiestan su interés por participar en una inducción, para realizar el monitoreo y seguimiento del proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano, por lo tanto, es necesario diseñar una guía para realizar tales acciones técnicas y un cronograma de ejecución, el resto de estos no muestran mayor interés, con esta información se da validez nuevamente la causa.

Cuadro 17. Existencia de manual de procedimientos para la conexión de drenajes domiciliarios a la red de drenajes principal.

Respuesta	Valor	Porcentaje (%)
Si	0	0
No	9	100
Totales	9	100

Fuente: Profesionales y técnicos encuestados de la DMP de Ciudad Vieja Sacatepéquez, mayo 2019.

Gráfica 10. Existencia de manual de procedimientos para la conexión de drenajes domiciliarios a la red de drenajes principal.



Fuente: Profesionales y técnicos encuestados de la DMP de Ciudad Vieja Sacatepéquez, mayo 2019.

Análisis:

Según la opinión de todos los encuestados no se cuenta con manual que oriente el desarrollo de procedimientos para la conexión de drenajes domiciliarios a la red de drenajes principal en zona 2 del casco urbano, situación que permite malas conexiones e incluso conexiones clandestinas a la red y la falta de inventario real de los usuarios del servicio de drenajes, esta información confirma la causa una vez más.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

IV.1 Conclusiones.

La investigación se realizó en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, con personas de entre 18 y 60 años y profesionales del municipio, la cual se orientó para confirmar la hipótesis. Al considerar los resultados obtenidos en la tabulación presentada en el capítulo anterior sobre la investigación, se enlistan las siguientes conclusiones.

1. Se comprueba la hipótesis: “el incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, en los últimos 5 años, por exposición de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de aguas negras” con el 90% del nivel de confianza y el 10% de error para la variable efecto, y el 100% de confianza y 0% de error para la variable causa.
2. La cantidad de personas que padecen enfermedades gastrointestinales no ha disminuido en los últimos cinco años.
3. La calidad de vida de los pobladores de zona 2 del casco urbano se ha deteriorado por el aumento de enfermedades gastrointestinales.
4. Cada año es más frecuente la población con padecimiento de enfermedades gastrointestinales en el área de estudio.
5. La población del área se expone constantemente a las aguas residuales que generan.

6. No se ha hecho esfuerzo alguno por evitar los constantes brotes de padecimientos gastrointestinales.
7. No se ha ejecutado el proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano.
8. La construcción de la red de aguas negras en la zona 2 del casco urbano es de carácter urgente.
9. La municipalidad de Ciudad Vieja no ha mostrado interés alguno en invertir para la construcción de la red de drenajes de la zona 2 del casco urbano.
10. No se cuenta con programa de supervisión para el proceso de conexión de drenajes domiciliarios a la red principal, pese a la predisposición de profesionales y técnicos en participar en el proyecto.
11. No se cuenta con un marco regulatorio para la conexión y uniformización de la red de drenajes domiciliarios a la red principal.

IV.2 Recomendaciones.

Los datos obtenidos a través de la investigación en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, arrojan aumento de las enfermedades gastrointestinales en la población por exposición a aguas residuales debido a la inexistencia de proyecto de construcción de red de drenajes, se recomienda emplear las sugerencias descritas a continuación.

1. Detener el incremento de enfermedades gastrointestinales de los últimos cinco años por exposición de aguas residuales mediante el proyecto de construcción de red de aguas negras.

2. Reducir considerablemente la cantidad de población afectada por enfermedades gastrointestinales.
3. Mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona 2 del casco urbano, Ciudad Vieja, Sacatepéquez.
4. Establecer medidas que corrijan la situación sanitaria actual del área de estudio.
5. Evitar la exposición constante de los habitantes del área a las aguas residuales.
6. Solicitar la pronta intervención de las autoridades en pro de evitar la proliferación de enfermedades gastrointestinales.
7. Ejecutar el proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.
8. Priorizar la construcción de red de aguas negras en el área de estudio e interconectarla al colector principal.
9. Gestionar en el ejercicio presupuestario más próximo de la municipalidad de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, el financiamiento del proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano.
10. Aprovechar la predisposición de los profesionales del área para supervisar el proyecto de construcción de red de aguas negras.
11. Diseñar un marco regulatorio para la conexión y uniformización de la red de drenajes domiciliarios a la red principal.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Acdo.Gub.236-2006, C. d. (2006). Acuerdo Gubernativo 236-2006. *Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y la disposición de lodos*. Guatemala.
2. ASTM International. (s.f.). Recuperado el 19 de julio de 2019, de Soporte de estándares de calidad: <https://www.astm.org/>
3. Atha. (s.f.). *Pozos de registro y elementos complementarios*. Recuperado el 18 de julio de 2019, de http://www.atha.es/atha_archivos/manual/c471.htm
4. Castro, M., Haro, P., & Hidalgo, X. y. (febrero de 2017). Eficiencia en la Disipación de Energía en Estructuras para Cambio Simultáneo de Nivel y Dirección en Sistemas de Alcantarillado en Ciudades Andinas. *Revista Politécnica*, 38(2). Recuperado 18 de julio 2019, de <https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/images/revista/volumen38/tomo2/487EficienciaenlaDisipaciondeEnergiaenEstructurasparaCambiosSimultaneosdeNivel>.
5. Congreso de la República de Guatemala. (1986). *Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente*. Recuperado el 18 de julio de 2019, de https://www.preventionweb.net/files/27701_gtleyproteccionmedioambiente6886%5B1%5D.pdf
6. Congreso de la República de Guatemala. (1997). Decreto 90-97. *Código de Salud*. Guatemala.
7. Congreso de la República de Guatemala. (2002). *Decreto 12-2002*. Código Municipal Recuperado el 18 de julio de 2019
8. Constituyente, A. N. (1985). Constitución Política de la República de Guatemala. *Art. 131*. Guatemala.
9. EcuRed. (s.f.). *Aguas Residuales*. Recuperado el 17 de julio de 2019, de https://www.ecured.cu/Aguas_residuales

10. García-Ubaque, C., & García-Ubaque, J. y. (2017). *Revista Salud Pública*. (U. N. Colombia, Productor) Recuperado el 12 de julio de 2019, de Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia: <http://mr.crossref.org/iPage?doi=10.15446%2Frsap.v18n5.54869>
11. INE, I. N. (2002). *Censo Nacional de Población*. Estimaciones de la Población total por municipio. Período 2008-2020, Datos para Ciudad Vieja, Sacatepéquez.
12. INE, I. N. (2014). *Encuesta Nacional de Condiciones de Vida*. Recuperado el 17 de julio de 2019, de <https://www.ine.gob.gt/index.php/encuestas-dehogares-y-personas/condiciones-de-vida>
13. INE, I. N. (2019). *Indicadores sociodemográficos*. Recuperado el 15 de julio de 2019, de <https://www.ine.gob.gt/index.php/estadisticas/tema-indicadores>
14. INFOM, I. d. (2016). Guía técnica para implementar plantas de tratamiento de aguas residuales en Guatemala. 48. Guatemala.
15. MARN, M. d. (9 de febrero de 2008). Acuerdo Ministerial 105-2008. Recuperado el 19 de julio de 2019
16. MARN, M. d. (9 de febrero de 2008). *Reglamento de descargas, reúso de aguas residuales, y disposición de lodos*. Recuperado el 19 de julio de 2019
17. MSPAS, M. d. (2015). *Política Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento de Guatemala*. Guatemala. Recuperado el 18 de julio de 2019
18. MSPAS, M. d. (2016). *Diagnóstico Nacional de Salud*. Unidad de Planificación Estratégica , Departamento de Seguimiento y Evaluación, Guatemala.
19. MSPAS-SIGSA, M. d. (2018). *Sistema de Información Gerencial de Salud*. Recuperado el 10 de agosto de 2019, de <https://sigsa.mspas.gob.gt/datos-de-salud/morbilidad/morbilidad-por-iras-y-etas>
20. Multitubo. (2015). *Accesorios*. Recuperado el 19 de julio de 2019, de Accesorios para Alcantarillado Sanitario Norma ASTM D-3034: <https://multitubo.com.gt/accesorios-para-alcantarillado-sanitario/>

21. Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo del Milenio, Informe de 2015*. Recuperado el 18 de julio de 2019, de <http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Resources/Static/Products/Progress2015/Spanish2015.pdf>
22. OMS, O. M. (2014). *Agua, saneamiento e higiene*. Recuperado el 15 de julio de 2019, de Enfermedades y riesgos asociados a las deficiencias en los servicios de agua y saneamiento: https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases-risks/es/
23. OMS, O. M. (2017). *Enfermedades transmitidas por el agua*. Recuperado el 15 de julio de 2019, de https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases-risks/diseases/es/
24. OMS, O. M. (s.f.). (D. L. Jong-wook, Editor) Recuperado el 21 de julio de 2019, de Agua, saneamiento y salud (ASS): https://www.who.int/water_sanitation_health/facts2004/es/
25. OPS, O. P. (s.f.). *Agua y saneamiento*. Recuperado el 17 de julio de 2019, de https://www.paho.org/gut/index.php?option=com_content&view=article&id=789:agua-y-saneamiento&Itemid=405
26. OPS, O. P. (s.f.). *Incidadores de Salud: Aspectos conceptuales y operativos*. Recuperado el 18 de julio de 2019, de Indicadores de Salud: Definición, Usos y Atributos: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=14401:health-indicators-conceptual-and-operational-considerations-section-1&Itemid=0&showall=1&lang=es
27. Orantes, J. G. (2012). *Diseño del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario para la zona 6 de Ciudad Vieja, Sacatepéquez*. Tesis de grado, Sacatepéquez, Guatemala.
28. Pimentel, H. (13 de marzo de 2017). *Las aguas residuales y sus efectos contaminantes*. (iagua, Productor) Recuperado el 17 de julio de 2019, de

<https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>

29. PNUD, P. d. (27 de agosto de 2014). *Perfil de estratos sociales en América Latina*. Recuperado el 15 de julio de 2019, de <http://www.gt.undp.org/content/guatemala/es/home/library/poverty/perfil-estratos-sociales-2014.html>
30. PNUD, P. d. (2015). *Objetivos del Milenio (ODM)*. Recuperado el 18 de julio de 2019, de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/background.html>
31. PNUD, P. d. (2019). *Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento*. Recuperado el 19 de julio de 2019, de <http://www.gt.undp.org/content/guatemala/es/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html>
32. Presidencia de la República de Guatemala. (2006). *Acuerdo Gubernativo 236-2006*. Obtenido de Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos.
33. Presidencia de la República de Guatemala. (17 de octubre de 2013). *Acuerdo Gubernativo 418-2013. Aprobación de la Política Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento*. Guatemala.
34. 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.
35. SEGEPLAN, S. d. (2015). *Informe final de cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Del Milenio*. Informe Final, Guatemala. Obtenido de <http://onu.org.gt/wp-content/uploads/2016/04/ODM-compressed1.pdf>
36. SEGEPLAN, S. G. (2010). *Plan de Desarrollo Ciudad Vieja Sacatepéquez*. Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de Ciudad Viejas y Secretaria

de Planificación y Programación de la Presidencia. Dirección de Planificación Territorial.

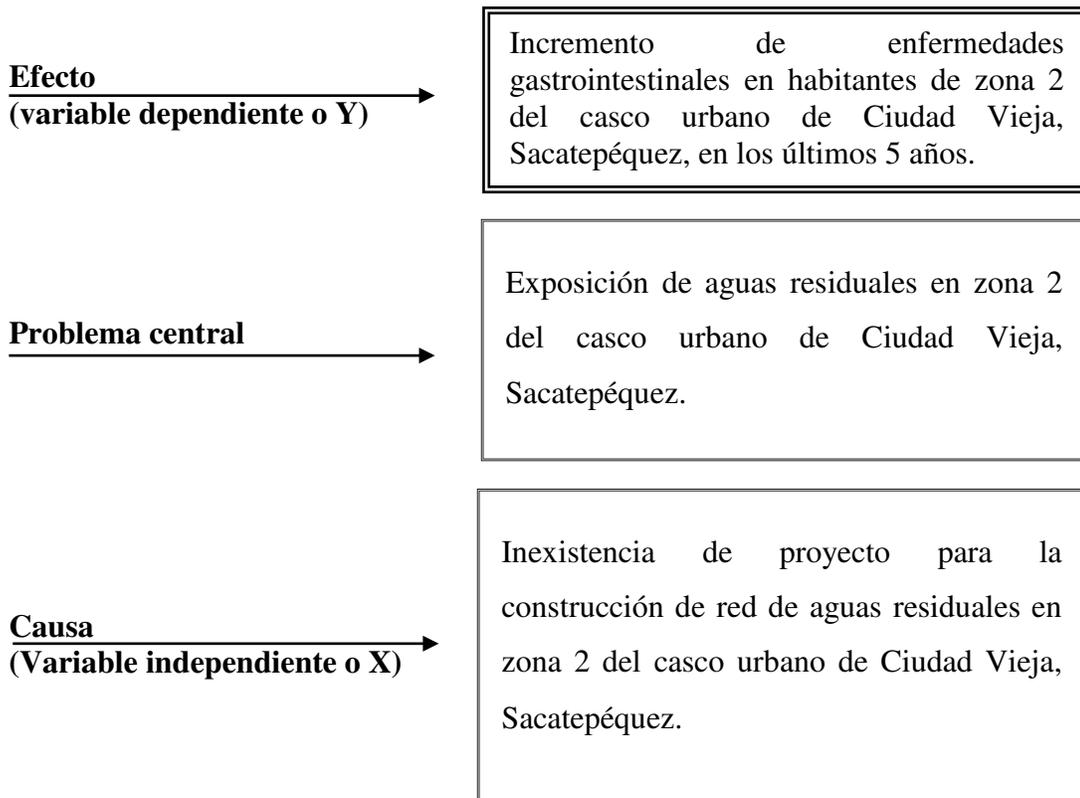
37. Structuralia. (24 de agosto de 2016). *Componentes de la red de alcantarillado*. Recuperado el 15 de julio de 2019, de <https://blog.structuralia.com/componentes-de-la-red-de-alcantarillado>
38. Universidad de los Andes. (s.f.). *Características de los medidores magnéticos de flujo*. Recuperado el 18 de julio de 2019, de http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/djean/index_archivos/INST_Flujo/medidoresflujovolumetrico/medidormagneticoII.html

ANEXOS.

