



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROYECTO DE GRADUACIÓN FASE II**

**DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SAN ISIDRO SANTA CRUZ DE
YOJOA, CORTÉS**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
INGENIERÍA CIVIL**

PRESENTADO POR:

EDUARDO ANTONIO PAZ DUBÓN 21641347

EILEEN FABIOLA VELÁSQUEZ CRÚZ 11521058

FRANK ALEJANDRO VÁSQUEZ CUELLAR 21441055

ASESOR:

ING. SERGIO PAREDES

CAMPUS SAN PEDRO SULA

OCTUBRE 2018

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

RECTOR

MARLON ANTONIO BREVE REYES

VICERRECTOR ACÁDEMICO

ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICEPRESIDENTA CAMPUS SAN PEDRO SULA

CARLA MARÍA PANTOJA ORTEGA

COORDINADOR CARRERA INGENIERÍA CIVIL

HÉCTOR WILFREDO PADILLA

TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS

**EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO
INGENIERO CIVIL**

**ASESOR METODOLÓGICO FASE I
“ING. MICHAEL JOB PINEDA”**

**ASESOR TEMÁTICO
“ING. SERGIO PAREDES”**

MIEMBROS DE LA TERNA:

ING. REINA MONTES

ING. ARSEL INESTROZA

ING. OTTO FLORES

DERECHOS DE AUTOR

©Copyright 2018

EDUARDO ANTONIO PAZ DUBÓN

EILEEN FABIOLA VELÁSQUEZ CRÚZ

FRANK ALEJANDRO VÁSQUEZ CUELLAR

Todos los derechos son reservados

AUTORIZACIÓN

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI) San Pedro Sula, Cortés

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC. Nosotros, Eduardo Antonio Paz Dubón, Eileen Fabiola Velásquez Cruz, Frank Alejandro Vásquez Cuellar, de San Pedro Sula autores del trabajo de grado titulado: Diseño De Red De Alcantarillado Sanitario aldea San Isidro Santa Cruz de Yojoa, Cortés, presentado y aprobado en el año 2018, como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniería Civil, autorizo a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de pregrado en las salas de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula los 28 días del mes de julio de dos mil dieciocho.

Julio, 2018

Eduardo Antonio Paz Dubón 21641347

Eileen Fabiola Velásquez Cruz 11521058

Frank Alejandro Vásquez Cuellar 21441055

HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

Ing. Michael Pineda

Asesor Metodológico

Ing. Sergio Paredes

Asesor Temático

Ing.

Otto Flores

Ing.

Reina Montes

Ing.

Arsel Inestroza

Ing. Héctor Wilfredo Padilla Sierra

Jefe Académico de Ingeniería Civil | UNITEC

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios todopoderoso, por haberme guiado en este proceso, brindándome sabiduría y paciencia para la entrega exitosa de nuestro proyecto de graduación y culminación de la carrera. A mis padres Francis Vásquez y Mercedes Cuellar por su asesoramiento que fue de gran ayuda para poder tomar decisiones sabias en momentos difíciles y por ser las personas que más me han apoyado para alcanzar mi título universitario. También quiero dedicarle este triunfo a mi hermana Gabriela Vásquez y mi novia Pamela Mendoza, ambas por haberme apoyado en cada momento. Por último, a mis compañeros de grupo de proyecto Eduardo Paz y Eileen Velásquez por ayudarme con la realización de este proyecto de graduación y ser parte de este momento de gran importancia en mi vida.

Frank Alejandro Vásquez Cuellar

En primer lugar le dedico este paso tan importante a Dios por acompañarme y darme la sabiduría para finalizar de manera exitosa mi carrera, en segundo lugar le doy las gracias a mi familia por apoyarme incondicionalmente y darme ánimos para seguir adelante, en especial a mi mamá y mi hermana Jenny que han sido parte fundamental de todo esto y a pesar de los momentos más difíciles, supieron manejar las situaciones, por último a todos los que fueron mis catedráticos por compartir de manera profesional sus conocimientos que me formaron, así también a mis compañeros de proyecto de graduación Frank Vásquez y Eileen Velásquez por acompañarme en esta última parte de mi carrera. A todas las personas que fueron parte de este proceso, muchas gracias.

Eduardo Antonio Paz Dubón

Esta tesis la dedico primeramente a Dios, que siempre ha forjado mi camino y me ha dirigido siempre por el sendero correcto. A mi padre, Israel Velásquez que toda mi vida me ha demostrado que es mi mano derecha, guiándome en todo este complicado proceso, apoyándome incondicionalmente y siempre mostrándome el camino a la superación. A mi madre, Telma Cruz que con su amor infinito y puro siempre secó mis lágrimas y me animó en todos esos momentos en los que ya no podía más.

