

Evelin Mariela López Cetino

PROPUESTA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO EN ALDEA LA AURORA, JALAPA,
JALAPA



Asesor General Metodológico:
Ing. Civil Jairo Francisco Rodríguez Arévalo

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala septiembre 2,023

Informe final de graduación

PROPUESTA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO EN ALDEA LA AURORA, JALAPA,
JALAPA



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Evelin Mariela López Cetino

en el acto de investidura previo a su graduación en el grado académico de
Licenciatura en Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala septiembre 2,023

Informe final de graduación

PROPUESTA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO EN ALDEA LA AURORA, JALAPA,
JALAPA



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Civil Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala septiembre 2,023

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

Prólogo

El presente trabajo es un requisito previo a optar al título universitario en ingeniería civil con énfasis en construcciones rurales, en el grado académico de Licenciatura, de conformidad con los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

El trabajo se basó específicamente en la propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa, el fin principal es promover la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario que logre la evacuación y desfogue de las aguas negras, y que permita disminuir considerablemente las enfermedades gastrointestinales que causan muchos problemas de salud en aldea La Aurora, se pretende aplicar todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera universitaria.

El resultado del trabajo puede contribuir a otras poblaciones del sector, también puede ser aprovechado por la municipalidad de Jalapa como un proyecto para recolectar y evacuar en forma segura y eficiente las aguas residuales y de disponerlas adecuadamente a un sitio de vertido final, sin poner en riesgo al ser humano ni al ambiente.

Si no hubiera un sistema en cualquier población o ciudad, los niveles de higiene y de salud serían deficientes, por lo que las ventajas que proporciona un sistema de alcantarillado en este sentido es de gran importancia.

Para darle vida a la propuesta planteada se presentan tres resultados con el fin de darle viabilidad a la propuesta. Se puede considerar, como el medio más indicado para la eliminación de las aguas residuales. Si no hubiese un sistema en cualquier población o ciudad, los niveles de higiene y de salud serían deficientes, por lo que las ventajas que proporciona un sistema de alcantarillado en este sentido es de gran importancia.

Presentación

La propuesta de sistema de drenaje comunitario en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa fue realizada durante el año dos mil veintidós, como requisito previo a optar al título universitario en ingeniería civil con énfasis en construcciones rurales, en el grado académico de Licenciatura, de conformidad con los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

Para realizar el presente trabajo se emplearon varios métodos entre ellos el método científico para recopilar la información necesaria de las fuentes indicadas, también se utilizó el modelo de investigación domino para la elaboración y estructuración del árbol de problemas, propuesta y evaluación, así también se utilizó el método estadístico para la recolección y procesamiento de la información y análisis de resultados. Otros métodos utilizados fueron los deductivos, inductivos, lógicos de análisis y síntesis.

También se utilizaron técnicas como la investigación documental, investigación de campo, encuesta etc.

En la investigación se determinó que en la aldea La Aurora, del municipio de Jalapa, del departamento de Jalapa, no se cuenta con una propuesta diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.

Por lo tanto se puede decir que existe una problemática real en cuanto a las enfermedades gastrointestinales derivado de la exposición de aguas residuales al medio ambiente lo que provoca el aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en aldea La Aurora por lo que se hace la propuesta de sistema de drenaje comunitario, y con esto ayudar a disminuir las enfermedades gastrointestinales.

INDICE GENERAL

No.	CONTENIDO	PÁG.
	Prólogo	
	Presentación	
I.	INTRODUCCIÓN.....	8
I.1	Planteamiento del problema.....	2
I.2	Hipótesis	3
I.3	Objetivos.....	4
I.3.1	General.....	4
I.3.2	Específico	4
I.4	Justificación	4
I.5.1	Métodos	5
1.5.1.1	Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis:	6
1.5.1.2	Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.	7
I.5.2	Técnicas	9
II.	MARCO TEÓRICO	10
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	95
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
IV.1	Conclusiones.....	106
IV.2	Recomendaciones.	108
	BIBLIOGRAFÍA.	
	ANEXOS	

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aplicaciones de entorno AutoCAD®	19
Figura 2. Levantamiento topográfico	19
Figura 3. Levantamiento topográfico de una red de alcantarillado.....	20
Figura 4. Detalle pozo de visita	27
Figura 5. Detalles de pozo de visita	31
Figura 6. Conexión domiciliar.....	32
Figura 7. Profundidad de tubería.....	34
Figura 8. Candela domiciliar.....	35
Figura 9. Conexión Domiciliar	36

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dotación para edificaciones comerciales.....	23
Tabla 2. Profundidad mínima para colectores de tuberías de pvc	33
Tabla 3. Dimensiones mínimas de zanja.....	40
Tabla 4. Características físicas y organolépticas que debe tener el agua para consumo humano	62
Tabla 5. Características químicas que debe tener el agua para consumo humano..	63
Tabla 6. Relación de las sustancias inorgánicas cuya presencia en el agua es significativa para la salud.....	64
Tabla 7. Sustancias plaguicidas cuya presencia en el agua.....	64
es significativa para la salud	64
Tabla 8. Sustancias orgánicas cuya presencia en el agua es	66

significativa para la salud.....	66
Tabla 9. Valores guía para verificación de la calidad microbiológica del agua	67
Tabla 10. Valores guía para los aspectos radiológicos en agua	68
Tabla 11. Radionúclidos indicadores de radiación y sus valores guía en agua	68

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se enfoca en la problemática que generan las enfermedades gastrointestinales en aldea La Aurora Jalapa, Jalapa, problema generado por varios factores, en el caso muy particular de la aldea es la inexistencia de un sistema de drenaje comunitario, lo cual influye directamente en la salud de sus habitantes principalmente los niños al estar expuestos a aguas residuales.

Derivado de la situación se presenta una solución paliativa al problema de la exposición de aguas residuales, con el presente informe denominado “Propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa” en cumplimiento con los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

La importancia del proyecto es para proponer un sistema de captación de drenaje comunitario, al llevar a cabo el modelo de proyecto se busca disminuir los efectos negativos que han producido las enfermedades gastrointestinales en los habitantes de la aldea La Aurora y por ende mejorar la calidad de vida y salud de las personas que viven en el lugar.

La estructura del presente documento está constituida por capítulos los cuales están ordenados de la siguiente manera:

Capítulo I: Compuesto por la introducción, el planteamiento del problema, hipótesis, objetivo general y específico los cuales dan paso al planteamiento de solución del problema, la justificación que es donde se define la razón que demuestra el acercamiento a la -solución planteada.

Se presenta la metodología que nos sirve para comprobar la hipótesis.

El capítulo II el cual es el marco teórico, se describen algunos conceptos muy -- puntuales acerca de las enfermedades gastrointestinales, el agua y su uso, el agua contaminada y otras más que fueron de vital importancia para sustentar la investigación realizada.

En el capítulo III se realizó la comprobación de la hipótesis a partir de los datos obtenidos luego de las encuestas realizadas.

En el capítulo IV de la investigación se presenta las respectivas conclusiones y recomendaciones donde se enfatiza en la importancia e impacto positivo al medio ambiente si se consigue los resultados finales de la investigación.

Por ultimo se encuentra contenida la bibliografía y los respectivos anexos.

Derivado de la investigación se desarrollan los siguientes resultados:

- Se fortalece la Dirección Municipal de Planificación de Jalapa como unidad ejecutora.
- Se formula anteproyecto Propuesta de sistema de drenaje comunitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.
- Se cuenta con programa de capacitación a los involucrados.

I.1 Planteamiento del problema

En aldea La Aurora se ha manifestado un incremento de enfermedades gastrointestinales en los últimos cinco años, la eliminación de los residuos ha constituido un problema para dicha aldea.

La contaminación por aguas a flor de tierra en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa, ha constituido un problema primordial para dicha aldea, actualmente las aguas negras a

flor de tierra son expuestas al medio ambiente, lo cual representan un peligro en la vida del ser humano y deben ser evacuadas y desechadas a un lugar seguro donde puedan darles un tratamiento a las mismas, porque estas al acarrear desechos de las viviendas y que contienen gran cantidad de sustancias y microorganismos que provocan enfermedades gastrointestinales.

La causa de este problema se debe a la inexistencia de propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa, no existe un proyecto para encauzar y tratar estas aguas residuales ni una propuesta con el mismo propósito

Esta propuesta deberá dar una solución para la adecuada eliminación de las aguas negras a flor de tierra que requieren sistemas de canalización de dichas aguas negras para lograr una evacuación en forma segura y eficiente, además de disponerlas adecuadamente a un sitio de vertido final, y de esta forma no poner en riesgo al hombre y al ambiente.

En virtud de la problemática anterior resulta indispensable la propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa, ya que sería de gran beneficio y provecho para aldea La Aurora y para aldeas cercanas a la misma, ya que este tipo de proyectos traen desarrollo y mejoras en la salud para los habitantes de la aldea.

I.2 Hipótesis

El incremento de enfermedades gastrointestinales en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa en los últimos cinco años, por contaminación, es debido a la inexistencia de una propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario.

¿Es la inexistencia de una propuesta para la construcción de un sistema de

alcantarillado sanitario en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa y la contaminación por aguas negras a flor de tierra la causante del incremento de enfermedades gastrointestinales en aldea La Aurora, en los últimos cinco años?

I.3 Objetivos

I.3.1 General

- Reducir los casos de enfermedades gastrointestinales en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa.

I.3.2 Específico

- Disminuir la contaminación por aguas negras a flor de tierra en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa.

I.4 Justificación

Para la aldea La Aurora, del municipio de Jalapa, departamento Jalapa, es de gran importancia que puedan contar con el servicio de un sistema de drenaje sanitario ya que la investigación realizada, refleja que en los últimos 5 años se ha observado el aumento de casos de enfermedades gastrointestinales, problema que ha afectado a la salud de los habitantes de la aldea.

De no implementarse la propuesta el número de casos de enfermedades gastrointestinales en aldea aumentaría cada vez más con el transcurso del tiempo. El estudio realizado muestra que si no se ejecuta el proyecto para el año 2,026, se tendrán 234 personas afectadas por las enfermedades gastrointestinales, por lo que se considera un impacto negativo a la población.

Es indispensable la magnitud del problema y las consecuencias futuras que puede

producir al no dar prioridad al problema, por esta razón es de gran importancia contar con una propuesta para la construcción de un sistema de drenaje en la aldea. Ya que, al momento de implementar la propuesta, para el año 2,026 se reducirá el número de los casos de enfermedades gastrointestinales a 48 en aldea La Aurora, de esta forma se mejorarán las condiciones de salud de la población, por lo que se considera fundamental el proyecto.

Con la implementación del sistema de alcantarillado sanitario se pretende disminuir los casos de enfermedades gastrointestinales y mejorar la calidad de vida de los habitantes de aldea La Aurora y vecinos aledaños. Toda infraestructura civil, en esta ocasión de índole sanitaria, mejora el desarrollo de la comunidad, tanto en lo social como económico. Un ambiente con un saneamiento adecuado conlleva a la atracción de visitas e interacción por parte de los vecinos.

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 el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales de la comunidad La Aurora, del municipio de Jalapa, departamento de Jalapa. A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- **Observación directa.** Esta técnica se utilizó directamente en la comunidad de aldea La Aurora, cuyo efecto, se observó la forma en que actuaban los habitantes de la comunidad.
- **Investigación documental.** Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.
- **Entrevista.** Una vez que se tiene conocimiento del efecto y la causa de la problemática, se procedió a entrevistar a la población de aldea La Aurora Jalapa, Jalapa, al personal del área de la Dirección Municipal de Planificación y COCODE a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Ya con una visión más clara sobre la problemática del área de la Dirección Municipal de Planificación, 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 graficación de la hipótesis se encuentra en el anexo 12.

La hipótesis formulada indica: “El incremento de enfermedades gastrointestinales en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa en los últimos cinco años, por contaminación, es debido a la inexistencia de una propuesta de diseño construcción de sistema de alcantarillado sanitario”.

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

1.5.1.2 Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

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

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

- **Entrevista.** Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionadas a la información requerida, después de ser aplicada.

- **Determinación de la población a investigar.** En atención a este tema, el grupo de investigación decidió no efectuar un muestreo estadístico que representará a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 12 personas que laboraban en el área de la Dirección Municipal de Planificación; por lo que para obtener una información más confiable, se censó o investigó a la totalidad de la población; con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será del 100%.

También se realizó una encuesta a los habitantes de la aldea para lo cual se realizó un muestreo estadístico que representara a la totalidad de la población que estaba compuesta de 325 de habitantes y se utilizó una muestra de 55 boletas, con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será del 90 % y el 10% de error.

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

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

I.5.2 Técnicas

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

II. MARCO TEÓRICO

II.1 Ingeniería

La ingeniería es un conjunto de conocimientos de tipo técnico, científico, práctico y perfeccionamiento de procedimientos y soluciones en la industria y otros campos de aplicación científica. Es la disciplina que utiliza todos los conocimientos tecnológicos científico, práctico y empírico para el desarrollo, invención, diseño construcción, y la optimización en el uso de la tecnología de todo tipo y su debido mantenimiento. (López E., junio 2022)

II.2 Ingeniería Civil

La principal función de la ingeniería civil es encontrar soluciones a los problemas que a diario se dan día a día que se presentan en el área de la construcción las soluciones se dan intuitivamente y paso a paso en las soluciones y encontrar los medios para la misma y con rapidez. (López E., junio 2022)

El ingeniero puede desenvolverse en varias áreas y puestos como lo son: supervisor, consultor, ejecutores, delegado residente, administrador, que estarán relacionado con la construcción. (López E., junio 2022)

1. La ingeniería civil se desarrolla lentamente porque trabaja de una forma científica desarrollada las soluciones a diferentes problemáticas de dinámica y la estática, los fluidos, materiales de construcción etc. (López E., junio 2022)
2. de forma relativamente lenta, que corresponde al advenimiento de la aproximación científica a la solución de problemas de la estática y la dinámica, la mecánica de los fluidos, los materiales y otros aspectos para el diseño de construcciones. (López E., junio 2022)

3. El desarrollo de diversos programas ha cambiado la manera de enfocar la profesión, tanto en la ejecución como en la implementación de diseños de proyectos. (López E., junio 2022)

Objeto, alcance y metodología general de la ingeniería civil.

1. Identifica las necesidades de la comunidad.
2. Priorizar necesidades.
3. Se plantea la solución.
4. Se mira la funcionalidad
5. Ver la economía del proyecto.
6. Se toma la solución más adecuada.
7. Se inicia el desarrollo del diseño.

Los precios unitarios se deben evaluar mediante un análisis a cada uno. Al encontrar la solución se inicia con el desarrollo del diseño, es decir se inicia la fase de diseño arquitectónico y cálculo estructural de cualquier obra. Se debe evaluar el costo de las obras mediante un análisis de los precios unitarios de todos los renglones de trabajo. Ya con esta información completa a su disposición, ya se le hace al propietario saber el costo de las obras, cual es el tiempo previsto para su ejecución, cual es el equipo a utilizar y cuál es el flujo de dinero a lo largo de la construcción. (López E., junio 2022)

II.3 Historia de la ingeniería civil

El término ingeniería se deriva de la palabra ingeniero, que a su vez se remonta al siglo XIV, al referirse a un ingeniero (literalmente, uno que construye u opera una máquina de asedio) se refería a "un constructor de máquinas militares". En este contexto, ahora obsoleto, un "motor" se refería a una máquina militar, es decir, un artilugio mecánico utilizado en la guerra (por ejemplo, una catapulta). Ejemplos notables del uso obsoleto que han sobrevivido hasta el día de hoy son los cuerpos de

ingenieros militares, por ejemplo, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. (La ingeniería civil en la prehistoria, 2010)

En Egipto y Mesopotamia se empezaron las primeras prácticas de ingeniería con la necesidad de tener un lugar donde pernoctar. Con necesidad de traslado de un lugar a otro el transporte incrementó lo que llevó a la invención de la rueda. (López E., junio 2022)

II.3.1 Historia ingeniería civil en Guatemala

La Universidad de San Carlos fue fundada en 1676 y se graduó primero como teólogo, abogado y luego médico. Al rededor de 1769 se introdujeron los cursos de física y geometría, lo que marcó el inicio de la enseñanza de las ciencias exactas en el Reino de Guatemala. (Escuela de Graduados de Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería, 2018)

En 1834, el jefe de Estado de Guatemala, Dr. Don Mariano Gálvez, Academia de Ciencias, como sucesora de la Universidad de San Carlos, para enseñar álgebra, geometría, trigonometría y física. Los primeros candidatos Francisco Colmenares, Felipe Molina, Patricio de León y nuestro gran poeta José Batres Montufar recibieron el título de Agrimensor. (Facultad de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, 2018)

La Academia de Ciencias funcionó hasta 1840, cuando volvió a ser universidad durante el gobierno de Rafael Carrera. En el mismo año, la asamblea general anunció la constitución de la nueva organización, que prevé para obtener el título de agrimensor, uno debe tener una licenciatura en filosofía y aprobar un examen apropiado después de un año de práctica. (Escuela de Ingeniería, Escuela de Ingeniería, 2018)

La revolución de 1871 llevó la educación técnica superior por otro camino.

Aunque la universidad siguió desarrollándose, en 1873 se estableció el Politécnico para formar ingenieros militares, agrimensores y telégrafos, así como oficiales militares. (Escuela de Ingeniería, Escuela de Ingeniería, 2018)

Un decreto gubernamental de 1875 fue el punto de partida para considerar el establecimiento formal de una carrera de ingeniería en los politécnicos recién establecidos; carreras que luego se incorporaron a las universidades. (Escuela de Ingeniería, Escuela de Ingeniería, 2018)

En 1879, la Universidad de San Carlos de Guatemala instituyó la Facultad de Ingeniería, y en 1882, por decreto gubernamental, se elevó a la categoría de facultad dentro de la misma universidad, separándola de la Politécnica. En Cayetano Batres del Castillo fue el primer decano de la Facultad Técnica, quien fue reemplazado por el Ing. dos años más tarde. José E. Irungaray, se reformó el currículo anterior para reducir la enseñanza de la ingeniería de ocho años a seis años. (Escuela de Ingeniería, Escuela de Ingeniería, 2018)

Además de estos cambios, cabe señalar que en 1895 la Facultad Técnica retomó los estudios de ingeniería y ofreció las profesiones de ingeniero agrimensor, ingeniero constructor e ingeniero militar, formándose once ingenieros civiles y militares. (Escuela de Ingeniería, Escuela de Ingeniería, 2018)

En 1930, estos estudios se reorganizaron para crear la profesión de ingeniería. A partir de este hecho comenzó la era moderna de esta academia. Debido a la relación maestro-alumno, se implementaron varias reformas en 1935, lo que resultó en un aumento de los estándares académicos y categorías curriculares. (Escuela de Ingeniería, Escuela de Ingeniería, 2018)

El nuevo programa incluye conocimientos en física, termodinámica, química, mecánica y electricidad; En resumen, estos cursos forman el conocimiento básico necesario para satisfacer las necesidades de desarrollo de Guatemala en un momento en que inicialmente se impulsaron la arquitectura moderna y las nuevas industrias. (Escuela de Ingeniería, Escuela de Ingeniería, 2018)

En 1947, la universidad solo ofrecía títulos de ingeniería; En 2010, el plan de estudios se cambió a un sistema semestral y la carrera se cambió de 6 años a 12 semestres. A fines de la década de 1960, se exploró la reestructuración y modernización de la educación universitaria. (Escuela de Ingeniería, Escuela de Ingeniería, 2018)

Los nuevos planes fueron notificados y aprobados por el Consejo de Facultad y el Consejo Superior Universitario en octubre de 1970 y noviembre de 1970 respectivamente. Así, en 1971 se inició el plan de reorganización PLANDEREST del Colegio de Ingenieros, que promovió la formación integral de los estudiantes de ingeniería para que los ingenieros pudieran participar cada vez más eficazmente en el desarrollo del país. (Escuela de Ingeniería, Escuela de Ingeniería, 2018)

El programa incluye la aplicación de un currículo flexible que atienda los avances tecnológicos, las necesidades de desarrollo productivo del país y la carrera del estudiante. (Escuela de Ingeniería, Escuela de Ingeniería, 2018)

La Categoría Regional Centroamericana es aprobada por el Consejo de Universidades Superiores de Centroamérica (CSUCA) por cinco años, renovables por igual período luego de una nueva evaluación. (Escuela de Ingeniería, Escuela de Ingeniería, 2018)

II.4 Diversas ingenierías que conforman la ingeniería civil

Áreas de la Carrera de Ingeniería Civil

1. Área de Topografía y Transportes
2. Área de Estructuras
3. Área de Materiales y Construcciones Civiles
4. Área de Hidráulica
5. Área de Planeamiento

(López E., junio 2022)

II.5 Ingeniería Hidráulica: Estudia el comportamiento de los fluidos en reposo o en movimiento, así como de sus aplicaciones mecanismos que utilizan. (López E., junio 2022)

II.5.1 Ingeniería hidráulica y de fluidos

Al flujo de líquidos o de gases que viajan a baja velocidad se le conocen como hidrodinámica, donde el gas se considera incompresible. La parte de la ingeniería que se ocupa del comportamiento de los gases al momento que estos sufren grandes cambios sufren algún cambio de presión o velocidad para que se toman en cuenta la compresibilidad del mismo. (López E., junio 2022)

El principio en que se basa la hidrodinámica es Pascal dice que si aplicamos en un punto de un fluido esta se transmite con la misma intensidad en cualquier punto del mismo. El principio de Pascal dice que la presión aplicada en un punto de un fluido se transmite con la misma intensidad a cada punto del mismo. (López E., junio 2022)

La mecánica de fluidos se subdivide en dos:

- La estática de fluidos o hidrostática, que estudia los fluidos en reposo.
- La dinámica de fluidos, que estudia los fluidos en movimiento.

(López E., junio 2022)

II.6 Alcantarillado sanitario

El agua residual es la unión de las aguas residuales que provienen de las residencias., industrias, comercios, aguas subterráneas y aguas pluviales- Y consiste en una red de tuberías y pozos para recibir y conducir para luego evacuar estas aguas en una planta de tratamiento. (López E., junio 2022)

II.7 Tipos de alcantarillado sanitario

Existen 2 tipos de sistema de alcantarillado:

- 1. Sistema de alcantarillado separativo:** Son dos redes completamente directas o independientes, una sirve para conducir el caudal de las aguas provenientes de las casas, industrias y comercios (aguas negras) y la otra conduce el caudal de la corriente de lluvia (aguas pluviales). (López E., junio 2022)
- 2. Sistema de alcantarillado combinado:** Es una sola red en la que unificamos las aguas negras y las aguas pluviales en una misma red que conduzca las dos aguas. (López E., junio 2022)

II.8 Ramales de alcantarillados abiertos

Esta red la conforman la red abierta de tubos de ramificaciones que no forman ningún circuito, esto dependerá de la planimetría y topografía del terreno que sean irregulares y no puedan formarse circuitos o también el poblado puede estar muy disperso o pequeño. (López E., junio 2022)

II.9 Ramales de alcantarillados cerrados

En este tipo de red cerrada (o tiene forma de malla), su tubería forma al menos un circuito o varios y forma una especie de malla, la ventaja es que en algún fallo de la

tubería esta puede tomar caminos alternos de la red. La desventaja es que es más difícil localizar fugas. (López E., junio 2022)

II.10 Alcantarillado sanitario municipal

Es una red de tuberías por medio de la cual se evacuan las aguas negras (municipales) de las casas para luego desfogar en un lugar determinado para evitar que estas contaminen el medio ambiente y pueda crear problemas de salud en la población. (López E., junio 2022)

II.11 Estudio de impacto ambiental para alcantarillado sanitario municipal

Reglas específicas para prestar el servicio

- a. Respetar las características de las aguas residuales para ser vertidas
- b. Respetar las características de las aguas residuales para su reutilización
- c. Respetar las características de los lodos residuales:
- d. Elaborar un estudio técnico de caracterización:
- e. Contar con sistemas de tratamiento de aguas residuales y lodos
- f. Contar con la evaluación de impacto ambiental aprobada por el MARN
- g. Contar con autorización del MSPAS
- h. Aplicar el diseño del MSPAS en las áreas rurales, aprobada por el MSPAS.
- i. Implementar medidas de seguimiento y control
- j. Cobrar por el servicio de alcantarillado
- k. Respetar las prohibiciones establecidas en ley:
- l. Contar con reglamento y manuales respectivos
- m. Coordinar sus políticas con las políticas generales del Estado

(López E., junio 2022)

II.12 Topografía

Es la ciencia que estudia la planimetría y altimetría y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de porciones pequeñas de terrenos, así como detalles naturales y superficiales sobre una superficie plana y utiliza como apoyo a la geodesia.

(López E., junio 2022)

II.13 Estación total, trípode y prisma

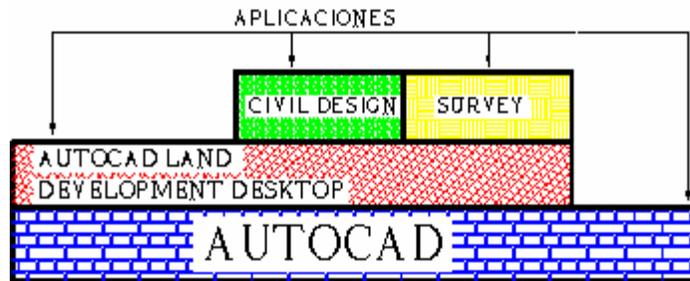
Estación total: Es un instrumento que puede medir ángulos para después representarlos en forma gráfica y guardar en memoria las características para después evaluar la topografía, para luego poder diseñar y calcular edificios, redes de agua potable, redes de alcantarillado, carreteras, puentes, etc. (López E., junio 2022)

Trípode: Es un soporte para instrumentos de medición como estaciones totales, teodolitos, estaciones totales, niveles o tránsito, poseen tres patas de madera o de metal punta con tres pies de madera o metálicas y que son extensibles en tres puntas de acero las cuales se clavan en el suelo, para poder fijarlas y luego colocar el aparato de medición. Este debe estar entre 1.40 y 1.50 metros de altura. (López E., junio 2022)

Prisma: Puede ser una vara de madera o metálica la cual tiene una forma cilíndrica y en la parte superior se coloca un prisma que es un accesorio para realizar mediciones con un aparato de medición, pueden medir entre 1.00 y 1.50 metros. (López E., junio 2022)

II.14 Programa autocad para diseño de alcantarillados sanitarios

Figura 1. Aplicaciones de entorno AutoCAD®



Fuente: Pacajoj S. mayo 2005

Diseño y análisis de drenaje por medio de Civil Cad S.

Con este programa se puede diseñar redes de tubería diseñar orientaciones para optimizar el trabajo mediante hidráulicos/hidrológicos y criterios del ingeniero civil. Tiene muchas capacidades- y características que ayudan al diseñador y calculista a obtener datos que respeten los criterios ingenieriles. (López E., junio 2022)

II.15 Topografía en sistemas de drenaje

Figura 2. Levantamiento topográfico



Fuente: López E., junio 2022

El levantamiento topográfico se inicia al definir los puntos para obtener una poligonal principal para poder enumerar los puntos de una forma continuada para no repetirlos. Con esto ya tendremos información de los detalles para dibujar la planta. De aquí en adelante se deben tener en cuenta los diferentes criterios y factores. Para planimetría el levantamiento topográfico. Y se debe tomar en cuenta los diámetros mínimos para alcantarillados y el cuál dependerá de la pendiente. (López E., junio 2022)

También se debe definir la altimetría, ya que con esta podremos obtener alturas y distancia entre puntos este momento, y también podremos ver la intersección de una superficie de nivel, con la vertical de esos puntos. Con la planimetría podremos localizar la red en las calles y la ubicación de los pozos dentro de la red de alcantarillado. (López E., junio 2022)

Figura 3. Levantamiento topográfico de una red de alcantarillado



Fuente: López E., junio 2022

II.16 Planimetría

El levantamiento de planimetría se puede realizar con diferentes métodos, entre los cuáles se pueden mencionar: por deflexiones, por rumbo y distancia, conservación de azimut, esto nos ayudará a ubicar calles y ubicación de pozos de visita y cualquier otro punto como lo pueden ser los ramales o detalle importante dentro de la red de alcantarillado. (López E., junio 2022)

II.17 Altimetría

El levantamiento de altimetría se puede realizar con un nivel, con un teodolito o una estación total, esta medición se debe realizar cada veinte metros sobre el eje de las calles o en cambio de pendientes, intersección de calles. (López E., junio 2022)

II.18 Cotas de nivel

Las cotas X son elevaciones que muestran la altura de piso y deben estar asociadas a M banco de marca el cuál debe ser fijo. (López E., junio 2022)

II.19 Cotas invert de entrada y salida

Es el cálculo de la profundidad a la que se coloca la tubería inicial, para esto se debe tomar en cuenta la profundidad mínima que debe de ser de 1.20 metros en tramos de inicio o en lugares donde no pasa tráfico pesado. La cota invert de entrada dependerá de la pendiente y la distancia entre tramos, la diferencia mínima entre la cota de salida y la cota invert de salida de un pozo de visita será de 0.03 metros. (López E., junio 2022)

$$CT_f = CT_i - (DH * S_{\text{terreno}\%})$$

$$S_{\text{tubo}} = \frac{CT_i - CT_f}{DH} * 100$$

$$CII = CT_i - (H_{\text{tráfico}} + E_{\text{tubo}} + \emptyset)$$

$$CII = CIF - 0.03 \text{ cm}$$

$$\text{CIF} = \text{CII} - (\text{DH} * \text{S}_{\text{tubo}}\%)$$

$$\text{H}_{\text{pozo}} = \text{CT}_i - \text{CII} - 0.15$$

$$\text{H}_{\text{pozo}} = \text{CT}_f - \text{CIF} - 0.15$$

Donde:

CT_f = Cota de terreno final

CT_i = Cota de terreno inicial

DH = Distancia horizontal

$\text{S}\%$ = Pendiente

$\text{C}*\text{II}$ = Cota invert de inicio

CIF = Cota invert final

$\text{H}_{\text{trafico}}$ = Altura de trafico

E_{tubo} = Espesor tubo

\emptyset = Diámetro del tubo

H = Altura de pozo

(INFOM, 2001)

II.20 Caudales de diseño de alcantarillado

Este será calculado de acuerdo con el número de habitantes al tiempo de periodo de diseño. La población tributaria será calculada según el número de habitantes al final del periodo de diseño. El caudal medio diario será de un mínimo de 120 lt/hab/día, pero a este caudal se harán sus respectivas consideraciones con el fin de establecer, si se hace necesario un caudal mayor y esto dependerá si existen industrias o comercios etc. (López E., junio 2022)

El caudal de agua para la hora de máximo consumo será el caudal de hora máximo. Este caudal es de origen doméstico y será, calculado en base a las conexiones futuras por tramo. (López E., junio 2022)

II.21 Caudal domiciliario

Es el consumo de agua de las viviendas que se desechan al colector de cada vivienda hacia el colector principal, ya que con este servicio se generan las aguas contaminadas y estas se dan por lavado de alimentos, lavado de ropa, regadera baño etc. Ya que todo el caudal no se recaudará por completo debido a que se utiliza en jardines, lavados de autos etc., el valor de este caudal domiciliario será afectado por un valor de retorno del 0.85 y será calculado de la siguiente manera: (López E., junio 2022)

$$Q_{domiciliar} = \left(\frac{\text{Población} * \text{dotación} * \text{factor de retorno}}{86,400} \right) \left(\frac{L}{S} \right)$$

II.22 Caudal comercial

Este caudal es la cantidad de agua que se repele o expulsa de los locales comerciales, restaurantes, hoteles, etc. La dotación cambia según el tipo de establecimiento a considerarse y puede estimarse entre 3000 y 6000 litros/comercio/día. (Galdámez, 2005)

Tabla 1. Dotación para edificaciones comerciales

Comercio	Dotación Lts/comercio/día
Tiendas pequeñas	400
Despensas	3,000
Comedores	2,400
Venta de repuestos	1,600
Ferreterías	4,000

Farmacias	1,600
Barberías	1,600

Fuente: Acevedo A, Antonio Caso. Manual de Hidráulica, 1994

$$Q_{com} = \frac{Dot. \times No. de comercios}{86,400}$$

Donde:

Q_{com} = Caudal comercial (L/s).

Dot = Dotación (L / hab / día).

$No. de comercio$ = Número de comercios.

II.23 Caudal industrial.

Este caudal es la cantidad de agua negra que viene de las industrias, como fábricas de textiles, licoreras, alimentos, etc. Cuando se tiene con datos suficientes para el calculo del mismo, la dotación de agua suministrada se puede estimar entre 1000 a 1800 lts/industria/día, esto dependerá del tipo de industria. (Galdámez, 2005)

$$Q_{ind} = \frac{\#industrias \times dot}{86400}$$

II.24 Caudal de conexiones ilícitas

Este caudal es la cantidad de agua de lluvia que se suma al drenaje, este viene especialmente porque algunos usuarios, conectan las bajadas de aguas pluviales al sistema. Se calcula como un porcentaje del total de conexiones y dependerá en función del área de techos y patios, y también dependerá de su permeabilidad, así como de la intensidad de lluvia. Y se calcula por medio de diferentes métodos: (Galdámez, 2005)

- Método racional

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Q = el caudal de conexiones ilícitas

C= coeficiente de escorrentía que depende de la superficie

I = la intensidad de lluvia en el área en mm/hora

A = área en hectáreas

- Reglamento de la municipalidad de Guatemala

Este asigna un caudal por conexiones ilícitas de 100 l/h/d.