Anexo 1. Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.

Árbol de problemas.

Tópico: Exposición de aguas residuales.



Hipótesis causal:

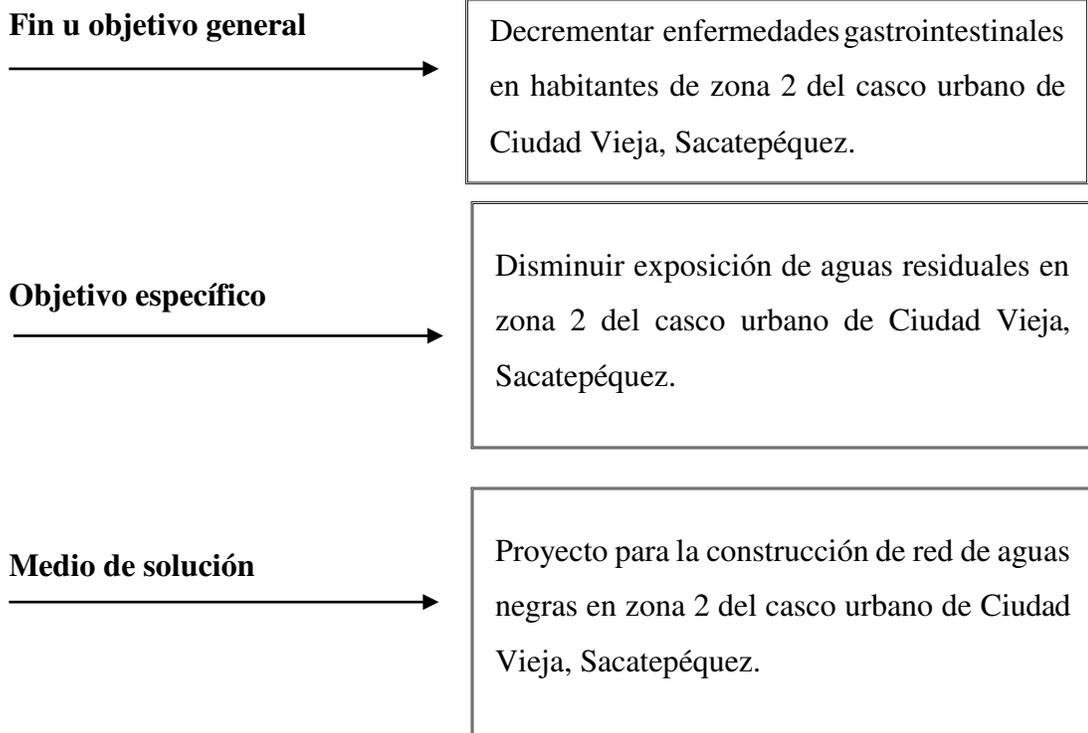
“El incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, en los últimos 5 años, por exposición de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de aguas negras”.

Hipótesis interrogativa:

¿Será la inexistencia de proyecto para la construcción de red de aguas negras, la causante del incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, en los últimos 5 años, por exposición de aguas residuales?

Árbol de objetivos.

En función de dar solución a la problemática planteada, se describen los siguientes objetivos.

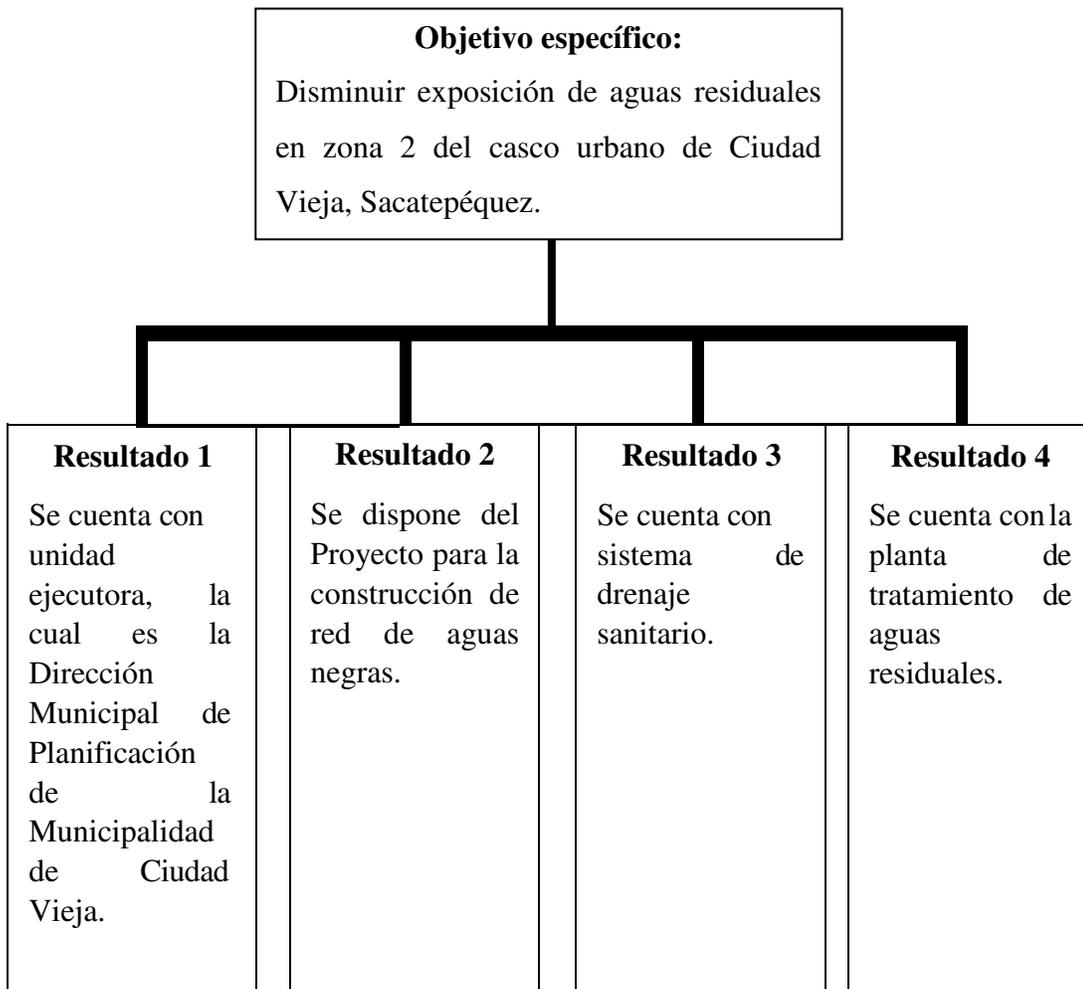


Título de tesis:

Proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.

Anexo 2. Diagrama del medio de solución de la problemática.

Con la finalidad de proporcionar a los pobladores de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, una solución para reducir la incidencia de enfermedades gastrointestinales, se plantea la siguiente propuesta de solución a la problemática identificada:



Anexo 3: 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 habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, en los últimos 5 años.”**

Esta boleta censal está dirigida a la población mayor de edad, entre 18 y 60 años de la zona 2 de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, con el 90% del nivel de confianza y el 10% de error.

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

1. ¿Considera usted que existe incremento en la cantidad de personas que han sufrido enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez?
Sí _____ No _____
2. ¿Considera que el incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez ha deteriorado la calidad de vida de la población?
Sí _____ No _____
3. ¿Personalmente ha sufrido enfermedades gastrointestinales en los últimos 5 años y con mayor frecuencia?
Sí _____ No _____
4. ¿Ha tenido problemas ante la falta de drenajes en la zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez?
Sí _____ No _____
5. ¿Considera que se puede evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez?
Sí _____ No _____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 4: 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 aguas residuales en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez**”.

Esta boleta censal está dirigida a los profesionales y técnicos de la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad de Ciudad Vieja, 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 al marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Tiene conocimiento de la existencia de proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez?
Sí _____ **No** _____
2. ¿Considera que es necesario e importante ejecutar el proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez?
Sí _____ **No** _____
3. La municipalidad de Ciudad Vieja, Sacatepéquez puede gestionar en el ejercicio presupuestario más próximo el financiamiento del proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, ¿Sacatepéquez?
Sí _____ **No** _____
4. ¿Participaría en el monitoreo y seguimiento del proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez?
Sí _____ **No** _____
5. ¿Existe un manual de procedimientos para la conexión de drenajes domiciliarios a la red de drenajes principal
Sí _____ **No** _____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 5. Comentado sobre el cálculo de muestra

Para la población efecto se trabajó la técnica del muestreo de padres de familia de zona 2, Ciudad Vieja, Sacatepéquez, por medio de la población infinita cualitativa, con el 90% del nivel de confianza y el 10% de error y se obtuvo 68 personas para la muestra a encuestar.

Para corroborar lo anterior se presenta a continuación el cálculo estadístico numérico, mediante la fórmula Taro Yamane.

$$n = \frac{Z^2 p(1-p)}{e^2}$$

Z =	1.645	Valor de Z en la tabla
Z ² =	2.706025	
p =	0.5	% de éxito
1-p	0.5	
e =	0.1	
e ² =	0.01	
Z ² p (1-p)		
=	0.6765063	
n =	67.650625	Muestra

La población objetivo para la comprobación de la causa, se trabajó la técnica del censo con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error; lo anterior debido a que son poblaciones finitas cualitativas menores a 35 personas; dirigida a 2 profesionales y 7 técnicos de la Dirección de Planificación Municipal de la municipalidad de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.

Anexo 6: 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 al incremento de enfermedades gastrointestinales en la zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.

Requisito. +->0.80 y +-<1

Año	X (años)	Y (Casos de enfermedades gastrointestinales)	XY	X ²	Y ²
2015	1	31	31.00	1	961.00
2016	2	34	68.00	4	1156.00
2017	3	37	111.00	9	1369.00
2018	4	40	160.00	16	1600.00
2019	5	48	240.00	25	2304.00
Totales	15	190	610.00	55	7390.00

n=	5
ΣX=	15
ΣXY=	610
ΣX ² =	55
ΣY ² =	7390.00
ΣY=	190
nΣXY=	3050
ΣX*ΣY=	2850
Numerador=	200
nΣX ² =	275
(ΣX) ² =	225
nΣY ² =	36950.00
(ΣY) ² =	36100.00
nΣX ² -(ΣX) ² =	50
nΣY ² -(ΣY) ² =	850
(nΣX ² -(ΣX) ²)*(nΣY ² -(ΣY) ²)	42500.00
Denominador:	206.1552813
r=	0.9701425

Fórmula:

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

Análisis:

Debido a que el coeficiente de correlación $r = 0.97$ 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: Comentario sobre la proyección del comportamiento de la problemática mediante la línea recta.

$y = a + bx$

Año	X (años)	Y (Casos de enfermedades gastrointestinales)	XY	X²	Y²
2015	1	31	31.00	1	961.00
2016	2	34	68.00	4	1156.00
2017	3	37	111.00	9	1369.00
2018	4	40	160.00	16	1600.00
2019	5	48	240.00	25	2304.00
Totales	15	190	610.00	55	7390.00

n=	5
$\sum X =$	15
$\sum XY =$	610
$\sum X^2 =$	55
$\sum Y^2 =$	7390.00
$\sum Y =$	190
$n \sum XY =$	3050
$\sum X * \sum Y =$	2850
Numerador de b:	200
Denominador de b:	
$n \sum X^2 =$	275
$(\sum X)^2 =$	225
$n \sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
b=	4
Numerador de a:	
$\sum Y =$	190
$b * \sum X =$	60
Numerador de a:	130
a=	26

Fórmulas:

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

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

Cálculos por año.

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$				
Y(2020)=	a	+	(b	* X)
Y(2020)=	26	+	4	X
Y(2020)=	26	+	4	6
Y(2020)=	50			
Y(2020)=	50 casos.			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$				
Y(2021)=	a	+	(b	* X)
Y(2021)=	26	+	4	X
Y(2021)=	26	+	4	7
Y(2021)=	54			
Y(2021)=	54 casos.			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$				
Y(2022)=	a	+	(b	* X)
Y(2022)=	26	+	4	X
Y(2022)=	26	+	4	8
Y(2022)=	58			
Y(2022)=	58 casos.			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$				
Y(2023)=	a	+	(b	* X)
Y(2023)=	26	+	4	X
Y(2023)=	26	+	4	9
Y(2023)=	62			
Y(2023)=	62 casos.			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$				
Y(2024)=	a	+	(b	* X)
Y(2024)=	26	+	4	X
Y(2024)=	26	+	4	10
Y(2024)=	66			
Y(2024)=	66 casos.			