A mis hermanas que siempre me brindaron su tiempo, su amor, su comprensión y que siempre me ofrecieron un hombro para descansar cuando las cargas eran muy grandes. A mis abuelos Flora Meléndez y Armando Cruz (Q.D.D.G.) por forjar desde pequeña mi carácter y por sembrar en mí la semilla de la educación y de los buenos valores. A mis tíos y tías, por el apoyo que me brindaron para no dejar nunca atrás mis sueños y por siempre motivarme a ser mejor. A Jorge Neptaly Arias (Q.D.D.G.) porque siempre creyó en mi proyecto de vida y porque sé que desde el cielo guía mis pasos y celebra cada uno de mis logros. A mis amigos y amigas, por permitirme aprender más de la vida a su lado. A mis maestros y compañeros de proyecto, ya que ellos se han convertido en piezas fundamentales en la culminación de esta etapa.

Eileen Fabiola Velásquez Cruz

AGRADECIMIENTO

Principalmente agradecemos a Nuestro Dios Todopoderoso por guiarnos con sabiduría en este proyecto, por darnos entendimiento, salud y paciencia para poder alcanzar nuestra meta. Agradecemos a nuestros padres, hermanos y compañeros de estudio, por el apoyo incondicional en este proceso, por su paciencia y consejos que nos brindaron cuando más lo necesitábamos, sin su valiosa ayuda no lo hubiésemos logrado, a todos, ¡Muchas Gracias! Finalmente agradecemos a la Municipalidad de Santa Cruz de Yojoa, por facilitarnos información relacionada al lugar del Proyecto, así como al Ing. Marlon Pineda encargado del área de Ingeniería y su equipo de Topografía que nos brindaron apoyo técnico a la hora del levantamiento de la zona de San Isidro, también al Patronato de la comunidad que estuvo anuente a brindarnos movilidad y alimento en los días de trabajo en su comunidad y a los valiosos Ing. Sergio Paredes e Ing. Otto Flores catedráticos de UNITEC, que contestaron nuestras dudas y llevaron seguimiento de este proyecto y a todas las personas que formaron parte directa o indirectamente en la elaboración de esta Tesis.

A todos ¡Muchas Gracias!

RESUMEN EJECUTIVO

Propuesta de Alcantarillado Sanitario para la comunidad de San Isidro, Santa Cruz de Yojoa, gracias a la gestión de la alcaldía de Santa Cruz de Yojoa a través de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), se estableció en realizar un sistema de Alcantarillado Sanitario, el cual inició con una visita de campo, en la cual se contempló realizar un levantamiento de toda la comunidad de San Isidro y delimitar la extensión de la comunidad en la que se llevará la construcción, y como se atacaría el levantamiento topográfico.

Al ser una extensión no tan grande se necesitarán un método para realizarlo en un corto período de tiempo, con la ayuda de la municipalidad y su cuadrilla de topografía facilitaron el uso de sus equipos en la toma de datos de la zona cuanto a posición; como elevación, éste equipo nos facilitó realizar el levantamiento topográfico en un lapso aproximado de un mes.

Utilizando AutoCAD Civil 3D se ingresaron los datos del levantamiento topográfico y se determinaron las rutas viables para la distribución del sistema de alcantarillado y generar las curvas de nivel, realizado esto, se insertó en el programa de Microsoft Excel, realizando una hoja de cálculo con todos los valores y datos para su distribución de caudales. Una vez realizada se revisaron las pendientes, velocidad y excavación de los pozos las cuales se rigen por las normas del SANAA.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
2.1. ANTECEDENTES.....	2
2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
2.2.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	3
2.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
2.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	3
2.4. OBJETIVOS.....	4
2.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
2.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
2.5. JUSTIFICACIÓN	4
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO	6
3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	6
3.1.1. ANÁLISIS DEL MACROENTORNO.....	7
3.1.2. ANÁLISIS DEL MICROENTORNO	12
3.1.3. ANÁLISIS INTERNO.....	17
3.2. TEORÍA DE SUSTENTO	19
3.2.1. SISTEMA AUTÓNOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (SANAA) 19	
3.2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	24
3.2.3. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	30