- Criterio del INFOM

El criterio utilizado por el Instituto de Fomento Municipal -INFOM- toma para conexiones ilícitas un 10% del caudal domiciliar, sin embargo, en áreas donde no hay drenaje pluvial podrá usarse un valor más alto.

$$Q_{ci} = 10\% * Q_{domiciliar}(L/S)$$

II.25 Caudal de infiltración

Se toma como factor, el valor máximo del intervalo 12000-18000, por seguridad porque existen sistemas de lluvia con valores más altos de intensidad de lluvia y el suelo al saturarse de agua puede volverse impermeable. (Gálvez, 2004)

Formula:

$$Q_{\text{inf}} = \frac{18000 \cdot L}{86400}$$

Donde:

L = Longitud del tramo

Q_{inf} = Caudal de infiltración

II.26 Pozos de Visita

Estos sirven para verificar que el sistema de colectores funcione bien. También permite efectuar mantenimiento de la tubería y además sirve para conectar diferentes ramales del sistema o iniciar un ramal. (López E., junio 2022)

Para su construcción existen normas propuestas por instituciones, su fondo debe ser de concreto reforzado, paredes de mampostería, ladrillo tayuyo estos materiales deben ser impermeables con repellos y cernidos liso en las paredes del mismo. El diámetro de entrada en la parte superior del mismo debe ser entre 0.60 y 0.70 metros con escalón de hierro empotrados en las paredes para poder descender al fondo del mismo, la altura del pozo dependerá de la topografía del terreno y diseño de la red. (López E., junio 2022)

II.26.1 Especificaciones para pozos de visita

- Deben tener suficiente espacio para obstáculos durante la limpieza. (Galdámez, 2005)
- El diámetro de la cabina más pequeña oscila entre uno y dos metros. (Galdámez, 2005)
- Las tapas de registro pueden ser metálicas o de hormigón armado con un diámetro de al menos 0.60 m. (Galdámez, 2005)
- La distancia máxima entre dos pozos es de 100 metros (Galdámez, 2005)

Los pozos con una profundidad de más de un metro deben tener escalones de hierro con una distancia de 30 cm. (Galdámez, 2005)

II.26.2. Profundidad de sombreado

La profundidad de la escotilla al comienzo de la sección está determinada por la altura inicial de la plantilla; es decir, viene dada por la siguiente ecuación: (Galdámez, 2005)

$$H_{P.V} = \text{Cota del terreno al inicio} - \text{Cota Invert de salida del tramo} - 0.15 \text{ de base}$$

En el sistema de alcantarillado, se deben tener en cuenta los siguientes factores para determinar la altura del pozo ante la presencia de las siguientes perturbaciones:

(Galdámez, 2005)

a) Cuando el tubo entra en el pozo de visita y sale otro tubo del mismo diámetro, la cota invert de salida es al menos 3cm inferior a la altura de la cot overtb eeentrada. (Galdámez, 2005)

$$\varnothing_A = \varnothing_B$$

$$C_{\text{Invert de Salida}} = C_{\text{Invert de entrada}} - 0.03$$

b) Cuando por un pozo de visita un tubo de un diámetro y salga un tubo de otro diámetro, la altura de la suela del inserto de salida será por lo menos una diferencia de diámetro con respecto a la altura de la suela del inserto de rada. (Galdámez, 2005)

$$\varnothing_A > \varnothing_B$$

$$C_{\text{Invert de Salida}} = C_{\text{Invert de entrada}} - ((\varnothing_B - \varnothing_A) * 0.0254)$$

c) Al entrar en la escotilla y el diámetro del tubo de salida es el mismo que el de la escotilla, la altura del fondo interior de la salida es 3 cm más baja que la altura más baja de la entrada. (Galdámez, 2005)

$$\varnothing_A = \varnothing_B = \varnothing_C$$

$$\text{Salida } C_{\text{Invert}} = \text{Entrada } C_{\text{Invert}} - 0.03$$

Tome el menor de los dos resultados. d) Al ingresar a la escotilla, cuando el diámetro de la tubería de descarga de agua sea diferente al diámetro de la escotilla, la altura del fondo de la boca de descarga de agua deberá cumplir con las normas anteriores, y se tomará el valor más bajo dependiendo de la situación. (Galdámez, 2005)

1. Entra más de una tubería del mismo diámetro y sale una tubería de diferente diámetro: El tamaño del fondo interior de la salida será la diferencia entre los diámetros de cada tubería, se toma el que sea menor. (Galdámez, 2005)

$$\emptyset_A = \emptyset_B \quad \emptyset_C > \emptyset_A ; \emptyset_C > \emptyset_B$$

$$C_{\text{Invert de Salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - ((\emptyset_C - \emptyset_A) * 0.0254)$$

$$C_{\text{Invert de Salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - ((\emptyset_C - \emptyset_B) * 0.0254)$$

2. En la entrada de varias tuberías de diferentes diámetros y sale un diámetro diferente la salida es la diferencia entre los diámetros de cada tubería y se toma el valor mínimo. (Galdámez, 2005)

$$\emptyset_A \neq \emptyset_B \quad \emptyset_C > \emptyset_A ; \emptyset_C > \emptyset_B$$

$$C_{\text{Invert de Salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - ((\emptyset_C - \emptyset_A) * 0.0254)$$

$$C_{\text{Invert de Salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - ((\emptyset_C - \emptyset_B) * 0.0254)$$

3. En la entrada de varios tubos de diferente diámetro, si uno de ellos tiene el mismo diámetro que el tubo de salida: la altura de salida más baja será la diferencia entre el diámetro de un tubo y el otro de al menos 3 cm. tomará el valor mínimo. (Galdámez, 2005)

$$\emptyset_A \neq \emptyset_B \quad \emptyset_C > \emptyset_A ; \emptyset_C > \emptyset_B$$

$$C_{\text{Invert de Salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - ((\emptyset_C - \emptyset_A) * 0.0254)$$

$$C_{\text{Invert de Salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - ((\emptyset_C - \emptyset_B) * 0.0254)$$

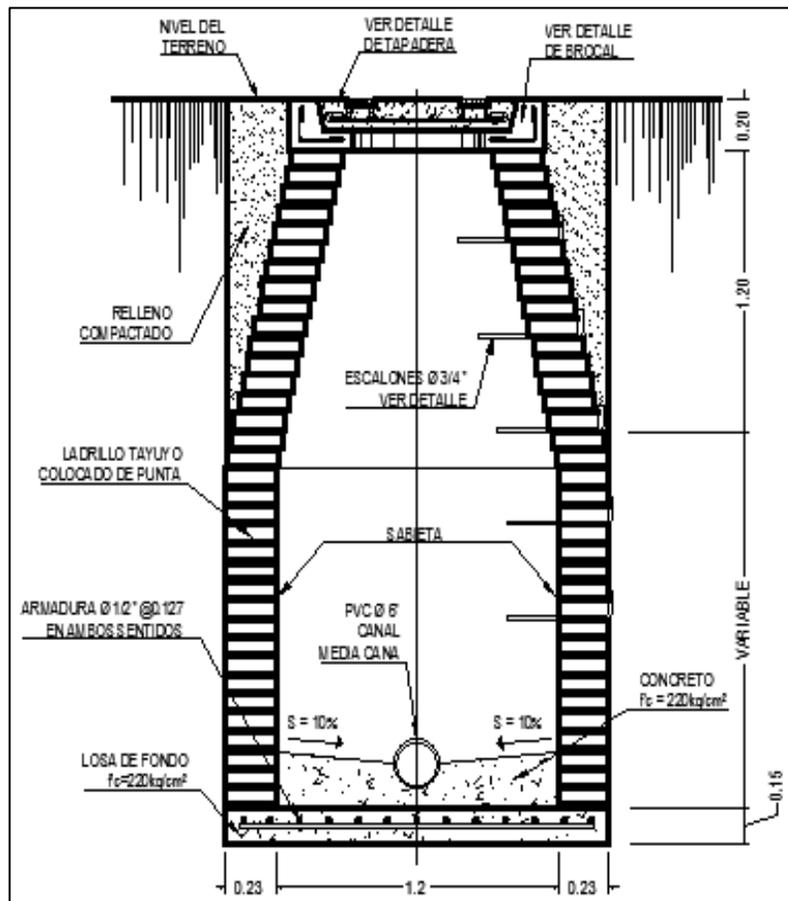
4. Si solo se monitorea una tubería de salida, las demás tuberías de salida de la escotilla deben ser originales: (Galdámez, 2005)

- La altura del fondo interno de la salida inicial del canal debe ser por lo menos la profundidad del tráfico liviano o pesado, según sea el caso. (Galdámez, 2005)

- La altura más baja de la siguiente salida de la tubería debe cumplir con las especificaciones anteriores. (Galdámez, 2005)

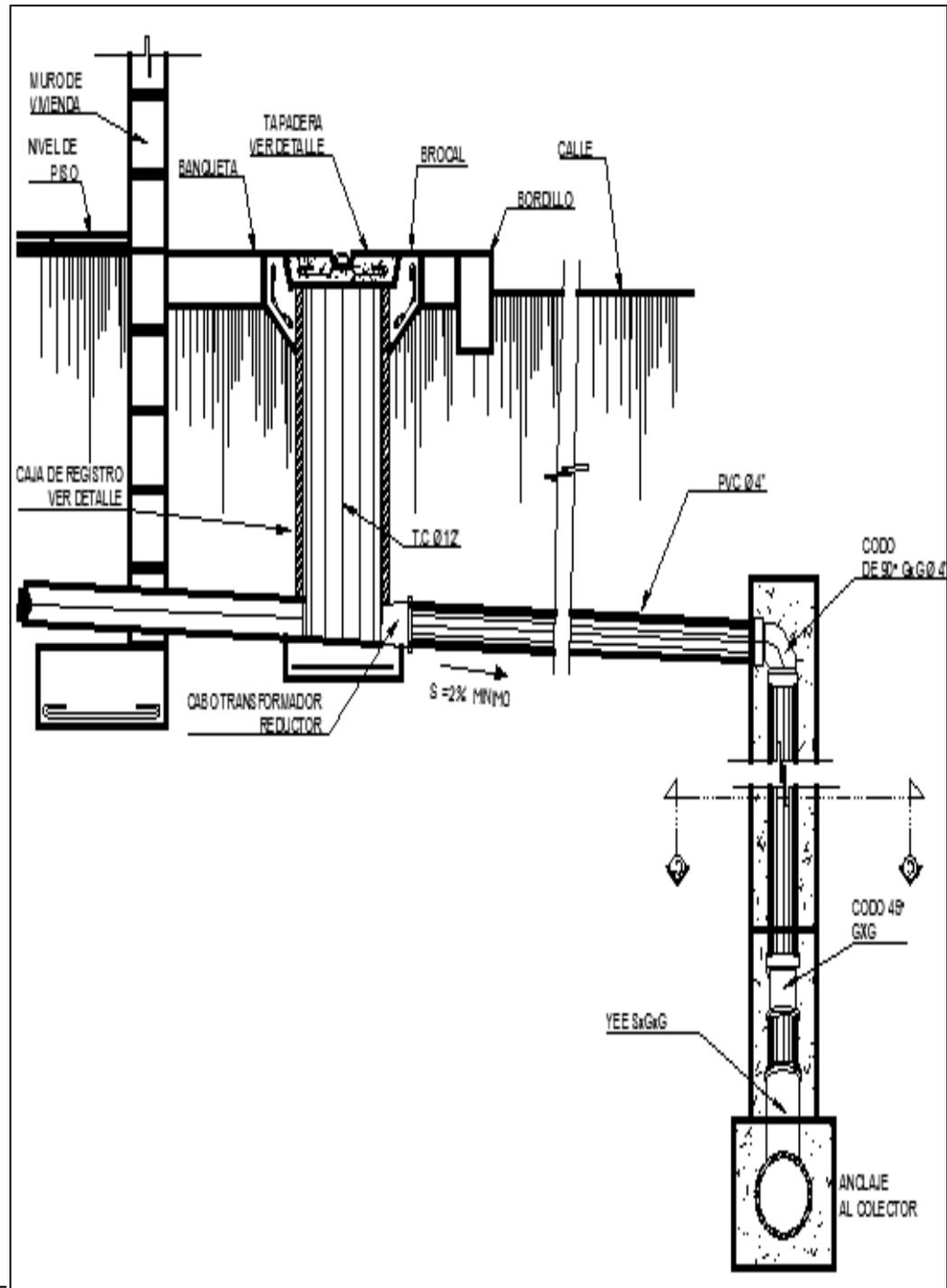
5.

Figura 5. Detalles de pozo de visita.



Fuente: Cumpar L. 2019

Figura 6. Conexión domiciliar.



Fuente: Cumpar L. 2019

II.27 Bypass

Un **bypass** es una conexión entre dos lados de tubería uno de entrada y otro de salida (aspirado y descarga). Esta derivación consiste en una tubería que funciona como colector, dos válvulas de corte y una válvula de retención. (López E. 2022)

Estos bypass se utilizan en ciudades o urbanizaciones en las redes de alcantarillado donde existe mucha actividad, donde se requieren a menudo operaciones de desvío de aguas residuales para transferirlas a otro sistema de red. (López E. 2022)

II.28 Determinación de diámetros para tubería

El diámetro de las tuberías es importante para cualquier sistema de alcantarillado sanitario, y la función principal de colocar el diámetro correcto en la alcantarilla es asegurar un buen flujo, limpieza y evitar problemas de taponamiento en las tuberías. (Martínez, 2011)

El diámetro de la tubería es una parte del cálculo y se deben seguir ciertas reglas para evitar la obstrucción de la tubería. El INFOM y la Dirección General de Obras Públicas exigen un diámetro mínimo de 8 pulgadas para tuberías de concreto y de 6 pulgadas para tuberías de PVC en el caso de alcantarillado sanitario. (Martínez, 2011)

Para conexiones domiciliarias se puede utilizar tubería de concreto de 6" de diámetro, P.V.C. de 4".

Tabla 2. Profundidad mínima para colectores de tuberías de pvc

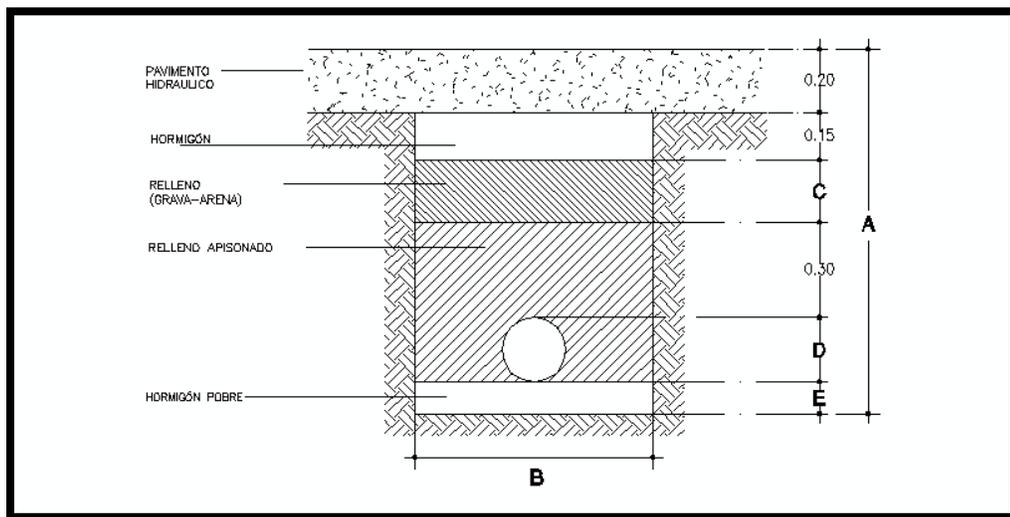
Diámetros	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
Tránsito liviano	0.60 m	0.60 m	0.60 m	0.90 m				

Tránsito pesado	0.90 m	0.90 m	0.90 m	1.10 m	1.10 m	1.20 m	1.20 m	1.20 m
-----------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Fuente: Martínez, 2011

Para la propuesta del proyecto para el diseño y construcción de la red de drenaje sanitario, se utilizará tubería de PVC.

Figura 7. Profundidad de tubería



Fuente: Martínez, 2011

II.29 Descripción del sistema de alcantarillado

II.29.1 Colector

Los colectores suelen estar en la calle. Llevan aguas residuales de edificios, casas a plantas de tratamiento de aguas residuales o desagües a ríos, son tuberías de sección redonda, pueden ser de PVC u hormigón de varios diámetros, las tuberías deben ser enterradas. (Martínez, 2011)

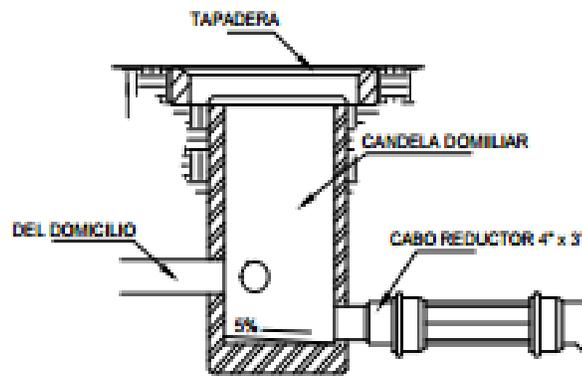
II.29.2 Conexiones domiciliarias

Estas son subestructuras diseñadas para drenar toda el agua del edificio y dirigirla a un colector o sistema de alcantarillado central, como se muestra en la Figura 2. Consta de las siguientes partes: (Martínez, 2011)

II.29.3 Caja o candela

Es una estructura que recoge el agua del interior del edificio. Se pueden construir de varias formas, por ejemplo: tubos verticales de concreto de no menos de 12 pulgadas de diámetro, cajas de mampostería de no menos de 45 cm de cada lado, impermeables por dentro. Deben estar cubiertos para verificar y controlar el flujo; el fondo debe estar fundido e inclinado para que el agua fluya por el secundario y pueda ser entregada al colector, la altura mínima de la vela es de 1m. (Martínez, 2011)

Figura 8. Candela domiciliar

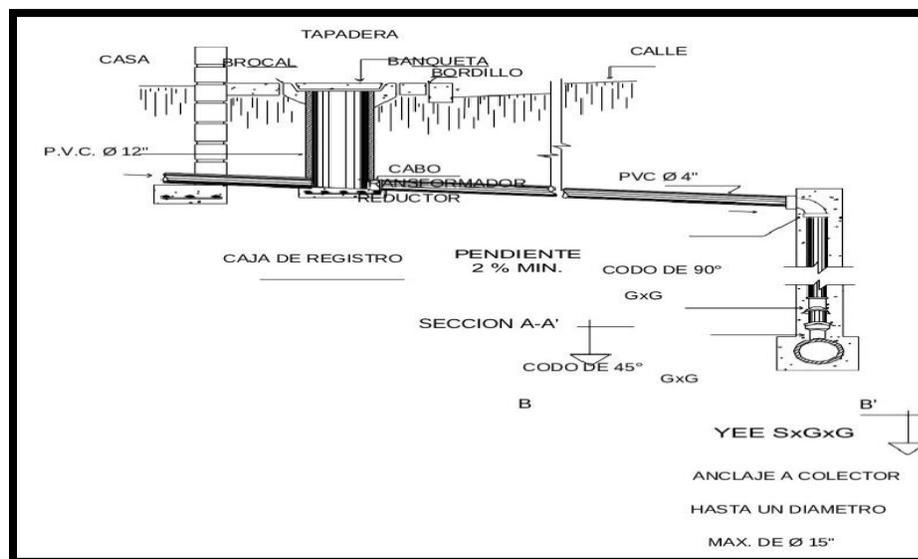


Fuente: Martínez, 2011

II.29.4 Tubería secundaria

Es la tubería que conecta las candelas las domésticas al colector principal y desvía las aguas residuales que reciben las velas del interior de la casa. Debe usarse para tubería de PVC, tubería de 4" y tubería de 6", si es de concreto se debe considerar una pendiente mínima del 2% para la profundidad de instalación. (Martínez, 2011)

Figura 9. Conexión Domiciliar



Fuente: Martínez, 2011

II.29.5 Período de diseño

Es importante enfatizar que, si se está diseñando una red de alcantarillado, se debe determinar por cuánto tiempo el proyecto tendrá un servicio efectivo y se espera que opere dentro de los 20 a 40 años a partir de la fecha de diseño, teniendo en cuenta las limitaciones financieras materiales y de por vida. que puede ser determinado por las regulaciones, lo cual se puede determinar por normas del Instituto de Fomento Municipal y la Dirección de Obras Públicas. (Morales J., 2004)

El período de diseño de las redes de alcantarillado doméstico es de 20 años. Este plazo se adoptó teniendo en cuenta los siguientes aspectos: los recursos económicos con que cuenta el municipio y la normativa del Instituto de Fomento Municipal. Diseñar un sistema de alcantarillado con un ciclo de 30-40 años como base del colector primario y redes secundarias; de 20 a 30 años para plantas de tratamiento, de 10 a 15 años para vertidos submarinos y de 8 años para equipos mecánicos y electrónicos hasta 10 años; Todo a partir de la fecha de construcción. (Estrada, 2003)

“Los sistemas de drenaje están diseñados para ser completamente funcionales durante 30 a 40 años a partir de la fecha de diseño” (INFOM, 2001, p. 17)

II.29.6 Población de diseño

El sistema de alcantarillado debe diseñarse para una operación eficiente durante el período de diseño y se deben realizar proyecciones de población futuras para determinar la contribución del flujo al sistema al final del período de diseño. Hay 3 métodos diferentes para encontrar proyecciones de población futuras: a) método de crecimiento aritmético, b) método de crecimiento gráfico, c) método de crecimiento geométrico; si este último es el más práctico, porque es práctico y eficiente, se determina por lo siguiente, etc. Definición de fórmula: (Morales J., 2004)

$$P_f = P_o * (1 + i)^n$$

Donde:

P_f = Población futura

P_o = Población inicial

I = tasa de crecimiento poblacional %

n = periodo de diseño (años)

II.29.7 Dotación

Este dato se deriva de la cantidad estimada de agua asignada a cada usuario o residente cada día, expresada en litros por litros. residente por día (l/incl./día). Las instituciones encargadas de velar por la construcción de alcantarillados regulan los parámetros de abastecimiento de agua en las zonas rurales, entre las que tenemos: (Morales J., 2004)

Dirección General de Obras Públicas..... 60 a 100 l/hab/día
Organización Panamericana de la Salud..... 90 a 170 l/hab/día

Los principales factores determinantes de la concesión son el clima, el nivel de vida, la actividad productiva, los servicios públicos, la facilidad de drenaje, la calidad del agua consumida, la presión y su medición. (Morales J., 2004)

II.29.8 Velocidad de Flujo

La velocidad de flujo mínima es de 0,40 m/s. Si es así, debería proporcionar suficiente pendiente para cumplir con la velocidad mínima. (López E., 2004)

La velocidad mínima es para evitar el decantado de sólidos, pero una velocidad muy alta puede causar impacto, desgaste o abrasión del tubo, por lo que se recomienda una velocidad máxima de 3,00 m/s. (López E., 2004)

$$V = \frac{1}{n} * 0.03429 * D^{2/3} * \left(\frac{S}{100}\right)^{1/2}$$

Dónde:

V = caudal

D = diámetro de la tubería

S = pendiente de la tubería

II.29.9 Tirante ja o profundidad

La altura del accesorio de flujo debe ser superior al 10 % del diámetro de la tubería e inferior al 75 % del diámetro de la tubería. Estos parámetros aseguran su funcionamiento como canal abierto y su eficiencia en el transporte de sedimentos. (Galdámez N., 2014)

II.29.10. Caudal medio

Este factor es la suma de todo el tráfico local, conexiones ilegales, tráfico comercial e industrial dividido por la población servida. El coeficiente regula el aporte de caudal en la tubería y debe estar entre 0,002 y 0,005; tomar 0,002 si se obtiene un valor menor, o 0,005 si se obtiene un valor mayor. (Galdámez N., 2014)

$f_{qm} = Q_{med}/(\text{número de habitaciones próximas})$

$f_{qm} = \text{caudal medio}/\text{población}$

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

Para facilitar la obtención del coeficiente de descarga promedio, el valor de este coeficiente ha sido determinado empíricamente por agencias que diseñan sistemas de alcantarillado. (Galdámez N., 2014)

$F_{qm} = 0.0046$ según INFOM

$F_{qm} = 0.0030$ según Ciudad de Guatemala

$F_{qm} = 0,0020$ mayor o igual a f_{qm} . Menor o igual a 0.0050 D.G.O.P.

II.29.11 Factor de Harmond

Es una estadística que determina la probabilidad de cuántos usuarios utilizarán el servicio al mismo tiempo; se expresa como: (Galdámez N., 2014)

$$FH = \left(\frac{18 + \sqrt[2]{P/1000}}{4 + \sqrt[2]{P/1000}} \right)$$

Dónde:

P = Población atendida, expresada en miles de habitantes. Según el tamaño de la población, el valor de Harmond oscila entre 1,5 y 4,6. (Gálvez, 2004)

II.29.12 Caudal Máximo de origen domestico

“Se calculará cada tramo en base al número de conexiones posteriores que se sumen a ese tramo, expresado en litros por segundo, será”: (INFOM, 2001)

a) Para tramos de conexiones futuras con aporte menor a 100, ésta se determinará mediante la siguiente fórmula: (INFOM, 2001)

$$q = 0,45 * (n - 1) 0,5$$

Donde: q = caudal máximo

n = número de conexiones.

b) Para la participación de aportes de conexión futura entre 100 y 1000, se determinará mediante la siguiente fórmula: (INFOM, 2001)

$$q = 0.75 * n * 6 * 200 / 86400 * ((18+p^{0.5}) / (4+p^{0.5}))$$

c) Para el tramo de más de 1000 conexiones de bajada se utilizará el caudal máximo horario: (INFOM, 2001)

$$q = n * 6 * 200 * 2.5/86400$$

II.29.13 Caudal de diseño.

El flujo de diseño también se llama flujo máximo. Para estimar la cantidad de aguas negras que transportará el sistema de alcantarillado en diferentes puntos de flujo, es necesario primero integrar los valores descritos en la siguiente fórmula: (Gálvez, 2004)

Donde

Donde:

No. Hab. = Número de habitantes acumulados

FH = Factor de Harmond

Fqm = Factor de caudal medio

II.29.14. Velocidad máxima y mínima

- La velocidad de flujo máxima de diseño es de 3,00 m/s. El valor máximo de PVC es de 5,00 m/s
- Velocidad mínima por debajo del caudal de diseño, 0,60 m/s. El valor mínimo para tuberías de PVC es de 0,40 m/s.

II.29.15 Pendiente

En este proyecto, el criterio general es que el sistema de drenaje funcione por gravedad, y la pendiente de las tuberías coincida en lo posible con la pendiente del terreno natural, evitando costos adicionales por excavación. La pendiente mínima utilizada para este proyecto es de 0,5%; esta es la pendiente que permitirá que el agua se mueva libremente y la pendiente máxima no exceda la velocidad máxima permitida de las tuberías a ser utilizadas. (Cumpar L., 2019)

$$P = \frac{Cota\ final - Cota\ inicial}{Distancia\ entre\ puntos} * 100$$

II.29.16 Conexiones domiciliarias

Estas son subestructuras diseñadas para drenar toda el agua del edificio hacia un colector o alcantarillado central, como se muestra en la Figura 2. Consta de las siguientes partes: (Archila H. 2018)

Caja o candela

Es una estructura que recoge el agua del interior del edificio. Se pueden construir de varias formas, por ejemplo: tubos verticales de concreto de no menos de 12 pulgadas de diámetro, cajas de mampostería de no menos de 45 cm de cada lado, impermeables por dentro. Deben estar cubiertos para verificar y controlar el flujo; el fondo debe estar fundido e inclinado para que el agua fluya por el secundario y pueda ser entregada al colector, la altura mínima de la vela es de 1m. (Archilla H. 2018)

Tubería secundaria

Es la tubería que conecta las velas domésticas al colector principal que drena las velas de las aguas residuales que reciben del interior de la casa. Debe usarse para tubería de PVC, tubería de 4" y tubería de 6", si es de concreto se debe considerar una pendiente mínima del 2% para la profundidad de instalación. (Aquila H. 2018)

II.29.17 Profundidad de la tubería

La profundidad a la cual debe quedar la tubería se calcula mediante la cota invert; se deberá en todo caso, que la tubería tenga un recubrimiento adecuado, para que no se dañe debido al paso de vehículos y peatones, o que se quiebre por la caída o golpe de algún objeto pesado. (López E. 2022)

El recubrimiento mínimo de 1.20 metros para las áreas de circulación de vehículos, en ciertos casos, puede utilizarse un recubrimiento menor, sin embargo; se debe estar seguro del tipo de circulación que habrá en el futuro sobre el área. (López E. 2022)

II.29.18 Principios hidráulicos

Los alcantarillados son diseñados con canales abiertos, en donde el agua circula por medio de la acción de gravedad y sin ser afectada por la presión, esto es debido a que el agua esta en contacto con la atmósfera. Hay excepciones, como tuberías que trabajan a base de impulsión como por ejemplo las estaciones elevadas y los sifones invertidos. (López E., 2022)

II.29.19 Ecuación de Manning para flujo en canales

Como fórmula ideal para cumplir con estas condiciones, en 1890 se propuso a la

Institución de Ingenieros Civiles de Irlanda un procedimiento llamado Fórmula de Manning, y se usa ampliamente para calcular las tasas de flujo en un canal para que coincidan con las condiciones de trabajo reales. (Morales J., 2004)

$$V = \frac{1 * Rh^{1/6}}{n}$$

Sustituirlo en las fórmulas de velocidad y flujo le da el más comúnmente utilizado en los cálculos.

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{2/3} * S^{1/2}$$

$$Q = \frac{1}{n} * Rh^{2/3} * S^{1/2} * A$$

En donde:

V = velocidad del flujo, en m/s

n = coeficiente de rugosidad de Manning, adimensional. Representa las características internas de la tubería, y sirve para calcular las pérdidas por fricción de la tubería, para tuberías de P.V.C. se considera (0.009 – 0.11).

S = pendiente del tubo, en porcentaje.

Rh = radio hidráulico, en m.

A = área de la sección transversal del flujo o área mojada, en m².

II.29.20 Ecuación a sección llena

$$A = \frac{d^2}{4} * \left\{ \frac{\pi\theta}{360} * \text{sen} \frac{\theta}{2} \right\}$$

$$p = \frac{\pi * d * \theta}{360}$$

$$A = Rh * p$$

$$Rh = \frac{d}{4} \left[1 - \frac{360 \sin \theta}{2\pi\theta} \right]$$

Para estos conjuntos de tuberías que utilizan secciones parcialmente llenas, calcular el radio hidráulico y el área de flujo es muy tedioso, al igual que los cálculos de velocidad y flujo. Para este propósito, se pueden usar monogramas o tablas de condiciones de drenaje hidráulico. (López E., 2022)

II.29.21 Relaciones y condiciones hidráulicas

En primer lugar, hay que determinar la velocidad y el gasto del tubo lleno, por medio de las fórmulas ya conocidas; también se puede usar el monograma y las tablas que han sido elaboradas con la fórmula de Manning. (López E., 2022)

En la tabla de valores de relaciones hidráulicas de una alcantarilla de sección transversal circular, se puede notar que la velocidad máxima ocurre cuando la profundidad del flujo o tirante es aproximadamente 0.8 D, por lo que generalmente los tubos de los alcantarillados son diseñados para que el flujo máximo alcance una altura de 0.75 a 0.8 D. Esto conduce a normalizar que: (López E. 2022)

$$0.10 \leq \frac{d}{D} \leq 0.80$$

II.29.22 Coeficiente de rugosidad

El factor de rugosidad de Manning utilizado para calcular capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se aplicará dependiendo del tipo de tubería utilizada. (INFOM, 2001)

n = 0,014 para tuberías de hormigón

Para tuberías de PVC, n = 0,009.

II.29.23 Sección llena y parcialmente llena

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena y poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad y caudal, se relacionan los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcial. (López E. 2022)

Se deberán determinar los valores de la velocidad y caudal a sección llena por medio de las ecuaciones establecidas y se procederá a obtener la relación de caudales (q/Q), donde q es el caudal de diseño, entre el caudal a sección llena (Q); el resultado obtenido se busca en las tablas de relaciones hidráulicas del anexo, donde también se podrán encontrar las relaciones (v/V) y (d/D). (López E. 2022)

II.29.24. Ecuaciones de la sección llena

El diseño de alcantarillado requiere información que coincida con los valores de velocidad y flujo de todas las tuberías que se utilizarán. (INFOM, 2001)
Use las siguientes ecuaciones para los cálculos de velocidad y flujo:

$$V = \left(\frac{0.03429 * D^{2/3} S^{1/2}}{n} \right) \quad (\text{Formula de Manning})$$

$$Q = A * V$$

Dónde

Donde

Q = caudal a sección llena (m^3/s)

A = área de la tubería (m^2)

V = Velocidad a sección llena (m/s)

n = coeficiente de rugosidad (comercialmente para PVC = 0.009 y T.C. = 0.014)

D = Diámetro de la tubería (pulg)

S = Pendiente de la tubería (adimensional).

II.29.25 Profundidad de la tubería

La profundidad de instalación de la tubería debe garantizar que el espesor del relleno pueda evitar daños por carga viva en la tubería. Esta profundidad debe permitir la correcta conexión de las aguas residuales domésticas al alcantarillado municipal.

La profundidad mínima del codo de la tubería principal con respecto al suelo es de 1,00 m. Si la altura de la bóveda de la línea principal es mayor a 3,00 m por debajo de la superficie, se crea un canal auxiliar sobre la línea principal a la parte de conexión residencial correspondiente. (INFOM, 2001, p. 21)

II.29.26 Ancho libre de zanja El ancho mínimo de la zanja está determinado por el área mínima requerida por el trabajador para instalar la tubería, que depende del diámetro de la tubería y la altura de instalación. (Morales J. 2004)

×

Tabla 3. Dimensiones mínimas de zanja.

Diámetro (mm)	Profundidad de excavación					
	Hasta 2 m		De 2 m a 4 m		De 4 m a 5 m	
	Anchos de zanja					
	s/entibado	c/entibado	s/entibado	c/entibado	s/entibado	c/entibado
100	0.5	0.6	0.65	0,75	0.75	0,95
150	0.6	0.7	0.7	0,80	0,80	1
200	0.65	0.75	0.75	0,85	0,85	1,05

250	0.7	0.8	0.8	0,90	0,90	1,10
300	0.8	0.9	0.9	1	1	1,20
400	0.9	1	1	1,10	1,10	1,30
450	0.95	1.05	1.05	1,15	1,15	1,35
500	1	1.1	1.1	1,20	1,20	1,40
550	1.1	1.2	1.2	1,30	1,30	1,50
*600	1.15	1.25	1.25	1,40	1,35	1,60
700	1.25	1.35	1.35	1,50	1,45	1,70
800	1.35	1.45	1.45	1,60	1,55	1,80
900	1.5	1.6	1.6	1,75	1,70	1,95
1000	1.6	1.7	1.7	1,85	1,80	2,05
1100	1.8	1.9	1.9	2,05	2,00	2,25

Fuente: Norma Boliviana NB 688, 2007

II.30 Plantas de tratamiento de aguas residuales

II.30.1 Opciones de tratamiento primario

II.30.1.1 Fosa séptica

El sistema se utiliza para drenar las aguas residuales de casas individuales u otros objetos sin crear una red de alcantarillado para ellos. Son tanques de decantación y desnatado, a modo de digestores anaerobios, sin mezcla ni calentamiento, y se convierten en tanques de almacenamiento de lodos. Si el sistema tiene un tanque séptico y una instalación para el tratamiento de aguas residuales mediante la absorción del suelo, entonces tendrá un sistema convencional de aguas residuales administrado en el sitio. (Crites & Tchobanoglous, 2000)

II.30.1.2 Tanque Imhoff

Consiste en un depósito de dos capas donde se produce la sedimentación en la capa superior y la descomposición y acumulación de lodos en la capa inferior, el sistema se utiliza para el tratamiento de agua en áreas residenciales. La principal

ventaja de este sistema es su simple operación, no existen dispositivos mecánicos que requieran un mantenimiento constante, solo desnatados diarios y dos contraflujos mensuales para asegurar una distribución uniforme de los sólidos en todo el sistema Digestor. (Crites y Tchobanoglous, 2000)

II.30.1.3. precipitador primario

El sistema está diseñado para eliminar arena, grasa, aceite, sólidos en suspensión u otros sólidos en suspensión presentes en los afluentes de entrada. Las medidas de eficiencia establecidas se basan en la remoción de sólidos en suspensión, la tasa de aplicación, el tiempo de residencia y el tipo de sección transversal del tanque (Niño, Pérez y Llobregat, 2004). Este tratamiento debería eliminar la mitad de los sólidos en suspensión de las aguas residuales tratadas y la oxidación biológica se considera insignificante. Las ventajas incluyen una operación simple y de bajo costo, aunque los niveles de eficiencia a menudo son insuficientes para cumplir con los estándares de calidad del agua. (Campos, 2003)

II.30.1.4. Reactor anaeróbico de flujo ascendente (RAFA)

Como se puede apreciar en la imagen, en su parte superior se encuentra instalado un riser con sistema de separación gas-líquido-sólido, que evita el vertido de sólidos de las aguas residuales y ayuda a una mejor evacuación del gas. Las desventajas de este proceso son el lento proceso de arranque del reactor, la necesidad de un flujo constante, un ajuste continuo del pH y la necesidad de ser más cautelosos que otras alternativas (Salazar, 2003). Otra limitación es que no se usa mucho en climas templados y subtropicales debido a las limitaciones de temperatura, ya que afecta la tasa de hidrólisis de los materiales granulares, lo que reduce la eficiencia del procesamiento. (Calvache et al., 2002)

II.30.2. Opciones de tratamiento secundario

II.30.2.1. Filtros anaerobios

Este tipo de sistema, también conocido como filtros sumergidos, está diseñado para el tratamiento anaeróbico con la adición de biomasa en crecimiento. En comparación con los filtros percoladores, la principal diferencia es que las aguas residuales se descargan por la parte inferior del sistema y el producto final sale por la superficie o la parte superior. (Ramalho, 1993)

El material está completamente sumergido en las aguas residuales entrantes, por lo que está completamente libre de aire, creando las condiciones anaeróbicas necesarias para su funcionamiento. La única pregunta importante que esto plantea es si la presencia de altas concentraciones de sólidos en suspensión puede obstruir el filtro y dañar el sistema. (Ramalho, 1993)

II.30.2.2. Piscina de estabilidad

Las lagunas son pozas de entre 1 y 4 metros de profundidad, según el tipo de laguna, donde el agua residual es oxidada por aireadores superficiales, turbinas o difusores. Dependiendo de sus características, existen diferentes tipos de tratamiento primario, secundario o incluso terciario de la laguna, que pueden ser: (Ramalho, 1993)

II.30.2.2.3. Lagunas facultativas

Su profundidad varía de 1,5 a 2 metros y tiene un alto contenido de materia orgánica por unidad de volumen, lo que favorece el crecimiento de microorganismos tanto aeróbicos como facultativos (estos últimos pueden crecer con o sin oxígeno). Es el tipo de laguna más utilizada porque requiere menos terreno que cualquier otro tipo y produce menos olor. (Salazar, 2003)

II.30.2.2.4 laguna aeróbias

Son poco profundos, no más de 80 cm, y son propicios para el crecimiento y desarrollo de algas, que aportan abundante oxígeno para el funcionamiento de la laguna. Su principal desventaja es que requiere un área grande y no se puede usar directamente con las aguas residuales sin tratar, sino que requiere un pretratamiento antes de ingresar a la laguna. (Salazar, 2003)

II.30.2.2.5 Lagunas de maduración

Su tiempo de retención es de aproximadamente 3 a 7 días porque reciben agua entrante de una laguna facultativa u otro proceso biológico pasado. La función principal de esta laguna es lograr una alta calidad microbiana, es decir, eliminación de patógenos al nivel requerido. (Riquelme & Gómez, 2003)

II.31 Morbilidad por agua potable contaminada

La morbilidad puede ser una forma de discapacidad o enfermedad de cualquier causa. Se refiere a la presencia de cualquier tipo de enfermedad que afecte al paciente. (López E. 2022)

La incidencia de algunas enfermedades es la siguiente: • Más de 20 millones de enfermedades respiratorias. (López E. 2022)

- Más de 4 millones de infecciones gastrointestinales. • Infecciones del tracto urinario. (López E. 2022)

- Úlceras, gastritis, etc., más de 1,5 millones.

En un sentido epidemiológico, la prevalencia también se puede aplicar al estudio y cuantificación de la presencia e impacto de ciertas enfermedades en una población. Esto es muy diferente de la patología. (López E. 2022)

La morbilidad se refiere al número de personas que se consideran enfermas o afectadas por una enfermedad en un momento y lugar determinado. Es la relación entre la incidencia de una enfermedad y la población. La incidencia es una estadística importante para evaluar el desarrollo o la disminución de una enfermedad, evaluar su importancia para la salud e identificar posibles soluciones. Para calcular la frecuencia de ocurrencia, se deben especificar los períodos de tiempo y las ubicaciones. (López E. 2022)

Los indicadores de morbilidad más utilizados son los siguientes:

- Prevalencia: la frecuencia de todos los casos (antiguos y nuevos) de una enfermedad o condición patológica en un momento determinado (prevalencia puntual) o durante un período determinado (prevalencia de período). (López E., 2022)
- Incidencia: Es la tasa de aparición de la enfermedad. Además, la frecuencia con la que se agregan (desarrollan o descubren) nuevos casos de una enfermedad/afección durante un período de tiempo determinado y en una región determinada. (López E., 2022)

El agua segura y suficiente ayuda a desarrollar hábitos de higiene, que no es solo la principal medida para la prevención de enfermedades diarreicas, infecciones

respiratorias agudas y muchas enfermedades tropicales desatendidas. (Organización Mundial de la Salud, 2022)

- Al menos 2 mil millones de personas en el mundo usan agua contaminada con materia fecal para el consumo humano. A estos efectos, la contaminación microbiana del agua por contaminación fecal supone el mayor riesgo para la salud y la propagación de enfermedades como la diarrea, el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomielitis. (Organización Mundial de la Salud, 2022)
- Más de 2 mil millones de personas viven en países con escasez de agua, y el cambio climático y el crecimiento de la población pueden empeorar las condiciones en algunas áreas. • En 2019, solo el 50 % de las instalaciones de saneamiento en los PMA proporcionaban servicios básicos relacionados con el agua, el 37 % servicios básicos de saneamiento y el 30 % servicios básicos de gestión de desechos. (Organización Mundial de la Salud, 2022)
- Beber agua contaminada con microorganismos puede propagar todas estas enfermedades y causar unas 485.000 muertes por diarrea cada año. Si bien los principales riesgos químicos para este tipo de agua son el arsénico, el fluoruro o los nitratos, los contaminantes emergentes como los productos farmacéuticos, los pesticidas, los perfluoroalquilos y las sustancias perfluoroalquiladas (PFAS) y los microplásticos siguen siendo motivo de preocupación pública. (Organización Mundial de la Salud, 2022)
- Para 2020, el 74 % de la población mundial (5.800 millones de personas) utilizará un suministro de agua gestionado de manera segura para el consumo humano, es decir, ubicado en el punto de uso, disponible y no disponible cuando se necesite, y libre de contaminación. (Organización Mundial de la Salud, 2022)

Información general

El agua segura y fácilmente disponible es importante para la salud pública, ya sea para beber, para uso doméstico, para la producción de alimentos o para la recreación. La mejora del suministro de agua, el saneamiento y la gestión del agua pueden contribuir al crecimiento económico de un país y hacer una gran contribución a la reducción de la pobreza. (Organización Mundial de la Salud, 2022)

En 2010, la Asamblea General de la ONU reconoció claramente el derecho humano al agua y al saneamiento. Todas las personas tienen derecho al acceso continuo a agua suficiente, segura, físicamente disponible, asequible y aceptable para uso personal y doméstico. (Organización Mundial de la Salud, 2022)

I.32 Enfermedades gastrointestinales

En 2020, 5.800 millones de personas tenían acceso a servicios de agua para consumo humano gestionados de forma segura, es decir, tenían acceso a una fuente mejorada de agua en el punto de uso que estaba disponible y no contaminada cuando la necesitaban. Los servicios para los 2 mil millones de personas restantes sin gobierno de seguridad en 2020 incluyen:

- 1.200 millones de personas tienen acceso a servicios básicos, mejor suministro de agua en un trayecto de 30 minutos. (López E. 2022)
- 282 millones de personas con servicios limitados, es decir. más de 30 minutos para acceder a una fuente de agua mejorada. (López E. 2022)

- 368 millones de personas extraen agua de pozos y manantiales sin protección (López E. 2022)
- 122 millones de personas recogen agua superficial sin tratar de lagos, estanques, ríos o arroyos. (López E. 2022)

II.33 Causa de enfermedades gastrointestinales

El origen de estas enfermedades puede ser químico, biológico o psicológico. (Lémur, 2005)

- Origen químico significa envenenamiento por comer alimentos en mal estado o envenenamiento por comer algún veneno. (Lémur, 2005)
- Fuentes biológicas causadas por parásitos, bacterias o virus, que pueden adquirirse al ingerir alimentos contaminados. (Lémur, 2005)
- Causas psicológicas, generalmente provocadas por el estrés. (Lémur, 2005)

No podemos descartar que una nutrición inadecuada y la falta de hábitos alimentarios adecuados puedan causar problemas gastrointestinales. Las enfermedades gastrointestinales son aquellas que afectan a nuestro sistema digestivo, que es nuestro esófago, estómago e intestinos. (Lémur, 2005)

La diarrea o el dolor abdominal intenso son síntomas de estas enfermedades. Náuseas, estreñimiento, fiebre, deshidratación pueden causar diarrea y otras complicaciones que pueden causar deshidratación, otros síntomas pueden ser vómitos, náuseas o estreñimiento. (Lémur, 2005)

Algunos trastornos gastrointestinales pueden incluir diarrea causada por

Escherichia coli.