Proyección con proyecto.

Esto se realiza para identificar el comportamiento de la problemática si se ejecutara la presente propuesta.

Fórmula:

$Y(2020) = \text{Año anterior} \times \text{Porcentaje de resolución propuesto.}$

Cálculos por año.

Y (2020)	=	Y(2019)	□	15%	=
Y (2020)	=	48	□	7.20	40.80
Y (2020)	=	41 casos			

Y (2021)	=	Y(2020)	□	18%	=
Y (2021)	=	41.0	□	7.38	33.62
Y (2021)	=	34 casos			

Y (2022)	=	Y(2021)	□	20%	=
Y (2022)	=	34.0	□	6.80	27.20
Y (2022)	=	27 casos			

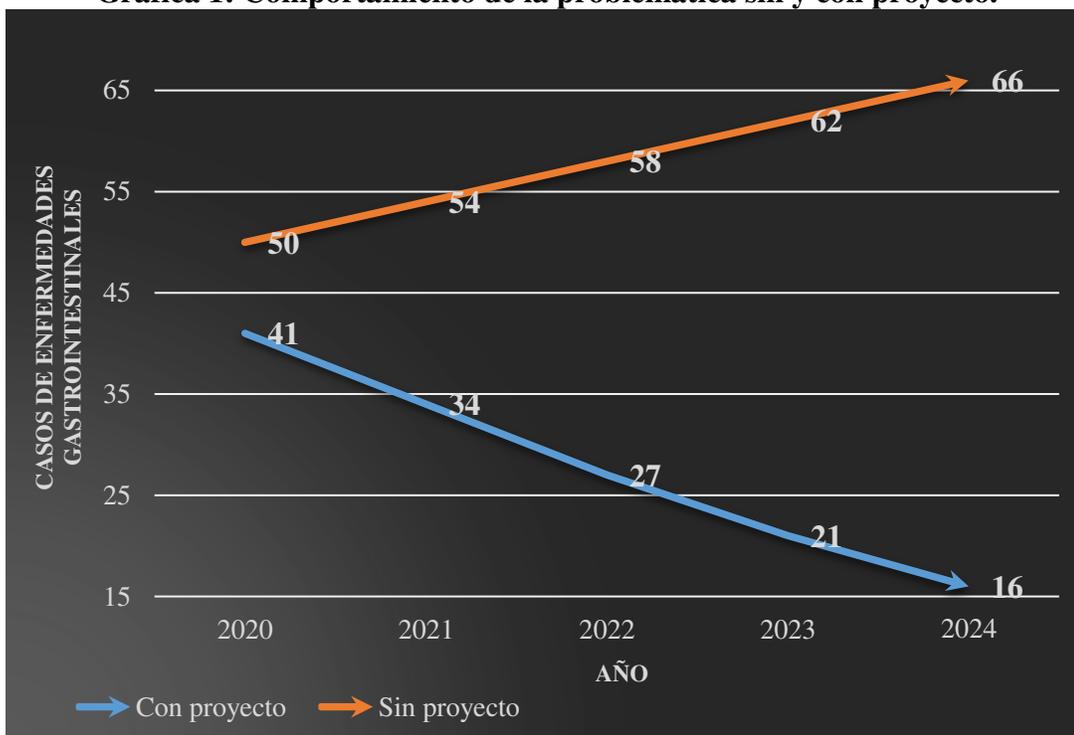
Y (2023)	=	Y(2022)	□	22%	=
Y (2023)	=	27.0	□	5.94	21.06
Y (2023)	=	21 casos			

Y (2024)	=	Y(2023)	□	25%	=
Y (2024)	=	21.0	□	5.25	15.75
Y (2024)	=	16 casos			

Cuadro 1: Comparativo sin y con proyecto.

Año	Proyección sin proyecto	Proyección con proyecto
2020	50 casos	41 casos
2021	54 casos	34 casos
2022	58 casos	27 casos
2023	62 casos	21 casos
2024	66 casos	16 casos

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 del proyecto para construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano, Ciudad Vieja, Sacatepéquez, y así solucionar a la brevedad posible la problemática identificada.

Juan Rolando Gallina Garcia.
Pedro René Samayoa Ordóñez.
José Genaro Sian González.
Luis Jacobo Arturo Yoc Acajabón.

TOMO II
PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RED DE AGUAS NEGRAS EN
ZONA 2 DEL CASCO URBANO DE CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ.



Asesor General Metodológico:
Ing. Agr. Carlos Alberto Pérez Estrada.

Universidad Rural de Guatemala.
Facultad de Ingeniería.

Guatemala, Junio 2021

Este documento fue presentado por los autores, previo a su graduación como Ingenieros Civiles con énfasis en Construcciones Rurales en el grado de Licenciatura.

PRÓLOGO.

Se elaboró el informe final de la investigación desarrollada, en observancia a lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala en el Programa de Graduación, este presenta los resultados obtenidos, como una acción previa a optar al título de Ingeniero Civil en el grado académico de Licenciado.

Se desarrolló el proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, como aporte para resolver la problemática identificada ante la exposición de aguas residuales que genera el incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, en los últimos 5 años, por lo que se presenta el fortalecimiento de la Unidad Ejecutora, proyecto para la construcción de red de aguas negras, sistema de drenaje sanitario y la propuesta de implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales.

PRESENTACIÓN.

El presente documento está encauzado en la implementación de un proyecto para disminuir exposición de aguas residuales en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez y, en consecuencia, decrementar la incidencia de enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.

El estudio fue ejecutado por estudiantes de la Facultad de Ingeniería, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Civil en el grado académico de Licenciado, de conformidad a los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala, por lo que se presenta el resultado del trabajo realizado en Ciudad Vieja, Sacatepéquez.

La investigación se realizó a raíz del incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, en los últimos 5 años, a raíz de lo cual se realizó el trabajo de campo y se incluye como aporte para la resolución de la problemática el fortalecimiento de la Unidad Ejecutora, proyecto para la construcción de red de aguas negras, sistema de drenaje sanitario y la propuesta de implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales

I. RESUMEN.

El presente informe contiene a manera de síntesis los preceptos que explican la base metodológica utilizada durante el proceso investigativo de la problemática sobre el aumento de enfermedades gastrointestinales de los últimos cinco años en zona 2 del casco urbano, Ciudad Vieja, Sacatepéquez, por exposición de los habitantes a aguas negras, producto de no existir proyecto para la construcción de red de drenajes para aguas residuales, que llevaron hasta la comprobación de las variables del problema de sanitario identificado, así como proponer y plantear la posible solución del mismo.

Planteamiento del problema.

En la zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, en los últimos cinco años ha incrementado el número de habitantes con padecimiento de enfermedades gastrointestinales, cuya consecuencia genera entre otras condiciones el deterioro de la calidad de vida de estos.

Esta situación que se ve potenciada por los desagües expuestos a flor de tierra en áreas urbanas del municipio, en tal escenario los niveles de contaminación ambiental son altos, por lo que se generan enfermedades cutáneas, respiratorias y principalmente gastrointestinales, esto por la exposición de alimentos y agua para consumo humano al ambiente insalubre del área provocado por la falta de drenajes de aguas negras.

El manejo incorrecto de la deposición de aguas negras, así como un parcial e inadecuado sistema de drenajes desarrolla indudablemente la problemática. La exposición de aguas residuales en esta parte del pueblo, es un tema poco observado por el poder local.

Las constantes quejas de la población no han sido suficientes para resolver la problemática, y logrado hacer eco en las autoridades y reflexionar que por años han obviado la necesidad de interconectar la red de drenaje de aguas negras para todos los sectores y áreas, y para cada uno de los hogares ubicados en esta zona del casco urbano.

La inexistencia de proyecto para la construcción de red de aguas residuales en el área de estudio genera insalubridad y limita el desarrollo local, restándole belleza al paisaje. Se identifican en esa línea situaciones relevantes, tales como el deterioro de la infraestructura familiar, pérdida de la belleza escénica, falta de presupuesto para la ejecución del proyecto y su mantenimiento; entre otros, estas brechas deben vencerse paulatinamente.

Hipótesis.

Se pudo establecer la hipótesis de trabajo como parte del trabajo de investigación realizado en la zona 2 de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.

Hipótesis causal.

“El incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, en los últimos 5 años, por exposición de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de aguas negras”.

Hipótesis interrogativa.

¿Será la inexistencia de proyecto para la construcción de red de aguas negras, la causante del incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, en los últimos 5 años, por exposición de aguas residuales?

Objetivos. El desarrollo de la investigación conllevó el planteamiento de los objetivos: general y específico, los cuales conforme la investigación avance deben alcanzarse para comprobar la veracidad de la hipótesis y la forma de solucionar la problemática encontrada.

General. Decrementar enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.

Específico. Disminuir exposición de aguas residuales en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.

Justificación.

En la actualidad, en la zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, el promedio de casos de enfermedades gastrointestinales es de 38 al año, esto equivale a un total de 190 en cinco años, esto repercute en el bienestar de los pobladores y deteriora su calidad de vida.

Con base a los datos de los últimos cinco años, se deduce que los casos de enfermedades gastrointestinales aumentan 1.8 % al año, esto por la exposición a las aguas residuales consecuencia de no contar con el proyecto de construcción de red de aguas negras.

Esta situación tenderá a al aumento de personas enfermas en los siguientes cinco años de no tomar medidas necesarias para contrarrestar la problemática, las proyecciones indican que la cantidad de casos de padecimientos gastrointestinales será de 66 para el año 2024.

Se cataloga, por lo tanto, urgente diseñar como solución del problema una propuesta para la construcción de red de aguas negras y un sistema de drenaje sanitario. Para

complementar el proyecto es importante diseñar y construir una planta de tratamiento de aguas residuales, de tal manera que pueda aprovecharse el recurso agua y reutilizarse en la localidad. El mantenimiento periódico debe incluirse en la planificación para garantizar la sostenibilidad del proyecto.

Resulta indispensable para el bienestar generalizado de las familias la implementación de esta propuesta para regular la deposición de las aguas residuales generadas en la zona 2 del casco urbano, de esta forma disminuir la incidencia de enfermedades del sistema digestivo en un 100 % en los siguientes años, lo que implica registrar 16 casos para el año 2024.

Metodología.

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

Métodos.

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

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

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

Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis.

Para la formulación de la hipótesis se utilizó el método deductivo como medio principal de investigación, el cual permitió conocer aspectos generales de la zona 2 del casco urbano, municipio de Ciudad Vieja, departamento de Sacatepéquez. Las técnicas utilizadas fueron:

- Observación directa. Se llevó a cabo durante las visitas al área de estudio, lo que permitió confirmar el ambiente insalubre de esta debido a la falta de red de alcantarillado en la que se depositen adecuadamente las aguas residuales generadas por los vecinos, también se indagó sobre las maneras en que los pobladores disponen de sus aguas residuales, así como sus esfuerzos para buscar el respaldo de las autoridades municipales en su situación.
- 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 los pobladores de la zona 2 del casco urbano y a los profesionales de la municipalidad concernientes a la situación, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática identificada.

Con la situación más clara sobre la problemática de exposición de los habitantes a aguas residuales y con la utilización del método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se

utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación.

La hipótesis formulada de la forma indicada, dice: “el incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, en los últimos 5 años, por exposición de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de aguas negras”.

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

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:

- Encuestas. Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas proporcionaran la información requerida después de ser aplicada.
- Determinación de la población a investigar. En atención a este tema, se decidió efectuar la técnica del muestreo estadístico para determinar la población efecto

(variable Y), la cual dio como resultado a 68 elementos de estudio, con lo que se establece que el nivel de confianza es del 90% y el margen de error del 10%; en cuanto a la población causa (variable X) se efectuó un censo, puesto que la población identificada se componían de nueve elementos, por lo tanto, se determina que el nivel de confianza para este caso será del 100% y el margen de error de 0%.

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 tuvieron 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.

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 encuesta, muestreo estadístico y el censo.

Como se puede advertir fácilmente, la encuesta 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.

Resumen de resultados.

Resultado 1. Se cuenta con unidad ejecutora, la cual es la Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de Ciudad Vieja. En este se esbozan las actividades que debe desarrollar la Dirección Municipal de Planificación para la ejecución del proyecto.

Resultado 2. Se dispone del Proyecto para la construcción de red de aguas negras. Este incluye de manera resumida las acciones que deben realizarse para cumplir con el diseño y desarrollo de la propuesta, hasta alcanzar el funcionamiento de la red de drenaje de aguas negras.

Resultado 3. Se cuenta con sistema de drenaje sanitario. Se presenta en este apartado un resumen de las actividades para la implementación de drenaje sanitario en la zona 2 de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.