3.2.4.	TRAZADO DE LA RED DE ALCANTARILLADO	31
3.3.	MARCO LEGAL	36
3.3.1.	LEYES JURÍDICAS.....	36
3.3.2.	LEYES AMBIENTALES.....	39
CAPÍTULO IV:	METODOLOGÍA.....	41
4.1.	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	41
4.1.1.	TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	41
4.2.	DIAGRAMA DE LAS VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN	42
4.3.	ENFOQUE Y MÉTODOS	43
4.3.1.	TIPO DE DISEÑO	43
4.4.	POBLACIÓN Y MUESTRAS.....	44
4.4.1.	POBLACIÓN	44
4.4.2.	TAMAÑO DE LA MUESTRA	44
4.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	45
4.5.1.	INSTRUMENTOS	45
4.5.2.	TÉCNICAS.....	49
4.6.	UNIDAD DE ANÁLISIS Y RESPUESTA.....	49
4.6.1.	UNIDAD DE ANÁLISIS.....	49
4.6.2.	UNIDAD DE RESPUESTA	50
4.7.	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	50
4.7.1.	FUENTES PRIMARIAS.....	50
4.7.2.	FUENTES SECUNDARIAS.....	50
4.8.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	51

CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y RESULTADOS	52
5.1 CRITERIOS DE DISEÑO	52
5.1.1 PERÍODO DE DISEÑO	52
5.1.2 ÍNDICE DE CRECIMIENTO	52
5.1.3 POBLACIÓN DE DISEÑO	52
5.2 PROCESOS DE DISEÑO	60
5.2.1. CÁLCULO POBLACIÓN DE DISEÑO	61
5.2.2. CÁLCULO POBLACIÓN DE SATURACIÓN	61
5.2.3. ÁREA TOTAL EN HECTÁREAS	61
5.2.5. CAUDAL MEDIO DIARIO	61
5.2.7. CAUDAL POR CONEXIONES ILÍCITAS	62
5.2.8. REVISIÓN DE CAUDALES, PENDIENTES Y VELOCIDADES	62
 CAPÍTULO V: PRESUPUESTO DEL PROYECTO	 72
5.1. PRESUPUESTO DE CANTIDADES DE OBRA.....	72
5.3. TABLA DE PRESUPUESTO DE MATERIALES (TDMAT).....	85
5.4. TABLA DE PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA.....	86
5.5. TABLA DE PRESUPUESTO DE HERRAMIENTA Y EQUIPO MENOR.	86
5.6. CONSOLIDADO PRESUPUESTO.....	87
 CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES.....	 88
CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES	89
CAPÍTULO VIII. BIBLIOGRAFÍA	90
CAPÍTULO IX. ANEXOS	93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Cobertura mundial de agua potable, 2014.	8
Ilustración 2 Cobertura mundial de instalaciones de saneamiento mejorado, 2015.....	9
Ilustración 3 Límites territoriales de Honduras.....	12
Ilustración 4 Cobertura de Saneamiento en Honduras.....	13
Ilustración 5 Mapa Geográfico Santa Cruz de Yojoa.....	17
Ilustración 6 Mapa geográfico de San Isidro.....	18
Ilustración 7 Esquema de colocación de material selecto.....	23
Ilustración 8 Aguas negras con respecto a las tuberías de agua potable.....	24
Ilustración 9 Distribución Longitudinal.....	32
Ilustración 10 Distribución Perpendicular.....	32
Ilustración 11 Distribución Perpendicular Radial.....	33
Ilustración 12 Distribución Perpendicular Abanico.....	33
Ilustración 13 Diagrama de las variables.....	42
Ilustración 14 Estación Total.....	47
Ilustración 15 Trípode.....	47
Ilustración 16 Logo de Microsoft Excel.....	48
Ilustración 17 Logo de AutoCAD Civil 3D.....	49
Ilustración 18 Secciones típicas de calles peatonales con tubería.....	60
Ilustración 19 Perfil de la sección típica de las calles peatonales con tubería.....	60
Ilustración 20 Porcentaje de ocupación.....	64
Ilustración 21 Cuadro de resumen colector principal.....	65
Ilustración 22 Cuadro resumen caudales Subcolector 1.....	66

Ilustración 23 Cuadro resumen caudales Subcolector 2, 3 y 4.....	67
Ilustración 24 Cuadro resumen caudales Subcolector 5, 6, 7, 8, y 9.....	68
Ilustración 25 Cuadro resumen caudales Subcolector 10, 11, 12, 13, 14 y 15.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de Operacionalización.....	41
Tabla 2 Esquema de Variables de Operacionalización del Proyecto.....	43
Tabla 3 Tipo de diseño.....	44
Tabla 4 Datos Generales.....	70
Tabla 5 Resumen final de pozos.....	70
Tabla 6 Resumen final de caudales.....	71