Descripción: “Las cepas de *Escherichia coli* causan diarrea. La enfermedad causada por cepas invasoras se localiza principalmente en el intestino grueso y se manifiesta con fiebre, diarrea mucosa y en ocasiones sanguinolenta. (Remus, 2005)

Modo de transmisión: El principal modo de transmisión es la contaminación fecal de los alimentos y el agua y la transmisión de persona a persona. Los portadores adultos tienen malos hábitos de higiene personal y mala higiene durante la defecación y la micción. (Lemmus, 2005)

Tiempo de incubación: 12-72 horas. (Lémur, 2005)

Cólera

Descripción: Enfermedad intestinal bacteriana aguda caracterizada por aparición repentina, diarrea acuosa profusa, vómitos intermitentes, deshidratación rápida, acidosis e insuficiencia respiratoria. Las infecciones asintomáticas son más frecuentes que las manifestaciones clínicas. Los casos leves que involucran solo diarrea son comunes, especialmente en niños. En casos graves no tratados, los sujetos pueden morir en cuestión de horas. (Lémur, 2005)

Modo de transmisión: mientras se mantenga el estado de portador fecal positivo, generalmente solo unos pocos días después de la recuperación, los antibióticos efectivos como la tetraciclina pueden acortar el período de transmisión. Se han observado infecciones crónicas del tracto biliar en adultos durante varios años y están asociadas con *Vibrio* es recurrente. en heces. (Lémur, 2005)

Período de incubación: "2 horas a 5 días". (Lémur, 2005)

Enteritis o rotavirus

Descripción: Gastroenteritis esporádica de lactantes caracterizada por diarrea y vómitos, a menudo acompañada de deshidratación grave y, a veces, la muerte. Las manifestaciones clínicas en los niños varían, incluido el examen y la hemorragia gastrointestinal. (Lémur, 2005)

Modo de transmisión: "El modo de transmisión es la ruta fecal-oral". (Lemus, 2005) pág. 18
Período de incubación: El período de incubación es de 48 horas. (Lémur, 200)

Shigelosis (disentería bacilar)

Descripción: Infección bacteriana aguda que afecta a los intestinos delgado y grueso, caracterizada por diarrea acompañada de fiebre, náuseas, vómitos y cólicos, ya veces convulsiones en niños pequeños. Por lo general, hay sangre, mucosidad y pus en las heces (disentería). (Lémur, 2005)

Modo de transmisión: El modo de transmisión es fecal-oral, principalmente en personas que no se lavan las manos ni se limpian bien las uñas después de defecar. Puede propagarse por agua, leche, cucarachas y moscas debido a la contaminación fecal. (Lémur, 2005)

Período de incubación: "El período de incubación es de 1 a 7 días, generalmente de 1 a 3 días". (Lémur, 2005)

Fiebre Tifoidea (fiebre entérica, fiebre tifoidea)

Descripción: "Enfermedad bacteriana sistémica caracterizada por un inicio insidioso con fiebre persistente; dolor de cabeza, malestar general, anorexia, agudiente relativo, esplenomegalia, tos seca, estreñimiento con más frecuencia que diarrea. (Lemus, 2005)

Modo de transmisión: "portadores a través de agua y alimentos o vehículos vitales contaminados con heces u orina de pacientes, mariscos en lechos contaminados con aguas residuales, frutas y verduras crudas". Lémur, 2005: "El periodo de incubación por lo regular es de 1 a 3 semanas". (Lemus, 2005)

II.34 Normas COGUANOR

La Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) es el Organismo Nacional de Normalización, creada por el Decreto No. 1523 del Congreso de la República del 05 de mayo de 1962. Sus funciones están definidas en el marco de la Ley del Sistema Nacional de la Calidad, Decreto 78-2005 del Congreso de la República. (COGUANOR TG 29001, 2013)

COGUANOR es una entidad adscrita al Ministerio de Economía, su principal misión es la de proporcionar soporte técnico a los sectores público y privado por medio de la actividad de normalización. (COGUANOR TG 29001, 2013)

El proceso de normalización se realiza a través de Comités Técnicos de Normalización (CTN), lo que garantiza la participación de todos los sectores interesados. (COGUANOR TG 29001, 2013)

El estudio de la presente norma *COGUANOR NTG 29001. Agua para consumo*

humano (agua potable). Especificaciones, estuvo a cargo del Comité Técnico de Normalización de Metodologías Microbiológicas, donde participaron los siguientes profesionales, a título personal o en representación de organizaciones y entidades relacionadas con el contenido de la norma: (COGUANOR TG 29001, 2013)

Agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones.

II.34.1 Objeto

Esta norma establece los valores de las características que definen la calidad del agua apta para consumo humano. (COGUANOR TG 29001, 2013)

II.34.2 Campo de aplicación:

Esta norma se aplica a toda agua para consumo humano, preparación de alimentos y uso doméstico. Proveniente de fuentes como: pozos, nacimientos, ríos, entre otras y que puede estar ubicada en una red de distribución, en reservorios o depósitos. Se excluyen el agua purificada envasada y el agua carbonatada, las cuales son cubiertas por normas específicas. (COGUANOR TG 29001, 2013)

II.34.3 Normas a consultar

COGUANOR NGO 4010. Sistema Internacional de Unidades (SI).

COGUANOR NGO 29 018 h21. Agua. Prueba de sustrato enzimático para determinación de coliformes totales y *Escherichia coli*.

COGUANOR NTG 29006. Agua para consumo humano (agua potable). Recolección, preservación, transporte y almacenamiento de muestras. Generalidades.

Mientras las normas COGUANOR relacionadas no sean actualizadas, se aplicarán los

métodos normalizados establecidos en Standard Methods for the Analysis of Water and Wastewater, APHA, en su última edición. (COGUANOR TG 29001, 2013)

Además de los métodos indicados, se podrán emplear los establecidos en la versión más reciente de las Normas ISO 5667 1 a la 19, ISO 9695 (beta total) e ISO 9696 (alfa total).

Measurement of radionuclides in food and the environment. A Guidebook. Technical Report. Series No. 295. International Atomic Energy, Vienna, 1989.

II.34.4 Definiciones

II.34.4.1 Agua apta para consumo humano (agua potable): Es aquella que por sus características organolépticas, físicas, químicas y bacteriológicas, no representa un riesgo para la salud del consumidor y cumple con lo establecido en la presente norma. (COGUANOR TG 29001, 2013)

II.34.4.2 Características físicas y organolépticas del agua: Son aquellas que se detectan sensorialmente o por medios analíticos de laboratorio. (COGUANOR TG 29001, 2013)

II.34.4.3 Características químicas del agua: son aquellas debidas a elementos o compuestos químicos orgánicos e inorgánicos. (COGUANOR TG 29001, 2013)

II.34.4.4 Características microbiológicas del agua: Son aquellas que se originan por presencia de microorganismos que determinan su calidad. (COGUANOR TG 29001, 2013)

II.34.4.5 Cloro residual libre: Parámetro que indica la concentración de cloro

disuelto y químicamente disponible después de la cloración.

II.34.4.6 Límite Máximo Aceptable (LMA): Es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual estas características son percibidas por los consumidores desde el punto de vista sensorial, pero sin que implique un daño a la salud del consumidor. (COGUANOR TG 29001, 2013)

II.34.4.7 Límite Máximo Permisible (LMP): Es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual el agua no es adecuada para consumo humano. (COGUANOR TG 29001, 2013)

II.34.4.8 Programa de análisis mínimo: Los análisis en esta etapa de control son: a. Análisis microbiológico: coliformes totales y Escherichia coli; b. Análisis fisicoquímico: color, turbiedad, potencial de hidrogeno (pH), conductividad, cloro residual libre, cloruros, dureza total, sulfatos, calcio, magnesio, nitratos, nitritos, hierro total y manganeso total. (COGUANOR TG 29001, 2013)

II.34.4.9 Programa de análisis complementario: Comprende la ejecución del programa de análisis mínimo, ampliado con: aluminio, cobre, arsénico, cadmio, cianuro, cromo total, mercurio total, plomo, selenio, cinc, sólidos totales disueltos y sustancias orgánicas (plaguicidas) que afecten la salud del consumidor. (COGUANOR TG 29001, 2013)

Al requerirse un análisis específico, la norma contempla en los cuadros 1 al 8 aquellos parámetros que no han sido enunciados en los numerales 4.8 y 4.9 con sus respectivos Límites Máximos Permisibles (LMP) (COGUANOR TG 29001, 2013)

P.34.4.10 Redes de distribución: Conjunto de tuberías, accesorios y

dispositivos que permiten la entrega del agua a los consumidores de forma constante, con presión apropiada y en cantidad suficiente para satisfacer sus necesidades. Se consideran parte de una red de distribución: camiones cisterna y depósitos de cualquier naturaleza. (COGUANOR TG 29001, 2013)

II.34.4.11 Sustancia plaguicida: Término genérico que incluye a compuestos que forman parte de los siguientes grupos: insecticidas, herbicidas, fungicidas, acaricidas, nematocidas, alguicidas entre otros, productos derivados y sus metabolitos, productos de degradación y de reacción de los mismos. (COGUANOR TG 29001, 2013)

II.34.4.12 Radionúclidos radioisótopo: Núcleo atómico que se caracteriza por emitir radiaciones ionizantes para transformarse en otro, que a su vez puede o no emitir radiaciones, hasta llegar a alcanzar la estabilidad nuclear, transformándose al final en un núclido estable. (COGUANOR TG 29001, 2013)

II.34.5 Características

II.34.5.1 Características físicas y organolépticas

Tabla 4. Características físicas y organolépticas que debe tener el agua para consumo humano

Características	LMA	LMP
Color	5,0 u	35,0 u (a)
Olor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5,0 UNT	15,0 UNT (b)
Conductividad eléctrica	750 S/cm	1500 S/8cm (4) S/cm (d)

Potencial de hidrógeno	7,0-7,5	6,5-8,5 (c) (d)
Sólidos totales disueltos	500,0 mg/L	1000,0 mg/L
(a) Unidades de color en la escala de platino-cobalto (b) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT). (c) En unidades de pH (d) límites establecidos a una temperatura de 25°C.		

Fuente: COGUANOR TG 29001, 2013

II.34.5.2 Características químicas

Tabla 5. Características químicas que debe tener el agua para consumo humano

Características	LMA (mg/L)	LMP (mg/L)
Cloro residual libre ^(a)	0,5	1,0
Cloruro (Cl ⁻)	100,0	250,0
Dureza Total (CaCO ₃)	100,0	500,0
Sulfato (SO ⁻⁻)	100,0	250,0
Aluminio (Al)	0,050	0,100
Calcio (Ca)	75,0	150,0
Cinc (Zn)	3,0	70,0
Cobre (Cu)	0,050	1,500
x Magnesio (Mg)	50,0	100,0
Manganeso total (Mn)	0,1	0,4
Hierro total (Fe) (b)	0,3	-----
a) El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social será el ente encargado de indicar los límites mínimos y máximos de cloro residual libre según sea necesario o en caso de emergencia.		
b) No se incluye el LMP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al LMA.		

Fuente: COGUANOR TG 29001, 2013

Tabla 6. Relación de las sustancias inorgánicas cuya presencia en el agua es significativa para la salud

Substancia	LMP (mg/L)
Arsénico (As)	0,010
Bario (Ba)	0,70
Boro (B)	0,30
Cadmio (Cd)	0,003
Cianuro (CN ⁻)	0,070
Cromo total (Cr)	0,050
Fluoruro (F ⁻)	1,50
Mercurio total (Hg)	0,001
Plomo (Pb)	0,010
Selenio (Se)	0,010
Nitrato (NO ⁻³)	50,0
Nitrito (NO ⁻²)	3,0

Fuente: COGUANOR TG 29001, 2013

Tabla 7. Sustancias plaguicidas cuya presencia en el agua es significativa para la salud

- (a) Aunque algunas de estas sustancias ya no son permitidas se asignan los valores límite, debido a su persistencia ambiental.

Grupo	LMP (µg/L)
Compuestos organoclorados^(a)	
Aldrín y Dieldrín	0,03
Clordano	0,20
Clorotolurón	30,0
DDT y sus metabolitos	1,00
Endrín	0,60
Lindano	2,00

Metoxicloro	20,0
Pentaclorofenol	9,00
<u>Acidos fenoxi</u>	
2,4-D	30,0
2,4-DB	90,0
2,4,5-T	9,00
Mecoprop	10,0
Dicloroprop	100,0
MCPA	2,00
<u>Fumigantes</u>	
1,2-Dicloropropano	40,0
1,3-Dicloropropeno	20,0
DBCP (1,2-Dibromo-3-cloropropano)	1,00
<u>Triazinas</u>	
Atrazina	2,00
Simazina	2,00
<u>Acetanilidas</u>	
Alacloro	20,0
Metolacloro	10,0
<u>Carbamatos</u>	
Aldicarb y sus metabolitos	10,0
Carbofurán	7,00
Isoproturón	9,00
Molinato	6,00
Pendimetalina	20,0
<u>Amidas</u>	
Di (etil-hexil) ftalato	8,00
Trifluralín	20,0
<u>Organofosforados</u>	
Carbofurán	7,00
Clorpirifós	30,0
Dimetoato	6,00

Fuente: COGUANOR TG 29001, 2013

Tabla 8. Sustancias orgánicas cuya presencia en el agua es significativa para la salud

Compuesto	LMP (µg/L)
Acido edético (EDTA) ⁽⁴⁾	600,0
Acido nitrilo triacético	200,0
Benceno	10,0 ⁽¹⁾
Cloruro de vinilo	0,3, ⁽¹⁾
o-diclorobenceno	1000,0 ⁽²⁾
p-diclorobenceno	300,0 ⁽²⁾
1,2-dicloroetano	30,0 ⁽¹⁾
1,1-dicloroetano	30,0
1,2-dicloroetano	50,0
cis-1,2-dicloroetileno	50,0
trans-1,2-dicloroetileno	50,0
Diclorometano	20,0
1,2-dicloropropano	40,0 ⁽³⁾
Di(2-etilhexil)ftalato	8,0
1,4-dioxano	50,0 ⁽¹⁾
Estireno	20,0 ⁽²⁾
Etilbenceno	300,0 ⁽²⁾
Hexaclorobutadieno Pentaclorofenol	0,6 9,0 (1) (3)
Tetracloruro de carbono	4,0
Tetracloroetano	40,0
Tolueno	700,0 ⁽²⁾
Tricloroetano	20,0 ⁽³⁾
Xileno	500,0 ⁽²⁾

Fuente: COGUANOR TG 29001, 2013

(1) El valor de referencia de las sustancias que se consideran cancerígenas es la concentración en el agua asociada con un límite de riesgo adicional de cáncer durante toda la vida de 10^{-5} (un caso adicional de cáncer por cada 100,000 personas que ingieren agua de bebida con una concentración de la sustancia igual al valor de referencia durante 70 años). Las concentraciones asociadas con

límites superiores estimados de riesgo adicional de cáncer de 10^{-4} y 10^{-6} pueden calcularse al multiplicar y dividir, respectivamente, el valor de referencia por 10.

Concentraciones de la sustancia iguales o superiores al valor de referencia basado en criterios de salud pueden afectar la apariencia, gusto u olor del agua, y se da lugar a reclamos por parte de los consumidores. Fuente: (COGUANOR TG 29001, 2013)

- (2) Valor de referencia provisional, dado que hay evidencia de que la sustancia es peligrosa, pero existe escasa información disponible relativa a sus efectos sobre la salud.
- (3) Aplica al ácido libre.

Características microbiológicas

Límites

Tabla 9. Valores guía para verificación de la calidad microbiológica del agua

Microorganismos	Límite Máximo Permisible
Agua para consumo directo Coliformes totales y <i>E. coli</i>	No deben ser detectables en 100mL de agua
Agua tratada que entra al sistema de distribución Coliformes totales y <i>E. coli</i>	No deben ser detectables en 100mL de agua
Agua tratada en el sistema de distribución Coliformes totales y <i>E. coli</i>	No deben ser detectables en 100mL de agua

Fuente: COGUANOR TG 29001, 2013

Aspectos radiológicos

Tabla 10. Valores guía para los aspectos radiológicos en agua

Características	Valor Máximo Aceptable	Observaciones
	0,10 Bq/L ⁽¹⁾	Si se sobrepasa el valor límite, es necesario un análisis más detallado de los radionúclidos
Radioactividad beta total	1,0 Bq/L	

Fuente: COGUANOR TG 29001, 2013

⁽¹⁾ Bq es Bequerel que es la unidad radiométrica utilizada para medir la actividad de una fuente. Se simboliza por Bq y es equivalente a 1 desintegración/segundo.

Tabla 11. Radionúclidos indicadores de radiación y sus valores guía en agua

Radiación	Indicador	Límites
Alfa artificial	Americio 241	0,1 Bequerel/L
Beta artificial	Estroncio 90	1,0 Bequerel/L
Gamma artificial	Cesio 137	No definido

Fuente: (COGUANOR TG 29001, 2013)

II.34.5.3 Métodos de análisis

Las determinaciones de las especificaciones y características fisicoquímicas, microbiológicas y aspectos radiológicos del agua, indicadas en la presente norma, se deben realizar de acuerdo con las normas COGUANOR correspondientes. Mientras las normas COGUANOR no estén actualizadas, se podrán emplear los métodos establecidos en el capítulo 3 de esta norma. (COGUANOR TG 29001, 2013)

II.34.5.4 Muestreo

El muestreo para el análisis fisicoquímico, microbiológico y los aspectos radiológicos del agua, indicado en la presente norma, y los criterios de aceptación o rechazo, se deben realizar de acuerdo con las normas COGUANOR correspondientes. Mientras las normas COGUANOR no estén actualizadas, se podrán emplear los métodos establecidos en el capítulo 3 de esta norma. (COGUANOR TG 29001, 2013)

NOTA: Para evaluar las características del agua, las muestras también pueden ser tomadas directamente de las fuentes naturales (pozos, nacimientos, ríos, entre otras). (COGUANOR TG 29001, 2013)

II.34.5.5 Correspondencia

Para la elaboración de la presente norma se han tomado en cuenta los siguientes documentos. (COGUANOR TG 29001, 2013)

- a) Norma COGUANOR NGO 29 001:2010. Agua para consumo humano (*agua potable*). Especificaciones. (COGUANOR TG 29001, 2013)

- b) Guías para elaborar normas de calidad del agua de bebida en los países en desarrollo. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, División de Salud y Ambiente (CEPIS). Organización Panamericana de la Salud (OPS), Oficina Sanitaria Panamericana Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Lima 2002. (COGUANOR TG 29001, 2013)

II.35 Normas INFOM sobre alcantarillados sanitarios

II.35.1 Tipo de Sistema a utilizar

En general y excepto razones especiales, en poblaciones que no cuenten con ningún sistema anterior al que se ira á diseñar, se proyectarán sistemas de alcantarillado sanitario del cual están excluidos los caudales de agua de lluvia provenientes de calles, techos y otras superficies. (Duarte F., 2008)

En aquellas poblaciones o zonas de las mismas, que exista un sistema combinado en donde las viviendas existentes tengan una salida única para las aguas servidas y las de lluvia, se hará un estudio de la posibilidad de modificarlo para un sistema separativo. En caso de no ser factible, se estudiará la conveniencia de hacer un sistema sanitario nuevo de la zona. (Duarte F., 2008)

Si el uso del sistema combinado sea indispensable, se diseñarán si fuera posible, las obras accesorias que permitan desviar los excesos al curso de agua más cercano durante los períodos de lluvia. (Duarte F., 2008)

Los sistemas se diseñarán como sistemas por gravedad, con conductos que funcionan como canales parcialmente llenos. Sin embargo en los casos en que sea indispensable que el sistema tenga en parte un sistema de bombeo se diseñarán los colectores como sistemas por gravedad con conductos parcialmente llenos hasta la fosa de succión del equipo de bombeo. La línea de descarga del equipo de bombeo se diseñará como conducto a presión. (Duarte F., 2008)

Periodo de Diseño

Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente su

función durante el período de 30 a 40 años a partir de la fecha en que se desarrolle el diseño. (Duarte F., 2008)

Estimación de la Población Tributaria.

En sistemas sanitarios combinados, la población que tributarán caudales en el sistema al final del período de diseño, será estimada y se utilizaran alguno de los siguientes métodos: (Duarte F., 2008)

- a) Incremento geométrico.
- b) Incremento aritmético. -
- c) Incremento o porcentaje decreciente.
- d) Proyección gráfica " a ojo". (Duarte F., 2008)

Para hacer la selección de método a utilizar, el ingeniero (Duarte F., 2008)

En la descripción del proyecto deben indicarse suficientes razones que justifiquen la adopción del método seleccionado para estimar la población del diseño. (Duarte F., 2008)

Las fuentes de información serán los censos de población realizados por la Dirección General de Estadística; sin embargo, el ingeniero reforzará sus estimaciones al relacionar el número de habitantes con actividades de las cuales exista información, tales como población escolar, censos de viviendas, estadísticas de consumo, encuestas sanitarias, etc. Se deberá determinar la cobertura del área que se haya utilizado en los censos, comparándolo con el dato que proporcione el censo actual. (Duarte F., 2008)

Estimación de las Áreas Tributarias

Las áreas tributarias al sistema de alcantarillado serán estimadas de acuerdo con lo siguiente: (Duarte F., 2008)

La localidad estudiada, será considerada como área Total, que incluyen las áreas adyacentes y que sean tributarias al sistema por razones topográficas, demográficas y urbanísticas. (Duarte F., 2008)

Deben tenerse en cuenta para el diseño, al fijar la capacidad y profundidad de los colectores, áreas de futura expansión que puedan llegar a ser tributarias al sistema. (Duarte F., 2008)

Puntos de Descarga

En la selección de los puntos de descarga se tomará en cuenta, que, con dichas obras, no debe ocasionarse problemas de carácter sanitario a las localidades situadas aguas abajo, deben protegerse los usos presentes y futuros del cuerpo receptor por lo que todas (Duarte F., 2008)

Las descargas deberán tener tratamiento como se especifica adelante. Excepto, para condiciones que no lo permitan, se deberá escoger un solo punto donde existan condiciones para la construcción de una planta de tratamiento. En el proyecto debe indicarse lo siguiente con relación a la descarga: (Duarte F., 2008)

a) Nombre y descripción del elemento, la corriente o cuerpo de agua que recibirá la descarga. (Duarte F., 2008)

- b) Descripción de sus condiciones, usos actuales y que se puede esperar para un futuro. (Duarte F., 2008)
- c) Caudales, niveles mínimos y de crecida máxima en los casos de cuerpos de agua. (Duarte F., 2008)
- d) En caso de existir otras posibles alternativas para la descarga, hacer una justificación de la solución adoptada. (Duarte F., 2008)

Determinación del Caudal de Aguas Servidas

En sistemas sanitarios el caudal de diseño será determinado de acuerdo con lo siguiente: (Duarte F., 2008)

La población tributaria será calculada según el número de habitantes al final del período de diseño. (Duarte F., 2008)

Caudal Medio Diario: El caudal medio diario se calculará con una contribución mínima de 200 litros diarios por habitante y se debe tomar en cuenta la población de diseño. En cada caso se harán consideraciones con el fin de establecer si es necesaria la adopción de un caudal mayor que el arriba anotado por existir industrias o en previsión de desarrollos industriales, recreativos u otros. (Duarte F., 2008)

Caudal de Hora Máximo: es el caudal de agua potable estimado para la hora de máximo consumo. Si no existen registros que indiquen un valor más alto, se considerará que es el caudal medio multiplicado por 2.5. (Duarte F., 2008)

Caudal Máximo de origen doméstico: será calculado para cada tramo en base al número de conexiones futuras que contribuyan al tramo, el que expresado en litros por segundo será: (Duarte F., 2008)

a) Para tramos que tengan una contribución de menos de 100 conexiones futuras, se determinará según la fórmula: (Duarte F., 2008)

$$q = 0.45 * (n - 1)^{0.5}$$

Donde: q = Caudal máximo.

n = Número de conexiones.

b) Para tramos que tengan contribución de 100 a 1000 conexiones futuras, se determinará según la fórmula: (Duarte F., 2008)

$$q = 75\% \text{ del Caudal medio} * [(18 + p^{0.5}) / (4 + p^{0.5})]$$

Donde: q = Caudal máximo

p = población tributaria en miles de habitantes.

Expresado en función de las conexiones (n) es:

$$q = 0.75 * n * 6 * 200 / 86400 * [(18 + p^{0.5}) / (4 + p^{0.5})]$$

o bien

$$q = 0.75 * n * 6 * 200 / 86400 * [(18 + (n * 0.006)^{0.5}) / (4 + (n * 0.006)^{0.5})]$$

c) Para tramos que tengan contribución de más de 1,000 conexiones se usará el caudal de hora máxima. (Duarte F., 2008)

$$q = n * 6920092.5 / 86400$$

Se usará la relación de 6 habitantes por conexión para determinar el número de conexiones si solo se tiene la población. Para el caso de instituciones como centros

educativos, hospitales, cuarteles etc, se hará una correlación de población con conexiones. Para áreas de desarrollo futuro se estimará la población en función de la densidad que se observe en la población actual, o se podrá estimar entre 20 a 40 conexiones por hectárea en bruto. (Duarte F., 2008)

Infiltración

Para la estimación del caudal de infiltración que entra a las alcantarillas, se tomará en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de las tuberías y el tipo de tubería. Los caudales por cada kilómetro de tubería que contribuya al tramo se estimarán, al calcular los tubos centrales y los de conexión domiciliar así, en litros por segundo: (Duarte F., 2008)

a) Para tuberías que quedarán sobre el nivel freático

a.1) Tuberías de cemento: $q_i = 0.025 * \text{diámetro en pulgadas}$

a.2) Tuberías de PVC: $q_i = 0.01 * \text{diámetro en pulgadas}$

b) Para tuberías que quedarán bajo el nivel freático

a.1) Tuberías de cemento: $q_i = 0.15 * \text{diámetro en pulgadas}$

a.2) Tuberías de PVC: $q_i = 0.02 * \text{diámetro en pulgadas}$

(Duarte F., 2008)

Caudal de Diseño

El caudal con que se diseñará cada tramo del sistema sanitario será la suma de:

(Duarte F., 2008)

a) Caudal máximo de origen doméstico;

b) caudal de infiltración;

c) caudal ilegal por aguas de lluvia que se conecten en patios o bajadas de techos por error; por este concepto se agregará un 10 por ciento del caudal doméstico. Sin embargo, en áreas donde no hay drenaje pluvial podrá usarse un valor más alto. (Duarte F., 2008)

Diseño de Secciones y Pendientes

Cálculo Hidráulico.

En general, se usará en el diseño, secciones circulares que funcionan como canales a sección parcialmente llena. El máximo que se permite lleno para diseño es un 74% del diámetro del tubo. (Duarte F., 2008)

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se aplicará la fórmula de Manning en sistema métrico para secciones circulares así: (Duarte F., 2008)

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

En el cual:

V = Velocidad del flujo a sección llena (m/seg.) D = Diámetro de la sección circular (pulgadas) S = Pendiente de la gradiente hidráulica (m/m) n= coeficiente de rugosidad de Manning. (Duarte F., 2008)

n = 0.014 para tubos de concreto

n = 0.010 para tubos de PVC.

Con los gráficos de relaciones de sección parcial o de preferencia por métodos analíticos se calcularán las condiciones hidráulicas de los tubos parcialmente llenos.

(Duarte F., 2008)

Cada tramo se calculará con el caudal que tenga en su extremo más bajo. (Duarte F., 2008)

Sifones: Solo se permitirá el empleo de sifones si es imposible la colocación de tubos con la pendiente y altura necesarias como canal parcialmente lleno. Se deberá diseñar para obtener una velocidad mayor que para canal, de preferencia alrededor de 1 m/s aunque se usen diámetros menores. (Duarte F., 2008)

Para el empleo de sifones será necesario planear registros en sus dos extremos y emplear curvas de radio largo en los cambios de dirección vertical, a fin de que se pueda emplear limpiadores mecánicos o hidráulicos. (Duarte F., 2008)

Diámetros Mínimos

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 8" para tubos de concreto o de 6" para tubos de PVC. (Duarte F., 2008)

En las conexiones domiciliarias, el diámetro mínimo será de 6" en concreto y de 4" en PVC, y en este último caso un reductor de 4"x3" como protección de obstrucciones, a la entrada de la conexión, en la candela de registro domiciliario, la cual será un diámetro mínimo de 12". (Duarte F., 2008)

En los conductos a presión de los sistemas de bombeo se utilizará el diámetro que sea adecuado para tener velocidades dentro de los límites aceptables, aunque se use diámetros menores que los indicados arriba. (Duarte F., 2008)

Velocidades máximas y mínimas

La velocidad máxima con el caudal de diseño será de 2.50 m/seg.

La velocidad mínima con el caudal de diseño será de 0.60 m/seg. (Duarte F., 2008)

Profundidad de las Tuberías

La profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1.00 metro. (Duarte F., 2008)

Si la altura de coronamiento de la tubería principal resulte a una profundidad mayor de 3.00 metros bajo la superficie del terreno, se diseñará una tubería auxiliar, sobre la principal para las conexiones domiciliarias del tramo correspondiente. (Duarte F., 2008)

Obras Accesorias

Pozos de Visita

Se diseñarán pozos de visita para localizarlos en los siguientes casos: (Duarte F., 2008)

- a) En cambios de diámetro.
- b) En cambios de pendiente.
- c) En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24".
- d) En las intersecciones de tuberías colectoras.
- e) En los extremos superiores ramales iniciales.
- f) A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24".

g) A distancias no mayores de 300 m en diámetros superiores a 24". (Duarte F., 2008)

La diferencia entre las cotas invert de la tubería que entra y la cota invert de la tubería, que sale de un pozo de visita será como mínimo la carga de velocidad en el tubo de salida ($h_v = V^2 / (2g)$). Se exceptúa el caso si el tubo de entrada y el de salida son del mismo diámetro y están en línea recta, en cuyo caso las tuberías se instalan según la pendiente. (Duarte F., 2008)

Los fondos de los pozos deberán tener canales para dirigir los caudales hacia el tubo de salida. (Duarte F., 2008)

Sistemas de drenajes de tormenta

Un sistema de drenajes de tormenta es aquel que está de acuerdo con la sección 1.1 y en cual no pueden correr bajo ningún concepto las aguas definidas en las secciones siguientes. (Duarte F., 2008)

Determinación de Caudal

La determinación del caudal se efectuará por el método racional:

$$Q = \frac{CIA}{360} \quad \left(\frac{lbs}{seg} \right)$$

Donde:

Q= Es el caudal en metros cúbicos por segundo

C= Es la relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área

I= Es la intensidad de lluvia en milímetros por hora A= Es el área a drenar en hectáreas

(Duarte F., 2008)

Intensidad de Lluvia

Se determinará de acuerdo con las fórmulas para la Ciudad de Guatemala en la forma siguiente:

Zona Atlántica, para tuberías menores de 1.50 mts, de diámetro. (Fórmula para 20 Años)

$$I = \frac{4604.5}{t + 24.2}$$

Zona Atlántica, para tuberías menores de 1.50 mts, de diámetro. (Fórmula para 10 Años) (Duarte F., 2008)

$$I = \frac{4203.65}{t + 23.2}$$

Zona Pacífica, para tuberías menores de 1.50 mts, de diámetro.
(Fórmula para 20 Años) (Duarte F., 2008)

$$I = \frac{6889.1}{t + 39.5}$$

Zona Pacífica, para tuberías menores de 1.50 mts, de diámetro. (Fórmula para 10 Años) (Duarte F., 2008)

$$I = \frac{5915.7}{t + 35.8}$$

Donde t es el tiempo de concentración en minutos, y será determinado de la forma siguiente: (Duarte F., 2008)

Entre tramos consecutivos de acuerdo con la fórmula:

$$t_2 = t_1 + \frac{L}{60V_1}$$

Donde

t_1 = es el tiempo de concentración en el tramo anterior (minutos)

L es La longitud del tramo anterior en metros

V_1 es la velocidad a sección llena en el tramo anterior (m/s)

Coefficiente de Escorrentía:

Se determinará de acuerdo con las curvas de escorrentía.

El porcentaje de impermeabilidad se determinará de acuerdo con la siguiente formula (Duarte F., 2008)

$$C = \frac{c.a.}{a}$$

Donde

$c.a.$ es: la suma de los productos de las áreas parciales multiplicado por su correspondiente valor de impermeabilidad relativa. (Duarte F., 2008)

a es: La suma de las área parciales.

Para el propósito de determinar el porcentaje de impermeabilidad, se dividirán las zonas a drenar en diferentes distritos, en los que cada uno de ellos tenga aproximadamente la misma densidad de área construida, calles pavimentadas, parques, jardines, etc. (Duarte F., 2008)

Área a drenar se determinará al sumar el área de los lotes que son tributarios al ramal en estudio. (Duarte F., 2008)

Ramales Principales

Diseño de secciones y pendientes: se efectuará con el uso de las fórmulas siguientes: (Duarte F., 2008)

$$Q = V \cdot A$$

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

Donde:

Q: Es el gasto en metros cúbicos por segundo

A: Es el área de la sección de la corriente en metros cuadrados V: Es la velocidad en metros por segundo

R: Es el radio hidráulico en metros

S: es el coeficiente de rugosidad

La velocidad a sección llena no podrá ser menor de 0.75 mts/seg, ni mayor de 3 mts/seg (Duarte F., 2008)

No se harán cambios de pendientes ni de dirección entre pozos de visita en tuberías menores de 1.00 mt de diámetro. (Duarte F., 2008)

En las intersecciones de tuberías, la cota de la corona de los tubos entrantes deberá ser mayor o igual a la de la corona del tubo saliente y éste no será nunca de un diámetro menor al de aquellos. (Duarte F., 2008)

Ramales Secundarios

La tubería será de un diámetro mínimo de 0.20 mts. (8") y no podrá tener una pendiente menor del 2% ni mayor del 6% - el eje de esta tubería formará con el eje de la principal un ángulo no menor de 30° ni mayor de 5° y se situará de manera tal que el sentido de las corrientes sea el mismo. (Duarte F., 2008)

La profundidad de la tubería en la caja de conexión domiciliar será tal que permita que el punto más alejado del lote tributario a ella, pueda ser drenado por medio de una tubería que parte de dicho punto, tenga una pendiente mínima del 2%. (Duarte F., 2008)

La conexión con el ramal principal se hará directamente y en la parte superior de él y de acuerdo con los modelos del apéndice. La caja de conexión con el drenaje domiciliario estará formada por un tramo de tubería de 0-40 mts. de diámetro (16"), colocado verticalmente y de acuerdo con los modelos del apéndice. (Duarte F., 2008)

*Qinfiltración = 0.10 Its/seg/ha

*Qconexiones y. = 100 Its/hab/día

En cada lote se deberá dejar construido por lo menos un ramal secundario, el cual podrá ser usado únicamente por dicho lote: en aquellos lotes grandes susceptibles de ser fraccionado^ en varios de menor tamaño se deberá dejar un ramal secundario cada 10 mts. (Duarte F., 2008)

II.36 Legislación nacional relacionada al tema

Contexto geográfico y demográfico

La extensión territorial de Guatemala alcanza los 108,889 km², con una gran variedad

en sus relieves. A excepción del área de la costa sur y las tierras del norte en el departamento de Petén, el país es montañoso y tiene elevaciones entre cero y 4,220 metros sobre el nivel del mar. Esta variada topografía tiene una influencia significativa en la posibilidad de acceso al servicio de suministro de agua y saneamiento para consumo humano. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

Guatemala tiene una población proyectada de 15, 173,397 habitantes para el año 2012, con una densidad poblacional de 138 habitantes por km²; el 51.5% de la población vive en áreas rurales y el 48.5% en áreas urbanas. Del total de la población el 40% es indígena, la cual, en su mayoría, habita en la región noroccidental del país, en donde coexisten los mayores índices de pobreza y ruralidad. El 54% de la población vive en condiciones de pobreza y el 13% en pobreza extrema. La tasa anual de crecimiento de la población es 2.69%, lo que implica que, de continuar dicha tendencia, en el año 2022 el país contará con cerca de 20 millones de personas. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

La relación de los servicios de agua potable y saneamiento con la salud, la nutrición, la educación, la pobreza y género.