Resultado 4. Se cuenta con la planta de tratamiento de aguas residuales. Se describe en este resultado la serie de actividades para alcanzar la construcción y funcionamiento de planta de tratamiento de aguas residuales en beneficio de la población de zona 2, Ciudad Vieja, Sacatepéquez.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se comprueba la hipótesis “el incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, en los últimos 5 años, por exposición de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de aguas negras” con el 90% de confianza y 10% de error para la variable efecto, así como 100% de confianza y 0% de error para la variable causa.

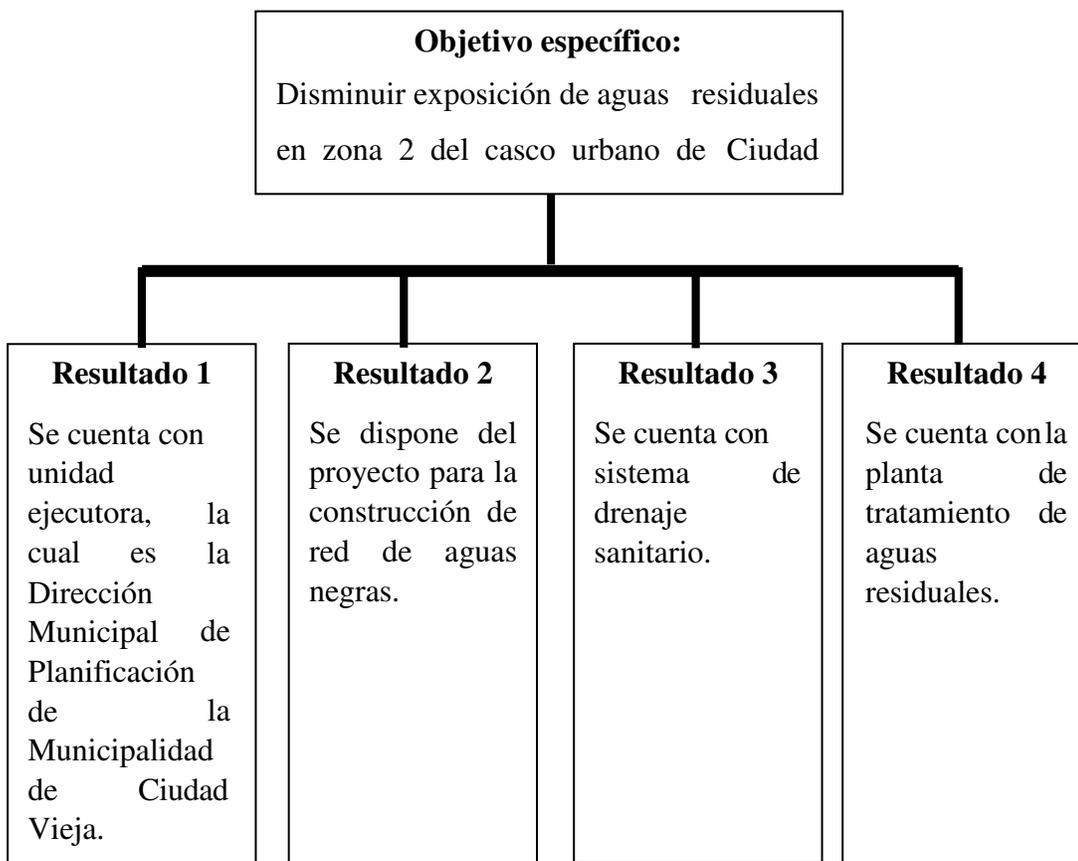
Por lo anterior se recomienda operativizar la solución de la problemática mediante la implementación del proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja.

ANEXOS.

Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática.

Para disminuir exposición de aguas residuales en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, se propone la ejecución del proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, para decrementar enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, por lo que se presenta a continuación un esquema de los resultados que deben desarrollarse para subsanar la problemática identificada.

Diagrama del medio de solución de la problemática



Resultado 1. Se cuenta con unidad ejecutora, la cual es la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.

Actividad 1. Espacio físico

Debe contar con una oficina de anexo, para el personal de la unidad ejecutora, el cual debe tener espacio para personas del equipo más espacio de una sala de reuniones y baños para personal masculino y femenino.

Actividad 2. Material y equipo

Se debe contar con equipo de cómputo, para cada persona de la unidad ejecutora, impresora, plotter para impresión de planos, hojas, cuadernos, lápices, lapiceros, resaltadores, borradores, tablas sujeta hojas, archivador tipo estantería o gavetas, cintas métricas, metros, pintura en espray, estación total (de ser necesario), servicio de internet, teléfono, escritorios y sillas.

Actividad 3. Personal técnico (Contratación del recurso humano)

Se propone la contratación de un profesional de la rama de ingeniería civil para dirigir la ejecución de las obras de infraestructura referidas, un dibujante que tendrá a cargo la elaboración de los planos y visita de campo para la actualización de los tramos de trabajo, una secretaria que tendrá a cargo, la organización de las reuniones y otras actividades. (Estará a cargo del personal profesional el Director y Sub-director de la DMP de Ciudad Vieja Sacatepéquez).

Actividad 4. Recursos financieros

Para los recursos financieros para la ejecución del proyecto, deben de gestionarse mediante la presentación de un proyecto ante el consejo de desarrollo, (CODEDE) del departamento de Sacatepéquez, la cual debe estar a cargo del director municipal de planificación y alcalde municipal.

Resultado 2: Se dispone del Proyecto para la construcción de red de aguas negras.

Actividad 1: Estudio Topográfico.

Acción 1: Levantamiento topográfico se debe realizar con una estación total con la precisión mínima de 7", configurar el equipo para la zona específica de Guatemala GTM 15.5 (parámetros especificados en resolución normativa IGN-01/99). Ver anexo 5.3

Se debe centrar y calibrar la estación total en la primera estación de mejor calidad de vista en campo, utilizar una altura estándar del reflector (prisma), tomar las curvas de nivel a cada 10 metros lineales como mínimo, este levantamiento topográfico puede realizarse con coordenadas reales basadas en la red de apoyo catastral de segundo orden "RAC 2", establecidas por el registro de información catastral. O coordenadas arbitrarias cuando no se cuenta con la red de apoyo catastral de segundo orden.

Acción 2: Procesar la data en el software del equipo utilizado, para exportar a un formato .DXF o .CSV.

Actividad 2: Introducción de Red:

Acción 1: Trazo y nivelación del área del trabajo, para realizar el trazo y nivelación se deberá ejecutar bancos a nivel y mojones para la correcta referencia de los límites de la obra y ubicación de los pozos de visita para así evitar algún tipo de error de desplazamiento.

Acción 2: Demolición, remover el área trazada mediante la nivelación en el proyecto específicamente adoquín y asfalto (puede ser pavimento), para realizar dicha tarea es necesario la utilización de una sierra de cortadora de pavimento.

Acción 3: Excavación (zanjeo), es el trabajo necesario para la extracción de todo tipo de material (suelo, materia orgánica, relleno, etc.), para la realización de esta acción

será de manera manual ya que se cuenta con muchos servicios de agua potable instalados. La excavación deberá ser exactamente conforme el trazo, nivelación y a la profundidad indicados en los planos. (Ver plano 5.2.7). No deberá excavarse más de 60 metros lineales esto con la finalidad de evitar molestias, inconvenientes y/o accidentes.

Acción 4: Instalación de red, para la instalación de la red de alcantarillado se deberá de realizar de la manera más ordenada, antes de instalar la tubería se deberá hacer una minuciosa inspección de la misma con el objetivo de descartar cualquier unidad que tenga desperfectos (fisuras), o que contengan algún material inadecuado que impida su mala instalación.

La introducción de la sección de tubería PVC se debe de realizar con precaución por medio de cuerdas, estas serán utilizadas para el descenso controlado, la misma debe ser colocada a L/4 de la longitud del elemento, para brindar soporte uniforme de la unidad y así evitar daños o rupturas a la misma. En el fondo de la excavación (zanja) se deberá realizar una base de 10 cms mínimo con material del lugar o arena (no de río) para evitar que la tubería este sobre material inadecuado que pueda dañar la tubería.

La colocación de la tubería deberá de estar alineada en el eje central de la misma con la línea del eje de la excavación (zanja) para tener una mejor manipulación de la misma en los espacios laterales. Para el proceso de unión de tuberías PVC deberá de alinearse correctamente cada una de las unidades que se acoplaran, aplicar el cemento epoxico (pegamento para tubos PVC “tangit”) y empujar la espiga de un tubo dentro de la campana y luego empujar el extremo del tubo hasta la marca indicada en la espiga.

Acción 5: Relleno, esta acción se realiza posteriormente a la instalación de la tubería PVC, ya que el pegamento epoxico (pegamento para tubos PVC “tangit”) no necesita fraguado o curado. El material de relleno no deberá de contener rocas o algún otro

elemento que dañe la tubería. El volumen del material para el relleno deberá de colocarse en capas mínimas de 15 cm de espesor hasta llegar a la altura de 60 cm por arriba de la corona del tubo para poder compactar de forma manual.

Para realizar la compactación mecánica (apisonadora bailarina) deberá de aplicarse capas de 20 cm deberá hacerse a un 95% de su densidad máxima y como lo determina el método T 99-49, método standard de la AASHO. Deberá estar previamente autorizado por el supervisor. Al terminar los trabajos de relleno de un tramo de longitud máximo de 100 mts, se deberá de extraer el excedente del material excavado o sobrante inmediatamente, transportarlo al lugar designado y autorizado por el supervisor.

Al excavar en una calle o avenida angosta, si el material ocasiona problemas de paso peatonal o vehicular se deberá de extraer en tramos cortos y extraerlos de forma inmediata.

Acción 5: Construcción de pozos de visita, El tipo de pozos de visita a construir, serán los indicados en los planos correspondientes. (Ver plano 5.2.7). Los materiales a utilizar serán de la calidad y características descritas en las Disposiciones especiales y en estas especificaciones:

- La cota de la tapadera de los pozos de visita, deberá estar al nivel de la cota de la rasante de la calle.
- Todos pozos de visita deberán incluir escalones espaciados adecuadamente, para el acceso e inspección del mismo, en forma cómoda y segura.
- Todos los pozos de visita, deben de aplicarse un recubrimiento interior, para impermeabilizar y sellar los muros y el fondo, y así evitar infiltraciones. El recubrimiento deberá ser alisado con un espesor mínimo de 5mm.

- Para la construcción de la losa de fondo de los pozos de visita, deberán hacerse previamente a la colocación de la tubería. Se construirá con concreto y el armado se realizará de acuerdo a lo indicados en planos.
- En el fondo de los pozos de visita deberán construirse un canal de media caña con su respectivo relleno; para que las aguas residuales que ingresen se descarguen de forma directa hacia la salida.
- En las tapaderas de cada pozo de visita deberán rotularse en bajo relieve, los siguientes datos: PV-No., Fecha de Construcción y el nombre de la municipalidad de Ciudad Vieja, Sacatepéquez. (CV.SAC)
- Para las conexiones de tuberías que lleguen a los pozos de visita, indicadas en planos, deberán ser debidamente acopladas y selladas en sus bordes.
- En los tramos de construcción a futuro, se deberán de dejar instalados las tuberías en los pozos de visita con una longitud mínima de 3 m. en los extremos deberán de cerrarse con un tabique provisional de mampostería.

Acción 6: Relleno de pozos de visita, el material de relleno no deberá de contener rocas o algún otro elemento que dañe la mampostería.

El volumen del material para el relleno deberá de colocarse en capas mínimas de 15 cm de espesor hasta llegar a la altura de 60 cm por arriba de la corona del tubo para poder compactar de forma manual. Para realizar la compactación mecánica (apisonadora bailarina) deberá de aplicarse capas de 20 cm deberá hacerse a un 95% de su densidad máxima y como lo determina el método T 99-49, método standard de la AASHO.

Actividad 3: Conexiones Domiciliares

Acción 1: Las conexiones domiciliarias deberán de construirse para cumplir con las dimensiones, detalles estructurales y materiales indicados en planos. (Ver plano 5.2.8). Para las conexiones al colector deberán de acoplarse para cumplir las características indicadas en los planos. (Ver plano 5.2.8). Tanto la tubería como los accesorios deberán cumplir con la norma ASTM 3034.

Pruebas de tuberías y pozos de visita

- Prueba de instalación, esta prueba se debe de realizarse antes de rellenar las excavaciones, deberá verificarse, el correcto alineamiento de la tubería instalada entre los pozos de visita. Los tramos revisados, deberán ser iluminados en el interior para detectar obstrucciones que hayan quedado dentro de la tubería y también para descubrir cualquier infiltración. Esta prueba debe hacerse nuevamente después de haber terminado la labor de relleno de la excavación, para verificar que no hayan ocurrido asentamientos perjudiciales y proceder a la aceptación final del sistema.
- Prueba de fugas: Esta prueba se deberá de realizar entre dos pozos de visita consecutivos, para cumplir las respectivas conexiones domiciliarias instaladas, antes de procederse a ejecutar la labor de relleno de las excavaciones.

La prueba consistirá en vaciar en el pozo de visita ubicado aguas arriba del tramo a probar, un volumen de 5 metros cúbicos por cada 100 m de longitud del tramo correspondiente, para dejar correr el agua libremente a través del tramo de alcantarillado; durante la prueba, la tubería trabajará a sección llena. No deberá presentarse ningún tipo de fuga en las juntas; en caso de que existieran fugas, estas deberán ser reparadas, y la prueba se repetirá hasta lograr resultados satisfactorios.