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Caudal final para un sistema de alcantarillado sanitario.....	20
Ecuación 2 Caudal doméstico	20
Ecuación 3 Factor de Harmon	21
Ecuación 4 Ecuación de población futura.....	53
Ecuación 5 Caudal de diseño.....	54
Ecuación 6 Caudal doméstico	54

Ecuación 7 Coeficiente de Harmon.....	55
Ecuación 8 Velocidad de tubo lleno	57
Ecuación 9 Caudal a tubo lleno	58
Ecuación 10 Relación de caudal	58
Ecuación 11 Relación de velocidad	58
Ecuación 12 Población de diseño	61
Ecuación 13 Población de Saturación	61
Ecuación 14 Área total en hectáreas.....	61
Ecuación 15 Densidad poblacional	61
Ecuación 16 Caudal medio diario	61
Ecuación 17 Caudal de Conexiones Ilícitas.....	62

GLOSARIO

Aguas residuales: (o aguas negras) Agua que procede de viviendas, poblaciones o zonas industriales y arrastra suciedad y detritos.

Alcantarillado Sanitario: Se denomina alcantarillado o red de alcantarillado al sistema de estructuras y tuberías usadas para el transporte de aguas residuales o servidas (alcantarillado sanitario), o aguas de lluvia, (alcantarillado pluvial) desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten a cauce o se tratan.

Pozos Sépticos: es una cámara cerrada que sirve para facilitar la descomposición y separación de la materia orgánica contenida en las aguas de alcantarilla, utilizando el trabajo de las bacterias existentes en las mismas aguas.

Desagüe Sanitario: Orificio, conducto o canal por donde se desagua los desperdicios que se producen por el residuo de excreta y aguas grises de una población.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La constante necesidad de la población hondureña hoy en día por mitigar los altos índices de contaminación de los recursos naturales y medio ambiente conlleva a buscar soluciones para mejorar la calidad de vida de sus habitantes. La falta de estos sistemas de saneamiento puede llevar a la propagación de enfermedades, detiene el desarrollo económico y social de la comunidad, por lo que es imprescindible buscar soluciones a estos problemas lo antes posible.

La comunidad de San Isidro está ubicada en el departamento de Cortés, al sur del municipio de Santa Cruz de Yojoa. Con una población aproximada de 2,568 habitantes y una extensión territorial de 7.5 km². Esta es una zona netamente agrícola con un desarrollo auto sostenible y en vías de desarrollo, esta comunidad se considera el motor económico de Santa Cruz de Yojoa por su producción de cultivos, tales como la piña, el café, la malanga, la yuca, los frijoles, entre otros.

Para impulsar un mayor desarrollo de la comunidad, se requiere el diseño de alcantarillado sanitario de San Isidro. Esto llevará a que se reduzca el porcentaje de enfermedades producidas por la falta de este sistema en la comunidad, así como permitirá la facilidad futura de poder contar con su propio pavimento para un acceso rápido y eficiente a la comunidad y al comercio. Asimismo, aumentará el valor económico de la zona.

En este presente informe, se llevará a cabo el estudio y diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad de San Isidro en el que se comprende el levantamiento topográfico de la zona, así como también la selección de materiales y tuberías adecuadas satisfacer las necesidades de carácter sanitario de la comunidad. Se exponen los objetivos de la investigación, los cuales definen la guía a seguir para la realización del respectivo diseño; se manifiestan los alcances de la investigación, así como las limitaciones y condiciones que puedan impedir en alguna medida la realización de ésta.

CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Toda comunidad afronta diferentes problemas con el fin de desarrollarse y expandirse, la mayoría tomando en cuenta la satisfacción y comodidad de los habitantes, este caso aplica para la comunidad de San Isidro que cuenta con una población aproximada de 2,568 habitantes. Cada uno buscando sustento propio o familiar. Muchos de los sustentos para esta comunidad pueden derivarse de la naturaleza misma, y recae en la ingeniería para facilitar la obtención es estos. El diseño de un alcantarillado sanitario brindaría a la comunidad de San Isidro protección a propagaciones de enfermedades, así como también facilita la posibilidad de expandir la aldea y que esta se desarrolle aún más.

2.1. Antecedentes

San Isidro es una comunidad ubicada en el municipio de Santa Cruz de Yojoa, Departamento de Cortés, Honduras. Este se caracteriza por su actividad agrícola, siendo categorizada como la tercera comunidad más importante del municipio y por sus habitantes como el motor económico de Santa Cruz de Yojoa. Sus aldeas vecinas son La Ceibita (Norte), San Bartolo (Sur), Buenos Aires (Este) y La Paz (Oeste).