En Guatemala los problemas de enfermedades por contaminación hídrica, saneamiento inadecuado y malas prácticas higiénicas en el país aún persisten. El impacto de la falta servicios de agua potable y saneamiento recae, principalmente, sobre los sectores con mayor pobreza y hace un vínculo entre la falta de dichos servicios y las dimensiones de la pobreza, salud, educación, género e inclusión social, el ingreso y el consumo. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

La relación de los servicios de agua potable y saneamiento con la salud

“La disponibilidad de acceso y calidad de los servicios de agua y saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública, lo que significa que en cuanto se pueda garantizar el acceso al agua segura y a instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de sus condiciones de vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades”. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

En el año 2010 se registran tasas de mortalidad infantil, de mortalidad general y razón de mortalidad materna de 30, 3.0 y 140, respectivamente⁴. En menores de 5 años, entre las principales causas de mortalidad están las enfermedades infecciosas y parasitarias (66 por cada 100,000) y las afecciones originadas en el periodo perinatal (37 por cada 100,000). Los departamentos que presentan las tasas más altas de mortalidad en menores de 5 años son Totonicapán, San Marcos, Chiquimula y Jalapa, Chimaltenango, Huehuetenango, Baja Verapaz y Alta Verapaz, cuyos valores están entre 92 y 207 por cada 100,000. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

Datos del Sistema de Información Gerencial en Salud (SIGSA), indican que durante el año 2011, los eventos que ocupan el mayor número de primeras consultas por morbilidad (4,490,279 consultas) a los servicios de salud en todos los grupos de edad son las infecciones respiratorias agudas con el 48%, seguidos de parasitosis intestinal con un 10%, gastritis con 9%, infecciones de las vías urinarias con un 7% y otras enfermedades diarreicas agudas con 6%, lo que representa el 80% del total de las consultas. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

En la mayoría de los casos estas enfermedades son prevenibles, a través de mejorar lo relacionado con la higiene, el hacinamiento, el agua limpia y segura y los servicios de

saneamiento, entre otros. Del total de primeras consultas realizadas, el 61% pertenece a mujeres. Los departamentos que más casos reportan de morbilidad son Huehuetenango, Escuintla y Guatemala. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

Los servicios de abastecimiento de agua, el saneamiento y la higiene contribuyen a la reducción en la frecuencia de la enfermedad diarreica, así: higiene 37%, saneamiento 32%, abastecimiento de agua 25%, calidad del agua 31% y otros factores múltiples 33%, de lo cual se infiere la importancia que para mejorar los niveles de salud tienen los servicios de agua y saneamiento. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

La relación de los servicios de agua potable y saneamiento con la seguridad alimentaria y nutricional

La escasez de agua y la pobre calidad de la misma, ocasiona serios riesgos en la seguridad alimentaria, en la salud humana y en el bienestar económico y social. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

En este sentido, además de la calidad sanitaria y cantidad de agua para beber, y de los servicios de saneamiento, es también importante la calidad y cantidad del agua que se utiliza para preparar los alimentos y, por supuesto, las prácticas higiénicas adecuadas para garantizar un buen aprovechamiento de los mismos. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

En Guatemala, más del 90% de las aguas superficiales está contaminada con heces fecales y otros desechos perjudiciales para la salud. La ingestión de agua contaminada tiene una alta incidencia en los casos de enfermedades diarreicas, lo que, a la vez,

tiene una gran influencia en la aparición de problemas de nutrición, especialmente en los niños menores de 5 años. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

La SESAN señala que “la inseguridad alimentaria y nutricional en la población se refleja en el bajo peso al nacer que afecta al 12% de los neonatos”. Y dicha problemática se manifiesta en la presencia de desnutrición crónica en menores de 5 años y añade que la incidencia de la situación se duplica en relación con la niñez indígena (69.5%), en comparación con la no indígena (35.7%); la media de desnutrición crónica en las áreas rurales es de 55.5%.”⁹. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

Por su lado, la ENSMI 2008-2009 señala que la desnutrición crónica en niños menores de 5 años, según referencia de la OMS, fue de 49.8%. Esta tasa es aún mayor en áreas de población indígena, principalmente en el occidente del país, en donde existen prevalencias superiores al 90%. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

Es importante señalar que en los departamentos en donde se tienen los principales problemas de coberturas de servicios de agua y saneamiento y los niveles de pobreza más altos (Alta Verapaz, Chimaltenango, Huehuetenango, Petén, Quiché y San Marcos), se manifiestan también los índices más altos de desnutrición. Esto significa que la falta de infraestructura y de servicios de agua potable y saneamiento básico, da como resultado condiciones sanitarias e higiénicas insuficientes. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

La relación de los servicios de agua potable y saneamiento con la educación y aspectos culturales

Según el objetivo 2, de los ODM, fomentar un ambiente escolar sano es fundamental para asegurar la mejora del acceso universal a la educación, la escolarización, la asistencia a clase, la permanencia y el rendimiento escolar. Para todo ello, el acceso al agua potable y al saneamiento es fundamental. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

Existen varias causas por las que niños y, especialmente, niñas, dejan de asistir a las escuelas; entre ellas hay tres relacionadas con el agua y el saneamiento: la primera, se deriva de la necesidad de provisión de agua para el hogar; la segunda, por problemas en la salud, principalmente, por enfermedades gastrointestinales y otras de origen hídrico y, la tercera, por la falta de sistemas de agua y saneamiento a nivel de las escuelas o lo inadecuado de los mismos. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

En Guatemala los indicadores de educación más bajos se manifiestan en el área rural. La tasa de deserción escolar intraanual¹¹ en el nivel primario es de 6.16% y en mujeres en el área rural alcanza un 6.95%. Entre los departamentos con mayor deserción a nivel primario están: El Quiché (15.73% total del país y el 16.09% corresponde a la mujer), El Petén (9.20% total del país y 9.40% corresponde a la mujer), Izabal (9.14% total del país y 9.31% corresponde a la mujer) y Alta Verapaz (7.62% total del país y 8.24% corresponde a la mujer). (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

Los departamentos indicados cuentan con la siguiente infraestructura de servicios de agua y saneamiento: El Quiché con 1.0 sanitario/establecimiento, 1.3 letrinas/establecimiento y 61.25% con fuente mejorada; El Petén con 0.40

sanitario/establecimiento y 36.15% con fuente mejorada; Izabal con 1.50 sanitario/establecimiento, 1.2 letrina/establecimiento y 65.28% con fuente mejorada y Alta Verapaz con 0.6 sanitario/establecimiento, 1.50 letrinas/establecimiento y 36.06% con fuente mejorada. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

De los datos indicados, puede observarse la correlación entre la deserción escolar a nivel primario y la ausencia de servicios de saneamiento, principalmente, en el área rural. En algunos casos, como Alta Verapaz, ello se agudiza por tener bajo acceso a fuentes mejoradas de agua. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

Otro aspecto importante para tomar en cuenta es lo relativo a la cosmovisión y aspectos culturales particulares de los diferentes sectores de la población, principalmente de las comunidades indígenas. De acuerdo a la información del Programa Conjunto del Gobierno de la República y el Sistema de Naciones Unidas, para el tema de Gobernabilidad del Agua, desde la perspectiva multicultural e intercultural en la gobernabilidad del agua, para la cosmovisión Maya y el pueblo Mam todo está íntimamente relacionado: humanidad, Madre Naturaleza y Universo. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

La Madre Naturaleza tiene vida y da vida a todos los elementos, razón por la cual su protección y conservación es crucial para el equilibrio y armonía. El agua es un elemento de la madre naturaleza que está íntimamente relacionado con el territorio y con las personas. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

La relación de los servicios de agua potable y saneamiento con la pobreza

El combate a la pobreza requiere de una serie de medidas y acciones, entre las cuales

la dotación de adecuados servicios de agua y de saneamiento es fundamental. La falta de servicios o el contar con servicios inadecuados de agua y saneamiento afectan negativamente la situación de salud y bienestar y, con ello, disminuye la potencialidad del trabajo y la posibilidad de asegurar ingresos familiares, así como de elevar el nivel de condiciones de vida. Las enfermedades relacionadas con agua y saneamiento se traducen en grandes erogaciones de los servicios de salud y limitan la asistencia de los niños a la escuela. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

Entre otros problemas derivados de la falta de servicios de agua y saneamiento a los sectores de población pobre, está el hecho de que éstos deben hacer sus propios arreglos para satisfacer sus necesidades básicas de sobrevivencia. Muchos acarrear agua desde lugares lejanos o se ven forzados a pagar precios muy altos a un vendedor de agua por cantidades muy pequeñas y de dudosa calidad. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

Según la ENCOVI 2011, el porcentaje de pobreza total en Guatemala, que se obtiene al sumar los índices de pobreza extrema y no extrema, es del 53.71% (pobreza extrema 13.33% y pobreza no extrema 40.38%), un 2.71% más respecto del índice de pobreza total del año 2006 (51%). (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

Los departamentos de la República de Guatemala con el índice de pobreza total más alto son Alta Verapaz (78.24%)¹⁴, Sololá (77.47%) y Totonicapán (73.29%), mientras que los Departamentos con el menor índice de pobreza total son Guatemala (18.64%)¹⁵, Escuintla (39.64%) y El Progreso (41.05%). (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

Es interesante observar como la cobertura de los servicios de agua para consumo humano y saneamiento es deficiente en los departamentos con altos índices de pobreza

y, por el contrario, dicha cobertura es mayor en los departamentos que cuentan con indicadores más altos. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

La relación de los servicios de agua potable y saneamiento con el género

La carencia de servicios sanitarios adecuados también conlleva a problemas de equidad de género. No sólo se encuentra que la tasa de deserción escolar es mayor en el caso de las niñas, sino que, en la mayoría de los casos, la mujer es la encargada y responsable de asegurar el abastecimiento de agua en el hogar. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

Según Foster y Araujo (2004), el 74% de las actividades de acarreo de agua en Guatemala son realizadas por mujeres y niñas. Además de las tareas de acarreo, la mujer suele ser la persona responsable del tratamiento del agua, de las labores de limpieza y aseo del hogar y del lavado de los alimentos, entre otras actividades vinculadas con el agua. Se estima que el tiempo promedio empleado en estas actividades es entre 5 y 6 horas por día. (RASGUA, 2007)

De esta forma, la mujer destina tiempo y esfuerzo a esta labor, lo que limita las posibilidades de inserción laboral en el mercado formal y, consecuentemente, representa un costo de oportunidad por los ingresos que deja de percibir por realizar estas tareas. (Ducci, 2007)

Asimismo, la presencia de los servicios de agua potable y saneamiento posibilita mayor privacidad y seguridad, lo que repercute, particularmente, en el bienestar de las mujeres, dado que se disminuyen así las probabilidades de violencia y acoso sexual (Bosch y otros, 1999)

Con relación a las cuestiones de género, otro aspecto a considerar consiste en el espacio de participación dado a la mujer en la toma de decisiones. En muchos casos, pese a que las mujeres son las responsables del uso del agua y tienen mejor conocimiento de la problemática, quedan relegadas en los procesos de decisión relativos a nuevos proyectos y otros aspectos. (Bosch y otros, 1999; DFID, 2001)

Situación de los servicios de agua para consumo humano y saneamiento

Según la ENCOVI 2011, la cobertura de los hogares con servicio de agua para consumo humano con chorro exclusivo y público era del 75.27%. De acuerdo con este dato se estima que 3.0 millones de personas, especialmente del área rural, no disponen de este servicio de manera adecuada. Los departamentos con menor cobertura Alta Verapaz, Retalhuleu, Escuintla, Suchitepéquez, Petén e Izabal. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

Al déficit de cobertura, entre otros, se suman la intermitencia de los servicios por red y la deficiencia en la calidad del agua. En el 2008 un estudio del BID estimó que en el país el 80% de los sistemas funcionan de forma intermitente, al proporcionar entre 6 y 12 horas de servicio por día. Se estima que sólo 15% del agua abastecida por los sistemas es desinfectada y que sólo el 25% de los municipios a nivel urbano cuenta con sistemas de desinfección. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

En relación al saneamiento, el uso doméstico del agua genera aproximadamente 668 millones de m³ de aguas residuales y se estima que únicamente el 10% de las aguas residuales recolectadas a través de las redes de alcantarillado es tratado. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

En relación a los servicios de saneamiento, según la ENCOVI 2011, la cobertura nacional de los sistemas por red de alcantarillado es del 38%. El resto de la población

cubre sus necesidades de saneamiento domiciliario a través de uso de letrina, pozo ciego (41% de los hogares), excusado lavable (7% de los hogares) e inodoro conectado a fosa séptica (6% de los hogares). Los departamentos con mayor número de hogares que utilizan letrina o pozo ciego se encuentran en el área rural de Alta Verapaz, Totonicapán, Petén, Quiché, San Marcos, Huehuetenango, Jalapa y Sololá, donde más del 60% de hogares utilizan este mecanismo para disponer las excretas. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

En cuanto a la recolección, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos, según la ENCOVI 2011, el 32% de los hogares en el país utiliza servicio municipal o privado para disponer de los desechos sólidos, el 44% de los hogares queman los desechos, el 19% los entierran, el 3% recicla o utiliza los desechos para abono, y el resto aplica otras acciones. El Perfil Ambiental de Guatemala 2008-2009 señala que en el país se producen alrededor de 1.5 millones de toneladas/año de desechos sólidos domiciliarios, de los cuales el 54% se generan en zonas urbanas y el 46% en el ámbito rural. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

Según el Primer Informe sobre Desechos Sólidos Domiciliarios²¹, el 88% de los basureros del país, no están autorizados y se pueden considerar clandestinos. El 12% de los basureros se definen como de origen municipal, porque cuentan con una autorización de la Municipalidad, pero no cuentan con Estudio de Impacto Ambiental. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

Las cifras y tendencias, basadas en el censo nacional del año 2002, así como en las ENCOVI 2006 y 2011, indican que todavía hace falta mucho por hacer para alcanzar la meta 10 de los ODM, que implica reducir a la mitad la población sin acceso a servicios adecuados de agua y saneamiento para el año 2015. Para el caso particular de Guatemala, representa incrementar la cobertura en agua al 81.5% y de saneamiento

al 66%, lo cual, según los informes de avance de los ODM que presenta SEGEPLAN, está lejos de alcanzarse. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

Dentro de los principales limitantes identificadas para lograr las metas propuestas están la ausencia de políticas, planes y programas nacionales, la débil institucionalidad y gobernabilidad del sector y la falta de recursos financieros que se requerían para lograrlo. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

Para el caso de agua se estimaron US\$ 1,602 millones, que representaba una inversión anual promedio de US\$ 123.3 millones y que, a una tasa de cambio de Q 7.6/1 \$, equivale a una inversión anual de cerca de Q 937 millones. Esto significa, aproximadamente, el 0.20% del PIB, lo que, en otras palabras, quiere decir duplicar los niveles observados en los últimos 5 años. Para lograr la meta de alcanzar una cobertura de 66% en saneamiento, el monto anual a invertir directamente deberá ser de aproximadamente Q 540.00 millones, es decir, el doble que lo requerido en un escenario pasivo. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. 1986)

III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Para la comprobación de la hipótesis la cual es “el incremento de enfermedades gastrointestinales en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa, en los últimos 5 años, por contaminación, es debido a la inexistencia de propuesta de sistema de drenaje comunitario, - se identificaron 2 poblaciones a encuestar; para lo cual se utilizó el método deductivo, de las cuales una población (jefes de hogar) se direccionó a obtener información sobre el efecto. Se trabajó la técnica de la muestra por medio de la población finita cualitativa, con el 90% del nivel de confianza y el 10% de error.

La segunda población de estudio (presidente COCODE, director DMP y miembros del concejo municipal) se direccionó a obtener información sobre la causa de la problemática. Se trabajó la técnica censal, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

Para responder efecto, se trabajó con 56 jefes de hogar; para responder causa, se identificaron a 12 miembros del concejo municipal.

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.

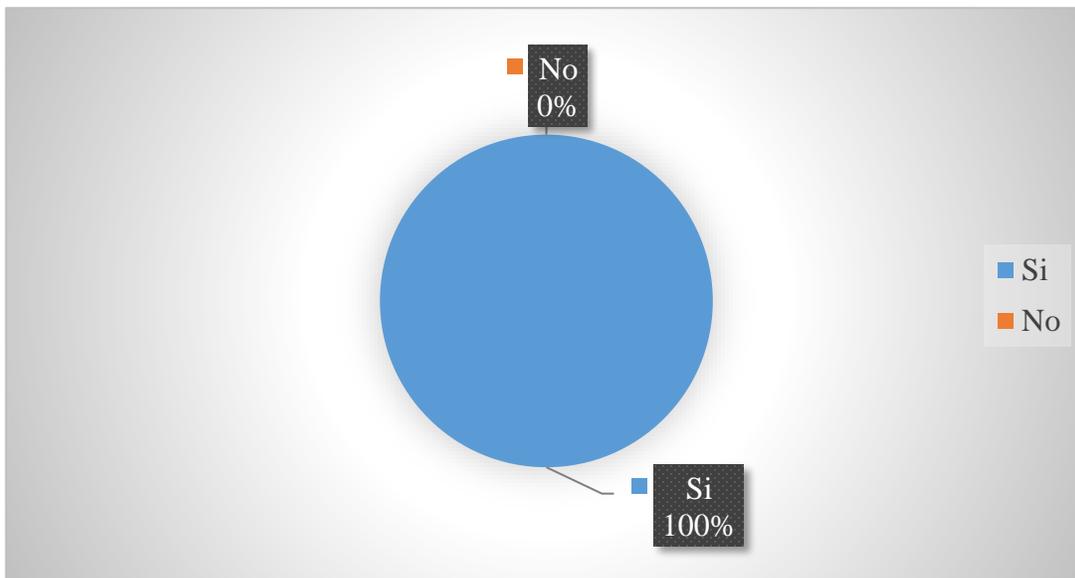
III.1 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente Y (efecto)

Cuadro 1: Incremento de enfermedades gastrointestinales en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa.

Respuesta	Valor absoluto	
Si	56	100
No	0	0
Totales	56	100

Fuente: Jefes de hogar encuestados, junio 2021

Gráfica 1: Incremento de enfermedades gastrointestinales en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa.



Fuente: Jefes de hogar encuestados, junio 2021

Análisis: El efecto se confirma mediante la opinión de la totalidad de los jefes de hogar indican que si ha existido un incremento de enfermedades gastrointestinales. Mientras que ningún jefe de hogar indica lo contrario

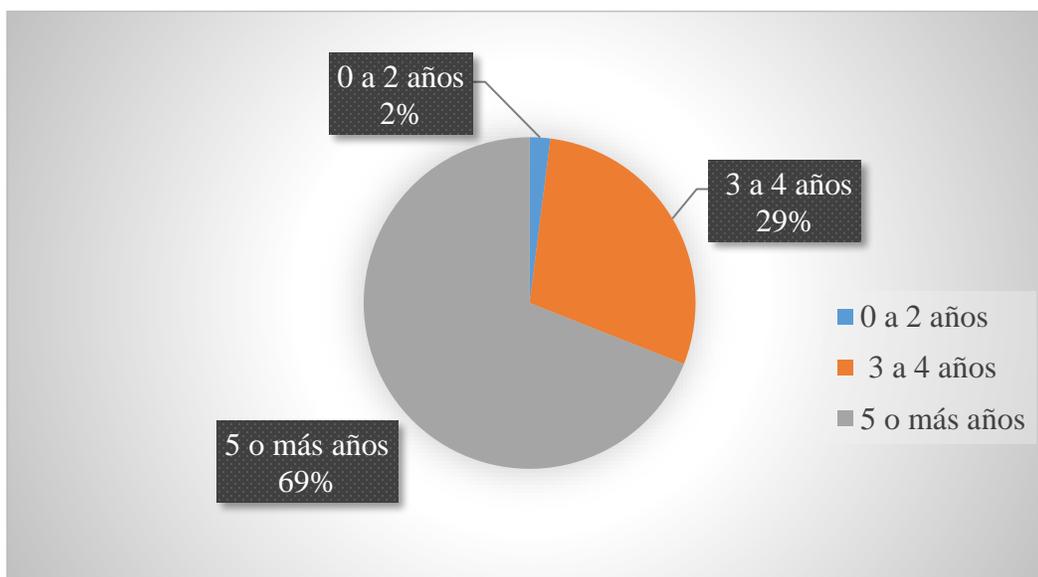
Cuadro 2: Tiempo de incremento de enfermedades gastrointestinales en aldea

La Aurora, Jalapa, Jalapa.

Respuesta	Valor relativo (%)	Valor absoluto
0 a 2 años	2.00%	1
3 a 4 años	29.00%	16
5 o más años	69.00%	39
TOTAL	100%	56

Gráfica 2: Tiempo de incremento de enfermedades gastrointestinales en aldea

La Aurora, Jalapa, Jalapa



Fuente: Jefes de hogar encuestados, junio 2021

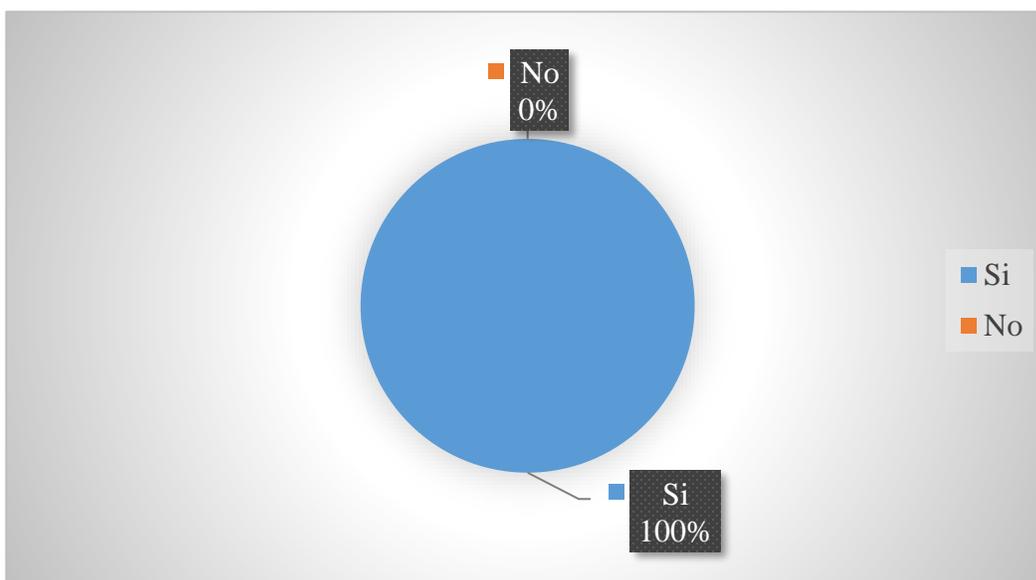
Análisis: El efecto se confirma ya que casi $\frac{3}{4}$ partes de la opinión de jefes de familia confirma que si existió un incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en los últimos cinco años.

Cuadro 3: Incremento de enfermedades gastrointestinales es provocada por contaminación de aguas negras a flor de tierra en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo %
Si	56	100
No	0	0
TOTAL	56	100

Fuente: Jefes de hogar encuestados, junio 2021

Gráfica 3: Incremento de enfermedades gastrointestinales es provocada por contaminación de aguas negras a flor de tierra en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa.



Fuente: Jefes de hogar encuestados, junio 2021

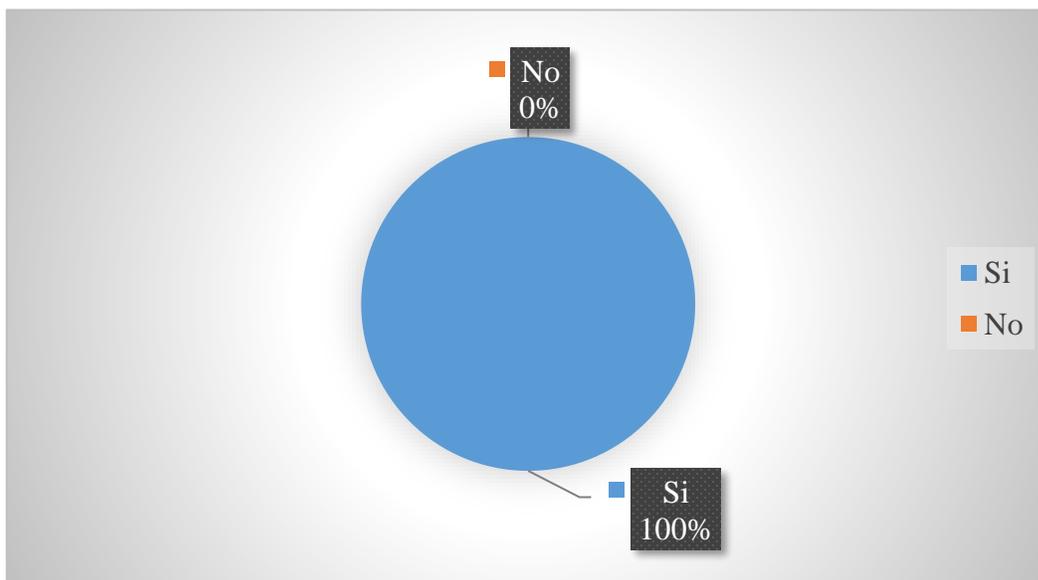
Análisis: El efecto se confirma mediante la opinión de la totalidad de los jefes de hogar al indicar que el incremento de enfermedades gastrointestinales es provocado por contaminación de aguas negras a flor de tierra.

Cuadro 4: Implementar una propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario, se ayudaría a reducir las enfermedades en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	56	100
No	0	0
Totales	56	100

Fuente: Jefes de hogar encuestados, junio 2021

Gráfica 4: Implementar una propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario, se ayudaría a reducir las enfermedades en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa.



Fuente: Jefes de hogar encuestados, junio 2021

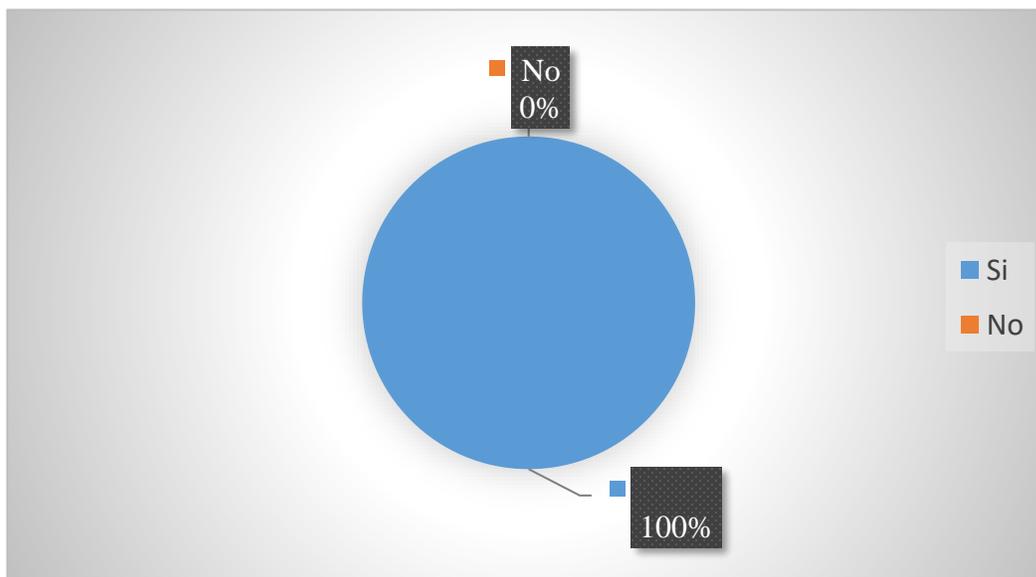
Análisis: El efecto se confirma mediante la opinión de la totalidad de los jefes de hogar al indicar que si es importante la implementación de un sistema de drenaje en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa.

Cuadro 5: Personas que le gustaría que su aldea cuente con un sistema de drenaje comunitario

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo %
Si	56	100
No	0	0
TOTAL	56	100

Fuente: Jefes de hogar encuestados, junio 2021

Gráfica 5: Personas que le gustaría que su aldea cuente con un sistema de drenaje comunitario



Fuente: Jefes de hogar encuestados, junio 2021

Análisis: El efecto se confirma mediante la opinión de la totalidad de los jefes de hogar al indicar que lógicamente si les gustaría que la aldea La Aurora contará con un sistema de drenaje comunitario.

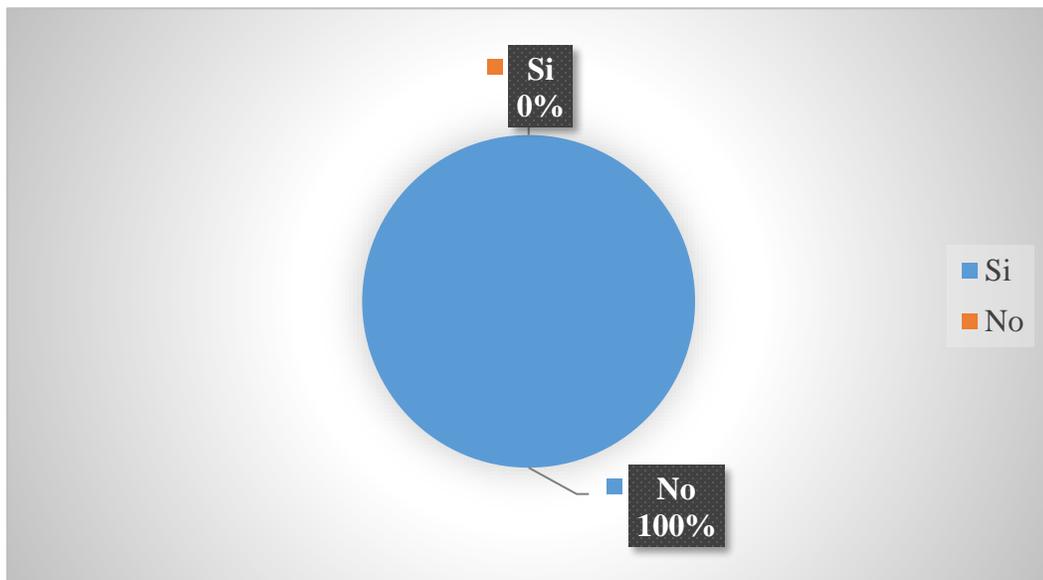
III.2 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente X (causa)

Cuadro 6: Conocen una propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo %
Si	0	0
No	12	100
TOTAL	12	100

Fuente: Técnicos de la –DMP-, autoridades locales COCODES, Concejo Municipal

Gráfica 6: Conocen una propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa



Fuente: Técnicos de la –DMP-, autoridades locales COCODES, Concejo Municipal

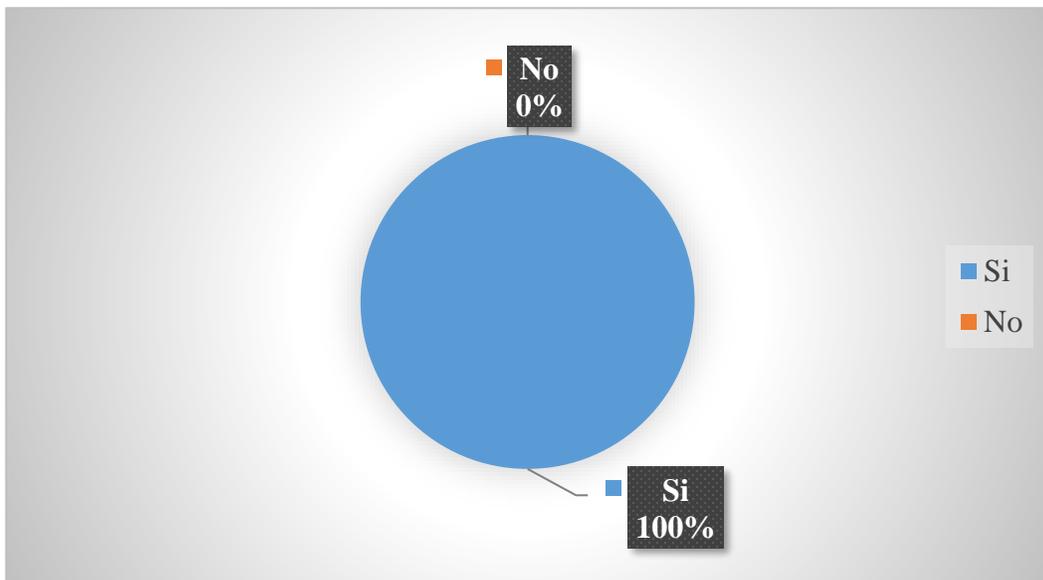
Análisis: La causa se confirma mediante la opinión de la totalidad de los encuestados, al indicar que no saben de una propuesta de sistema de drenaje comunitario en aldea La Aurora.

Cuadro 7: Necesidad de implementar una propuesta de sistema de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo %
Si	12	100
No	0	0
TOTAL	12	100

Fuente: Técnicos de la –DMP-, autoridades locales COCODES, Concejo Municipal

Gráfica 7: Necesidad de implementar una propuesta de sistema de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa.



Fuente: Técnicos de la –DMP-, autoridades locales COCODES, Concejo Municipal

Análisis: La causa se confirma mediante la opinión de la totalidad de los encuestados, al indicar que si cree que es necesario implementar una propuesta de

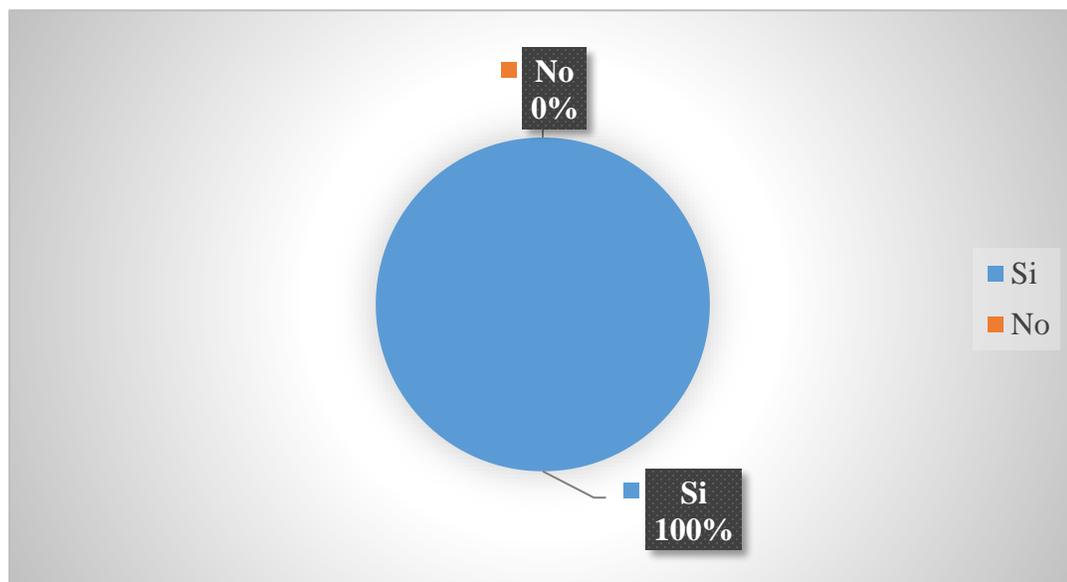
un sistema de drenaje comunitario en aldea La Aurora.

Cuadro No. 8: Personas que apoyan la implementación de una propuesta de sistema de diseño y code sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo %
Si	12	100
No	0	0
TOTAL	12	100

Fuente: Técnicos de la –DMP-, autoridades locales COCODES, Concejo Municipal

Gráfica No. 8: Personas que apoyan la implementación de una propuesta de sistema de diseño y code sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.



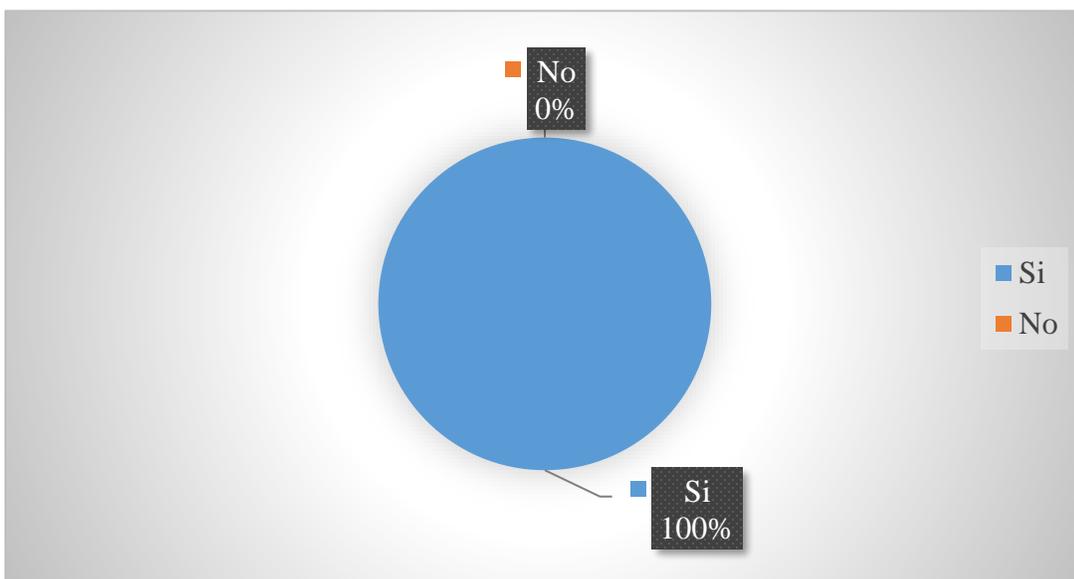
Fuente: Técnicos de la –DMP-, autoridades locales COCODES, Concejo Municipal

Análisis: La causa se confirma mediante la opinión de la totalidad de los encuestados, de apoyar la implementación de un sistema de drenaje comunitario en aldea La Aurora. de la totalidad de los encuestados.

Cuadro 9: La implementación de una propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario ayudaría a reducir las enfermedades en aldea La Aurora, Jalapá, Jalapa.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo %
Si	12	100
No	0	0
TOTAL	12	100

Fuente: Técnicos de la –DMP-, autoridades locales COCODES, Concejo Municipal



Fuente: Técnicos de la –DMP-, autoridades locales COCODES, Concejo Municipal

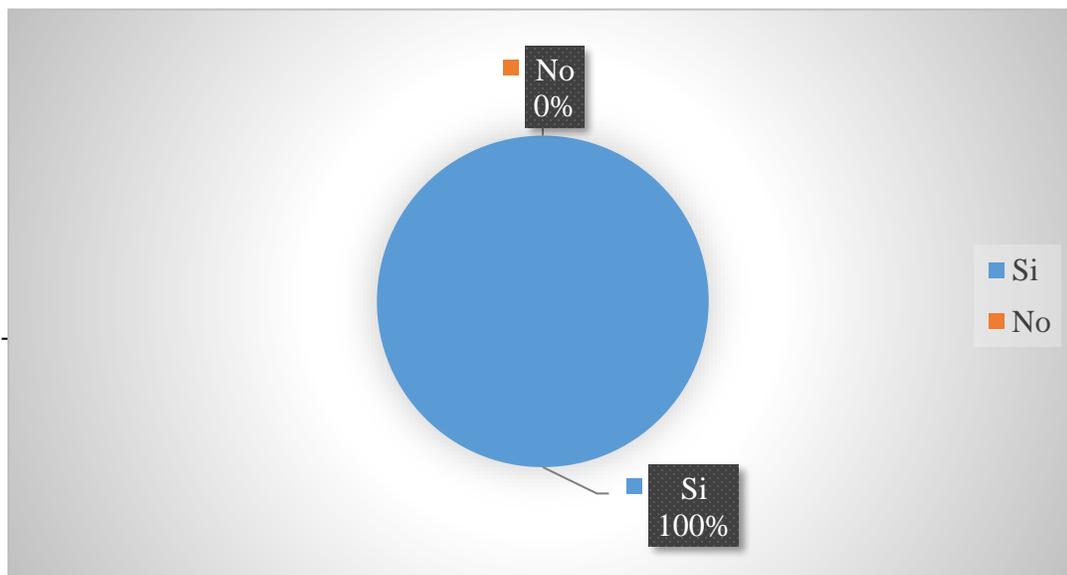
Análisis: La causa se confirma mediante la opinión de la totalidad de los encuestados, que consideran que la implementación de un sistema de drenaje comunitario en aldea La Aurora ayudaría a reducir las enfermedades gasreointestinales en la aldea.

Cuadro No. 10: Al realizar un sistema de drenaje comunitario se ayudará a reducir la contaminación al medio ambiente.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo %
Si	12	100
No	0	0
TOTAL	12	100

Fuente: Técnicos de la –DMP-, autoridades locales COCODES, Concejo Municipal.

Gráfica 10: Al realizar un sistema de drenaje comunitario se ayudará a reducir la contaminación al medio ambiente.