Actividad 4: Mantenimiento

El mantenimiento a la red de alcantarillado deberá realizarse en seis meses para los estados críticos y para los estados no críticos se deberá realizarse en un año, consistirá en el levantado de las tapaderas de los pozos de visita para verificar el estado de la losa, en el caso de haber alguna fisura se procederá a sanearlo con algún aditivo (deberá ser aprobado por el supervisor). En el caso de haber mucho desecho sólido se procederá a extraerlo y transportarlo a algún relleno sanitario (deberá ser aprobado por el supervisor).

Resultado 3: Se cuenta con un sistema de drenaje sanitario

Actividad 1: Diseño de implementación.

- Se debe identificar el sistema de alcantarillado adecuado para la población, debido a la inexistencia de un drenaje sanitario actual.
- Definir la población actual que hará uso de este sistema de alcantarillado de aguas residuales. Esto debe realizarse por medio de métodos cuantitativos (censo o encuesta).
- Conocer la tasa de crecimiento del municipio de Ciudad Vieja Sacatepéquez.
- Realizar la proyección de crecimiento poblacional del proyecto a 30 años para determinar los diámetros de tubería correspondientes al alcantarillado
- Conocer la dotación de agua potable asignado a cada habitante/día de la zona 2 de ciudad vieja.
- Definir el ramal principal del sistema de alcantarillado de acuerdo al levantamiento topográfico realizado en el área anteriormente (altimetría y planimetría).
- Definir los ramales secundarios en base a la planimetría y altimetría como el volumen del caudal de las aguas residuales acumuladas por el número de viviendas y habitantes.

Actividad 2: Conexión a la red de aguas negras.

- Se debe realizar una perforación de 4” en la conexión domiciliar con dirección de 45 grados en planta.
- De debe introducir tubo de PVC de 4” a la conexión domiciliar y fijar mediante un cemento de contacto para prevenir filtraciones de líquidos.
- Se debe realizar una perforación en la parte superior del ramal principal o secundario según la ubicación de la conexión.
- Instalar una silleta correspondiente al diámetro del ramal al cual se esté conectar a la conexión domiciliar.
- La silleta debe fijarse mediante un cemento de contacto que garantice que no habrán filtraciones de líquidos.
- Realizar la unión de la tubería a la silleta, esto deberá ser con un cemento de contacto para PVC.

Actividad 3: Mantenimiento.

- Se debe realizar un cronograma de fechas para las limpiezas de la tubería durante el año tomar en cuenta los horarios de estiaje para realizar el mantenimiento preventivo.
- Se deberá iniciar el mantenimiento por la parte más alta de la red para aprovechar la inclinación de la tubería que garanticen el movimiento de los lodos, esto se debe realizar en tramos no mayores a los 150 m.
- Retirar toda la basura, lodos y solidos posibles del primer pozo de visita a donde convergen los primeros ramales de la red de drenaje.
- Se tiene que introducir una manguera en el inicio de la red de drenaje, esta deberá de llevar en la punta una tobera la cual posee varios agujeros haciéndolo de la parte superior a la inferior de la red.
- Se bombea agua por medio de la manguera para que en la tobera expulse agua a presión en ángulos entre los 35 y 45 grados para garantizar la remoción y el

empuje de los lodos dentro de la tubería. Esto se debe realizar en todos los ramales que convergen en el primer pozo de visita.

- Luego de realizar la limpieza de cada ramal, se verifica si no existe algún tipo de rajadura o quebradura dentro de la sección.
- Se realiza la limpieza y remoción de lodos del pozo de visita en que convergen todos los ramales a los que se realizó la limpieza.
- Se realiza la limpieza de la siguiente sección del ramal principal en dirección del segundo pozo de visita,
- Verificación del funcionamiento (desniveles, peldaños o escalera de acceso, tapadera) y estructura del pozo de visita (juntas, muros)

Resultado 4: Se cuenta con la planta de tratamiento de aguas residuales.

Actividad 1: Diseño e Implementación

Acción 1: Control de calidad de aguas residuales, la finalidad de realizar el control de calidad de las aguas residuales es verificar que tan contaminado están los caudales existentes de desechos orgánicos e inorgánicos, para así determinar qué tipo de tratamiento es el más adecuado para el lugar.

Acción 2: Planta de tratamiento primario, este tipo de tratamiento tiene como finalidad separar los materiales que contienen las aguas residuales, estos materiales son inorgánicos y desechos flotantes, que causan una mayor contaminación y olores fétidos al no ser tratados. La planta de tratamiento llevara los siguientes elementos:

- Pozo de excedencias: este elemento de la planta de tratamiento primario conformado por un tubo con un ranura (dicha ranura es un corte al tubo de forma longitudinal según el cálculo de caudal final entrante), tiene la función de recibir el caudal de entrada a la planta de tratamiento, dicha tubería por norma se diseña al 20% del caudal de entrada. Y desfogar el caudal excedente

de la tubería (el caudal excedente se da por agua pluvial) o por mal mantenimiento de las rejillas.

- Rejas: este elemento tiene como finalidad retener los materiales orgánicos e inorgánicos (hojas de árboles, sobrantes de frutas, pañales, botellas, u otro material de gran tamaño, etc.) estas rejas se deben de diseñar y fabricar con barras de acero soldadas a un marco del mismo material y deben de ser colocadas transversalmente al canal de entrada, las barras de acero deben de ser colocadas verticalmente o con la inclinación de 30 a 80° respecto a la horizontal.
- Fosa séptica: este elemento es el principal para realizar el tratamiento primario de las aguas residuales, la fosa séptica conlleva los siguientes elementos: tubería de entrada, codo a 90° de entrada, TEE de salida, tubería de salida y dos tapaderas para limpieza, dicha fosa séptica se diseña según el volumen de caudal entrante, para así determinar las dimensiones de dicho elemento, así mismo calcular el tiempo de retención de las aguas residuales dentro de la fosa séptica.
 - o La finalidad de este elemento es separar los sedimentos de las aguas residuales y así evitar la contaminación de afluentes naturales de aguas no contaminadas (ríos).

Actividad 2: Mantenimiento

Acción 1: Pozo de excedencias, Para garantizar que a la planta de tratamiento ingrese solamente el caudal sanitario, se ha contemplado la construcción de un pozo de excedencias antes del ingreso del caudal a la planta. El Pozo de Excedencias tendrá la función de evitar el ingreso de un caudal superior al caudal de diseño a la Planta de Tratamiento y para ello, el canal que tiene el pozo cuenta con las dimensiones correspondientes, de tal manera que el excedente será trasladado al cuerpo de descarga, para lo cual existe una línea de conducción de tubería PVC de 12” de diámetro.

Acción 2: Canal de rejillas, Los residuos atrapados en las rejillas deben extraerse tantas veces al día como sea necesario, para permitir el libre escurrimiento del líquido. Como mínimo debe limpiarse cada 6 horas (mañana, medio día y tarde). Esta frecuencia podrá aumentar o disminuir esta labor se efectuará preferentemente por la mañana, al inicio de la jornada.

Se debe evitar a toda costa el rebalse de las aguas residuales fuera del canal de rejillas. Los residuos retenidos en la rejilla serán removidos con rastrillos El material retenido en las rejillas deberá transportarse a un sitio dentro de la planta. El Operador será responsable de depositar diariamente los residuos y de recubrirlos al menos una vez por día con una pequeña capa de cal hidratada y posteriormente agregar una capa de tierra disponible en el lugar.

Acción 3: Fosa Séptica, el mantenimiento de este elemento consiste en retirar todo sedimento que estén en la superficie de la fosa séptica, esta acción se deberá de realizar por lo menos dos días antes de retirar los lodos de la fosa séptica. El operador será el encargado y responsable de realizar el traslado de los sedimentos a un banco de depósito de sedimentos y cubrirlos con una capa de cal hidratada y capa de tierra para así evitar malos olores.

Acción 4: Disposición de lodos, para esta acción se debe de contratar una empresa privada que tenga los equipos y experiencia para realizar los trabajos de retiro de lodos, se debe de realizar a cada 6 meses (dos veces al año), el responsable de coordinar los trabajos con la empresa contratada será el operador de la planta de tratamiento primario.

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: Decrementar enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, en los últimos 5 años.	Finalizados el segundo año, se reduce en 18% las enfermedades gastrointestinales comparadas con el año anterior.	Registros la DAS de Ciudad Vieja de la incidencia de enfermedades gastrointestinales.	Se minimizará las enfermedades gastrointestinales en habitantes de zona 2 del Casco Urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez
Objetivo específico: Disminuir exposición de aguas residuales en zona 2 del casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.	Finalizados 5 años de la ejecución del proyecto se ha eliminado el 100% la exposición de aguas residuales en zona 2 de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.	Registros de la Dirección Municipal de Planificación. Reportes de monitoreo del INFOM.	Que exista cero agua residual expuesta en zona 2 de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.
Resultado 1: Se dispone del proyecto para la construcción de red de aguas negras.			
Resultado 2: Se dispone del proyecto para la construcción de red de aguas negras.			
Resultado 3: Se cuenta con sistema de drenaje sanitario.			
Resultado 4: Se cuenta con la planta de tratamiento de aguas residuales.			

Fuente: Gallina, J.; Samayoa, P.; Sian, J. y Yoc, L, 2020.

Anexo 4. Presupuesto.

Proyecto: Proyecto diseño de red de aguas negras zona 2 de Ciudad Vieja, Sacatepéquez						
Zona 2 del municipio de Ciudad Vieja, departamento de Sacatepéquez				Fecha Junio 2020		
No	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Sub Total
1.00	Trabajos preliminares					Q 181,993.29
1.01	Rotulo	Unidad	1.00	Q 3,042.64	Q 3,042.64	
1.02	Topografía para trazo y nivelación	Mes	1.00	Q 27,981.25	Q 27,981.25	
1.03	Demolición de carpeta de rodadura de asfalto	m ²	2,332.00	Q 60.45	Q 140,969.40	
1.04	Análisis fisicoquímico y bacteriológico de aguas residuales	Unidad	2.00	Q 5,000.00	Q 10,000.00	
2.00	Construcción alcantarillado					Q 2,735,671.13
2.01	Excavación controlada para instalación de colectores	m ³	6147.00	Q 153.07	Q 940,921.29	
2.02	Instalación de tubería PVC Norma D3034 de 6 pulgadas	ml	2955.00	Q 226.86	Q 670,371.30	
2.03	Instalación de tubería PVC Norma D3034 de 8 pulgadas	ml	483.00	Q 331.18	Q 159,959.94	
2.04	Instalación de tubería PVC Norma D3034 de 10 pulgadas	ml	161.00	Q 500.20	Q 80,532.20	
2.05	Conexión domiciliar	vivienda	480.00	Q 1,841.43	Q 883,886.40	
3.00	Construcción de pozos de visita y obras complementarias					Q 523,227.63
3.01	Construcción de Pozo H=1.23 m; Concreto 4000 PSI, Fy grado 60	Unidad	49	Q 10,607.40	Q 519,762.60	
3.02	Caja de registro tipo CR2	Unidad	1	Q 3,465.03	Q 3,465.03	
4.00	Obras de planta de tratamiento					Q 63,798.38
4.01	Fosa Séptica	unidad	1	Q 63,798.38	Q 63,798.38	
5.00	Medidas de mitigación					Q 2,585,730.08
5.01	Relleno + compactación en excavaciones para instalación de tubería con material excavado	m ³	6147.00	Q 159.00	Q 977,373.00	
5.02	Reconstrucción de carpeta de rodadura asfáltica espesor 5 cm	m ²	2332.00	Q 689.69	Q 1,608,357.08	
Total						Q 6,090,420.51

Anexo 5. Otros anexos

Anexo 5.1 Memorias de Calculo: Diseño de tubería de red de drenaje.