Fuente: Técnicos de la –DMP-, autoridades locales COCODES, Concejo Municipal

Análisis: La causa se confirma mediante la opinión de la totalidad de los encuestados, que consideran que al realizar un sistema de drenaje comunitario en aldea La Aurora, ello ayudaría a reducir la contaminación del medio ambiente.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV.1 Conclusiones

1. Se comprueba la hipótesis: El aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en aldea La Aurora, Jalapa, en los últimos cinco años por exposición de aguas residuales en el medio ambiente se debe a la falta de una propuesta para un sistema de drenaje comunitario. Con el nivel de confianza 90% y error de muestreo 10%.
2. En la aldea La Aurora no existe una propuesta de un sistema de drenaje sanitario, y este sería uno de los proyectos de importancia para la comunidad, aldea La Aurora.
3. Es de mucha importancia la implementación de un sistema de drenaje comunitario en la aldea para mejorar las condiciones de vida de la población.
4. Las aguas residuales si provocan enfermedades a la población, en especial a los niños en un mayor porcentaje, ya que ellos son muy vulnerables ante estas patologías.
5. Se evidencia que, durante los últimos cinco años, ningún proyecto se ha realizado en dicha aldea, el cuál pueda prevenir una buena evacuación de las aguas residuales que se generan día a día.
6. Las aguas residuales que generan en cada hogar en la población son expuestas al medio ambiente sin ningún tipo de tratamiento es por esto que ha existido el problema de las enfermedades.
7. Las aguas negras a flor de tierra son una fuente de contaminación en la aldea La Aurora, debido a que estas generan gérmenes, bacterias y microorganismos que producen enfermedades gastrointestinales.

8. La ausencia de una red de alcantarillado sanitario agudiza la problemática actual, pues la población incrementa y por lo consiguiente la cantidad de agua que se dispone inadecuadamente, puede producir otros efectos adversos.
9. Se evidencia la incidencia de padecimiento de enfermedades gastrointestinales por los habitantes del área en estudio, ligados a la ausencia de saneamiento ambiental.
10. En la aldea La Aurora, no se cuenta con red de drenaje sanitario para la recolección y conducción de las aguas residuales domesticas generadas, lo que obliga a los habitantes a descargar las aguas a flor de tierra.

IV.2 Recomendaciones.

1. Implementar la propuesta de un sistema de drenaje comunitario en aldea La Aurorá, Jalapa, Jalapa.
2. Gestionar y ejecutar por parte de la municipalidad de Jalapa el proyecto de propuesta de sistema de drenaje sanitario y que se dé prioridad a este proyecto para su respectivo proceso a manera que se realice, ya que es de mucho beneficio a la población de la aldea.
3. Implementar un programa de capacitación dirigido a los padres de familia sobre las aguas residuales y lograr así alejarlos de estas, para evitar las enfermedades gastrointestinales.
4. Priorizar este proyecto por parte de la alcaldía auxiliar ante instituciones gubernamentales y no gubernamentales que pueden contribuir para la construcción de este sistema de drenaje comunitario.
5. Desarrollar un plan de operación y mantenimiento de la red de drenaje sanitario a construir, con la finalidad de garantizar el óptimo funcionamiento de la obra y garantizar la vida útil.
6. Orientar a la autoridad local (COCODE), para que dentro de la priorización de solicitud de proyectos se contemple la ejecución del proyecto de sistema de alcantarillado sanitario en el área de influencia.
7. Tomar en cuenta por parte de la Dirección Municipal de Planificación este proyecto debido a que es la única solución para que sea conducidas las aguas residuales y en una sola turbería hasta el lugar en donde será tratada sin causar ningún daño al ser humano ni al medio ambiente.

8. Asignar los recursos financieros y presupuestarios para la construcción del sistema de drenaje comunitario.
9. Demostrar que con la implementación de una Propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa, se tiene interés en mejorar la calidad de vida de la comunidad de aldea La Aurora.
10. Planificar la introducción del sistema de alcantarillado sanitario para aldea La Aurora y de este modo terminar con la problemática de las enfermedades gastrointestinales que aquejan a la población.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Aguilar, P. (2007). Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1. Guatemala: USAC.
2. Norma Técnica Guatemalteca, COGUANOR NTG 29001, Primera Edición, Agua para consumo humano 2013
3. INFOM. (2001). Normas Generales para el Sistema de Alcantarillado. Guatemala.,
4. Cumpar Tó, L. (2019). Propuesclara La Laguna, Solola para la construcción de un sistema de drenaje en la aldea Paquip Centro, Santa Clara La Laguna, Solola Guatemala. Universidad Rural.
5. Pereira Mejia, A. (2019). Propuesta de de plan para el diseño, construcción de planta de tratamiento de aguas residuales en aldea Lo de Reyes, San Pedro Ayanmpuc, Guatemalaun, Guatemala: Universidad Rural.
5. Espigares, M., & Pérez, j. (1985). aguas residuales. composición. Granada: Universidad de Granada.
6. Martínez O. (2011). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio el centro y sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio la tejera, municipio de San Juan ermita, departamento de Chiquimula, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
7. INFOM-UNEPAR. (2011). Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano.

8. Ortiz Ramos , E. (2019). “Proyecto para el diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en barrio el centro, aldea Sspán, municipio de San José La Arada, Chiquimula.”
9. Archula, H. (2018). “Propuesta de diseño y planificación de red de alcantarillado sanitario en Colonia Empleado Municipal, municipio de Zacapa, Zacapa”
10. Pereira Mejía Álvaro (2019), “Propuesta de plan para el diseño, construcción de planta de tratamiento de aguas residuales en aldea Lo de Reyes, San Pedro Ayampuc, Guatemala”.
11. Galdámez D. (2005). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea sabana grande y diseño del puesto de salud de la aldea san miguel del municipio de Chiquimula. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
12. Gálvez H. (2004). Planificación y diseño de los sistemas de drenaje de la cabecera Municipal pasaco, Jutiapa, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala-
13. Bojórquez, L. C. (2016). Guía Técnica. *Curso de Topografía II*. Chiquimula, Guatemala: Centro Universitario de Oriente -CUNORI-.
14. Rodas, A. E. (2004). Estudio y diseño de la red de recolección de aguas residuales, del caserío Los Ángeles, del municipio de Champerico, departamento de Retalhuleu. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de Ingeniería, a nivel de licenciatura. México,
15. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Diseño de Redes de Distribución e Agua Potable, Comisión Nacional del Agua. México.

16. Morales, J. (2004), Estudio y diseño de la red de alcantarillado sanitario del cantón El Copado, municipio de Santo Domingo, departamento de Suchitepéquez
17. Organización Panamericana de la Salud (2005), Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado, Lima.
18. Pacajoj, S. (2005), Aplicaciones para alcantarillados del programa Autocad, desarrollo de urbanizaciones (Land Development R2)
19. Santos, Lisamaría. (2019). Guía para una mejor gestión ambiental en las municipalidades.
20. UNEPAR (2018). Jecuutoa dek Programa de acueductos rurales
21. Revista de aguas residuales (4 pasos para planificar un bypass), 2008
22. Congreso de la Republica de Guatemala Decreto Numero 68-86. (5 de Diciembre de 1986). Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. Guatemala.

ANEXOS

Anexo 1: Modelo de Investigación y Proyectos Dominó

F-30-07-2019-01

Modelo de investigación Y Proyectos: Dominó

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

Problema	Propuesta	Evaluación
<p>1) Efecto o variable dependiente</p> <p>Incremento de enfermedades gastrointestinales en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa, en los últimos 5 años.</p>	<p>4) Objetivo general</p> <p>Reducir enfermedades gastrointestinales en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.</p>	<p>15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general</p> <p>Indicadores: Al segundo año de la implementación de la Propuesta de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa, se reducen las enfermedades gastrointestinales en 50%.</p> <p>Verificadores: Registros de morbilidades del MSPAS, informes de la unidad ejecutora, entrevistas a los habitantes, fotografías.</p> <p>Supuestos: los habitantes reciben apoyo de DMP y MSPAS, para reducir las enfermedades gastrointestinales. También se implementa el programa de capacitación a los involucrados en el</p>
<p>2) Problema central</p> <p>Contaminación por aguas negras a flor de tierra en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.</p>	<p>5) Objetivo específico</p> <p>Disminuir la contaminación por aguas negras a flor de tierra en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.</p>	<p>Indicadores: Al segundo año de la implementación de la Propuesta de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa, se reducen las enfermedades gastrointestinales en 50%.</p> <p>Verificadores: Registros de morbilidades del MSPAS, informes de la unidad ejecutora, entrevistas a los habitantes, fotografías.</p> <p>Supuestos: los habitantes reciben apoyo de DMP y MSPAS, para reducir las enfermedades gastrointestinales. También se implementa el programa de capacitación a los involucrados en el</p>

		proceso.
<p>3) Causa principal o variable independiente</p> <p>Inexistencia de propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.</p>	<p>6) Nombre</p> <p>Propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.</p>	<p>16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico</p> <p>Indicadores: Al segundo año de la implementación de la Propuesta de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa, disminuye la contaminación en 85%.</p>
<p>7) Hipótesis</p> <p>Casual</p> <p>El incremento de enfermedades gastrointestinales en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa en los últimos 5 años, por contaminación, es debido a la inexistencia de una propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario.</p> <p>Interrogativa</p> <p>Es la inexistencia de una propuesta de diseño y construcción de sistema de</p>	<p>12) Resultados o productos</p> <p>R1: Se fortalece la Dirección Municipal de Planificación de Jalapa como unidad ejecutora.</p> <p>R2: Se formula anteproyecto Propuesta de sistema de drenaje comunitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.</p> <p>R3: Se cuenta con programa de capacitación a los involucrados.</p>	<p>Verificadores: libretas de campo de técnicos de la DMP, bitácoras del proyecto, informes de la unidad ejecutora, entrevistas a los habitantes, fotografías.</p> <p>Supuestos: La DMP actualiza el proceso e implementa mejoras cada año.</p>

<p>alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa y la contaminación por aguas negras a flor de tierra la causante del incremento de enfermedades gastrointestinales, en los últimos 5 años.</p>		
<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>a) ¿cree usted que existe incremento de enfermedades gastrointestinales en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa? Si _____ No _____</p> <p>b) ¿Desde hace cuánto tiempo existe incremento de enfermedades gastrointestinales en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa? De 0 a 2 años _____ de 3 a 4 años _____ 5 o más años _____</p> <p>c) ¿Cree que el incremento de enfermedades gastrointestinales es provocado por _____</p>	<p>13) Ajustes de costos y tiempo</p> <p style="text-align: center;">N/A</p>	

<p>contaminación de aguas negras a flor de tierra en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa? Si_____ No_____</p> <p>Dirigida a los 325 habitantes de aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.</p> <p>Boletas 56, población infinita cualitativa, con el 90% de nivel de confianza y 10% de error.</p>	
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>a) ¿Conoce usted si existe una propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa? Si_____ No_____</p> <p>b) ¿Considera usted que es necesario implementar una propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en</p>	

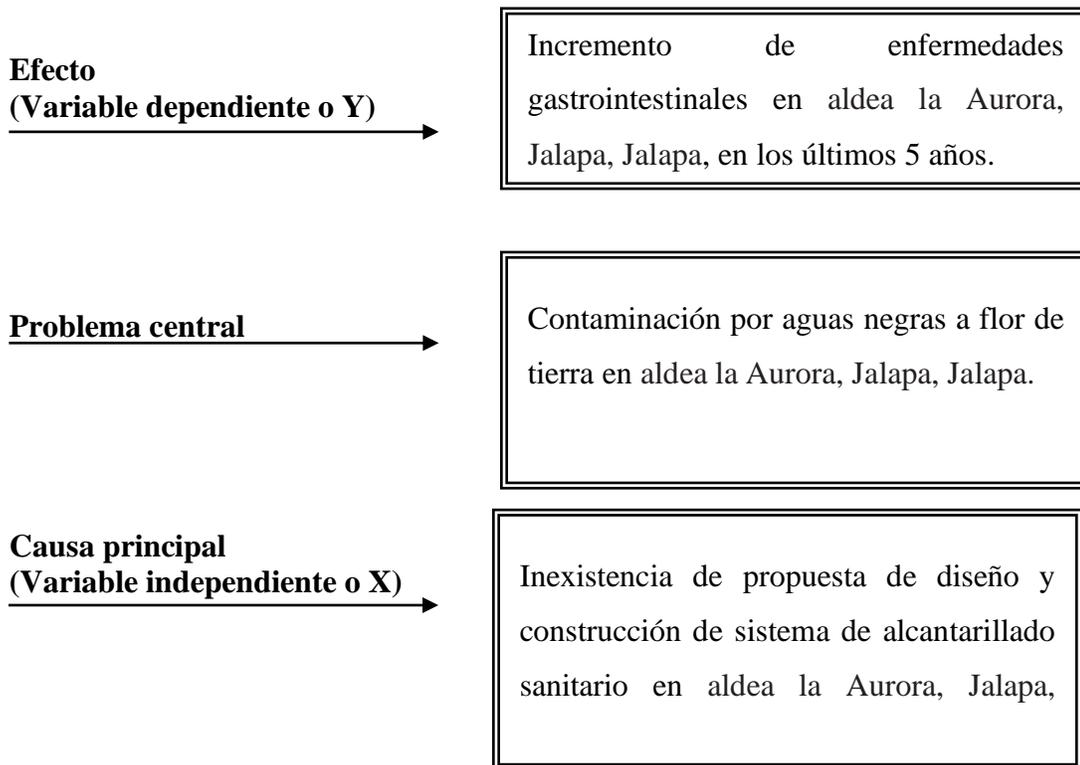
<p>aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa? Si_____ No_____</p> <p>c) ¿Apoyaría usted la implementación de una propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa?</p> <p>d) Si_____ No_____</p> <p>Dirigidas a presidente de COCODE de aldea la Aurora, director de la DMP, alcalde y 9 miembros del Concejo Municipal de la municipalidad de Jalapa.</p> <p>Boletas 12, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.</p>	
<p>10)Temas del Marco Teórico</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ingeniería 2. Ingeniería Civil 3. Historia de la ingeniería civil 4. Diversas ingenierías que 	<p>14) Anotaciones, aclaraciones y advertencias</p> <p>Forma de presentar resultados:</p> <p>El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p>

<p>conforman la ingeniería civil</p> <p>5. Ingeniería Hidráulica y de fluidos.</p> <p>6. Alcantarillado sanitario</p> <p>7. Tipos de alcantarillado sanitario</p> <p>8. Ramales de alcantarillado abiertos.</p> <p>9. Ramales de alcantarillado cerrados.</p> <p>10. Alcantarillado sanitario municipal</p>	<p>R1: Se fortalece la Dirección Municipal de Planificación de Jalapa como unidad ejecutora.</p> <p>A1</p> <p>An</p> <p>R2: Se formula anteproyecto Propuesta de sistema de drenaje comunitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.</p> <p>A1</p> <p>An</p> <p>R3: Se cuenta con programa de capacitación a los involucrados.</p> <p>A1</p> <p>An</p>
<p>11) Justificación</p> <p>El investigador(a) debe evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas. (el cual se ubica en el numeral 1 del presente modelo de investigación Domino)</p>	

Anexo 2 Árbol de problemas, hipótesis de trabajo, Árbol de objetivos

Árbol de problemas

Tópico: Exposición de aguas residuales en el medio ambiente.



Hipótesis de trabajo:

El incremento de enfermedades gastrointestinales en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa en los últimos 5 años, por contaminación, es debido a la inexistencia de una propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario.

¿Es la inexistencia de una propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa y la contaminación por aguas negras a flor de tierra la causante del incremento de enfermedades gastrointestinales, en los últimos 5 años?

Continuación Anexo 2

Árbol de objetivos

Fin u objetivo general



Reducir enfermedades gastrointestinales en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa

Objetivo específico



Disminuir la contaminación por aguas negras a flor de tierra en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.

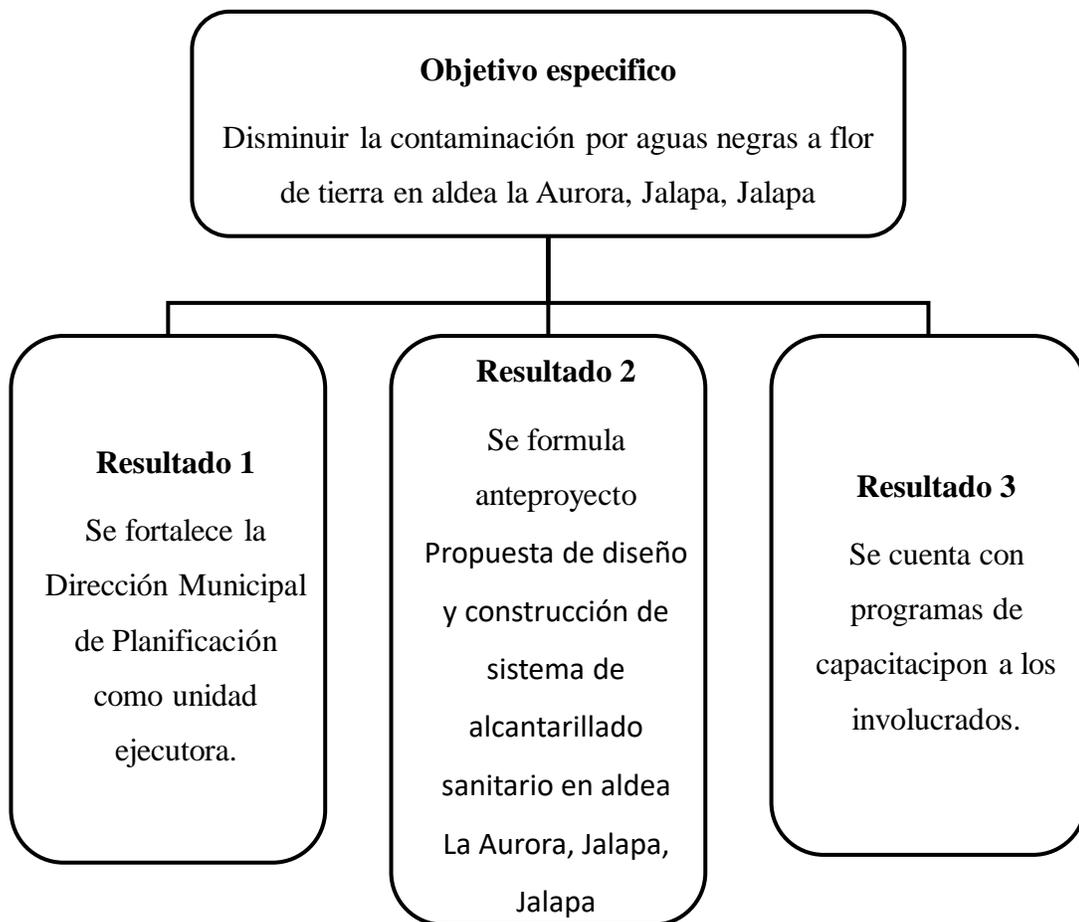
Medio



Propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.

Anexo 3: Medio de solución de la problemática.

Propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.



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

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: Incremento de enfermedades gastrointestinales en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa, en los últimos cinco años.

Esta boleta está dirigida a los pobladores aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa de acuerdo al tamaño de la muestra que se calculó con el 90% del nivel de confianza y el 10% de error de muestreo, por el sistema de población finita cualitativa.

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

Boleta de encuesta para el proyecto de sistema de drenaje comunitario.

1 ¿Cree usted que existe incremento de enfermedades gastrointestinales en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa?

Si _____ No _____

2 ¿Desde hace cuánto tiempo existe incremento de enfermedades gastrointestinales en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa?

De 0 a 2 Años _____ de 3 a 4 años _____ de 5 o más años _____

3 ¿Cree que el incremento de enfermedades gastrointestinales es provocada por

contaminación de aguas negras a flor de tierra en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa?

Si _____ No _____

4 ¿Cree usted que es importante implementar un sistema de drenaje en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa?

Si _____ No _____

5 ¿Le gustaría que su aldea cuente con un sistema de drenaje?

Si _____ No _____

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

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: Falta de propuesta para sistema de drenaje comunitario en Aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa.

Esta boleta censal está dirigida al Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad e integrantes de la Alcaldía auxiliar.

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

Boleta de encuesta para el proyecto de sistema de drenaje comunitario

1 ¿Conoce si existe una propuesta de sistema de drenaje comunitario en aldea Potrerillo, Pasaco, Jutiapa?

Si_____ No_____

2 ¿Considera usted que es necesario implementar una propuesta de sistema de drenaje comunitario en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa?

Si_____ No_____

3 ¿Apoyaría usted la implementación de una propuesta de sistema de drenaje comunitario en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa?

Si _____ No _____

4 ¿Considera usted que al implementar un sistema de drenaje comunitario ayudaría a reducir las enfermedades en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa?

Si _____ No _____

5 ¿Considera usted que al realizar un sistema de drenaje comunitario ayudaría a reducir la contaminación al medio ambiente?

Si _____ No _____

Anexo 6: Calculo de la muestra.

Se determinó el total de la población como objeto de estudio a 56 familias con un promedio de seis personas por familia que da un total de 325 personas en la aldea, por lo que fue necesario realizar una encuesta para la variable dependiente (efecto) 56 personas de la población, para la variable independiente (causa) 12 personas que conforman la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad de Jalapa.

Para el calculo de la muestra se tomo como referencia a las 325 personas de la aldea.

Fórmula:

$$n = \left(\frac{NZ^2pq}{Nd^2 + Z^2pq} \right)$$

N =	325	Población
Z =	1.645	Valor de Z en la tabla
Z ² =	2.706025	
p =	0.5	% de éxito
q =	0.5	
d =	0.1	error de muestreo
d ² =	0.01	
NZ ² pq =	219.8645313	
Nd ² =	3.25	
Z ² pq =	0.67650625	
Nd ² + Z ² pq	3.92650625	
n =	55.99495257	

Z = Valor tabla del NC (90% = 1.645, 99% = 2.57);

Fuente: López E. 2022

Anexo 7: Calculo de coeficiente de correlación.

El coeficiente de correlación fue ejecutado mediante el cálculo matemático estadístico correspondiente, al considerar que el efecto es: aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa. en los últimos cinco años, se tomó como dato para el cálculo respectivo de los años 2017 al 2021 (ver anexo 10).

Rangode ± 0.80 a ± 1

AÑO	X	Y (Casos de enfermedades gastrointestinales)	XY	X ²	Y ²
2017	1	82	82	1	6724
2018	2	98	196	4	9604
2019	3	125	375	9	15625
2020	4	135	540	16	18225
2021	5	145	725	25	21025
Totales	15	585	1918	55	71203

n=	5
∑X=	15
∑XY=	1918
∑X ² =	55
∑Y ² =	71203
∑Y=	585
n∑XY=	9590
∑X*∑Y=	8775
NUMERAD	
OR=	815
n∑X ² =	275
(∑X) ² =	225
n∑Y ² =	356015
(∑Y) ² =	342225

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

$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
$n\sum Y^2 - (\sum Y)^2 =$	13790
$(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2) =$	689500
Denominador	830.3613671
:	
r =	0.981500383

Análisis: después de los cálculos se determinó un coeficiente de correlación de 0.980454935, este coeficiente permite tener la confiabilidad estadística en los datos para el cálculo de proyección.

Anexo 8: Calculo de proyección lineal.

De acuerdo a los datos utilizados para calcular el coeficiente de correlación se desarrolló el planteamiento matemático estadístico para la proyección que indique como podría comportarse los datos a cinco años futuro.

Formulas.

$$y = a + bx$$

AÑO	X	Y(Casos de enfermedades gastrointestinales)	XY	X ²	Y ²
2017	1	80	80	1	6400
2018	2	98	196	4	9604
2019	3	125	375	9	15625
2020	4	135	540	16	18225
2021	5	145	725	25	21025
Totales	15	583	1916	55	70879

n=	5
ΣX=	15
ΣXY=	1916
ΣX ² =	55
ΣY ² =	70879
ΣY=	583
nΣXY=	9580
ΣX*ΣY=	8745
NUMERADOR	835
=	

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

Denominador de

b:	
nΣX ² =	275
(ΣX) ² =	225
nΣX ² - (ΣX) ² =	50
b=	16.7

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

Numerador de a:		n
$\sum Y =$	583	
$b * \sum X =$	250.5	
Numerador de a:		
a=	66.5	

Proyección de casos de enfermedades gastrointestinales sin proyecto

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * x)$				
Y(2022)=	a	+	(b	* X)
Y(2022)=	66.5	+	16.7	X
Y(2022)=	66.5	+	16.7	6
Y(2022)=	166.7			
Y(2022)=	167.00			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * x)$				
Y(2023)=	a	+	(b	* X)
Y(2023)=	66.5	+	16.7	X
Y(2023)=	66.5	+	16.7	7
Y(2023)=	183.4			
Y(2023)=	183.00			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * x)$				
Y(2024)=	a	+	(b	* X)
Y(2024)=	66.5	+	16.7	X
Y(2024)=	66.5	+	16.7	8
Y(2024)=	200.1			
Y(2024)=	200.00			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * x)$				
Y(2025)=	a	+	(b	* X)
Y(2025)=	66.5	+	16.7	X
Y(2025)=	66.5	+	16.7	9
Y(2025)=	216.8			

Y(2025)=	217.00
----------	---------------

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$				
Y(2026)=	a	+	(b	* X)
Y(2026)=	66.5	+	16.7	X
Y(2026)=	66.5	+	16.7	10
Y(2026)=	233.5			
Y(2026)=	234.00			

Los datos presentados anteriormente representan el número de caso de enfermedades gastrointestinales en la aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa, para los años 2,022 a 2,026, de acuerdo con el cálculo de la proyección con base al coeficiente de correlación.

Proyección de casos de enfermedades gastrointestinales con proyecto

Año	=	Año anterior	más o - dep la solución propuesta	Porcentaje propuesto	
Y (2022)	=	Y(2021)	-	25%	=
Y (2022)	=	150.00	-	37.50	112.50
Y (2022)	=	113.00	personas afectadas		

Año	=	Año anterior	más o - dep la solución propuesta	Porcentaje propuesto	
Y (2023)	=	Y(2022)	-	25%	=
Y (2023)	=	113.00	-	28.25	84.75
Y (2023)	=	85.00	personas afectadas		

Año	=	Año anterior	más o - dep la solución propuesta	Porcentaje propuesto	
Y (2024)	=	Y(2023)	-	35%	=

Y (2024)	=	85.00	-	29.75	55.25
Y (2024)	=	55.00	personas afectadas		

Año	=	Año anterior	más o - dep la solución propuesta	Porcentaje propuesto	
Y (2025)	=	Y(2024)	-	10%	=
Y (2025)	=	55.00	-	5.50	49.50
Y (2025)	=	50.00	personas afectadas		

Año	=	Año anterior	más o - dep la solución propuesta	Porcentaje propuesto	
Y (2026)	=	Y(2024)	-	5%	=
Y (2026)	=	50.00	-	2.50	47.50
Y (2026)	=	48.00	personas afectadas		

Anexo 9: Grafica del comportamiento del proyecto

Situación sin proyecto.

*Año	X año proyectado	Y (casos de enfermedades gastrointestinales/año)
2022	6	167
2023	7	184
2024	8	200
2025	9	217
2026	10	234

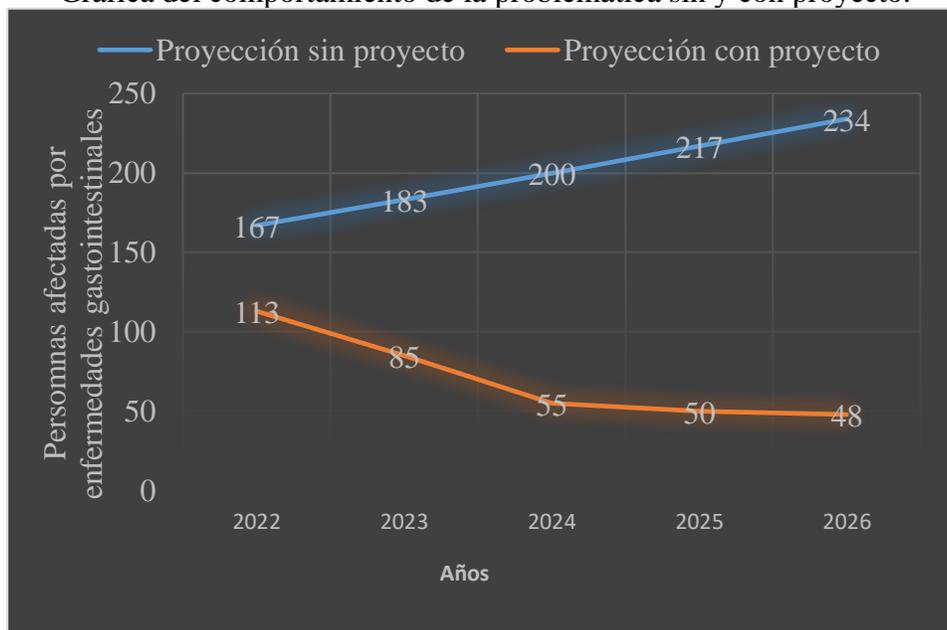
Fuente: López E. 2022

Situación con proyecto

Año	X año proyectado	Y (casos de enfermedades gastrointestinales/año)
2022	6	113
2023	7	85
2024	8	55
2025	9	50
2026	10	48

Fuente: López E. 2022

Gráfica del comportamiento de la problemática sin y con proyecto.



Fuente: Evelin, 2022

Análisis:

Los habitantes de la aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa actualmente se encuentra en una situación bastante crítica ya que no cuentan con un sistema de drenaje sanitario por lo mismo se ven afectados por aguas negras a flor de tierra, lo cuál afecta el medio ambiente y desarrollo en la aldea, a esto se unen las enfermedades gastrointestinales que afectan a los pobladores de la aldea.

De no implementarse la propuesta de “diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa”, para el año 2,026 el número de personas afectadas por enfermedades gastrointestinales será de 234, mientras que de llegar a ejecutarse la propuesta el número de personas afectadas por enfermedades gastrointestinales será de 48, en ese mismo año.

Evelin Mariela López Cetino

TOMO II

PROPUESTA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO EN ALDEA LA AURORA, JALAPA,
JALAPA



Asesor General Metodológico:
Ing. Civil Jairo Francisco Rodríguez Arévalo

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala septiembre 2,023

Informe final de graduación

PROPUESTA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO EN ALDEA LA AURORA, JALAPA,
JALAPA



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Evelin Mariela López Cetino

en el acto de investidura previo a su graduación en el grado academico de
Licenciatura en Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala septiembre 2,023

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

Prólogo

El presente trabajo es un requisito previo a optar al título universitario en ingeniería civil con énfasis en construcciones rurales, en el grado académico de Licenciatura, de conformidad con los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

El trabajo se basó específicamente en la propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa, el fin principal es promover la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario que logre la evacuación y desfogue de las aguas negras, y que permita disminuir considerablemente las enfermedades gastrointestinales que causan muchos problemas de salud en aldea La Aurora, se pretende aplicar todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera universitaria.

El resultado del trabajo puede contribuir a otras poblaciones del sector, también puede ser aprovechado por la municipalidad de Jalapa como un proyecto para recolectar y evacuar en forma segura y eficiente las aguas residuales y de disponerlas adecuadamente a un sitio de vertido final, sin poner en riesgo al ser humano ni al ambiente.

Si no hubiera un sistema en cualquier población o ciudad, los niveles de higiene y de salud serían deficientes, por lo que las ventajas que proporciona un sistema de alcantarillado en este sentido es de gran importancia.

Para darle vida a la propuesta planteada se presentan tres resultados con el fin de darle viabilidad a la propuesta. Se puede considerar, como el medio más indicado para la eliminación de las aguas residuales. Si no hubiese un sistema en cualquier población o ciudad, los niveles de higiene y de salud serían deficientes, por lo que las ventajas que proporciona un sistema de alcantarillado en este sentido es de gran importancia.

Presentación

La propuesta de sistema de drenaje comunitario en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa fue realizada durante el año dos mil veintidós, como requisito previo a optar al título universitario en ingeniería civil con énfasis en construcciones rurales, en el grado académico de Licenciatura, de conformidad con los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

Para realizar el presente trabajo se emplearon varios métodos entre ellos el método científico para recopilar la información necesaria de las fuentes indicadas, también se utilizó el modelo de investigación domino para la elaboración y estructuración del árbol de problemas, propuesta y evaluación, así también se utilizó el método estadístico para la recolección y procesamiento de la información y análisis de resultados. Otros métodos utilizados fueron los deductivos, inductivos, lógicos de análisis y síntesis.

También se utilizaron técnicas como la investigación documental, investigación de campo, encuesta etc.

En la investigación se determinó que en la aldea La Aurora, del municipio de Jalapa, del departamento de Jalapa, no se cuenta con una propuesta diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.

Por lo tanto se puede decir que existe una problemática real en cuanto a las enfermedades gastrointestinales derivado de la exposición de aguas residuales al medio ambiente lo que provoca el aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en aldea La Aurora por lo que se hace la propuesta de sistema de drenaje comunitario, y con esto ayudar a disminuir las enfermedades gastrointestinales.

INDICE GENERAL

No.	CONTENIDO	PÁG.
	Prólogo	
	Presentación	
I.	RESUMEN	1
II	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN.....	10
	ANEXOS	

I. RESUMEN

De acuerdo a los requerimientos del programa del trabajo de graduación de la Universidad Rural de Guatemala y previo a obtener el título de Ingeniera Civil con énfasis en Construcciones Rurales, en el grado académico de Licenciatura, se llevó a cabo el presente estudio para presentar posibles soluciones a la problemática que aqueja a los habitantes de aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa” y así de esta manera cumplir con la aplicación de los conocimientos adquiridos durante las diferentes etapas de la carrera universitaria, y contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes de dicha aldea.

El presente trabajo se enfoca en la problemática que generan las enfermedades gastrointestinales en aldea La Aurora Jalapa, Jalapa, problema generado por varios factores, en el caso muy particular de la aldea es la inexistencia de un sistema de drenaje comunitario, lo cual influye directamente en la salud de sus habitantes principalmente los niños al estar expuestos a aguas residuales.

Se trata de lograr solucionar la problemática del aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa en los últimos cinco años.

El trabajo de investigación se describe de la siguiente forma: Resumen, Planteamiento del problema, la hipótesis, objetivos (general y específico), justificación del trabajo, la metodología utilizada, propuesta de solución, matriz de estructura lógica y principales conclusiones y recomendaciones.

Además de los descritos, el documento contiene dos anexos de acuerdo a la estructura metodológica.

Derivado de la situación se presenta una solución paliativa al problema de la exposición de aguas residuales, con el presente informe denominado “Propuesta de

sistema de drenaje comunitario en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa” en cumplimiento con los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

Planteamiento de problema

En aldea La Aurora se ha manifestado un incremento de enfermedades gastrointestinales en los últimos cinco años, la eliminación de los residuos ha constituido un problema para dicha aldea.

La contaminación por aguas a flor de tierra en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa, ha constituido un problema primordial para dicha aldea, actualmente las aguas negras a flor de tierra son expuestas al medio ambiente, lo cual representan un peligro en la vida del ser humano y deben ser evacuadas y desechadas a un lugar seguro donde puedan darles un tratamiento a las mismas, porque estas al acarrean desechos de las viviendas y que contienen gran cantidad de sustancias y microorganismos que provocan enfermedades gastrointestinales.

La causa de este problema se debe a la inexistencia de propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa, no existe un proyecto para encauzar y tratar estas aguas residuales ni una propuesta con el mismo propósito

Esta propuesta deberá dar una solución para la adecuada eliminación de las aguas negras a flor de tierra que requieren sistemas de canalización de dichas aguas negras para lograr una evacuación en forma segura y eficiente, además de disponerlas adecuadamente a un sitio de vertido final, y de esta forma no poner en riesgo al hombre y al ambiente.

En virtud de la problemática anterior resulta indispensable la propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa,

ya que seria de gran beneficio y provecho para aldea La Aurora y para aldeas cercanas a la misma, ya que este tipo de proyectos traen desarrollo y mejoras en la salud para los habitantes de la aldea.

Hipótesis

El incremento de enfermedades gastrointestinales en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa, en los últimos 5 años, por contaminación, es debido a la inexistencia de propuesta de sistema de drenaje comunitario.

¿Será la falta de propuesta para la construcción de un sistema de drenaje y la exposición de aguas residuales en el medio ambiente el causante del aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en aldea La Aurora, en los últimos cinco años?

Objetivos

General

- Reducir los casos de enfermedades gastrointestinales en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa.

Específico

Disminuir la contaminación por aguas negras a flor de tierra en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa.

Justificación

Para la aldea La Aurora, del municipio de Jalapa, departamento Jalapa, es de gran importancia que puedan contar con el servicio de un sistema de drenaje sanitario ya que la investigación realizada, refleja que en los últimos 5 años se ha observado el

aumento de casos de enfermedades gastrointestinales, problema que ha afectado a la salud de los habitantes de la aldea.

De no implementarse la propuesta el número de casos de enfermedades gastrointestinales en aldea aumentaría cada vez más con el transcurso del tiempo. El estudio realizado muestra que si no se ejecuta el proyecto para el año 2,026, se tendrán 234 personas afectadas por las enfermedades gastrointestinales, por lo que se considera un impacto negativo a la población.

Es indispensable la magnitud del problema y las consecuencias futuras que puede producir al no dar prioridad al problema, por esta razón es de gran importancia contar con una propuesta para la construcción de un sistema de drenaje en la aldea. Ya que, al momento de implementar la propuesta, para el año 2,026 se reducirá el número de los casos de enfermedades gastrointestinales a 48 en aldea La Aurora, de esta forma se mejorarán las condiciones de salud de la población, por lo que se considera fundamental el proyecto.

Con la implementación del sistema de alcantarillado sanitario se pretende disminuir los casos de enfermedades gastrointestinales y mejorar la calidad de vida de los habitantes de aldea La Aurora y vecinos aledaños. Toda infraestructura civil, en esta ocasión de índole sanitaria, mejora el desarrollo de la comunidad, tanto en lo social como económico. Un ambiente con un saneamiento adecuado conlleva a la atracción de visitas e interacción por parte de los vecinos.

Metodología

Una vez planteado el problema de investigación y los objetivos a alcanzar, se establecieron los procesos de orden metodológico que fueron utilizados para la elaboración del presente trabajo, que se expone a continuación:

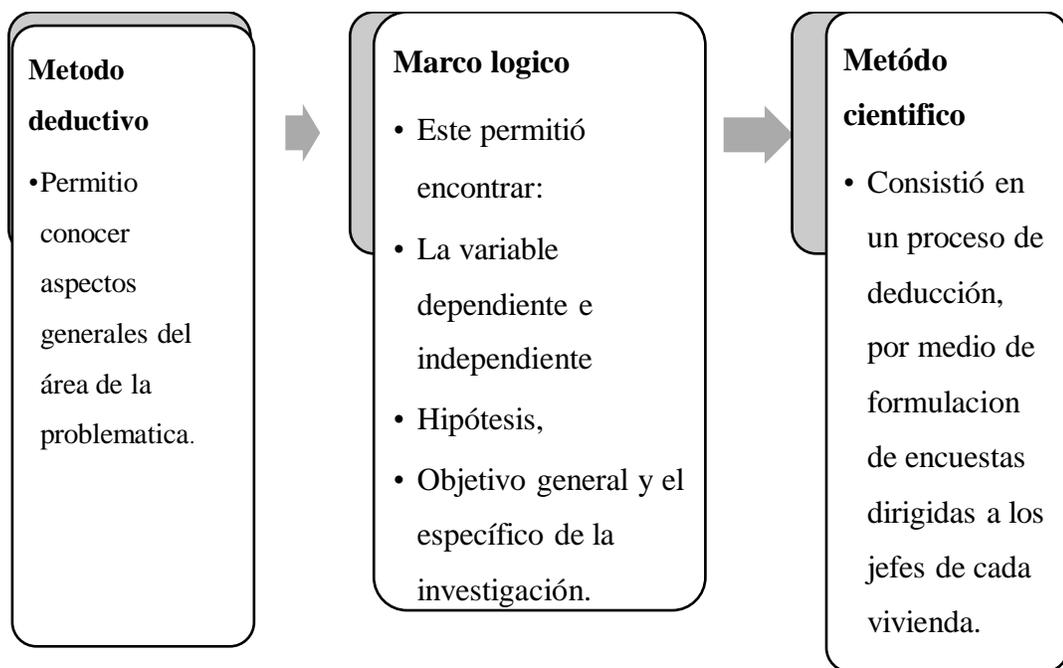
Métodos

Los métodos empleados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así:

Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis

Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico y el método científico.