5.1.1 Datos de cálculos.

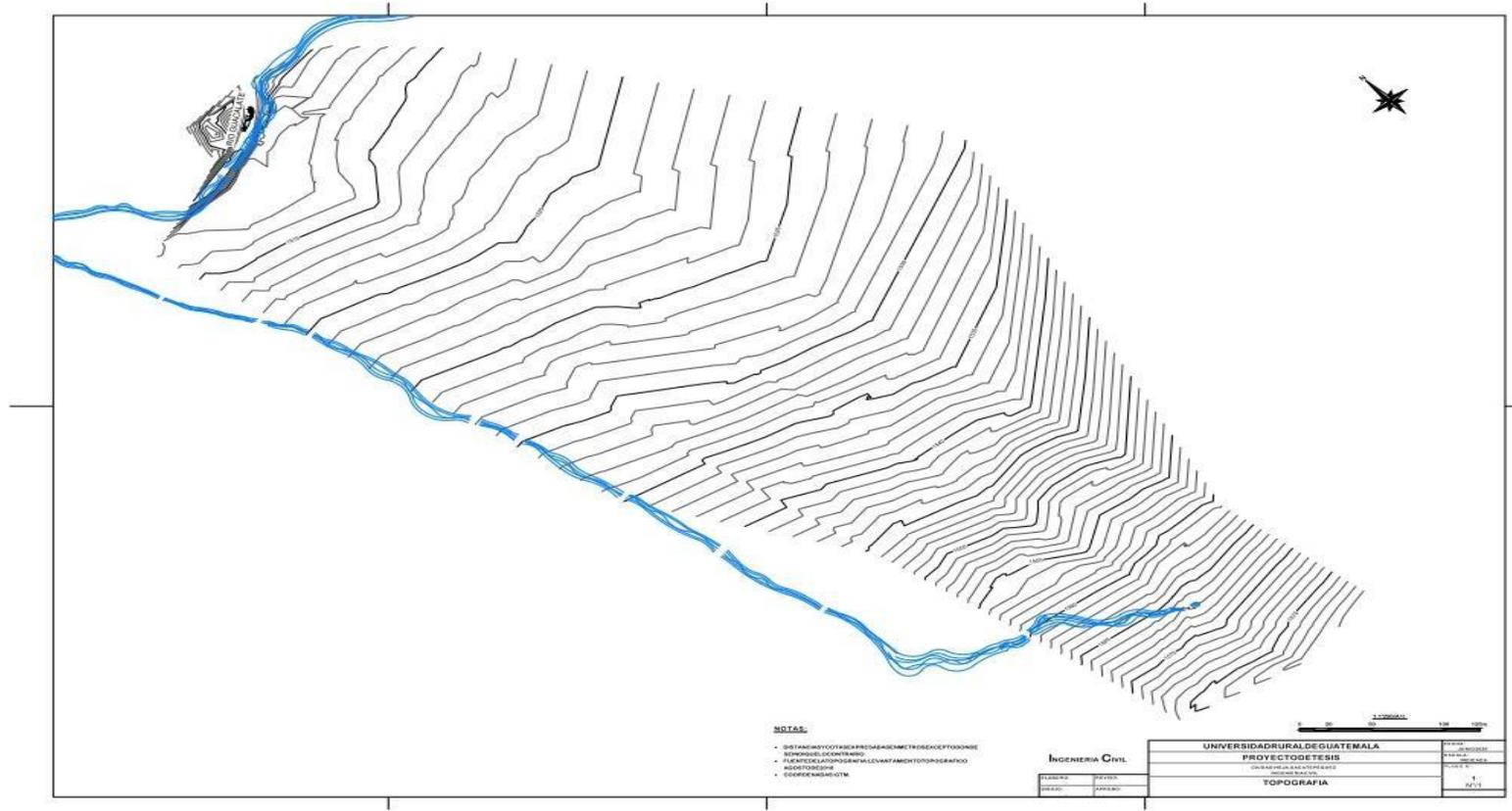
	DATOS			
Viviendas equivalentes	458	viv		
Densidad (hab/viv)	4.98	hab/viv		
Población actual	2281	hab		
Tasa de crecimiento	2.53%			
Dotación agua potable	100	l/h/d		
Factor de retorno	0.8	(0.70-0.80)		
Período de diseño	30	años		
Viviendas futuras	969	viv		
Pob. Futura	4826	hab		
Qmedio	10.612	lt/s		

5.1.3 Diseño Fosa Séptica

Medida de Fosas Sépticas			
tiempo de retención	15	Horas	
caudal de llegada	12.56	l/s	
altura máxima de fosa	2.5	m	
altura mínima cámara de aire (sobre lodos)	0.6	m	
área cubica para fosa	188.4	m ³	
área cuadrada para fosa	75.36	m ²	
ancho de fosa	6	m	
largo de fosa	12	m	
altura final de fosa	3.1	m	

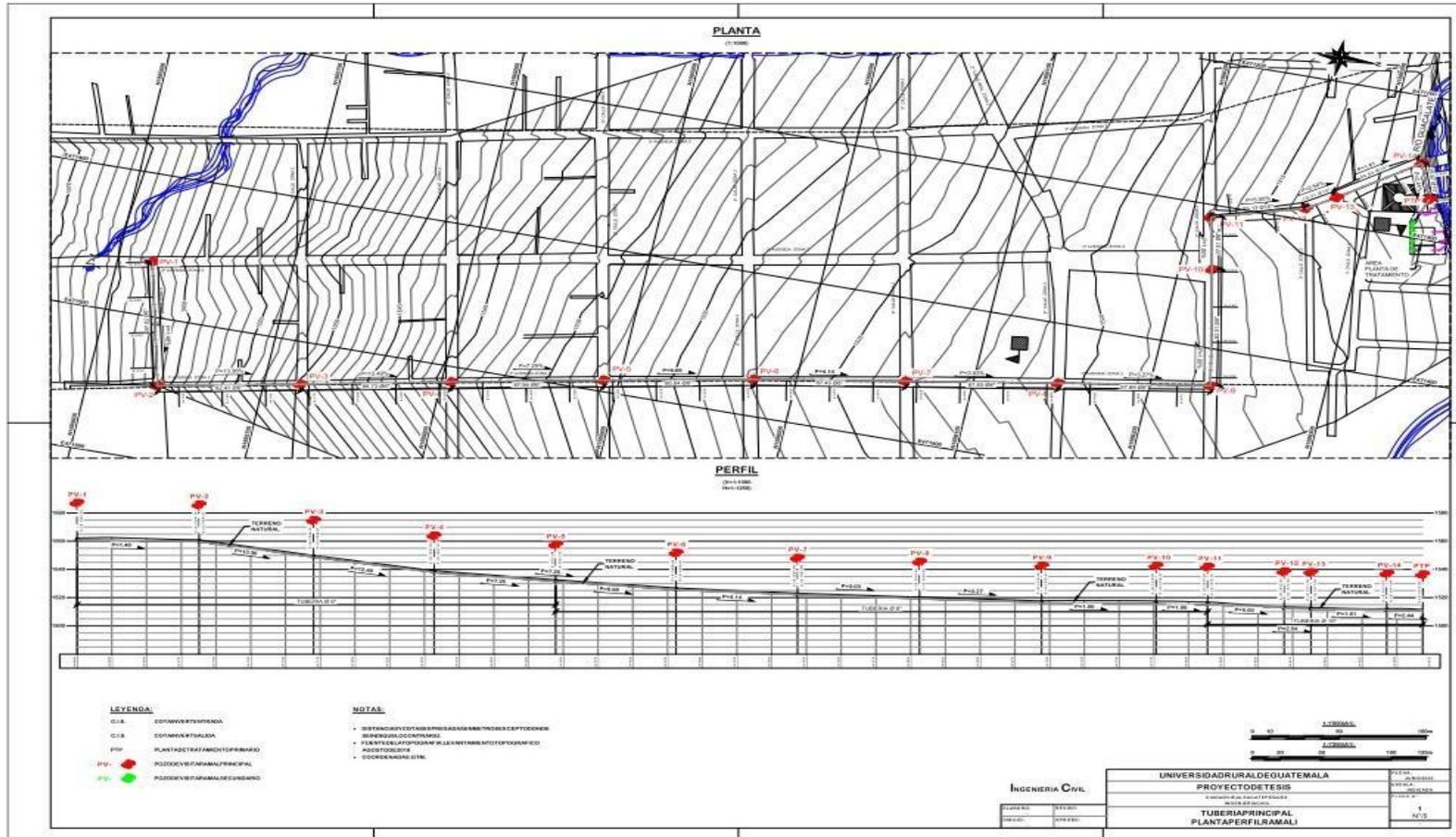
Anexo 5.2 Planimetría: Planos del proyecto para la construcción de red de aguas negras en zona 2 del Casco Urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.

5.2.1 Plano topográfico de la zona 2, Ciudad Vieja, Sacatepéquez. (Hoja 1/1)



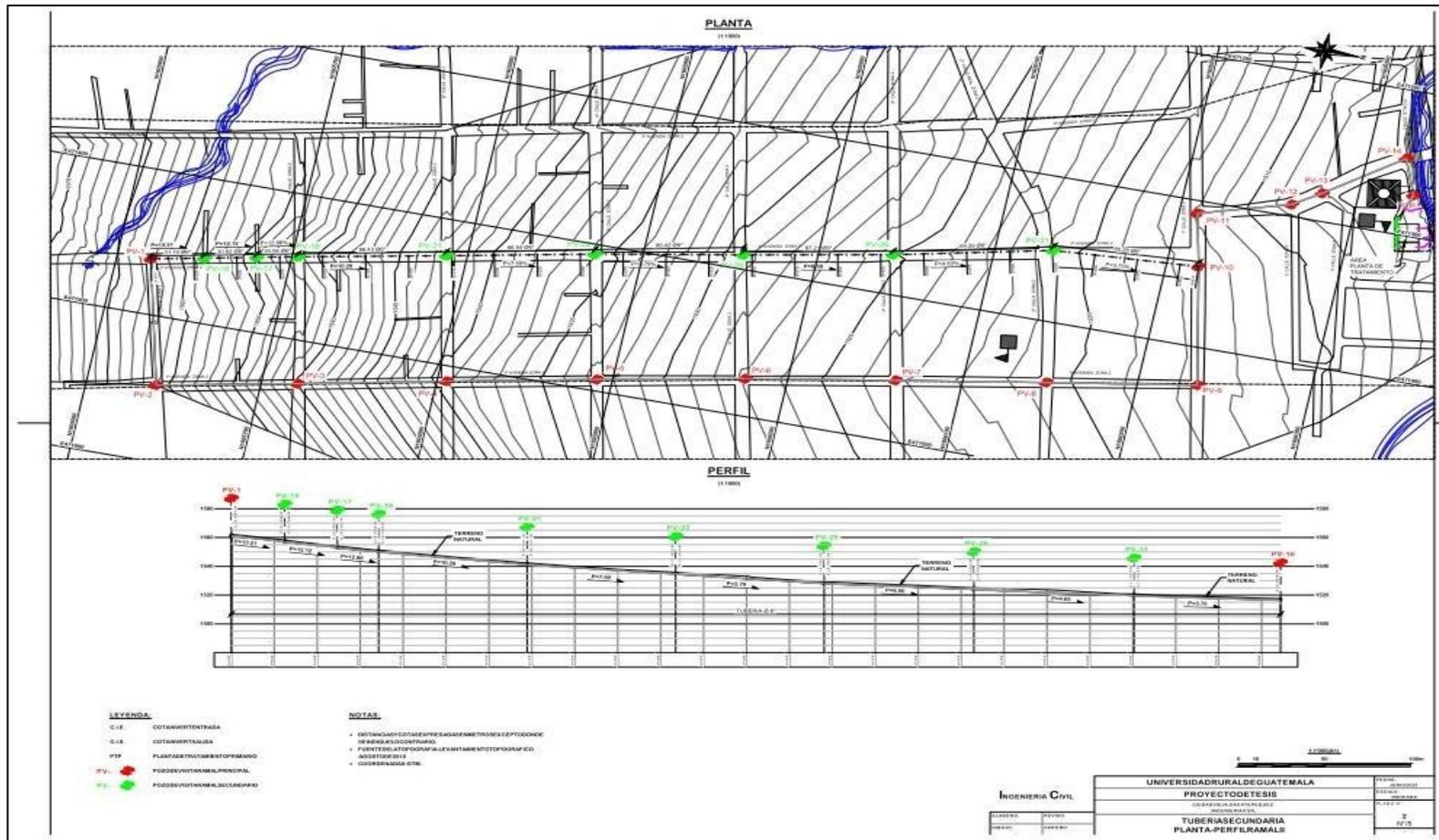
Fuente: Sian, J. 2020.

5.2.2 Plano de planta perfil de tubería principal. (Hoja 1/5)



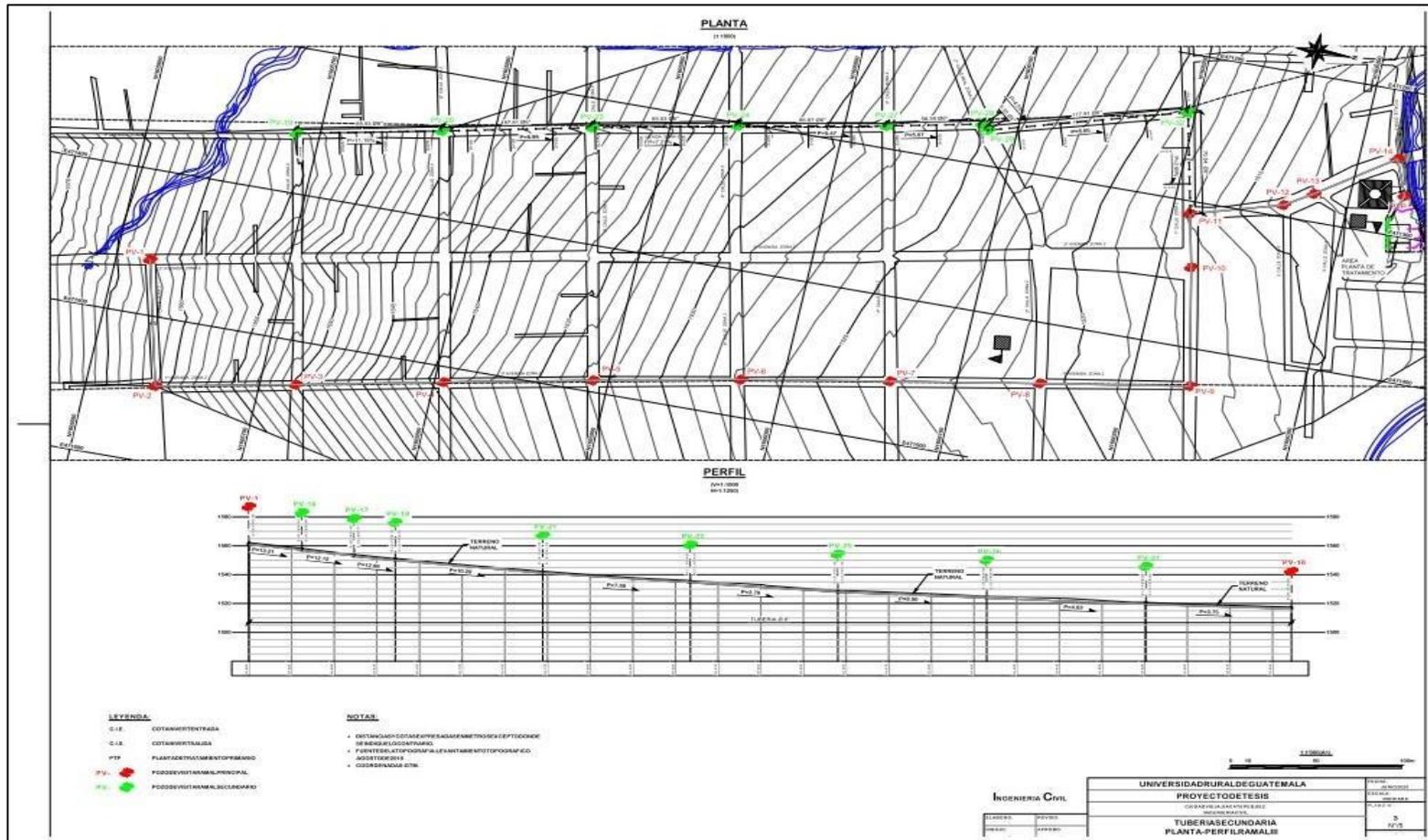
Fuente: Sian, J. 2020.

5.2.3 Plano de planta perfil tubería secundaria a. (Hoja 2/5)



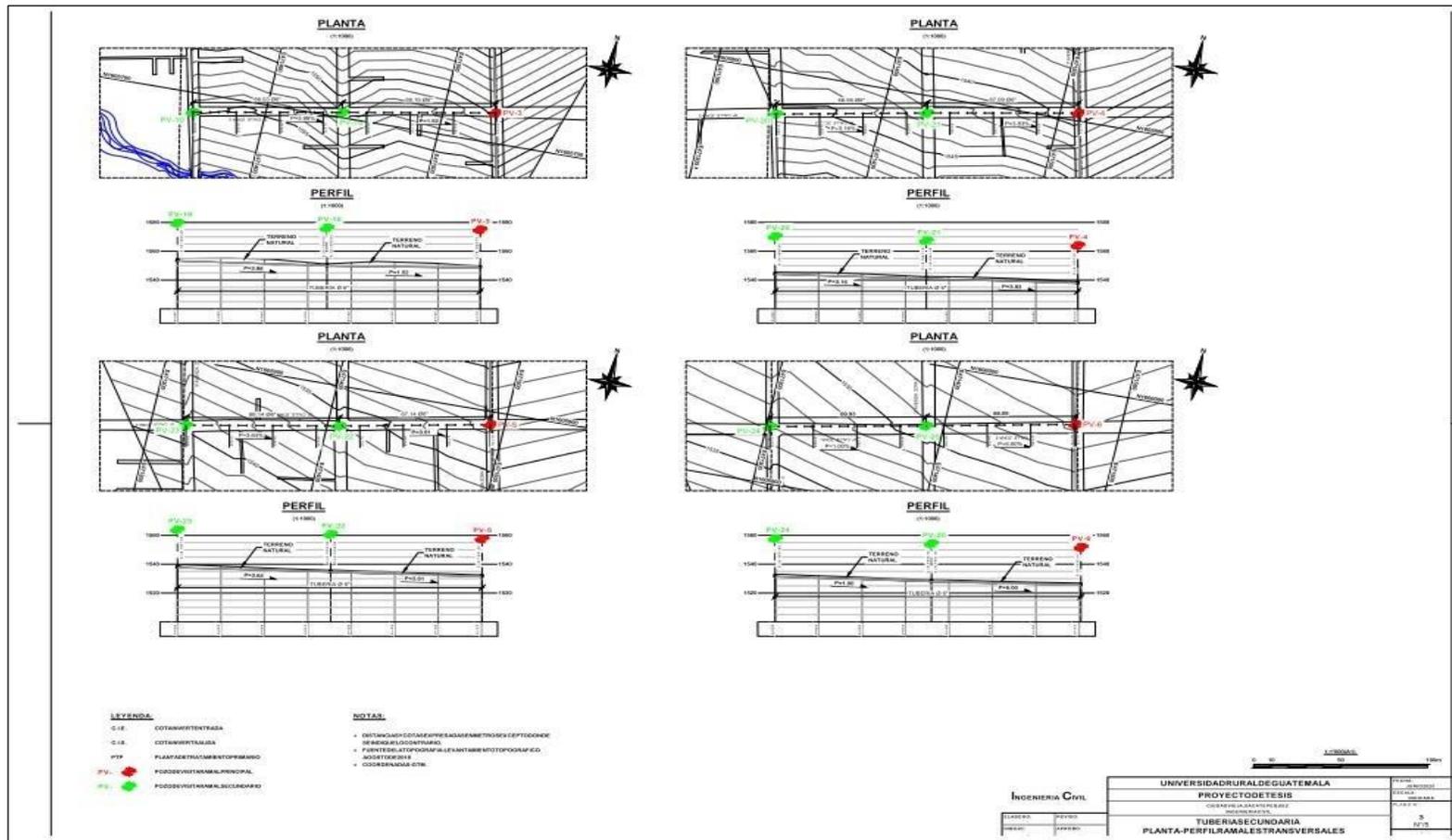
Fuente: Sian, J. 2020.

5.2.4 Plano de planta perfil tubería secundaria b. (Hoja 3/5)



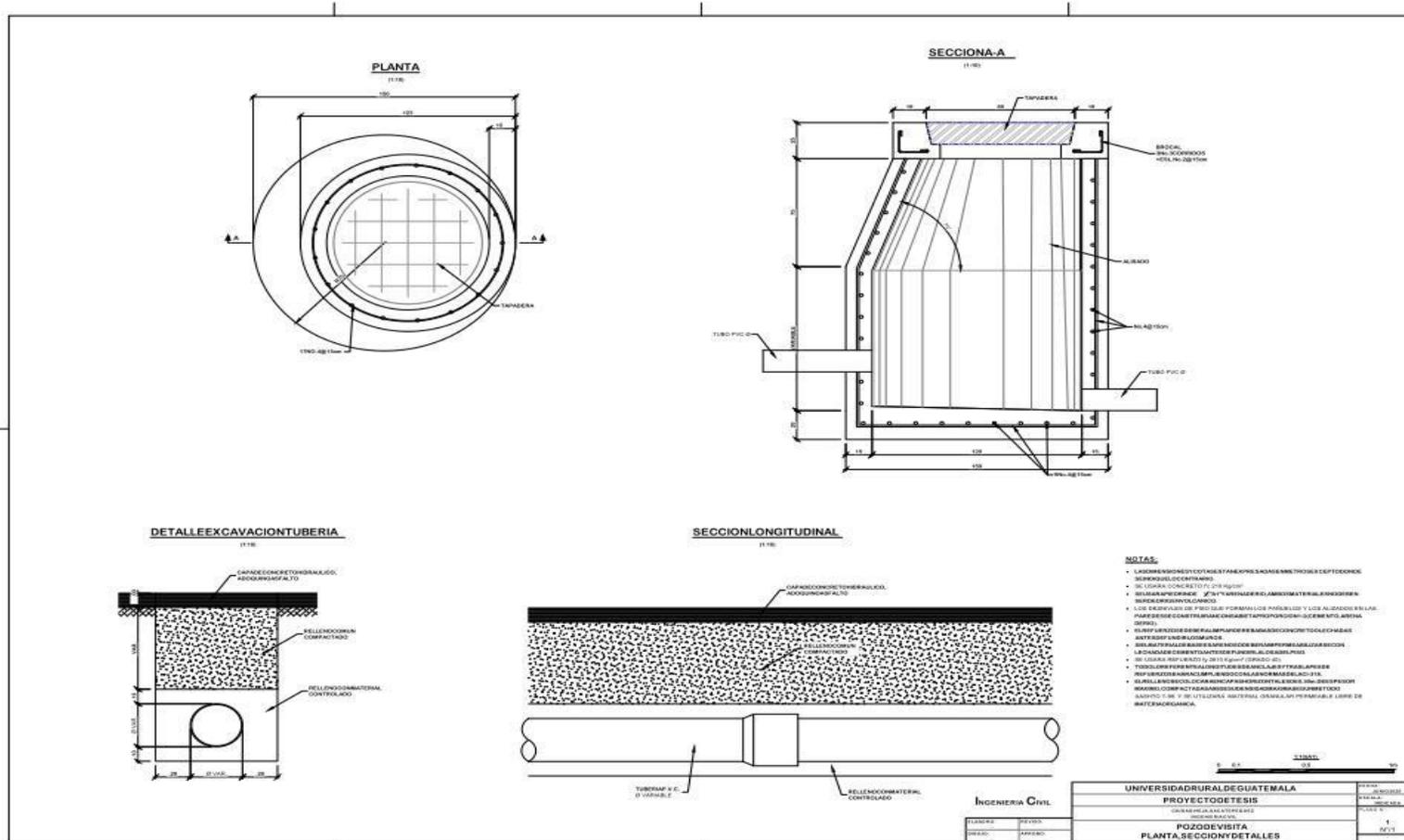
Fuente: Sian, J. 2020.

5.2.5 Plano de planta perfil tubería secundaria c. (Hoja 4/5)



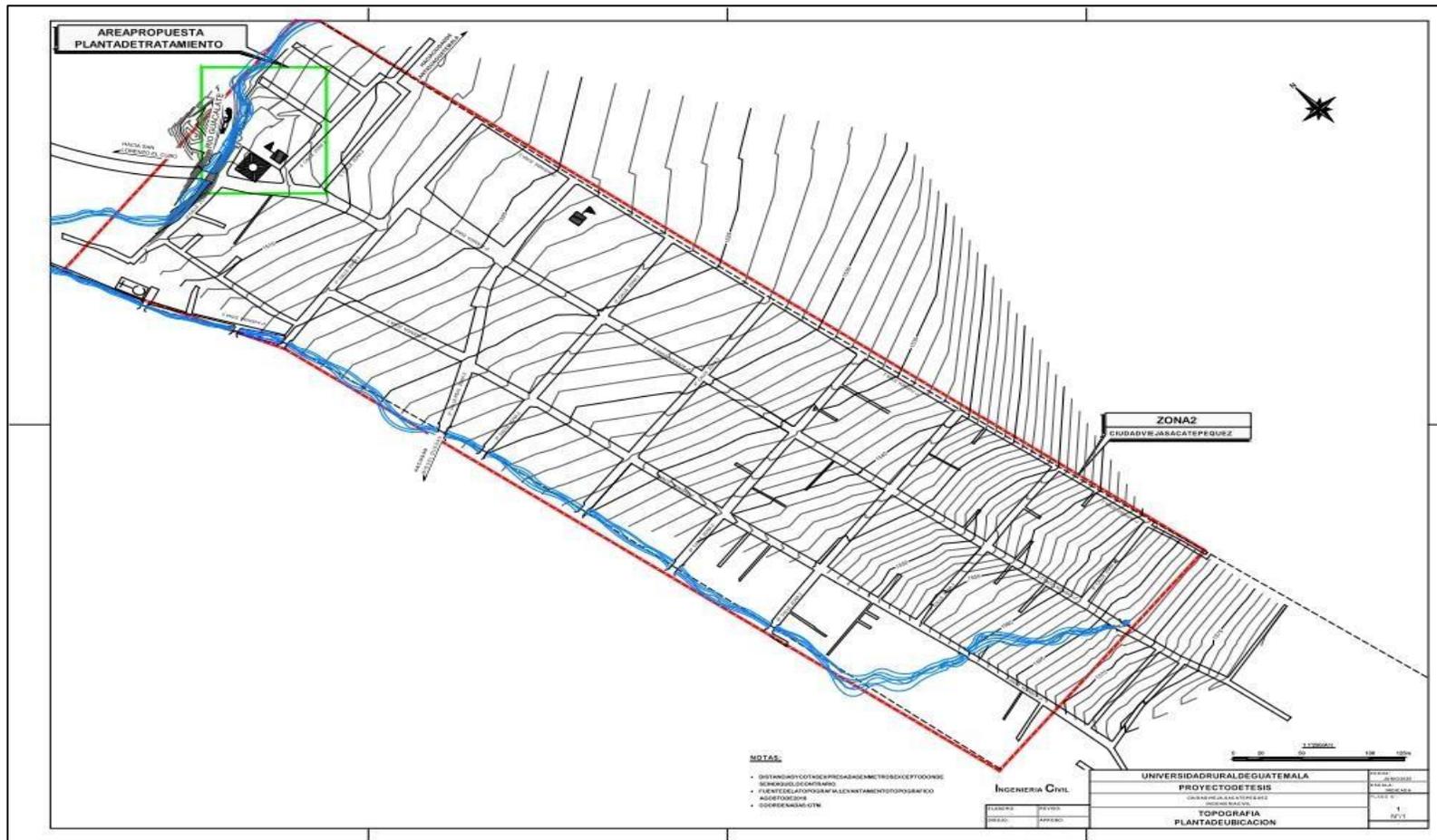
Fuente: Sian, J. 2020.