Figura 1 Métodos para formulacion de hipotesis.

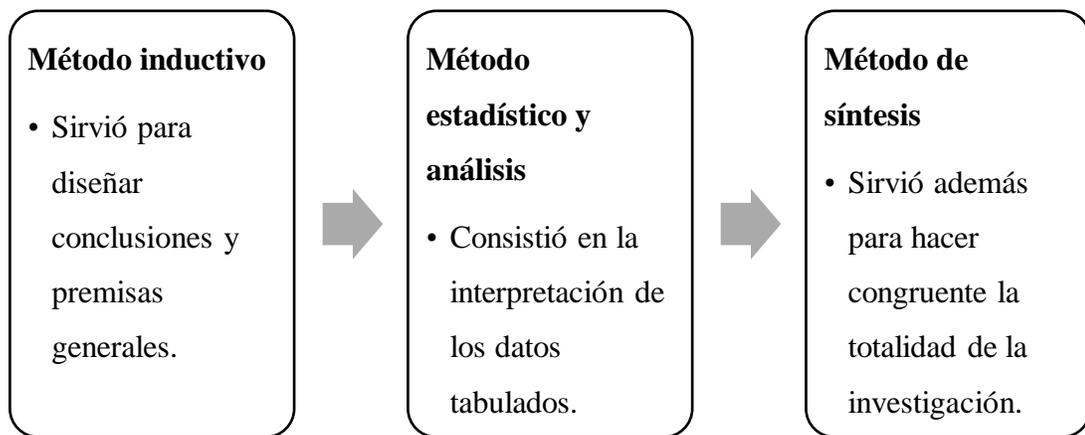


Fuente: López, Evelyn,. Agosto 2022

Métodos para la comprobación de la hipótesis

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

Figura 2 Método para la comprobación de la hipótesis



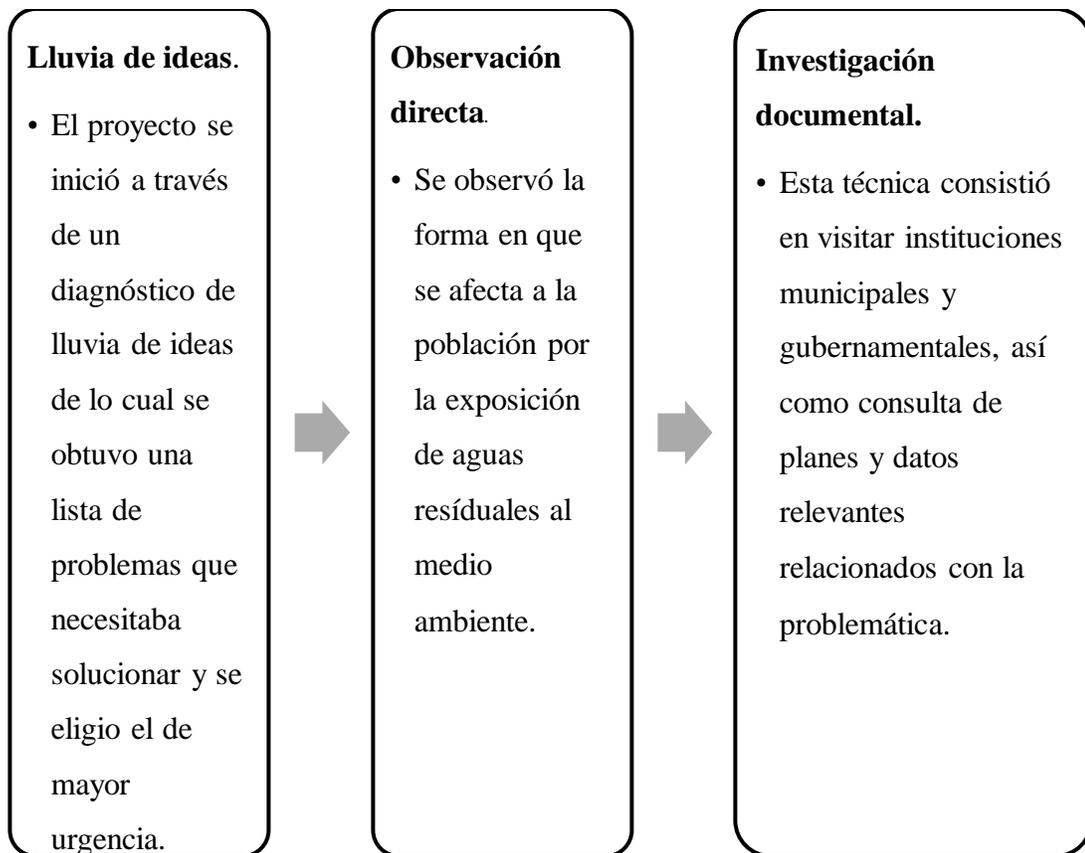
Fuente: López, E., Agosto 2022

Técnicas

Las técnicas empleadas, variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; las cuales son:

Técnicas para la formulación de la hipótesis

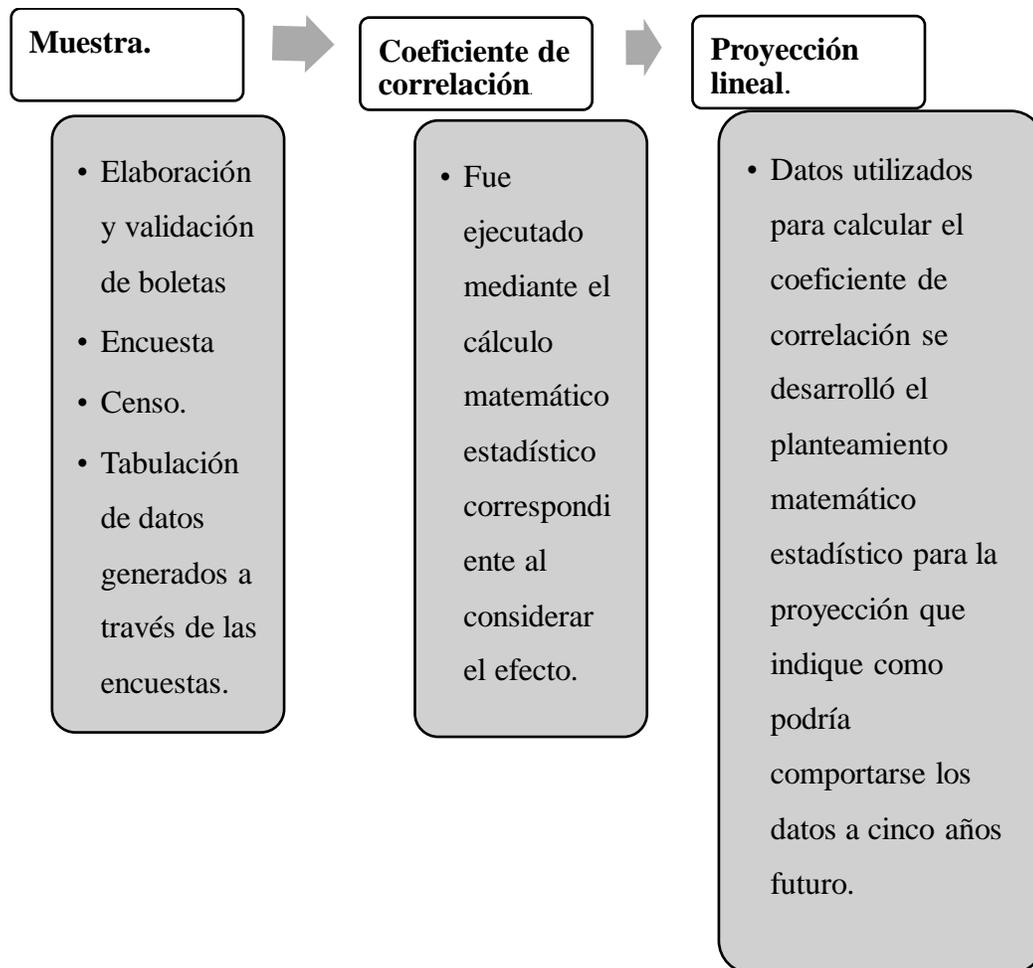
Figura 3 Técnicas para la formulación de la hipótesis.



Fuente: López, E., Agosto 2022

Técnicas para la comprobación de la hipótesis

Figura 4 Técnicas para la comprobación de la hipótesis



Fuente: López, E. Agosto 2022.

Propuesta para la solución de la problemática.

Con el fin de ofrecer a la aldea La Airora, municipio de Jalapa, departamento de Jalapa, una solución viable a la problemática, se pueden identificar las acciones concretas como resultados que eliminan la causa que genera el problema que son lo siguiente:

Resultado 1 Se fortalece la Dirección Municipal de Planificación de Jalapa como unidad ejecutora.

Actividad 1.1: Fortalecimiento de la estructura de la Dirección Municipal de Planificación.

Actividad 1.2: Especificaciones de puestos en cada área.

Resultado 2 Se formula anteproyecto Propuesta de sistema de drenaje comunitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.

Actividad 2.1: Levantamiento topográfico.

Resultado ad-2.1: Diseño hidráulico del sistema de drenaje.

Resultado 3 Se cuenta con programa de capacitación a los involucrados.

Actividad 3.1: Programa de actividades de capacitación.

Actividad 3.2: Ejecutar la capacitación a la población.

II CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

II.1 Conclusión

En el desarrollo de la investigación fue posible identificar el siguiente problema.

Se comprueba la hipótesis: El incremento de enfermedades gastrointestinales en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa en los últimos 5 años, por contaminación, es debido a la inexistencia de una propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario.

Esto se debe a la inexistencia de una propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa y la contaminación por aguas negras a flor de tierra la causante del incremento de enfermedades gastrointestinales, en los últimos 5 años.

Por lo anteriormente expuesto se tratará de evitar la Contaminación por aguas negras a flor de tierra en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.

La comprobación de la hipótesis se logró a través de calcular una muestra de 56 personas de un total de 325 habitantes de la comunidad, con un nivel de confianza del 90% y un error del 10%.

II.2 Recomendación

Para solucionar el problema identificado anteriormente que se trata del incremento de enfermedades gastrointestinales en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa, en los últimos 5 años, se recomienda.

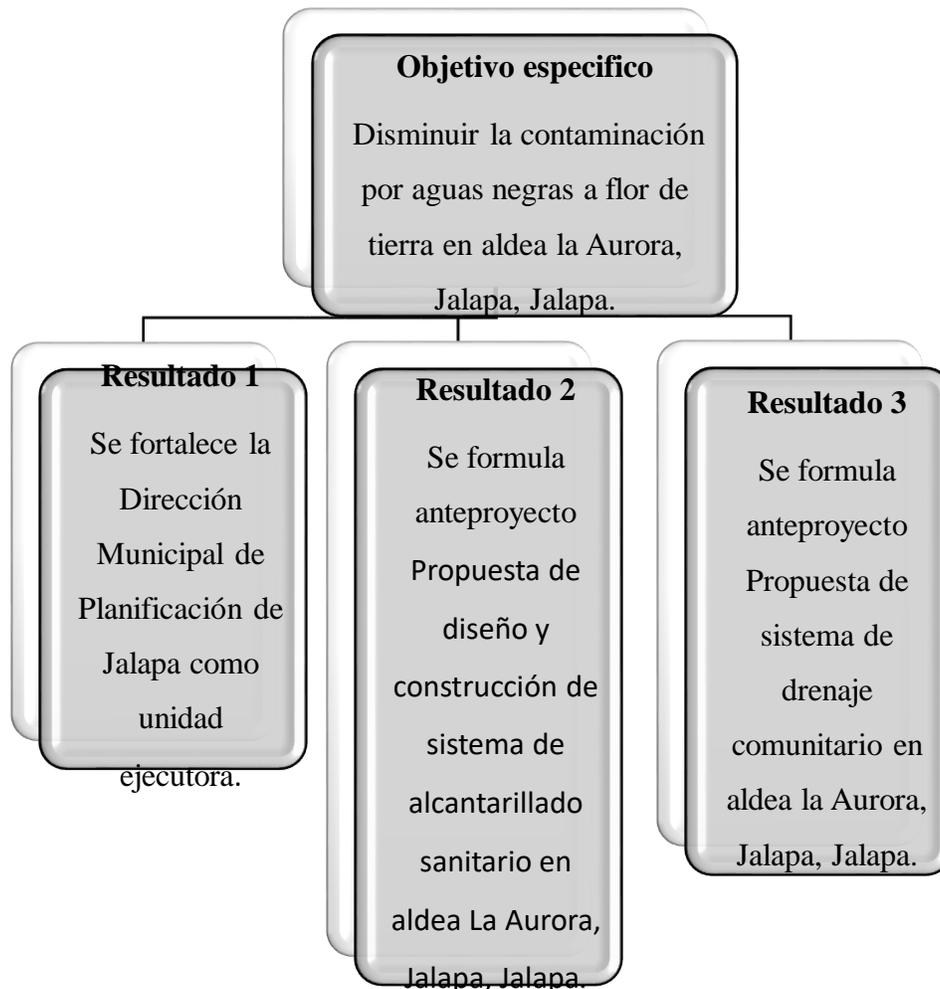
Implementar propuesta de diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.

ANEXOS

Anexo 1. Propuesta para la solución de la problemática.

Con el fin de disminuir los casos de enfermedades gastrointestinales, y la contaminación al medio ambiente, se establece la propuesta de un sistema de drenaje comunitario en aldea La Aurora, Jalapa, Jalapa. Ya que la falta del mismo ha generado malas condiciones de vida, por lo que se plantea la anterior solución. La propuesta de solución planteada tiene como objetivo evitar la contaminación por aguas negras a flor de tierra, de esta investigación se lograron obtener los siguientes resultados.

Figura 5 Medio de solución de la problemática



Fuente: López, E. Agosto 2022.

Descripción general de la propuesta.

Con el fin de solucionar la problemática, se pueden identificar las acciones concretas como resultados y sus respectivas actividades que son lo siguiente:

Resultado 1: Se fortalece la Dirección Municipal de Planificación de Jalapa como unidad ejecutora

Resultado 1 pretende contar con una planificación que fomente una gestión administrativa y financiera que refleje una adecuada respuesta a las necesidades de la aldea.

Actividad 1. Fortalecimiento de la estructura de la Dirección Municipal de Planificación.

De acuerdo al artículo 95 del Código Municipal la Dirección Municipal de Planificación -DMP-, es la responsable de coordinar y consolidar los diagnósticos, planes, programas y proyectos de desarrollo del municipio con participación de la población y el apoyo sectorial de los Ministerios y Secretarías del Estado que integran el Organismo Ejecutivo. En la actualidad la Dirección Municipal de Planificación está estructurada de la siguiente forma:

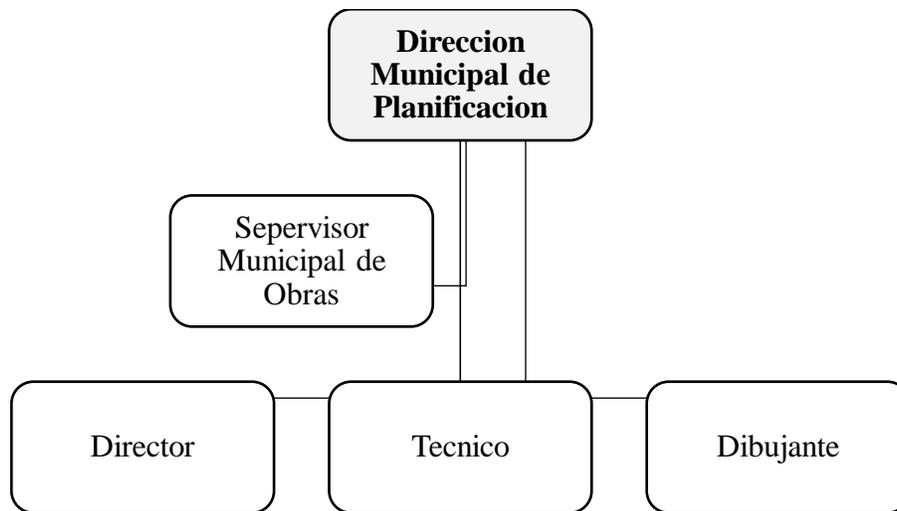
Figura 6 Organigrama Municipalidad



Fuente: Dirección Municipal de Planificación, 2016.

Para llevar a cabo con éxito las actividades de la Dirección, es necesario contar con personal y tecnología adecuada, que permita sistematizar los procedimientos de cada área y de ser posible automatizar operaciones, y tener como acción principal: brindar asesorías técnicas para la formulación de los Planes Operativos, evaluación y seguimiento de proyectos, y así se propone la siguiente estructura para el fortalecimiento de la misma:

Figura 7 Organigrama Municipalidad



Fuente: López, E., Agosto 2022

Actividad 2. Especificaciones de puestos en cada área.

En la actualidad las personas asignadas a cada área no tienen el perfil académico para ejercer el trabajo con efectividad. Es por ello que se proponen algunas especificaciones para que se evalúen antes de contratar el personal que debe cumplir con lo siguiente:

1. Supervisor Municipal de Obras

- Educación

Poseer título universitario de arquitectura o ingeniería, colegiado activo, contar como mínimo con dos años de experiencia en puestos similares, relacionados con procesos de planificación y ejecución de proyectos.

- Habilidades y Destrezas:

Buenas relaciones interpersonales, capacidad de analizar, interpretar y redactar documentos e información técnica (planos, presupuestos, especificaciones técnicas), como también supervisar obras en construcción.

2. Director

- Educación

Poseer título universitario de arquitectura o ingeniería, contar como mínimo con tres años de experiencia en puestos similares, relacionados con procesos de planificación y ejecución de proyectos.

- Habilidades y Destrezas

Habilidad para el trabajo con grupos organizados, buenas relaciones interpersonales, capacidad de analizar, interpretar y redactar documentos e información técnica (planos, presupuestos, especificaciones técnicas).

3. Técnico

- Educación

Debe poseer el título de Técnico en construcción y ser estudiante de ingeniería o arquitectura, con capacidad para utilizar programas de computación para redacción de documentos, para realizar cálculos numéricos.

Habilidades y Destrezas:

Buenas relaciones interpersonales, capacidad de analizar, interpretar, redactar y archivar documentos. Habilidad y conocimientos para ingresar información a los diversos sistemas en línea a los que hay que subir información sobre el avance en la ejecución de proyectos.

4. Dibujante

- Educación

Título de Perito en dibujo de construcción. Acreditar un año de experiencia en labores relacionadas con el puesto.

- Habilidades y Destrezas:

Manejo de programas de computación para dibujo en dos y tres dimensiones.

Resultado 2: Se formula anteproyecto Propuesta de sistema de drenaje comunitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.

Con este resultado permite proporcionar el presente trabajo a la municipalidad de Jalapa, para que le den el uso conveniente, y de esta manera que pueda contribuir en la calidad de vida de los habitantes como también mejorar las condiciones de salud de su población.

Actividad 1. Levantamiento topográfico

Para cada proyecto de drenaje es indispensable el levantamiento topográfico ya que define el diseño, se debe tener en cuenta el área edificada y de desarrollo futuro, e incluir la localización exacta de todas las calles y zonas edificadas o no.

En este levantamiento topográfico de planimetría y altimetría se utilizó una estación total.

1. **Altimetría:** es el estudio del terreno en un plano vertical, la cual da una representación gráfica de elevaciones y pendientes que posee un área trazados en perfiles.

El levantamiento se realizó con mucha precisión por tratarse de un sistema de drenajes, se niveló todas las calles a cada 40m para determinar curvas de nivel, pendientes y punto de descarga.

- 2. Planimetría:** el levantamiento planimétrico, sirvió para localizar la red dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y aquellos puntos de importancia para el sistema de drenaje.

Actividad 2. Diseño Hidráulico del sistema de drenaje

Como parte del proceso de diseño de un sistema de drenajes se recomienda realizar las siguientes actividades.

1. Descripción del sistema a utilizar

Se tomó la decisión que tipo de sistema se utilizó de acuerdo con su finalidad que en este caso fue un sistema sanitario (drenaje).

- Período de diseño**

Es el tiempo en el cual el proyecto prestará eficazmente el servicio, a partir de la fecha que se realice el diseño y se debe tomar en cuenta las limitaciones económicas y la vida útil de los materiales.

3. Población Futura

Se adecuo el funcionamiento eficaz, durante un período de diseño, además de tomar en cuenta una proyección de la población futura que determina el aporte de caudales al sistema al final del período de diseño.

4. Determinación de caudales

Para determinar el caudal del diseño del colector principal, se realizaron diferentes cálculos de caudales y se aplican diferentes factores, como la dotación, la estimación de conexiones ilícitas, el caudal domiciliario, el caudal de infiltración, el caudal

comercial e industrial y el caudal medio.

5. Parámetros de diseño

El Instituto de Fomento Municipal (INFOM) ha establecido criterios generales para valores que permiten definir el funcionamiento de un sistema de drenajes y para ello se calcularon los siguientes: el diámetro de la tubería, la pendiente mínima, la velocidad del flujo, el tirante hidráulico, el coeficiente de rugosidad, la sección llena y parcialmente llena, el caudal a sección llena, la profundidad de la tubería, la cota invert (entrada, salida), la ubicación de los pozos de visita y las características de las conexiones domiciliarias.

6. Elaboración de planos finales

Después de haber realizado el diseño hidráulico, se llega a la elaboración de los planos finales, para obtener una visión más clara de lo que se va a lograr, se presenta en los anexos, los cuales están conformados de la siguiente manera: plano de ubicación y localización del proyecto, planta general, planta - perfil y detalles de pozos de visita.

1. Elaboración de presupuesto

fueron basados en precios o salarios de trabajo y su respectiva cotización.

Resultado 3: Se cuenta con un programa de capacitación a los involucrados

Este medio pretende concientizar a la población mediante la capacitación que promuevan la correcta utilización del servicio del sistema de drenaje, para que la población esté informada que no se debe depositar a este sistema objetos o sustancias que afecten al mismo.

Actividad 1: Programar actividades de capacitación

La elaboración del programa de capacitación será sobre los temas siguientes:

Figura 8 Capacitación sobre el uso correcto del sistema de drenaje.			
1. La importancia de un sistema de drenaje.	2. La importancia del mantenimiento del sistema.	3. Tipos de mantenimiento del sistema de drenaje.	4. Normas de seguridad.

Fuente: López. E. agosto 2021

Debe ser sistematizada e implica el detalle de las características en lo referente al diseño de la instrucción: objetivos, contenidos, métodos, materiales, tiempo a emplear, empleo de medios, materiales, instructores y el presupuesto de inversión.

Actividad 2: Ejecutar la capacitación a la población.

Es la puesta en marcha de la capacitación y su desarrollo, específicamente se coordina y prepara el programa para el desarrollo del evento, deben estar considerados los diversos medios de capacitación y decisiones de todos los aspectos del proceso, como motivar al personal hacia el aprendizaje, distribuir la enseñanza en el tiempo preciso.

Anexo 2. Construcción matriz de la estructura lógica.

Es un instrumento que sirve para evaluar el cumplimiento de los objetivos de la propuesta, después de desarrollarla, está compuesto de cuatro columnas que suministran la siguiente información:

Un resumen narrativo de los objetivos, los medios de solución y las actividades.

- **Indicadores:** que son los objetivos específicos que se quieren alcanzar, en donde cada indicador lleva los siguientes detalles: grupo meta, cantidad, calidad, tiempo y el lugar o área.
- **Medios de verificación:** que son las fuentes de recolección de información que permitan evaluar y monitorear los indicadores.
- **Supuestos:** son los factores externos que están fuera del control de las personas responsables del proyecto y que inciden en el éxito o fracaso del mismo.

Componentes del plan	Indicadores	Métodos de verificación	Supuestos
Objetivo general: Reducir enfermedades gastrointestinales en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.	Al segundo año de la implementación de la Propuesta de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa, se	Registros de morbilidades del MSPAS, informes de la unidad ejecutora, entrevistas a los habitantes, fotografías.	Supuestos: los habitantes reciben apoyo de DMP y MSPAS, para reducir las enfermedades gastrointestinales. También se implementa el

	reducen las enfermedades gastrointestinales en 50%.		programa de capacitación a los involucrados en el proceso.
Objetivo Especifico: Disminuir la contaminación por aguas negras a flor de tierra en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa.	Al segundo año de la implementación de la Propuesta de sistema de alcantarillado sanitario en aldea la Aurora, Jalapa, Jalapa, disminuye la contaminación en 85%.	libretas de campo de técnicos de la DMP, bitácoras del proyecto, informes de la unidad ejecutora, entrevistas a los habitantes, fotografías.	La DMP actualiza el proceso e implementa mejoras cada año.
Resultado 1: Se fortalece la Dirección Municipal de Planificación de Jalapa como unidad ejecutora.			
Resultado 2: Se formula anteproyecto Propuesta de sistema de drenaje comunitario en aldea			

la Aurora, Jalapa, Jalapa.			
Resultado 3: Se cuenta con programa de capacitación a los involucrados			
Actividad 1.1: Fortalecimiento de la estructura del Dirección Municipal de Planificación.			
Actividad 1.2: Especificaciones de puestos en cada área			
Actividad 2.1: Levantamiento topográfico			
Actividad 2.2: Diseño Hidráulico del sistema de drenaje			
Actividad 3.1: Programar actividades de capacitación			

Fuente: López Evelin, Agosto 2022

OTROS ANEXOS

Anexo 1. Libreta topográfica 1

CALCULO DE LIBRETA TOPOGRAFICA

PROPUESTA DE SISTEMA DE DRENAJE ALDEA LA AURORA, JALAPA, JALAPA

EST.	PO	AZIMUT			ANGULO VERTICAL			PARCIALES		TOTALES		DISTANCIA METROS
		GRAD	MIN	SEG	GRAD	MIN	SEG	YP	XP	YT	XT	
	1											0.00
1	2	341	1	1.59	88	21	40.66	28.53398	-9.815427	28.53398	-9.815427	30.160
2	3	342	6	38.93	92	38	7.28	47.19724	-15.23432	75.73122	-25.04975	49.580
3	4	342	43	55.38	89	23	4.29	48.30958	-15.03121	124.0408	-40.08096	50.640
4	5	343	24	21.24	91	25	1.15	47.40971	-14.128	171.4505	-54.20896	49.470
5	6	343	29	29.36	88	16	5.32	48.18244	-14.27994	219.633	-68.4889	50.270
6	7	342	1	36.58	91	40	39.58	47.61431	-15.44605	267.2473	-83.93495	50.070
7	8	341	45	56.05	89	44	56.85	47.20336	-15.55098	314.4506	-99.48593	49.730
8	9	340	51	50.99	91	6	29.22	47.40824	-16.44966	361.8589	-115.9356	50.230
9	10	342	48	9.32	90	0	55.05	48.14674	-14.90139	410.0056	-130.837	50.390
10	11	343	16	18.63	90	30	11.31	47.49719	-14.27515	457.5028	-145.1121	49.600
11	12	341	44	39.58	89	2	15.1	47.28022	-15.59573	504.783	-160.7079	49.790
12	13	341	41	18.25	91	53	30.11	47.79567	-15.8175	552.5787	-176.5254	50.310
13	14	339	45	20.8	89	11	3.16	46.9958	-17.33214	599.5745	-193.8575	50.070
14	15	338	30	13.77	91	37	39.6	46.29884	-18.23389	645.8733	-212.0914	49.720
15	16	336	55	41.95	87	33	7.42	46.28418	-19.7147	692.1575	-231.8061	50.280
16	17	337	46	20.3	93	28	47.06	46.57511	-19.03308	738.7326	-250.8392	50.350
17	18	338	0	30.14	88	19	44.93	46.13758	-18.63282	784.8702	-269.472	49.730
18	19	337	25	56.19	92	35	53.3	46.35329	-19.26425	831.2235	-288.7362	50.170
19	20	337	8	55.29	86	24	23.76	46.26198	-19.49538	877.4855	-308.2316	50.160
20	21	338	19	37.85	94	19	23.79	46.10859	-18.32337	923.5941	-326.555	49.610
21	22	339	29	42.74	85	29	43.44	47.00921	-17.58037	970.6033	-344.1354	50.180
22	23	339	43	26.59	95	24	34.65	47.04247	-17.37896	1017.646	-361.5143	50.180
23	24	340	7	45.31	90	0	34.07	47.11718	-17.02884	1064.763	-378.5432	50.070

Anexo 1. Libreta topográfica 2

COTAS TOPOGRAFICAS PROPUESTA DE SISTEMA DE DRENAJE ALDEA LA AURORA, JALAPA, JALAPA

EST.	PO	ANGULO VERTICAL			FI	h	ALTURA INSTR.	VISTA INTERMEDIA	COTA METROS
		GRAD	MIN	SEG					
INICIO	1						COTA INICIO	1358.37	
1	2	88	21	40.66	1.639	0.863	1.50	1359.23	
2	3	92	38	7.28	2.635	2.283	1.49	1356.94	
3	4	89	23	4.29	0.615	0.544	1.51	1357.49	
4	5	91	25	1.15	1.417	1.224	1.49	1356.26	
5	6	88	16	5.32	1.732	1.519	1.50	1357.78	
6	7	91	40	39.58	1.678	1.466	1.50	1356.31	
7	8	89	44	56.85	0.251	0.218	1.50	1356.53	
8	9	91	6	29.22	1.108	0.971	1.50	1355.56	
9	10	90	0	55.05	0.015	0.013	1.50	1355.55	
10	11	90	30	11.31	0.503	0.436	1.50	1355.11	
11	12	89	2	15.1	0.962	0.836	1.50	1355.95	
12	13	91	53	30.11	1.892	1.663	1.50	1354.29	
13	14	89	11	3.16	0.816	0.713	1.50	1355.00	
14	15	91	37	39.6	1.628	1.414	1.51	1353.59	
15	16	87	33	7.42	2.448	2.151	1.49	1355.74	
16	17	93	28	47.06	3.480	3.059	1.50	1352.68	
17	18	88	19	44.93	1.671	1.451	1.50	1354.13	
18	19	92	35	53.3	2.598	2.278	1.50	1351.85	
19	20	86	24	23.76	3.593	3.153	1.50	1355.00	
20	21	94	19	23.79	4.323	3.751	1.50	1351.25	
21	22	85	29	43.44	4.505	3.954	1.49	1355.20	
22	23	95	24	34.65	5.410	4.749	1.50	1350.45	
23	24	90	0	34.07	0.009	0.008	1.30	1350.24	

Anexo 2 Memoria de calculo hidraulicco

MEMORIA DE CALCULO												
PROPUESTA DE SISTEMA DE DRENAJE COMUNITARIO												
EN ALDEA LA AURORA, JALAPA, JALAPA												
DE	A	COTAS DEL TERRENO		DISTANCIA HORIZONTAL	PENDIENTE DE TERRENO (%)	CONEXIONES ACTUALES		CONEXIONES FUTURAS		POBLACION		
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUMULADA	LOCAL	ACUMULADA	FUTURA	FACT. FLUJO	
PV	PV			m/s								
1	2	1358.37	1356.94	79.740	1.79	6	6	12	12	72	4.280	
2	3	1356.94	1356.26	100.110	0.68	6	12	12	24	144	4.197	
3	4	1356.26	1356.31	100.340	-0.05	6	18	12	36	216	4.136	
4	5	1356.31	1355.56	99.960	0.75	6	24	12	48	288	4.086	
5	6	1355.56	1355.11	99.990	0.45	4	28	8	56	336	4.057	
6	7	1355.11	1354.29	100.100	0.82	5	33	10	66	396	4.024	
7	8	1354.29	1353.59	99.790	0.70	4	37	8	74	444	4.000	
8	9	1353.59	1352.68	100.630	0.90	4	41	8	82	492	3.978	
9	10	1352.68	1351.85	99.900	0.83	5	46	10	92	552	3.952	
10	11	1351.85	1351.29	99.770	0.56	5	51	10	102	612	3.927	
11	12	1351.29	1350.45	100.360	0.84	4	55	8	110	660	3.909	
12	13	1350.45	1350.24	50.070	0.42	1	56	2	112	672	3.905	

CAUDAL MAXIMO DOMESTICO		CAUDAL DOMICILIAR	CAUDAL DE INFILTRACION	CAUDAL LICITO	CAUDAL INDUSTRIAL	CAUDAL COMERCIAL
<100 HAB	DE 100-1000 HAB	(Lt/seg)	(Lt/seg)	(Lt/seg)	(Lt/seg)	(Lt/seg)
1.492	0.535	1.492	0.0166125	0.149	0	0
2.158	1.049	2.158	0.02085625	0.216	0	0
2.662	1.551	2.662	0.020904167	0.266	0	0
3.085	2.043	3.085	0.020825	0.309	0	0
3.337	2.367	3.337	0.02083125	0.334	0	0
3.628	2.767	3.628	0.020854167	0.363	0	0
3.845	3.083	3.845	0.020789583	0.385	0	0
4.05	3.398	4.050	0.020964583	0.405	0	0
4.293	3.787	4.293	0.0208125	0.429	0	0
4.522	4.172	4.522	0.020785417	0.452	0	0
4.698	4.479	4.698	0.020908333	0.47	0	0
4.741	4.556	4.741	0.01043125	0.474	0	0

CAUDAL DISEÑO FUTURO	DIAMETRO	COEFICIENTE RUGOSIDAD TUBERIA	PENDIENTE TUBERIA (%)	AREA TUBERIA m ²	SECCION LLENA		Relaciones q/Q futuro
	TUBERIA				VELOCIDAD	CAUDAL	
	PULGADAS				m/s	lts/seg	
(Lt/seg)	"n"						
1.66	6	0.009	2.00	0.018	1.779	32.450	0.051
2.39	6	0.009	1.10	0.018	1.319	24.070	0.0995
2.95	6	0.009	1.10	0.018	1.319	24.070	0.1225
3.41	6	0.009	1.00	0.018	1.258	22.950	0.1488
3.69	6	0.009	1.00	0.018	1.258	22.950	0.1609
4.01	6	0.009	1.00	0.018	1.258	22.950	0.1748
4.25	6	0.009	1.00	0.018	1.258	22.950	0.1852
4.48	6	0.009	1.00	0.018	1.258	22.950	0.1950
4.74	6	0.009	1.00	0.018	1.258	22.950	0.2067
4.99	6	0.009	1.00	0.018	1.258	22.950	0.2176
5.19	6	0.009	1.00	0.018	1.258	22.950	0.2261
5.23	6	0.009	1.00	0.018	1.258	22.950	0.2277

Relacion	Velocidad		Rango		Tirante		Rango		COTAS INVERT			ALTURA DE POZOS		ANCHO DE ZANJA		ALTURA PROMEDIO DE ZANJA		EXCAVACION	
	v/V	(m/s)	Velocidad	d/D	d/D	futuro	0.10 > d/d < 0.80	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	(mt)	(mt)	(mt)	(mt)	(m ²)	(m ²)
futuro	futuro	m/s	futuro					(mt)	(mt)	(mt)	(mt)	(mt)	(mt)	(mt)	(mt)	(mt)	(mt)		
0.5231	0.93	SICUMPLE	0.153	SICUMPLE	0.153	SICUMPLE	1356.97	1355.40	1.40	1.57	0.60	0.60	1.49	70.00					
0.6384	0.84	SICUMPLE	0.213	SICUMPLE	0.213	SICUMPLE	1355.36	1354.28	1.58	1.98	0.60	0.60	1.78	105.69					
0.6778	0.89	SICUMPLE	0.236	SICUMPLE	0.236	SICUMPLE	1354.23	1353.14	2.03	3.17	0.60	0.60	2.60	154.42					
0.7167	0.90	SICUMPLE	0.260	SICUMPLE	0.260	SICUMPLE	1353.10	1352.11	3.21	3.45	0.60	0.60	3.33	197.12					
0.7335	0.92	SICUMPLE	0.271	SICUMPLE	0.271	SICUMPLE	1352.07	1351.08	3.49	4.03	0.60	0.60	3.76	222.73					
0.7500	0.94	SICUMPLE	0.282	SICUMPLE	0.282	SICUMPLE	1351.04	1350.05	4.07	4.24	0.60	0.60	4.16	246.65					
0.7632	0.96	SICUMPLE	0.291	SICUMPLE	0.291	SICUMPLE	1350.00	1349.02	4.29	4.57	0.60	0.60	4.43	262.11					
0.7747	0.97	SICUMPLE	0.299	SICUMPLE	0.299	SICUMPLE	1348.97	1347.97	4.62	4.71	0.60	0.60	4.66	278.27					
0.7874	0.99	SICUMPLE	0.308	SICUMPLE	0.308	SICUMPLE	1347.92	1346.94	4.76	4.91	0.60	0.60	4.84	286.33					
0.7984	1.00	SICUMPLE	0.316	SICUMPLE	0.316	SICUMPLE	1346.88	1345.90	4.97	5.39	0.60	0.60	5.18	306.23					
0.8079	1.02	SICUMPLE	0.323	SICUMPLE	0.323	SICUMPLE	1345.85	1344.86	5.44	5.59	0.60	0.60	5.52	328.37					
0.8092	1.02	SICUMPLE	0.324	SICUMPLE	0.324	SICUMPLE	1344.80	1344.31	5.65	5.93	0.60	0.60	5.79	169.69					

Anexo 3. Ejemplo de diseño del sistema de drenaje (del PV- 1 al PV-2)

Datos:

Dotación = 120 (L/hab)/día

Período de diseño = 22 años

Densidad poblacional = 6 hab/viv.

Viviendas actuales = 6 viviendas

Porcentaje de retorno = 80 %

Porcentaje de conexiones ilícitas = 10 %

Tasa de crecimiento = 3.1 %

Población actual

Población actual = (Viviendas actuales)*(Densidad poblacional)

Población actual = (6 viv.)*(6 hab/viv.) = 36 hab.

Población futura

Viviendas futuras = (Viviendas actuales)*(Factor de crecimiento)

Viviendas futuras = (6 viv.)*(1 + 0.031)²² = 12 viviendas

No. De habitantes = 12 * 6 = 72 hab.

Caudal domiciliar

$$Q_{\text{domiciliar}} = \left(\frac{\text{Dotacion} * \text{No. Habitantes} * \text{Fr}}{86400} \right) \left(\frac{L}{S} \right)$$

$$Q_{\text{domiciliar}} = \left(\frac{120 * 72 * 0.8}{86400} \right) \left(\frac{L}{S} \right)$$

$$Q_{\text{domiciliar}} = 0.0830 \left(\frac{L}{S} \right)$$

Factor de flujo instantáneo

$$FH = \left(\frac{18 + \sqrt[2]{P/1000}}{4 + \sqrt[2]{P/1000}} \right)$$

Donde:

FH = Factor de Harmon.

P = Población futura acumulada en Miles.

$$FH = \left(\frac{18 + \sqrt[2]{72/1000}}{4 + \sqrt[2]{72/1000}} \right)$$

$$FH = 4.28$$

Caudal Máxima Domiciliar

$$Q_{\max \text{ dom}} = Q_{\text{domi}} * FH$$

$$Q_{\max \text{ dom}} = 0.0830 * 4.28$$

$$Q_{\max \text{ dom}} = 0.355 \left(\frac{L}{S} \right)$$

Caudal de Infiltración

Formula:

$$Q_{\text{inf}} = \frac{18000 \square L}{86400}$$

$$Q_{\text{inf}} = \frac{18000 \square (79.74/1000)}{86400} = 0.0166125$$

Donde:

L = Longitud del tramo en km

Qinf = Caudal de infiltración

Caudal por conexiones ilícitas

$$Q_{\text{ci}} = 10\% * Q_{\max \text{ dom}} \left(\frac{L}{S} \right)$$

$$Q_{\text{ci}} = 10\% * 0.355 \left(\frac{L}{S} \right)$$

$$Q_{\text{ci}} = 0.0355 \left(\frac{L}{S} \right)$$

Caudal de diseño integrado

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{max dom}} + Q_{\text{infiltracion}} + Q_{\text{ci}}$$

$$Q_{\text{diseño}} = 0.355 + 0.0166125 + 0.0355$$

$$Q_{\text{diseño}} = 0.066433 \left(\frac{L}{S} \right)$$

Según el Instituto de Fomento Municipal –INFOM–

a) Para los tramos que tiene una contribución de menos de 100 conexiones futuras se determina.

$$Q_{\text{dom}} = 0.45 * (n - 1)^{0.5}$$

$$Q_{\text{dom}} = 0.45 * (12 - 1)^{0.5}$$

$$Q_{\text{dom}} = 1.492 \text{ L/S}$$

Caudal por conexiones ilícitas

$$Q_{\text{ci}} = 10\% * Q_{\text{dom}} \left(\frac{L}{S} \right) \text{L/s}$$

$$Q_{\text{ci}} = 10\% * 1.492 \left(\frac{L}{S} \right)$$

$$Q_{\text{ci}} = 0.149 \left(\frac{L}{S} \right)$$

Caudal de diseño

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{infiltracion}} + Q_{\text{ci}}$$

$$Q_{\text{diseño}} = 1.492 + 0.0166125 + 0.149 = 1.66 \text{ L/S}$$

Calculo de pendiente

Datos:

Cota del terreno en el PV-1 = 1358.37 = CTI

Cota del terreno en el PV-2 = 1356.94 = CTF

Distancia Horizontal entre PV-1 y PV-2 = 79.74 m

Caudal de diseño (q) = 1.93 L/S

Factor de Manning (PVC) = 0.009

Diámetro propuesto = 6".

Pendiente del terreno

$$S\% \text{ Terreno} = \left(\frac{CTI - CTF}{DH} \right) * 100$$

CTI = Cota de terreno inicial.

CTF = Cota de terreno final.

DH = Distancia horizontal.

$$S\% \text{ Terreno} = \left(\frac{1358.37 - 1356.94}{79.74} \right) * 100 = 1.79 \%$$

Pendiente de tubería propuesta S = 2.00 %

Se propuso una pendiente mínima, se tomo en cuenta que los pozos de visita no se profundicen mucho y además que el flujo cumpla con las velocidades correspondientes.

Por ser inicio del ramal se propone una altura del pozo de visita de 1.2m para el pozo # 1

Cota invert de salida del pozo # 1

Cota invert de salida = cota invert de inicio – HP del pozo

Cota invert de salida del PV- 1 = 1358.37 – 1.40 = 1356.97 m

Cota invert de entrada del pozo # 2

Cota invert de entrada = cota invert de salida – (DH * S% Tubería)

Cota invert de entrada = 1356.97 m – (79.74 * 0.02)

Cota invert de entrada = 1355.40 m

Altura del pozo # 2

Altura del pozo (H) = (CTF – Cota invert de entrada) + 0.03

Altura del pozo (H) = (1356.94 – 1355.40.) + 0.03 = 1.57 m

Cálculo de la velocidad y caudal a sección llena:

$$V = \left(\frac{0.03429 * D^{2/3} S^{1/2}}{n} \right) \quad (\text{Formula de Manning})$$

Q = caudal a sección llena (m³/s)

A = área de la tubería (m²)

V = Velocidad a sección llena (m/s)

n = coeficiente de rugosidad (comercialmente para PVC = 0.009 y T.C. = 0.014)

D = Diámetro de la tubería (pulg)

S = Pendiente de la tubería (adimensional).

$$V = \left(\frac{0.03429 * D^{2/3} S^{1/2}}{n} \right)$$

$$V = \left(\frac{0.03429 * 6^{2/3} 0.02^{1/2}}{0.009} \right)$$

$$V = 1.78 \text{ m/s}$$

$$Q = A * V$$

$$A = \Pi \left(\frac{6 * 0.0254}{4} \right)^2$$

$$A = 0.018242 \text{ m}^2$$

$$Q = A * V$$

$$Q = 0.018242 * 1.78 = 0.03245 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0.03247076 * 1000 = 32.45 \text{ L/S}$$

Relación q/Q para el caudal de diseño

$$q/Q = 1.66/32.45 \quad q/Q = 0.051$$

Las relaciones d/D y v/V se encuentran en la tabla del anexo 6

$$d/D = 0.153$$

$$v/V = 0.5231$$

La relación d/D se encuentra en el rango $0.10 < d/D < 0.80$ especificado por el INFOM-UNEPAR.

Tirante hidráulico

Tirante hidráulico $d = (d/D) * D$

Tirante hidráulico $d = 0.153 * 6 \text{ pulg} = 0.918 \text{ pulg}$.

Velocidad a sección parcial

Velocidad a sección parcial $v = (v/V) * V$

Velocidad a sección parcial $v = 0.5231 * 1.78 \text{ m/s} = 0.93 \text{ m/s}$

La velocidad a sección parcial en el punto siguiente 1, se encuentra en el rango $0.60 \text{ m/s} \leq v \leq 3.00 \text{ m/s}$.

Anexo 4. Relaciones hidráulicas para sección circular (hoja 1)

q/Q	d/D	v/V	q/Q	d/D	v/V	q/Q	d/D	v/V
0	0	0	0.026479	0.112	0.430901	0.110042	0.224	0.657546
0.000005	0.002	0.030507	0.027477	0.114	0.435721	0.112026	0.226	0.660967
0.000021	0.004	0.048396	0.028495	0.116	0.440505	0.114014	0.228	0.664378
0.00005	0.006	0.063377	0.029531	0.118	0.445252	0.116024	0.232	0.667755
0.000093	0.008	0.076728	0.030585	0.12	0.449964	0.118052	0.234	0.671122
0.000151	0.01	0.08898	0.031658	0.122	0.454641	0.120091	0.236	0.674473
0.000223	0.012	0.100417	0.03275	0.124	0.459284	0.122149	0.238	0.677806
0.000311	0.014	0.111215	0.03386	0.126	0.463897	0.124221	0.242	0.681122
0.000415	0.016	0.121493	0.034988	0.128	0.46847	0.12631	0.244	0.684422
0.000536	0.018	0.131335	0.036135	0.13	0.473014	0.128413	0.246	0.687704
0.000672	0.02	0.140803	0.0373	0.132	0.477526	0.130533	0.248	0.690974
0.000825	0.022	0.149945	0.038484	0.134	0.482007	0.132667	0.252	0.694226
0.000995	0.024	0.15888	0.039686	0.136	0.486457	0.134817	0.254	0.697453
0.001182	0.026	0.167398	0.040906	0.138	0.490877	0.136982	0.256	0.700677
0.001386	0.028	0.175765	0.042145	0.14	0.495268	0.139162	0.258	0.703871
0.001608	0.03	0.183921	0.043401	0.142	0.499629	0.141357	0.262	0.707056
0.001847	0.032	0.191885	0.044676	0.144	0.503961	0.143567	0.264	0.710225
0.002103	0.034	0.199672	0.045969	0.146	0.508265	0.145792	0.266	0.713378
0.002378	0.036	0.207295	0.04728	0.148	0.512541	0.148032	0.268	0.716516
0.00267	0.038	0.21476	0.04860	0.15	0.51679	0.15028	0.27	0.71963

	8	6	9			7	2	8
0.00298	0.04	0.22209 5	0.04995 6	0.152	0.52101 1	0.15255 6	0.26 4	0.72274 5
0.00330 8	0.04 2	0.22929 1	0.05132 2	0.154	0.52520 6	0.15486	0.26 6	0.72583 6
0.00365 4	0.04 4	0.23636 2	0.05270 5	0.156	0.52937 4	0.15713 9	0.26 8	0.72891 2
0.00401 9	0.04 6	0.24331 5	0.05410 6	0.158	0.53351 7	0.15945 2	0.27	0.73197 3
0.00440 1	0.04 8	0.25015 7	0.05552 4	0.16	0.53763 3	0.16177 9	0.27 2	0.73501 9
0.00480 2	0.05	0.25689 3	0.05696 1	0.162	0.54172 5	0.16412 1	0.27 4	0.73805
0.00522 1	0.05 2	0.26356	0.05841 5	0.164	0.54572 2	0.16647 7	0.27 6	0.74106 6
0.00565 9	0.05 4	0.27006 8	0.05988 7	0.166	0.54983 4	0.16884 7	0.27 8	0.74406 7
0.00611 5	0.05 6	0.27651 7	0.06137 7	0.168	0.55385 1	0.17123 1	0.28	0.74705 4
0.00659	0.05 8	0.28287 9	0.06288 4	0.17	0.55784 5	0.17362 9	0.28 2	0.75002 6
0.00708 3	0.06	0.28915 8	0.06440 9	0.172	0.56181 5	0.17604 1	0.28 4	0.75298 4
0.00759 5	0.06 2	0.29535 6	0.06595 1	0.174	0.56576 2	0.17846 7	0.28 6	0.75592 7
0.00812 6	0.06 4	0.30147 8	0.06751 1	0.176	0.56968 5	0.18090 7	0.28 8	0.75592 7
0.00867 5	0.06 6	0.30752 5	0.06908 8	0.178	0.57358 6	0.18336 1	0.29	0.75885 6
0.00924 3	0.06 8	0.31350 8	0.07068 3	0.18	0.57746 4	0.18582 8	0.29 2	0.76177 1
0.00982 9	0.07	0.31941 2	0.07229 5	0.182	0.57132	0.18830 9	0.29 4	0.76467 2
0.01043 4	0.07 2	0.32525 5	0.07392 4	0.184	0.58515 4	0.19080 3	0.29 6	0.76755 9
0.01105 8	0.07 4	0.33103 4	0.07557	0.186	0.58896 6	0.19331	0.29 8	0.77043 1
0.01170 1	0.07 6	0.33675 1	0.07723 4	0.188	0.59275 6	0.19583 1	0.3	0.77329
0.01236 2	0.07 8	0.34240 8	0.07891 4	0.19	0.59652 6	0.19836 5	0.30 2	0.77613 5
0.01304	0.08	0.348	0.08061	0.192	0.60027	0.20091	0.30	0.77896

3			2		4	3	4	7
0.01374 2	0.08 2	0.35355 1	0.08232 6	0.194	0.60400 1	0.20347 3	0.30 6	0.78178 4
0.01445 9	0.08 4	0.35903 9	0.08405 8	0.196	0.60770 8	0.20604 6	0.30 8	0.78458 8
0.01519 6	0.08 6	0.36447 5	0.08580 6	0.198	0.61139 6	0.20863 3	0.31	0.78737 9

*

Relaciones hidráulicas para sección circular (hoja 2)

q/Q	d/D	v/V	q/Q	d/D	v/V	q/Q	d/D	v/V
0.01595 1	0.08 8	0.36985 9	0.08757 1	0.2	0.61506	0.21123 2	0.31 2	0.79015 6
0.01672 6	0.09	0.37519 3	0.08935 3	0.202	0.61870 6	0.21384 3	0.31 4	0.79292
0.01751 8	0.09 2	0.38047 9	0.09115 2	0.204	0.62233 2	0.21646 8	0.31 6	0.79567
0.01833	0.09 4	0.38571 7	0.09296 7	0.206	0.62593 9	0.21910 5	0.31 8	0.79840 7
0.01916 1	0.09 6	0.39090 8	0.09479 9	0.208	0.62952 6	0.22175 5	0.32	0.80113 1
0.02001	0.09 8	0.39605 5	0.09551 2	0.212	0.63664 3	0.22441 6	0.32 2	0.80384 2
0.02087 8	0.1	0.40115 7	0.09664 7	0.21	0.63309 4	0.22709 1	0.32 4	0.80654
0.02176 5	0.10 2	0.40621 6	0.10039 3	0.214	0.64017 3	0.22977 7	0.32 6	0.80922 5
0.02267	0.10 4	0.41123 4	0.10229	0.216	0.64368 6	0.23247 6	0.32 8	0.81189 7
0.02359 4	0.10 6	0.41621	0.10420 4	0.218	0.64717 7	0.23518 7	0.33	0.81455 6
0.02453 7	0.10 8	0.42114 6	0.10613 4	0.22	0.65065 2	0.23791	0.33 2	0.81720 3
0.02549 8	0.11	0.42604 2	0.10808	0.222	0.65410 8	0.24339 1	0.33 6	0.82245 7
0.24614 9	0.33 8	0.82506 5	0.41326 2	0.448	0.95241 1	0.60296 4	0.56	1.04643
0.24891 9	0.34	0.82766 1	0.41653	0.45	0.95437 1	0.60641 6	0.56 2	1.04782 4
0.2517	0.34 2	0.83024 4	0.41980 4	0.452	0.95632	0.60986 7	0.56 4	1.04920 8
0.25449 3	0.34 4	0.83281 5	0.42308 4	0.454	0.95825 8	0.61331 8	0.56 6	1.05058 2

0.25729 7	0.34 6	0.83537 4	0.42637 1	0.456	0.96018 7	0.61676 9	0.56 8	1.05194 6
0.26011 3	0.34 8	0.83792	0.42966 3	0.458	0.96210 4	0.62021 9	0.57	1.0533
0.26064 4	0.33 4	0.81983 6	0.43296 2	0.46	0.96401 2	0.62366 9	0.57 2	1.05464 4
0.26294	0.35	0.84045 4	0.43626 6	0.462	0.96590 9	0.62711 9	0.57 4	1.05597 8
0.26577 8	0.35 2	0.84297 5	0.43957 6	0.464	0.96779 5	0.63056 7	0.57 6	1.05730 2
0.26862 7	0.35 4	0.84548 5	0.44289 1	0.466	0.96967 2	0.63401 5	0.57 8	1.05861 7
0.27145 9	0.35 6	0.84798 2	0.44621 2	0.468	0.97153 8	0.63746 1	0.58	1.05992 2
0.27435 7	0.35 8	0.85046 7	0.44953 8	0.47	0.97339 3	0.64090 6	0.58 2	1.06121 6
0.27723 9	0.36	0.85294	0.45286 9	0.472	0.97523 8	0.64435	0.58 4	1.06250 1
0.28013 1	0.36 2	0.85540 1	0.45620 6	0.474	0.97707 4	0.64779 3	0.58 6	1.06377 6
0.28303 4	0.36 4	0.85785	0.45954 8	0.476	0.97889 8	0.65123 4	0.58 8	1.06504 1
0.28594 7	0.36 6	0.86028 8	0.46286 4	0.478	0.98071 3	0.65467 3	0.59	1.06629 6
0.28887 1	0.36 8	0.86271 3	0.46624 6	0.48	0.98251 7	0.65811 1	0.59 2	1.06754 1
0.29180 5	0.37	0.86512 7	0.46960 2	0.482	0.98431 1	0.66154 6	0.59 4	1.06877 6
0.29474 9	0.37 2	0.86752 8	0.47296 2	0.484	0.98609 5	0.66498	0.59 6	1.07000 1
0.29770 3	0.37 4	0.86991 8	0.47632 7	0.486	0.98786 9	0.66841 1	0.59 8	1.07121 7
0.30066 7	0.37 6	0.87466 4	0.47969 7	0.488	0.98963 2	0.67184	0.6	1.07242 2
0.30364 2	0.37 8	0.87701 9	0.48307 1	0.49	0.99138 5	0.67526 7	0.60 2	1.07361 7
0.30662 6	0.38	0.87936 2	0.48644 9	0.492	0.99312 9	0.67869 1	0.60 4	1.07480 3
0.30962	0.38 2	0.88169 4	0.48983 1	0.494	0.99486 2	0.68211 2	0.60 6	1.07597 8
0.31262 3	0.38 4	0.88401 5	0.49321 7	0.496	0.99658 5	0.68553	0.60 8	1.07714 4

0.31563 6	0.38 6	0.88632 4	0.49660 7	0.498	0.99829 7	0.68894 5	0.61	1.0783
0.31865 9	0.38 8	0.88862 2	0.5	0.5	1	0.69235 7	0.61 2	1.07944 5
0.32169 1	0.39	0.89090 8	0.50339 7	0.502	1.00169 3	0.69576 6	0.61 4	1.08058 1
0.32473 2	0.39 2	0.89318 3	0.50679 8	0.504	1.00337 5	0.69917 2	0.61 6	1.08170 6
0.32778 2	0.39 4	0.89544 7	0.51020 2	0.506	1.00504 8	0.70257 4	0.61 8	1.08282 2
0.33084 2	0.39 6	0.89769 9	0.51360 9	0.508	1.00671	0.70597 2	0.62	1.08392 7

Relaciones hidráulicas para sección circular (hoja 3)

q/Q	d/D	v/V	q/Q	d/D	v/V	q/Q	d/D	v/V
0.33391	0.39 8	0.89994	0.51701	0.51	1.00836	0.70936	0.62	1.08502
0.33698	0.4	0.90217	0.52043	0.51	1.01000	0.71275	0.62	1.08610
0.34007	0.40	0.90438	0.52384	0.51	1.01163	0.71614	0.62	1.08718
0.34316	0.40	0.90659	0.52726	0.51	1.01325	0.71952	0.62	1.08824
0.34627	0.40	0.90879	0.53069	0.51	1.01487	0.72290	0.63	1.08930
0.34938	0.40	0.91097	0.53411	0.52	1.01647	0.72627	0.63	1.09035
0.35250	0.41	0.91315	0.53754	0.52	1.01806	0.72964	0.63	1.09136
0.35563	0.41	0.91531	0.54097	0.52	1.01964	0.73300	0.63	1.09241
0.35877	0.41	0.91747	0.54440	0.52	1.02122	0.73636	0.63	1.09342
0.36069	0.41	0.92174	0.55127	0.53	1.02433	0.73972	0.64	1.09443
0.36191	0.41	0.91961	0.55470	0.53	1.02587	0.74306	0.64	1.09542
0.36823	0.42	0.92386	0.55478	0.52	1.02278	0.74641	0.64	1.09640
0.37139	0.42	0.92597	0.55814	0.53	1.02741	0.74975	0.64	1.09738
0.37457	0.42	0.92806	0.56158	0.53	1.02893	0.75308	0.64	1.09834
0.37776	0.42	0.93015	0.56503	0.53	1.03044	0.75640	0.65	1.09930
0.38095	0.42	0.93223	0.56847	0.54	1.03194	0.75972	0.65	1.10024
0.38415	0.43	0.93429	0.57192	0.54	1.03344	0.76304	0.65	1.10117
0.38735	0.43	0.93635	0.57536	0.54	1.03492	0.76635	0.65	1.10210
0.39057	0.43	0.93839	0.57881	0.54	1.03639	0.76965	0.65	1.10301
0.39379	0.43	0.94043	0.58226	0.54	1.03786	0.77294	0.66	1.10391

2	6	2	2	8		7		7
0.39702	0.43 8	0.94245 5	0.58571 1	0.55	1.03931 3	0.77623 6	0.66 2	1.10480 9
0.40025 5	0.44	0.94446 7	0.58916 1	0.55 2	1.04075 6	0.77951 7	0.66 4	1.10569 1
0.40349 7	0.44 2	0.94646 9	0.59261 1	0.55 4	1.04219	0.78279 1	0.66 6	1.10656 3
0.40674 5	0.44 4	0.94846	0.59606 2	0.55 6	1.04361 3	0.78605 9	0.66 8	1.10742 4
0.41	0.44 6	0.95044 1	0.59951 3	0.55 8	1.04502 7	0.78931 9	0.67	1.10827 5
0.79257 1	0.67 2	1.10911 5	0.95766 1	0.78 4	1.13860 1	1.05283 5	0.87 8	1.13163 5
0.79581 6	0.67 4	1.10994 5	0.96020 3	0.78 6	1.13878 9	1.05419 5	0.88	1.13107 7
0.79905 4	0.67 6	1.11076 5	0.96272 6	0.78 8	1.13896 5	1.05432 3	0.98 2	1.05864
0.80228 3	0.67 8	1.11157 4	0.96523	0.79	1.13912 8	1.05552 1	0.88 2	1.13049 9
0.80550 4	0.68	1.11237 2	0.96771 6	0.79 2	1.13927 7	1.05669 4	0.98	1.06176 2
0.80871 7	0.68 2	1.11316	0.97018 3	0.79 4	1.13941 3	1.05681 1	0.88 4	1.12990 1
0.81192 2	0.68 4	1.11393 8	0.97263 1	0.79 6	1.13953 6	1.05806 6	0.88 6	1.12928
0.81511 8	0.68 6	1.11470 5	0.97505 9	0.79 8	1.13964 6	1.05885 1	0.97 8	1.06471
0.81830 5	0.68 8	1.11546 1	0.97746 7	0.8	1.13974 2	1.05928 4	0.88 8	1.12863 8
0.82148 4	0.69	1.11620 7	0.97985 5	0.80 2	1.13982 4	1.06046 6	0.89	1.12797 5
0.82465 3	0.69 2	1.11694 2	0.98222 3	0.80 4	1.13989 3	1.06081 8	0.97 6	1.06750 8
0.82781 4	0.69 4	1.11766 6	0.98457 1	0.80 6	1.13994 7	1.06161	0.89 2	1.12728 8
0.83096 4	0.69 6	1.11838	0.98689 7	0.80 8	1.13998 8	1.06261 3	0.97 4	1.07017
0.83410 6	0.69 8	1.11908 2	0.98920 3	0.81	1.14001 5	1.06271 6	0.89 4	1.12657 9
0.83723 8	0.7	1.11977 4	0.99148 7	0.81 2	1.14002 8	1.06378 3	0.89 6	1.12584 7
0.84036	0.70	1.12045	0.99375	0.81	1.14002	1.06425	0.97	1.07271

	2	6		4	7	1	2	2
0.84347	0.70	1.12112	0.99599	0.81	1.14001	1.06481	0.89	1.12509
1	4	6	1	6	1		8	1

Relaciones hidráulicas para sección circular (hoja 4)

q/Q	d/D	v/V	q/Q	d/D	v/V	q/Q	d/D	v/V
0.84657 3	0.70 6	1.12178 6	0.99820 9	0.818	1.13998 1	1.06574 5	0.97	1.07514 3
0.84966 4	0.70 8	1.12243 4	1	1	1	1.06579 7	0.9	1.12431 1
0.85274 5	0.71	1.12307 2	1.00040 5	0.82	1.13993 6	1.06674 4	0.90 2	1.12350 6
0.85581 5	0.71 2	1.12369 9	1.00257 9	0.822	1.13987 7	1.06710 5	0.96 8	1.07747 5
0.85887 5	0.71 4	1.12431 5	1.00472 9	0.824	1.13980 2	1.06764 8	0.90 4	1.12267 7
0.86192 3	0.71 6	1.12491 9	1.00685 6	0.826	1.13971 3	1.06834 6	0.96 6	1.07971 4
0.86496	0.71 8	1.12551 3	1.00895 9	0.828	1.13960 9	1.06851 6	0.90 6	1.12182 2
0.86798 5	0.72	1.12609 6	1.01103 8	0.83	1.13948 9	1.06932 8	0.90 8	1.12094
0.87099 9	0.72 2	1.12666 7	1.01309 3	0.832	1.13935 5	1.06945 9	0.96 4	1.08186 8
0.87400 2	0.72 4	1.12722 7	1.01512 4	0.834	1.13920 4	1.07010 3	0.91	1.12003 2
0.87699 2	0.72 6	1.12777 6	1.01712 9	0.836	1.13903 9	1.07046 8	0.96 2	1.08394 3
0.87997	0.72 8	1.12831 4	1.01910 9	0.838	1.13885 7	1.07083 2	0.91 2	1.11909 7
0.88293 6	0.73	1.12884	1.01919 1	0.998	1.01934 6	1.07137 4	0.96	1.08594 4
0.88588 9	0.73 2	1.12935 5	1.02106 4	0.84	1.13865 9	1.07151 5	0.91 4	1.11813 3
0.88883	0.73 4	1.12985 9	1.02299 2	0.842	1.13844 6	1.07215 1	0.91 6	1.11714 1
0.89175 8	0.73 6	1.13035 1	1.02489 5	0.844	1.13821 6	1.07218 1	0.95 8	1.08787 5
0.89467 3	0.73 8	1.13083 2	1.02677	0.846	1.13797	1.07273 9	0.91 8	1.11612
0.89757 5	0.74 1	1.13130 1	1.02706 1	0.996	1.02750 2	1.07289 4	0.95 6	1.08974 1
0.90046 3	0.74 2	1.13175 9	1.02861 9	0.848	1.13770 7	1.07327 8	0.92	1.11506 8
0.90333 7	0.74 4	1.13220 5	1.03044	0.85	1.13742 7	1.07351 8	0.95 4	1.09154 6

0.90619 8	0.74 6	1.13263 9	1.03223 4	0.852	1.13713	1.07376 6	0.92 2	1.11398 6
0.90904 5	0.74 8	1.13306 2	1.03296 6	0.994	1.03378 1	1.07405 7	0.95 2	1.09329 2
0.91187 8	0.75	1.13347 3	1.03399 9	0.854	1.13681 7	1.07420 3	0.92 4	1.11287 1
0.91469 6	0.75 2	1.13387 2	1.03573 6	0.856	1.13648 6	1.07451 5	0.95	1.09498 3
0.9175	0.75 4	1.13425 9	1.03744 4	0.858	1.13137	1.07458 7	0.92 6	1.11172 4
0.92028 8	0.75 6	1.13463 4	1.03781 5	0.992	1.03907 4	1.07489 3	0.94 8	1.09662 1
0.92306 2	0.75 8	1.13499 8	1.03912 2	0.86	1.13577	1.07491 7	0.92 8	1.11054 4
0.92582 1	0.76	1.13534 9	1.04077 1	0.862	1.13539 6	1.07519 2	0.93	1.10932 9
0.92856 4	0.76 2	1.13568 6	1.04196 2	0.99	1.04372 8	1.07519 7	0.94 6	1.09820 9
0.93129 2	0.76 4	1.13601 5	1.04239	0.864	1.13498 3	1.07541	0.93 2	1.10807 8
0.93400 3	0.76 6	1.13632 9	1.04397 8	0.866	1.13456 2	1.07542 7	0.94 4	1.09974 9
0.93669 9	0.76 8	1.13663 2	1.04553 4	0.868	1.13412 3	1.07556 8	0.94	1.10269 1
0.93937 9	0.77	1.13692 2	1.04559 2	0.988	1.04792 2	1.07556 9	0.93 4	1.10679
0.94204 2	0.77 2	1.13719 9	1.04706	0.87	1.13366 4	1.07558 7	0.94 2	1.10124 2
0.94468 8	0.77 4	1.13746 5	1.04855 3	0.872	1.13318 6	1.07566 9	0.93 6	1.10546 4
0.94731 7	0.77 6	1.13771 7	1.04881 7	0.986	1.05176 2	1.07570 6	0.93 8	1.10409 8
0.94993	0.77 8	1.13795 7	1.05001 3	0.874	1.13268 9			
0.95252 4	0.78	1.13818 4	1.05144 1	0.876	1.13217 2			
0.95510 2	0.78 2	1.13839 9	1.05171	0.984	1.05531 9			

Anexo 5. Presupuesto

PRESUPUESTO					
PROPUESTA DE SISTEMA DE DRENAJE COMUNITARIO EN ALDEA LA AURORA, JALAPA, JALAPA					
1	CONSTRUCCIÓN DRENAJE SANITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1.1	Rotulo de identificación	1.00	unidad	Q 2,351.47	Q 2,351.47
1.2	Replanteo Topográfico	1,130.76	ml	Q 3.34	Q 3,776.74
1.3	Excavación para Tubería	2,978.20	m³	Q 121.62	Q 362,208.68
1.4	Instalación Tubería PVC Ø 6"	1,130.76	ml	Q 243.74	Q 275,611.44
1.5	Pozo de Visita h=1.50 - 2.00 mts	3.00	unidades	Q 9,176.28	Q 27,528.84
1.6	Pozo de Visita h=3.00 - 3.50 mts	2.00	unidades	Q 10,217.18	Q 20,434.36
1.7	Pozo de Visita h=4.00 - 4.50 mts	2.00	unidades	Q 10,743.63	Q 21,487.26
1.8	Pozo de Visita h=4.50 - 5.00 mts	3.00	unidades	Q 16,187.77	Q 48,563.31
1.90	Pozo de Visita h=5.00 - 5.50 mts	2.00	unidades	Q 16,187.77	Q 32,375.54
1.10	Pozo de Visita h=5.50 - 6.00 mts	1.00	unidades	Q 16,187.77	Q 16,187.77
1.11	Instalación Domiciliar	78.00	unidades	Q 1,695.49	Q 132,248.22
GRAN TOTAL					Q 942,773.63

-Anexo 6 Integración de precios unitarios

<i>INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS</i>					
Oferente:				Cotización:	LA AURORA
Renglón:	CONSTRUCCIÓN DERENAJE SANITARIO	Unidad de costo:	2,351.47	Obra:	PROPUESTA SISTEMA DE DRENAJE COMINITARIO ALDEA LA AURORA, JALAPA, JALAPA
Descripción:	Rotulo de identificación	Expresado en:	unidad	Localización:	JALAPA
Código:	1.1	Cantidad:	1.00	Fecha:	SEPTIEMBRE 2,021
Descripción					
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Rotulo de estructura mealica		1.00	rotulo	700.00	700.00
Adhesivo vinilico		1.0000	unidad	250.00	250.00
Cemento		1.0000	sacos	75.00	75.00
Arena		0.10	m²	160.00	16.00
Piedrin		0.15	m²	240.00	36.00
					-
					-
					-
					-
					-
TOTAL DE MATERIALES:					1,077.00
MAQUINARIA Y HERRAMIENTA		CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Herramienta		1.0000	global	53.85	53.85
				260.00	-
					-
					-
					-
TOTAL DE MAQUINARIA					53.85
MANO DE OBRA		CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Excavación		1.00	m³	40.00	40.00
Hechura concreto		0.13	m³	100.00	13.00
Colocación concreto		0.13	m³	150.00	19.50
Colocacion rotulo		1.00	unidad	150.00	150.00
					-
					-
					222.50
AYUDANTE				25%	55.63
PRESTACIONES				5%	13.91
TOTAL DE MANO DE OBRA					292.04
FLETES		CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Fletes		1.00	viaje	150.00	150.00
					-
					-
					-
					-
TOTAL DE FLETES					150.00
SUB CONTRATOS		CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
					-
					-
					-
					-
					-
TOTAL DE SUB CONTRATOS					-
TOTAL DE MATERIALES					1,077.00
TOTAL DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTA					53.85
TOTAL DE MANO DE OBRA					292.04
TOTAL DE FLETES					150.00
TOTAL DE SUB CONTRATOS					-
SUMA COSTO DIRECTO					1,572.89
FACTOR DE INDIRECTO				30%	471.87
SUB TOTAL					2,044.76
IMPUESTOS				15%	306.71
TOTAL					2,351.47

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS					
Oferente:		Cotización:		LA AURORA	
Renglon:	CONSTRUCCIÓN DERENAJE SANITARIO	Unidad de costo:	9,176.28	Obra:	PROPUESTA SISTEMA DE DRENAJE COMINITARIO ALDEA LA AURORA, JALAPA, JALAPA
Descripcion:	Pozo de Visita h=1.50 - 2.00 mts	Expresado en:	unidades	Localización:	JALAPA
Codigo:	1.5	Cantidad:	1.00	Fecha:	SEPTIEMBRE 2,021
Descripcion					
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
Cemento 3000 PSI	16.000	Sacos	76.00	1,216.00	
Arena de río	1.600	m³	175.00	280.00	
Piedrin 3/4"	1.650	m²	225.00	371.25	
Hierro No. 4	3.200	varillas	55.00	176.00	
Hierro No. 2	1.900	arillas	14.00	26.60	
Alambre de amarre	10.000	Libras	7.50	75.00	
Madera	0.500	global	500.00	250.00	
Clavos 3 pulgadas	1.000	Libras	5.00	5.00	
Ladrillo tayuyo	957.0000	Unidades	2.50	2,392.50	
TOTAL DE MATERIALES:				4,792.35	
MAQUINARIA Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
Herramienta	1.000	global	100.00	100.00	
Concreteira	0.500	dias	260.00	130.00	
TOTAL DE MAQUINARIA				230.00	
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
Fundición de piso de pozo	1.000	unidad	150.00	150.00	
Levantado de pozo	1.000	unidad	400.00	400.00	
Fundición de brocales + tapaderas	1.000	unidad	150.00	150.00	
Excavación de pozo	1.000	unidad	150.00	150.00	
AYUDANTE				25%	850.00
PRESTACIONES				5%	212.50
TOTAL DE MANO DE OBRA				1,115.63	
FLETES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
TOTAL DE FLETES				-	
SUB CONTRATOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
TOTAL DE SUB CONTRATOS				-	
TOTAL DE MATERIALES				4,792.35	
TOTAL DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTA				230.00	
TOTAL DE MANO DE OBRA				1,115.63	
TOTAL DE FLETES				-	
TOTAL DE SUB CONTRATOS				-	
SUMA COSTO DIRECTO				6,137.98	
FACTOR DE INDIRECTO				30%	1,841.39
SUB TOTAL				7,979.37	
IMPUESTOS				15%	1,196.91
TOTAL				9,176.28	

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS					
Oferente:				Cotización:	LA AURORA
Renglon:	CONSTRUCCIÓN DERENAJE SANITARIO	Unidad de costo:	10,217.18	Obra:	PROPUESTA SISTEMA DE DRENAJE COMINITARIO ALDEA LA AURORA, JALAPA, JALAPA
Descripcion:	Pozo de Visita h=3.00 - 3.50 mts	Expresado en:	unidades	Localización:	JALAPA
Codigo:	1.6	Cantidad:	1.00	Fecha:	SEPTIEMBRE 2,021
Descripcion					
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
Cemento 3000 PSI	16.000	global	76.00	1,216.00	
Arena de río	1.600	m³	175.00	280.00	
Piedrin 3/4"	1.700	m²	225.00	382.50	
Hierro No. 4	3.200	varillas	55.00	176.00	
Hierro No. 2	1.900	arillas	14.00	26.60	
Alambre de amarre	10.000	Libras	7.50	75.00	
Madera	0.500	global	500.00	250.00	
Clavos 3 pulgadas	1.000	Libras	7.50	7.50	
Ladrillo	1,230.0000	Unidades	2.50	3,075.00	
TOTAL DE MATERIALES:				5,488.60	
MAQUINARIA Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
Herramienta	1.000	global	100.00	100.00	
Concretetera	0.500	días	260.00	130.00	
TOTAL DE MAQUINARIA:				230.00	
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
Fundición de piso de pozo	1.000	unidad	150.00	150.00	
Levantado de pozo	1.000	unidad	400.00	400.00	
Fundición de brocales + tapaderas	1.000	unidad	150.00	150.00	
Excavación de pozo	1.000	unidad	150.00	150.00	
				850.00	
AYUDANTE				25%	212.50
PRESTACIONES				5%	53.13
TOTAL DE MANO DE OBRA				1,115.63	
FLETES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
TOTAL DE FLETES				-	
SUB CONTRATOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
TOTAL DE MATERIALES				5,488.60	
TOTAL DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTA				230.00	
TOTAL DE MANO DE OBRA				1,115.63	
TOTAL DE FLETES				-	
TOTAL DE SUB CONTRATOS				-	
SUMA COSTO DIRECTO				6,834.23	
FACTOR DE INDIRECTO				30%	2,050.27
SUB TOTAL				8,884.50	
IMPUESTOS				15%	1,332.68
TOTAL				10,217.18	

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS				
Oferente:		Cotización: LA AURORA		
Renglon:	CONSTRUCCIÓN DERENAJE SANITARIO	Unidad de costo:	10,743.63	Obra: PROPUESTA SISTEMA DE DRENAJE COMINITARIO ALDEA LA AURORA, JALAPA, JALAPA
Descripción:	Pozo de Visita h=4.00 - 4.50 mts	Expresado en:	unidades	Localización: JALAPA
Código:	1.7	Cantidad:	1.00	Fecha: SEPTIEMBRE 2,021
Descripción				
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Cemento 3000 PSI	18.278	global	78.00	1,425.68
Arena de río	1.761	m³	175.00	308.18
Piedrín 3/4"	1.801	m²	225.00	405.23
Hierro No. 4	3.228	varillas	48.66	157.07
Hierro No. 2	1.920	arillas	10.00	19.20
Alambre de amarre	13.000	Libras	5.00	65.00
Madera	1.000	global	500.00	500.00
Clavos 3 pulgadas	1.000	Libras	5.00	5.00
Ladrillo	1,230.0000	Unidades	2.00	2,460.00
TOTAL DE MATERIALES:				5,345.36
MAQUINARIA Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Herramienta	1.000	global	267.27	267.27
Concretetera	0.500	días	260.00	130.00
TOTAL DE MAQUINARIA				397.27
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Fundición de piso de pozo	1.000	unidad	250.00	250.00
Levantado de pozo	1.000	unidad	500.00	500.00
Fundición de brocales + tapaderas	1.000	unidad	200.00	200.00
Excavación de pozo	1.000	unidad	150.00	150.00
AYUDANTE				1,100.00
PRESTACIONES			25%	275.00
			5%	68.75
TOTAL DE MANO DE OBRA				1,443.75
FLETES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
				-
TOTAL DE FLETES				-
SUB CONTRATOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
				-
TOTAL DE SUB CONTRATOS				-
TOTAL DE MATERIALES				5,345.36
TOTAL DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTA				397.27
TOTAL DE MANO DE OBRA				1,443.75
TOTAL DE FLETES				-
TOTAL DE SUB CONTRATOS				-
SUMA COSTO DIRECTO				7,186.38
FACTOR DE INDIRECTO			30%	2,155.91
SUB TOTAL				9,342.29
IMPUESTOS			15%	1,401.34
TOTAL				10,743.63