5.2.7 Plano de detalle pozo de visita. (Hoja 1/1)



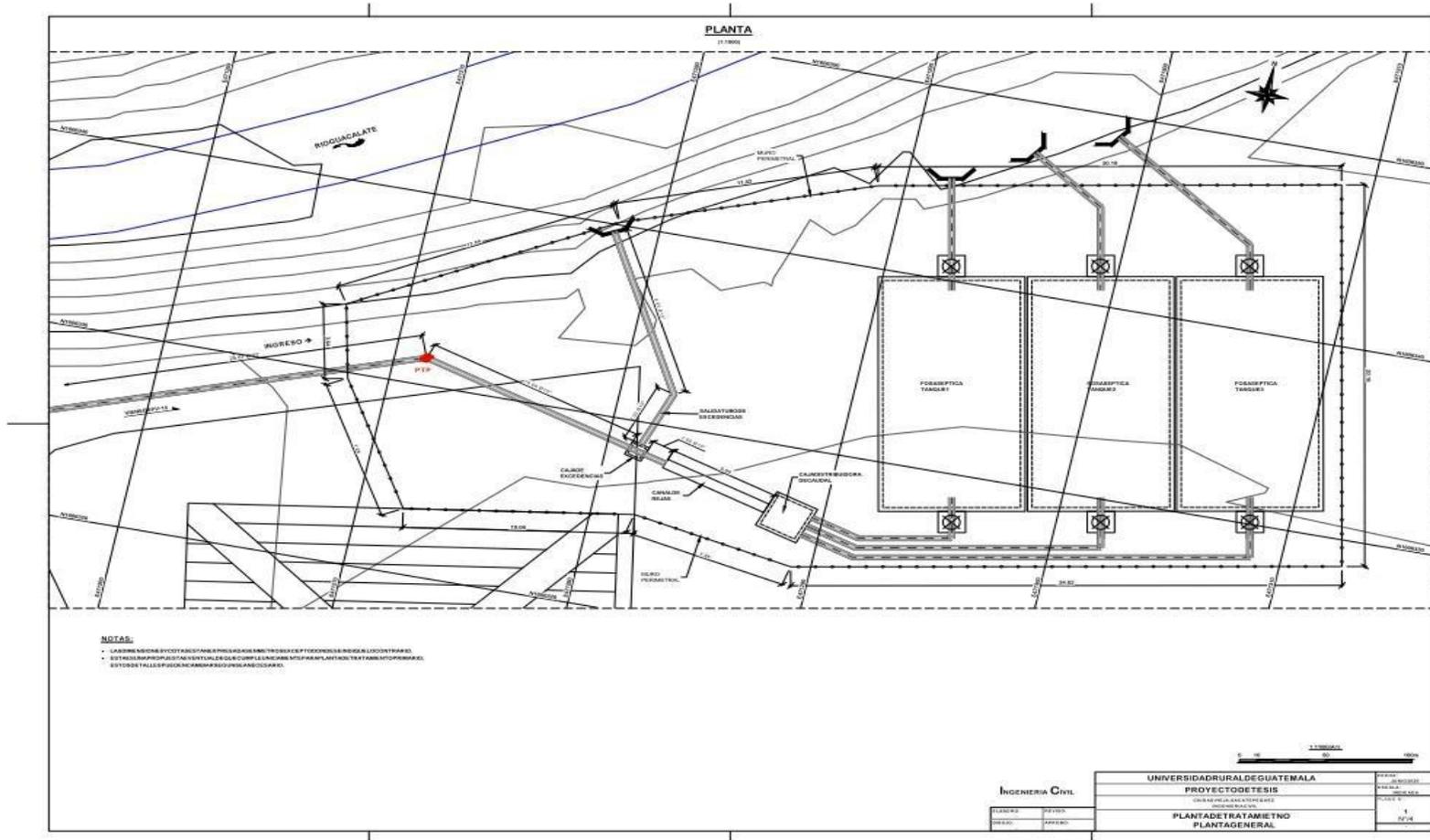
Fuente: Sian, J. 2020.

5.2.9 Plano de ubicación de planta de tratamiento de aguas residuales. (Hoja 1/1)



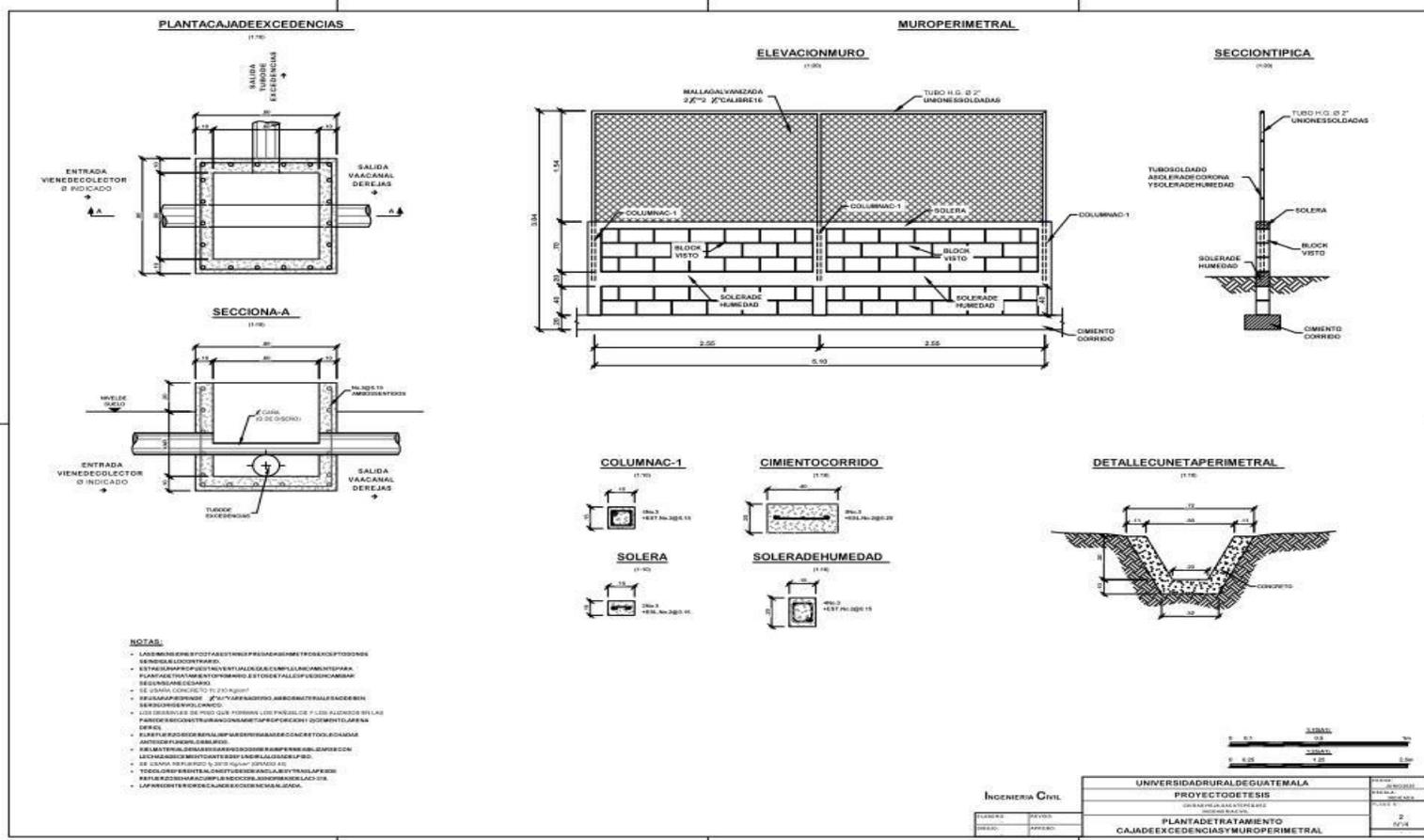
Fuente: Sian, J. 2020.

5.2.10 Plano planta general Planta de Tratamiento (Hoja 1/4)



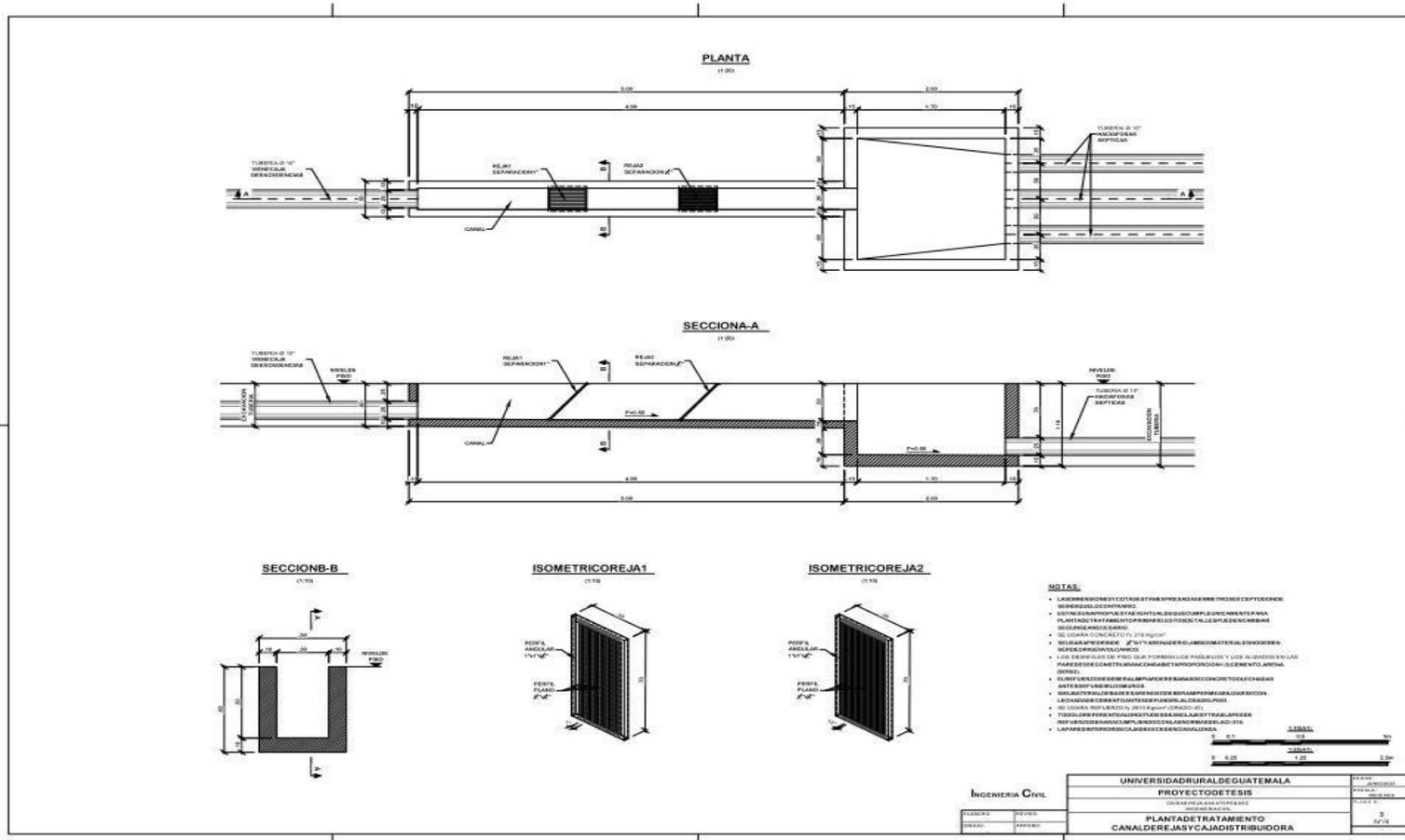
Fuente: Sian, J. 2020.

5.2.11 Plano caja de excedencias y muro perimetral. (Hoja 2/4)



Fuente: Sian, J. 2020.

5.2.12 Plano de canal de rejas y caja de distribución. (Hoja 3/4)



Fuente: Sian, J. 2020.

Anexo 5.3 Especificaciones GTM zona 15.5

Proyección: Transversa de Mercator (tipo Gauss Kruger) en una zona única local.

- Elipsoide: WGS84.
- Longitud de origen: 90°30' (meridiano central de proyección).
- Latitud de origen: 0° (el Ecuador)
- Unidades: Metros.
- Falso norte: 0 metros.
- Falso este: 500,000 metros en el meridiano central.
- Factor de escala en el meridiano central: 0.9998
- Numeración de las zonas: No está dentro de la numeración normal de zonas UTM. Se le puede llamar zona 15.5.
- Nuevo sistema de referencia geodésico: WGS84 preciso, basado en ITRF94
 - época 1997.5 parámetros del elipsoide:
 - semieje mayor 6378137.0 metros
 - semieje menor 6356752.3142,
 - achatamiento = 1/298.257223563

Fuente: resolución normativa IGN-01/99