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS					
Oferente:				Cotización:	LA AURORA
Renglon:	CONSTRUCCIÓN DERENAJE SANITARIO	Unidad de costo:	16,187.77	Obra:	PROPUESTA SISTEMA DE DRENAJE COMINITARIO ALDEA LA AURORA, JALAPA, JALAPA
Descripcion:	Pozo de Visita h=5.00 - 5.50 mts	Expresado en:	unidades	Localización:	JALAPA
Codigo:	1.9	Cantidad:	1.00	Fecha:	SEPTIEMBRE 2,021
Descripcion					
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Cemento 3000 PSI		25.203	global	78.00	1,965.83
Arena de río		2.143	m³	175.00	375.03
Piedrin 3/4"		2.375	m²	225.00	534.38
Hierro No. 4		3.228	varillas	48.66	157.07
Hierro No. 2		1.920	arillas	10.00	19.20
Alambre de amarre		13.000	Libras	5.00	65.00
Madera		1.000	global	500.00	500.00
Clavos 3 pulgadas		1.000	Libras	5.00	5.00
Ladrillo		2,596.0000	Unidades	2.00	5,192.00
TOTAL DE MATERIALES:					8,813.51
MAQUINARIA Y HERRAMIENTA		CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Herramienta		1.000	global	440.68	440.68
Concreteira		0.500	días	260.00	130.00
TOTAL DE MAQUINARIA					570.68
MANO DE OBRA		CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Fundición de piso de pozo		1.000	unidad	250.00	250.00
Levantado de pozo		1.000	unidad	500.00	500.00
Fundición de brocales + tapaderas		1.000	unidad	200.00	200.00
Excavación de pozo		1.000	unidad	150.00	150.00
AYUDANTE					1,100.00
				25%	275.00
PRESTACIONES					68.75
				5%	
TOTAL DE MANO DE OBRA					1,443.75
FLETES		CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
					-
					-
					-
					-
					-
TOTAL DE FLETES					-
SUB CONTRATOS		CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
					-
					-
					-
					-
					-
TOTAL DE SUB CONTRATOS					-
TOTAL DE MATERIALES					8,813.51
TOTAL DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTA					570.68
TOTAL DE MANO DE OBRA					1,443.75
TOTAL DE FLETES					-
TOTAL DE SUB CONTRATOS					-
SUMA COSTO DIRECTO					10,827.94
				30%	3,248.38
SUB TOTAL					14,076.32
				15%	2,111.45
TOTAL					16,187.77

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS				
Oferente:		Cotización: LA AURORA		
Renglon:	CONSTRUCCIÓN DERENAJE SANITARIO	Unidad de costo:	16,187.77	Obra: PROPUESTA SISTEMA DE DRENAJE COMUNITARIO ALDEA LA AURORA, JALAPA, JALAPA
Descripción:	Pozo de Visita h=5.50 - 6.00 mts	Expresado en:	unidades	Localización: JALAPA
Código:	1.1	Cantidad:	1.00	Fecha: SEPTIEMBRE 2,021
Descripción				
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Cemento 3000 PSI	25.203	global	78.00	1,965.83
Arena de río	2.143	m³	175.00	375.03
Piedrin 3/4"	2.375	m²	225.00	534.38
Hierro No. 4	3.228	varillas	48.66	157.07
Hierro No. 2	1.920	arillas	10.00	19.20
Alambre de amarre	13.000	Libras	5.00	65.00
Madera	1.000	global	500.00	500.00
Clavos 3 pulgadas	1.000	Libras	5.00	5.00
Ladrillo	2,596.0000	Unidades	2.00	5,192.00
				-
TOTAL DE MATERIALES:				8,813.51
MAQUINARIA Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Herramienta	1.000	global	440.68	440.68
Concreteira	0.500	días	260.00	130.00
				-
				-
				-
TOTAL DE MAQUINARIA				570.68
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Fundición de piso de pozo	1.000	unidad	250.00	250.00
Levantado de pozo	1.000	unidad	500.00	500.00
Fundición de brocales + tapaderas	1.000	unidad	200.00	200.00
Excavación de pozo	1.000	unidad	150.00	150.00
				-
				-
				1,100.00
AYUDANTE			25%	275.00
PRESTACIONES			5%	68.75
TOTAL DE MANO DE OBRA				1,443.75
FLETES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
				-
				-
				-
				-
				-
TOTAL DE FLETES				-
SUB CONTRATOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
				-
				-
				-
				-
				-
				-
TOTAL DE MATERIALES				8,813.51
TOTAL DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTA				570.68
TOTAL DE MANO DE OBRA				1,443.75
TOTAL DE FLETES				-
TOTAL DE SUB CONTRATOS				-
SUMA COSTO DIRECTO				10,827.94
FACTOR DE INDIRECTO			30%	3,248.38
SUB TOTAL				14,076.32
IMPUESTOS			15%	2,111.45
TOTAL				16,187.77

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS					
Oferente:		Cotizacion: LA AURORA-001			
Renglon:	CONSTRUCCIÓN DERENAJE SANITARIO	Unidad de costo:	1,695.49	Obra: PROPUESTA SISTEMA DE DRENAJE COMINITARIO ALDEA LA AURORA,	
Descripcion:	.	Expresado en:	unidades	Localización: JALAPA	
Codigo:	1.11	Cantidad:	1.00	Fecha: SEPTIEMBRE 2,021	
Descripcion					
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
Cemento	2.000	Saco	76.00	152.00	
Arena	0.100	M³	175.00	17.50	
Piedrin	0.100	M³	225.00	22.50	
Material Selecto	1.000	M³	50.00	50.00	
Tubo de Cemento de 12"	1.000	Unidad	111.61	111.61	
Tubo Pvc de 4" para drenaje	1.000	Unidad	14.58	14.58	
Silleta PVC de 4"xØvariable	1.000	Unidad	219.87	219.87	
Codo 90°	1.000	Unidad	32.00	32.00	
Pegamento PVC	2.00	Galón	125.00	250.00	
Alambre de amarre	0.33	Varilla	5.00	1.65	
No.2	0.33	Varilla	9.15	3.02	
TOTAL DE MATERIALES:				874.73	
MAQUINARIA Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
Herramienta	1.000	global	10.00	10.00	
				-	
				-	
				-	
TOTAL DE MAQUINARIA				10.00	
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
Excavación para conexión domiciliar	1.000	m³	30.00	30.00	
Relleno Compactado	1.000	m³	20.00	20.00	
Retiro de Material Sobrante	1.000	m³	15.00	15.00	
Fundición Piso + Tapaderas	1.000	unidad	75.00	75.00	
Colocación tubo de Cemento Ø12"	1.000	unidad	20.00	20.00	
Colocación tubo PVC Ø4"	1.000	unidad	25.00	25.00	
Colocación codo PVC	1.000	unidad	5.00	5.00	
				190.00	
AYUDANTE				25%	47.50
PRESTACIONES				5%	11.88
TOTAL DE MANO DE OBRA				249.38	
FLETES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
TOTAL DE FLETES				-	
SUB CONTRATOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
TOTAL DE MATERIALES				874.73	
TOTAL DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTA				10.00	
TOTAL DE MANO DE OBRA				249.38	
TOTAL DE FLETES				-	
TOTAL DE SUB CONTRATOS				-	
SUMA COSTO DIRECTO				1,134.11	
FACTOR DE INDIRECTO				30%	340.23
SUB TOTAL				1,474.34	
IMPUESTOS				15%	221.15
TOTAL				1,695.49	

MES 2					MES 3				MES 4				
SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4		
15%	10%	10%	10%	10%	10%								
Q 54,331.30	Q 54,331.30	Q 36,220.87	Q 36,220.87	Q 36,220.87	Q 36,220.87								
10%	10%	10%	10%	10%	10%	5%	5%	5%	5%				
Q 27,561.14	Q 13,780.57												
10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%		
Q 2,752.88	Q 2,752.92												
10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%		
Q 2,043.44													
10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%		
Q 2,148.73													
10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%		
Q 4,856.33													
10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%		
Q 3,237.55													
10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%		
Q 1,618.78													
10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	5%	5%	5%	5%		
Q 13,224.82	Q 6,612.41	Q 6,612.41	Q 6,612.41	Q 6,612.41									
Q 111,774.97	Q 111,774.97	Q 93,664.54	Q 93,664.54	Q 93,664.54	Q 93,664.54	Q 43,663.10	Q 43,663.10	Q 37,050.65	Q 37,050.65	Q 37,050.73	Q 37,050.73		
11.86%	11.86%	9.95%	9.95%	9.95%	9.95%	4.63%	4.63%	3.95%	3.95%	3.95%	3.95%		
Q 281,688.06	Q 393,463.03	Q 487,127.57	Q 580,792.11	Q 674,656.65	Q 768,121.19	Q 811,794.29	Q 855,447.39	Q 892,498.04	Q 929,548.77	Q 936,161.19	Q 942,773.60		
29.88%	41.74%	51.67%	61.60%	71.53%	81.46%	86.09%	90.72%	94.65%	98.58%	99.28%	100.00%		

Anexo 9. Especificaciones técnicas generales

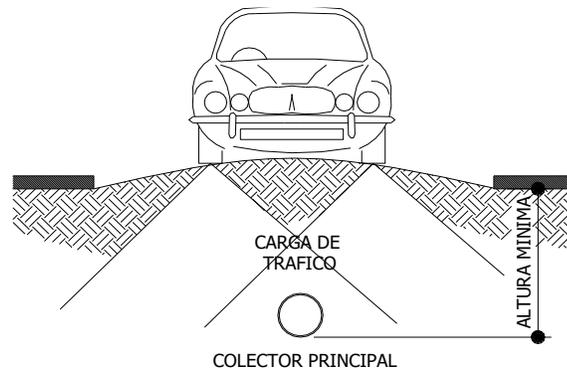
Excavación.

Los ejes de excavación se trazarán de acuerdo a lo indicado en planos. Se deberá cortar la zanja hasta la profundidad indicada en planos; debe iniciarse la excavación de cada tramo desde las cotas más bajas, hacia las cotas más altas. El fondo de la zanja deberá presentar una superficie uniforme para permitir el correcto apoyo de la tubería.

La supervisión verificará el cumplimiento de las cotas de nivelación en el fondo de las zanjas, anotadas en planos. Las cotas de nivelación se referirán a algún banco de marca (BM) existente.

La zanja se deberá cortar simétrica al eje de la instalación de la tubería y tendrá un ancho mínimo igual al ancho de ésta, más 0.40 metros, en todo caso el ancho de la zanja deberá permitir efectuar los trabajos correspondientes de una manera adecuada. Las zanjas deberán conservarse durante el tiempo necesario para efectuar las instalaciones y pruebas correspondientes. En caso de zanqueo profundo o mediano se deberá entibar la zanja con efecto de evitar derrumbes y daños a terceros.

Figura 1: Detalle de profundidad de colector principal.



Fuente: López E., Agosto 2022

Tabla 1. Profundidades mínimas para colector de concreto

DIÁMETROS	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
TRÁFICO LIVIANO	111	117	122	128	134	140	149	165
TRÁFICO PESADO	131	137	142	148	154	460	169	185

Tabla 1. Profundidades mínimas para colector PNV

DIÁMETROS	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
TRÁFICO LIVIANO	60	60	60	90	90	90	90	90
TRÁFICO PESADO	90	90	90	110	110	120	120	120

Tuberías y accesorios pvc:

La tubería y accesorios de PVC (cloruro de polivinilo) a utilizar en el sistema de alcantarillado, deberán ser fabricados de acuerdo a la Norma ASTM F-949 o similar. En ningún caso se aceptará la utilización de tubos o accesorios que no cumplan con esta norma.

La tubería a utilizar será de la fabricada con campana de junta rápida (campana y espiga más empaque de hule), por lo que no se permitirá el uso de cemento solvente en las juntas. Los acoples entre tubos deberán ensamblarse a presión al enganchar la espiga dentro de la campana, por medio del empaque de hule.

El diámetro de la tubería será el especificado en planos para cada tramo. No podrán

usarse tubos que se hubiesen dañado, rajado o lastimado. Previo a unir los tubos deberán revisarse que estén libres de materiales contaminantes que eviten su perfecto acoplamiento.

La tubería se bajará por medio de cadenas o cuerdas, se debe tratar de poner el tubo en tal forma que el flujo recorra al tubo de campana a espiga o de hembra a macho, se comenzara la colocación a partir de la descarga. Ninguna tubería de aguas negras deberá pasar sobre otra de agua potable, la distancia mínima entre tuberías de aguas negras y agua potable será de 0.20 metros si se cruzan se cruzan y 0.40 metros si son paralelas, en todo caso la de agua potable sobre la de aguas negras.

Diámetro del colector:

El diámetro mínimo de tubería que se utiliza para el diseño de alcantarillados sanitarios se determinará según las características y materiales existentes en el lugar y que cumplan con las condiciones hidráulicas para su buen funcionamiento, como lo son la velocidad a sección parcial “v” y la relación de tirantes “d/D”.

Los diámetros más convenientes por razones de fácil instalación y manejo, larga vida útil, bajos costos de mantenimiento, bajos volúmenes de excavación y, principalmente, excelente comportamiento hidráulico en el alcantarillado, son los siguientes:

- 8 pulgadas si se se trabaja con tubería de concreto; esto se debe a requerimientos de flujo y limpieza, con lo cual se evitan las obstrucciones en la tubería
- En tubería de Cloruro de Polivinilo (PVC), diámetro mínimo de 6 pulgadas, para no perder las condiciones hidráulicas requeridas

Relleno

El relleno podrá llevarse a cabo después de la instalación de la tubería de PVC, ya que la junta rápida es inmediata.

El relleno deberá efectuarse en capas de 0.07 metros a los lados de la tubería, compactándose simultáneamente a ambos lados; el material a emplear no debe contener piedras y debe poseer la humedad óptima para un compactado adecuado, este procedimiento debe efectuarse hasta alcanzar la cota de la corona del tubo; de este nivel hasta alcanzar 0.60 metros se rellenará en capas de 0.15 metros. El resto de la zanja podrá rellenarse en capas de 0.30 metros. En el proceso de relleno, deberá tenerse el cuidado de no dañar la tubería de las instalaciones al realizar la compactación.

Al terminar la labor de relleno de un tramo de longitud máxima de 100 metros, se deberá proceder de inmediato a sacar el material excedente y transportarlo al lugar previamente autorizado por la supervisión.

Pozos de visita.

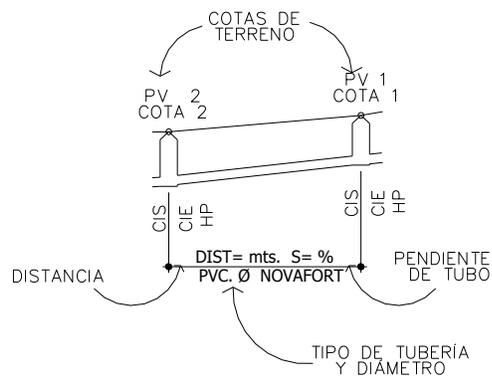
La ubicación de los pozos de visita se determinará de acuerdo a lo indicado en planos. El tipo de pozo a construir y su dimensión de altura será el indicado en los planos correspondientes, en aquellos casos en que se presenten alturas menores de 1.20 metros se podrán construir cajas para alcantarillado.

Todo pozo de visita llevará un recubrimiento interior o acabado final con el objeto de impermeabilizar y sellar los muros y el fondo y evitar infiltraciones. Para este recubrimiento se utilizará un mortero de un espesor mínimo de 1 centímetro al cual se le aplicará un procedimiento de curado, durante un tiempo mínimo de 10 días.

En el fondo del pozo de visita deberá construirse un canal de media caña con su respectivo relleno, esto con el objeto de conducir y evacuar las aguas que ingresan al pozo, en forma directa hacia la salida del mismo.

La cota de la tapadera de los pozos de visita deberá ser la misma del nivel de la rasante de la calle; excepto indicación contraria.

Figura 2. Detalle de cotas invert



Luego de determinada la ruta por donde correrá y se ejecutará la red de alcantarillado, se tomará en cuenta colocar pozos de visita en los siguientes casos o combinación de ellos:

- Donde exista cambio de diámetro
- En intersecciones de dos o más tuberías
- En cambios de pendiente
- En el inicio de cualquier ramal
- En distancias mayores de 100 m
- En las curvas no más de 30 m

Características físicas

La profundidad del pozo de visita al inicio del tramo está definida por la cota Invert

de salida; es decir, está determina por la siguiente ecuación:

$$H_{p.v} = \text{Cota del terreno al inicio} - \text{Cota invert de salida del tramo} - 0.15 \text{ de base}$$

--

Al diseñar un sistema de alcantarillado sanitario se deben tomar en cuenta consideraciones como las que presentamos enseguida, para determinar las alturas de los pozos de visita, si hubiere inconvenientes como los que a continuación mencionamos:

- a) Si a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará como mínimo 3 cm debajo de la cota Invert de entrada.

$$\emptyset A = \emptyset B$$

$$C. \text{ invert de salida} = C. \text{ invert de entrada} - 0.03$$

- b) Si a un pozo de visita entre una tubería de diámetro y salga otro de diferente diámetro, la cota invert de salida estará situada como mínimo a la diferencia de los diámetros de la cota invert de entrada.

$$\emptyset A > \emptyset B$$

$$C. \text{ invert de salida} = C. \text{ invert de entrada} - ((\emptyset B - \emptyset A) * 0.0254)$$

- c) Si en un pozo de visita la tubería de salida es del mismo diámetro que las que ingresan en él, la cota invert de salida estará 3 cm abajo de la cota más baja que entre.

$$\emptyset A = \emptyset B = \emptyset C$$

$$C. \text{ invert de salida} = C. \text{ invert de entrada "A"} - 0.03$$

C. invert de salida = C. invert de entrada "B" - 0.03

Se tomará el valor menor de los dos resultados.

1. Si en un pozo de visita la tubería de salida es de diferente diámetro a las que ingresan en él, la cota invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor menor, y puede presentar diferentes casos.
2. Si ingresa más de una tubería de igual diámetro y sale una de diferente diámetro: la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se tomará el valor menor.

$$\emptyset A = \emptyset B$$

$$\emptyset C > \emptyset A ; \emptyset C > \emptyset B$$

$$\text{C. invert de salida} = \text{C. invert de entrada "A"} - ((\emptyset C - \emptyset A) * 0.0254)$$

$$\text{C. invert de salida} = \text{C. invert de entrada "B"} - ((\emptyset C - \emptyset B) * 0.0254)$$

3. Si ingresa más de una tubería de diferente diámetro y sale una de diámetro distinto: la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se tomará el valor menor.

$$\emptyset A \neq \emptyset B$$

$$\emptyset C > \emptyset A ; \emptyset C > \emptyset B$$

$$\text{C. invert de salida} = \text{C. invert de entrada "A"} - ((\emptyset C - \emptyset A) * 0.0254)$$

$$\text{C. invert de salida} = \text{C. invert de entrada "B"} - ((\emptyset C - \emptyset B) * 0.0254)$$

4. Si ingresa más de una tubería de diferente diámetro, y una de ellas del diámetro de la tubería de salida: la cota invert de salida será, para una de ellas, la diferencia de los diámetros, y la otra tendrá como mínimo 3 cm. Se tomará el valor menor.

$$\varnothing C = \varnothing B$$

$$\varnothing A \neq \varnothing B ; \varnothing C > \varnothing A$$

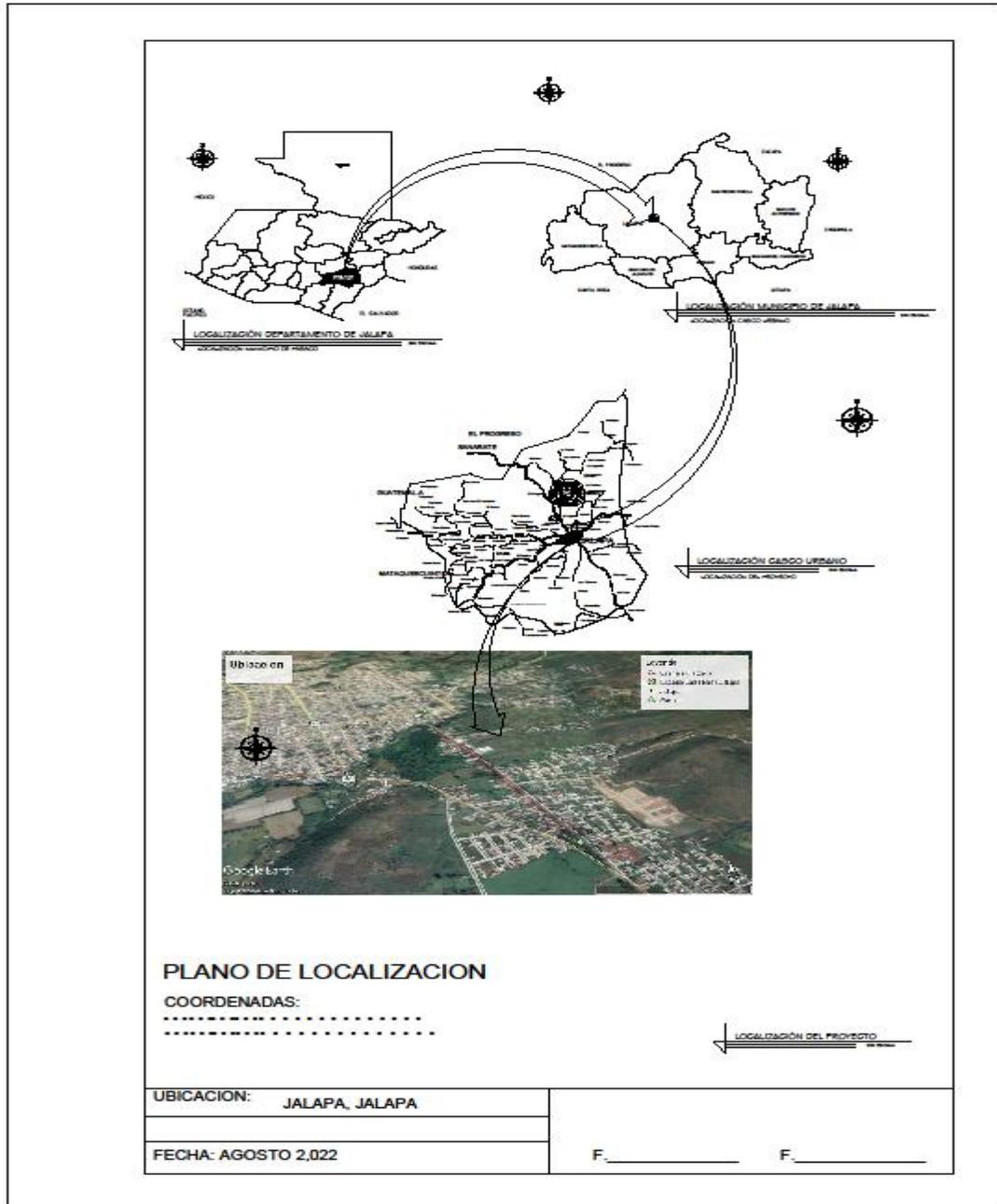
$$C. \text{ invert de salida} = C. \text{ invert de entrada "B"} - 0.03$$

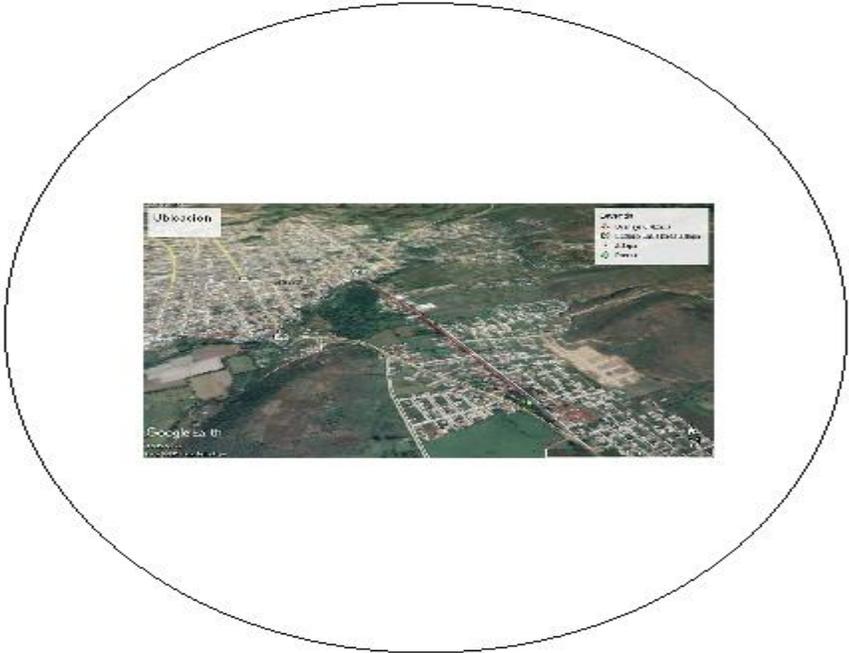
$$C. \text{ invert de salida} = C. \text{ invert de entrada "A"} - ((\varnothing C - \varnothing A) * 0.0254).$$

5. Si solo una tubería de las que sale es de seguimiento, las demás que salgan del pozo de visita deberán ser iniciales:
- La cota invert de salida de la tubería inicial deberá estar como mínimo a la profundidad del tráfico liviano o pesado, según se considere oportuno.
 - La cota invert de salida de la tubería de seguimiento deberá cumplir con las especificaciones anteriormente descritas.

De los ensayos requeridos, se deberán realizar los que se consideren pertinentes por el supervisor municipal o municipalidad, y los que se consideren que serán útiles para el desarrollo de sus actividades y soporte técnico si este es requerido.

Anexo 10. Planos





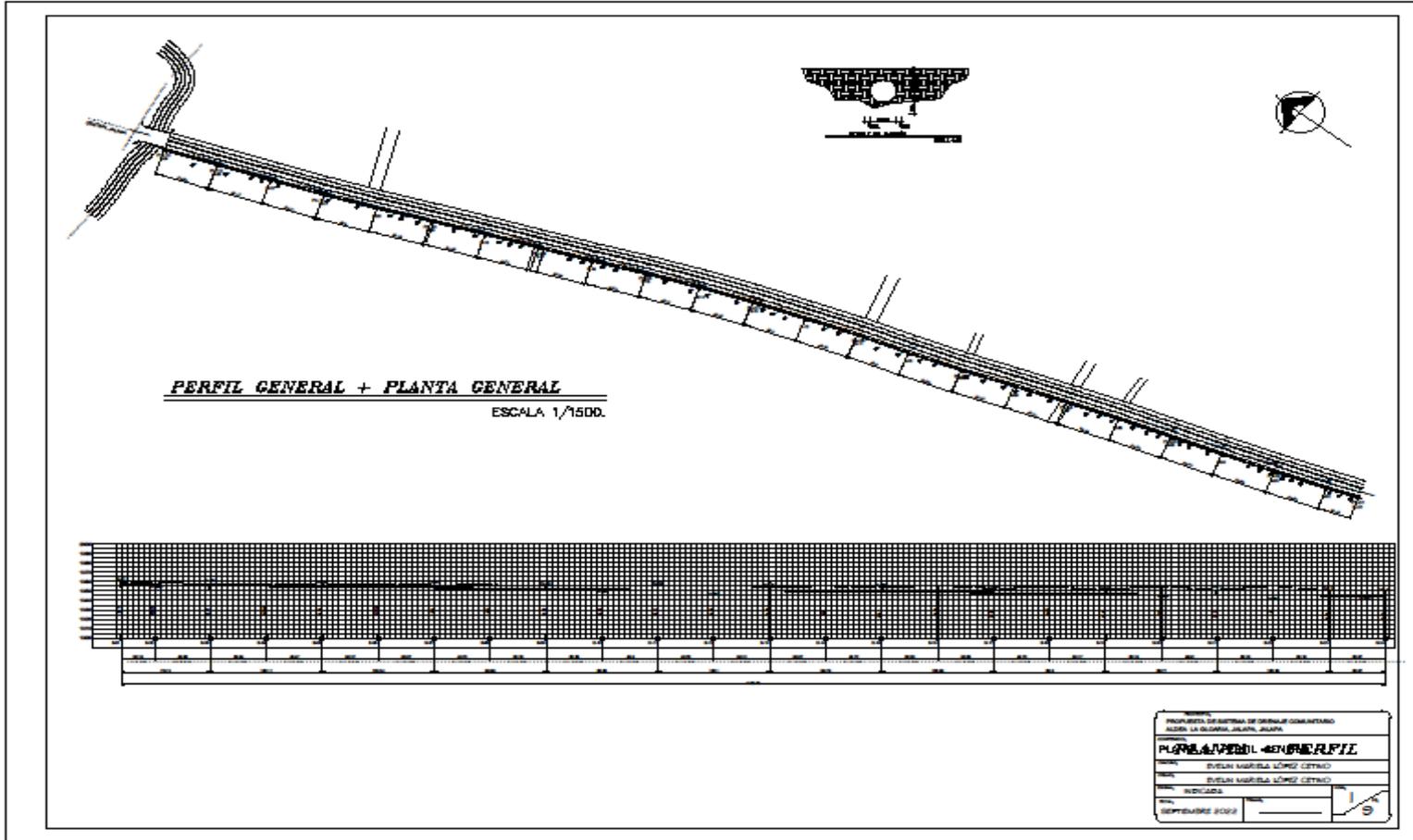
PLANO DE UBICACION

COORDENADAS:
.....
.....



UBICACION:	JALAPA, JALAPA
FECHA:	AGOSTO 2,022

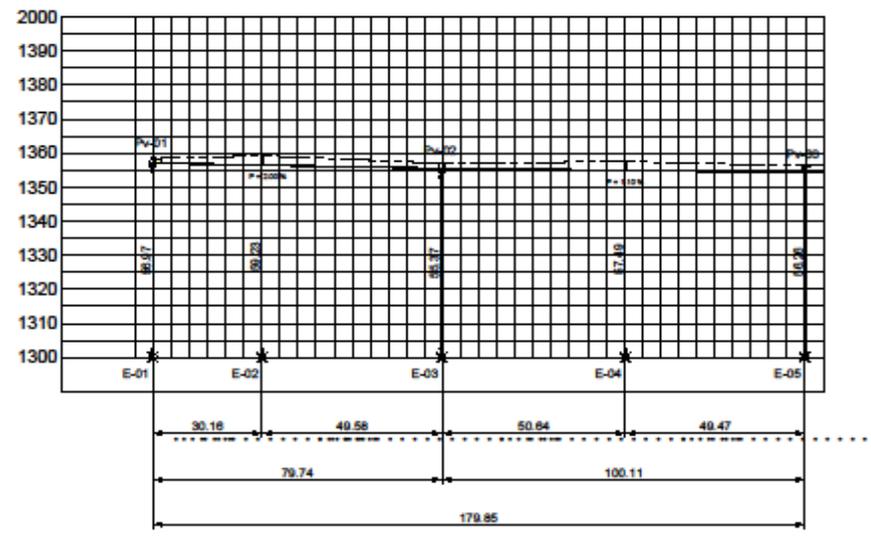
F. _____	F. _____
----------	----------





PLANTA TRAMO 1

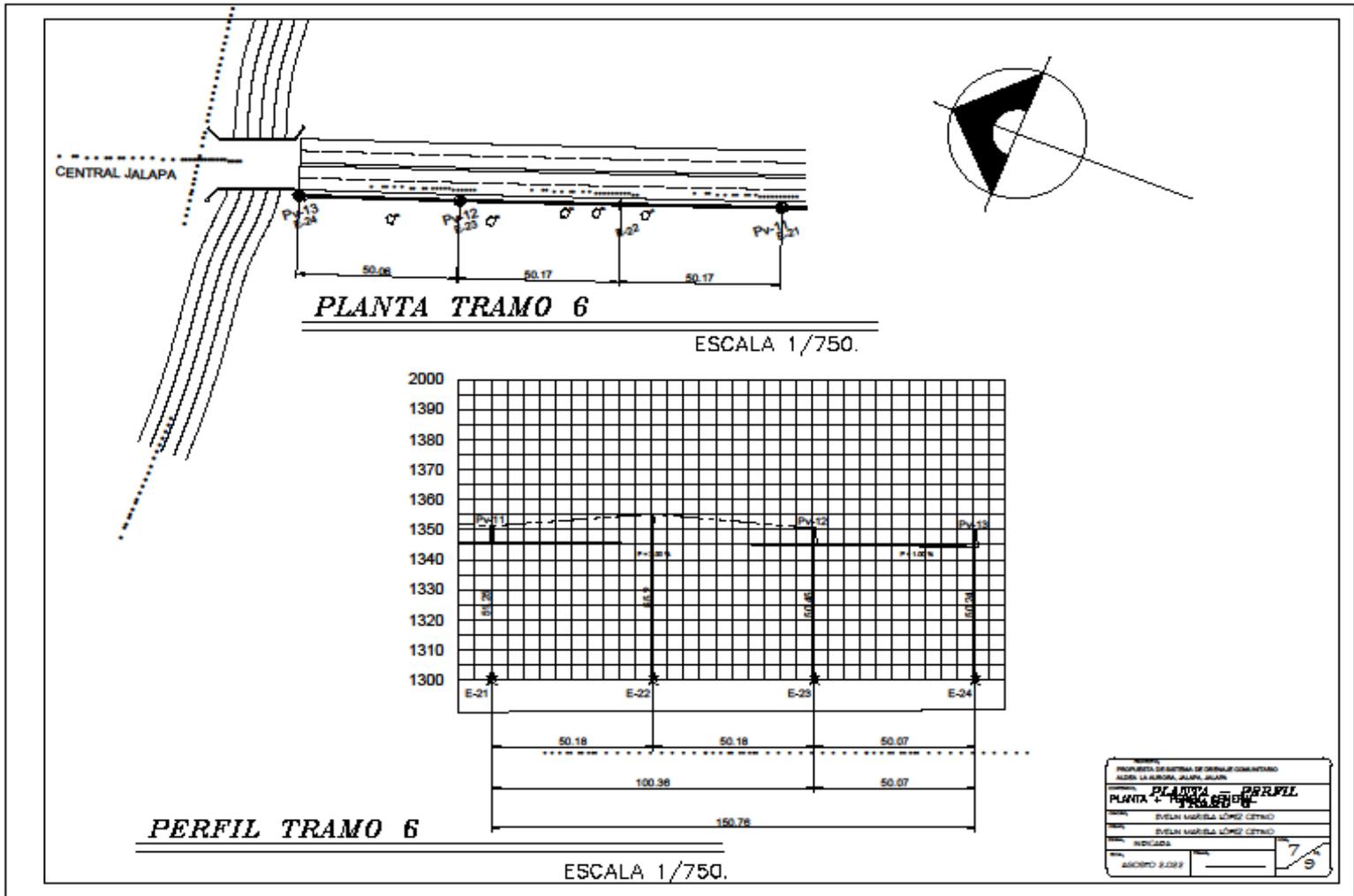
ESCALA 1/750.



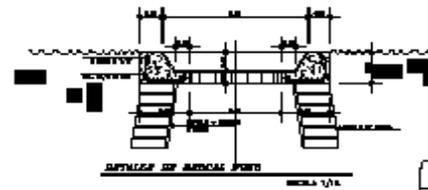
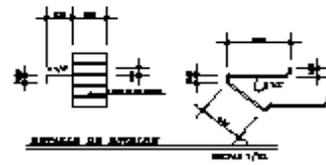
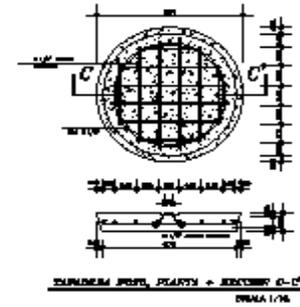
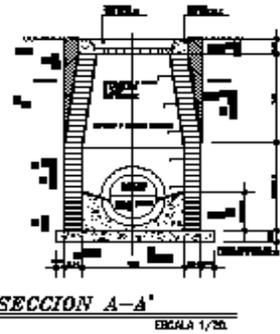
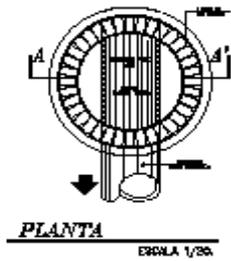
PERFIL TRAMO 1

ESCALA 1/750

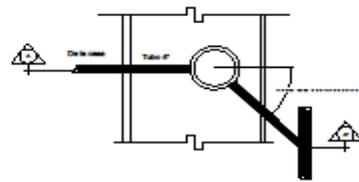
PROYECTO DE SISTEMA DE DRENAJE COMUNITARIO	
BARRIO LA ALBUCA, ALUPE, ALUPE	
PLANTA	PERFIL
PLANTA	PERFIL
DISEÑADO POR: EUGEN MARCELA LÓPEZ CERRATO	
REVISADO POR: EUGEN MARCELA LÓPEZ CERRATO	
INDICADA	
FECHA: ABRIL 2023	2/9



POZO DE VISITA TÍPICO



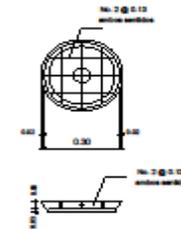
NOMBRE:		PROYECTO DE INSTALACION DE SERVICIO COMUNITARIO	
CALLE:		SOLANERA SURORA, JALAPA, JALAPA	
PROYECTO:		INSTALACION DOMICILIAR	
DISEÑADO POR:		ESTELIN MARCELA LÓPEZ CETHNO	
REVISADO POR:		ESTELIN MARCELA LÓPEZ CETHNO	
FECHA:		ABRIL/2024	
AUTORIZADO POR:		INGENIERO J. J. J. J.	
		8/9	



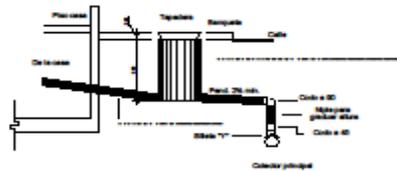
PLANTA ESCALA 1:20



DOMICILIAR ESCALA 1:20



DETALLE TAPADERA ESCALA 1:20



SECCIÓN A-A ESCALA 1:20

ESPECIFICACIONES

1. LA TUBERIA PARA LA CONECCION DOMICILIAR DEBE SER DE 4" P.V.O PARA ALMANTRELLADO SUJETO SEGUN NORMAS F-S-B.
2. EL CONCRETO PARA LA TAPADERA Y BASE DEBEA TENER UN $P_c = 217 \text{ Kg/cm}^2$ CON UNA PROPORCION 1:2.2.
3. LA CABLE DE SECCION SERA UN TUBO DE CONCRETO DE 1/2" DE DIAMETRO CON SU RESPECTIVA BARRA ESPECIAL Y TAPADERA LA CUAL DEBE TENER UNA PROFUNDIDAD MINIMA DE 0.60 m.
4. EL ACERO A USAR DEBE $F_y = 2500 \text{ Kg/cm}^2$.

PROYECTO DE INSTALACION DE OBRAS DE CONSUMO	
SISTEMA AUTONOMA, JALAPA, JALAPA	
INSTALACION DOMICILIAR	
FECHA:	DIAGRAMA: EVELIN MARCELA LÓPEZ CERRATO
FECHA:	DIAGRAMA: EVELIN MARCELA LÓPEZ CERRATO
FECHA:	INDICADA
FECHA:	ALCANTARILLO 3.000