En la aldea Yojoa, aldea con una población mucho mayor a la de San Isidro en la cual tampoco se cuenta con sistema de alcantarillado sanitario, los habitantes hacen uso de pozos sépticos como medio de evacuación de aguas negras y grises. Estas aguas residuales se infiltran en el suelo contaminando el agua y la tierra. Esta agua contaminada es un medio de propagación de enfermedades tales como fiebre, cólera, hepatitis, meningitis, diarrea, etc. Estas enfermedades pueden ser transmitidas por el agua, relacionado con la falta de higiene de esta, ya sea por vía oral o contacto con la piel. Asimismo, el centro de salud del área ha confirmado que ha habido casos de estas enfermedades en la aldea.

Al igual que en la aldea Yojoa, los habitantes de San Isidro depositan sus desechos sólidos en fosas sépticas, estas sin ningún tipo de ordenamiento o control de sanidad. La implementación de un sistema de alcantarillado sanitario beneficiaría mucho a la comunidad permitiéndoles un

sistema de descarga fijo que no consuma gran cantidad de área y minimice la cantidad de infecciones en el área. Así mismo, el diseño de un sistema de alcantarillado abre las puertas a un posible diseño futuro de pavimentación de la zona, impulsando la economía y turismo de esta. El ingeniero a cargo de los proyectos en Santa Cruz de Yojoa asignado por la municipalidad ha brindado apoyo y velado por que las necesidades de la comunidad sean satisfechas.

Posteriormente, la municipalidad tiene provista la pavimentación de la aldea. Esto porque al ser las calles de tierra, hay mucha contaminación de polvo debido a que los automóviles que transcurren la zona producen mucha contaminación nociva para los habitantes.

2.2. Definición del Problema

La comunidad de San Isidro ha hecho esfuerzos por medio del patronato en llevar a cabo este proyecto, han estado en contacto con la municipalidad para que este gestionara los fondos para su comunidad. Con el paso del tiempo han ido desarrollándose como por ejemplo el agua potable en sus casas. La comunidad tiene como finalidad pavimentar al menos su calle principal que hará más fácil el traslado de sus productos.

2.2.1. Enunciado del Problema

“La comunidad de San Isidro no cuenta con un sistema de evacuación de aguas negras y grises producto de la actividad diaria, por ello el interés de la municipalidad por gestionar un estudio y diseño de un sistema de alcantarillado completo que cumpla con la demanda de sus habitantes.”

2.2.2. Formulación del Problema

¿Qué diseño de alcantarillado puede resolver de forma eficiente y económica para que este cumpla con las exigencias encontradas a lo largo de la recolección de la información, así como la irregularidad de la zona?

2.3. Preguntas de Investigación

- 1) ¿Cuáles son las características topográficas por tomar en cuenta de la zona de San Isidro?
- 2) ¿Qué diámetros y tipos de tuberías serán los adecuados para cumplir con la demanda de la comunidad?

- 3) ¿Qué dimensiones tendrán los pozos de inspección del sistema y la cantidad de estos?
- 4) ¿A cuánto ascenderá el monto aproximado del proyecto?

2.4. Objetivos

Es importante definir las metas para el proyecto antes de poder comenzar a realizar cualquier estudio previo. Para definir la finalidad del proyecto, se definen los objetivos para presentar en el mismo.

2.4.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de alcantarillado sanitario que cumpla los parámetros de diseño definidos por el Servicio Nacional Autónomo del Agua (SANAA), de manera que se presente eficiente y económico a la comunidad de San Isidro.

2.4.2. Objetivos Específicos

1. Realizar el levantamiento topográfico de la comunidad ubicada en un sector montañoso de la comunidad de San Isidro.
2. Definir las características y diámetros de tuberías a emplear en el diseño.
3. Calcular el número y las dimensiones de los pozos de inspección a usar.
4. Elaborar planos conceptuales del sistema de alcantarillado propuesto a la comunidad, incluyendo planos topográficos y flujo de sistema.
5. Calcular el costo aproximado del proyecto.

2.5. Justificación

Uno de los beneficios primordiales para una comunidad es contar con un servicio eficiente de alcantarillado, ya que ese mismo se traduce en bienestar y en salud para los habitantes. Además de eso se tienen beneficios adicionales, como suponerse un planteamiento de ordenamiento de la comunidad, en el cual se diseñará un plan de crecimiento, para un desarrollo constante y controlado.

Estos sistemas de saneamiento son los encargados de tratar y de transportar las aguas negras y los desechos generados por la actividad de la población, cabe destacar que un sistema de aguas residuales debe contar con el tratamiento adecuado ya que la población dentro de las comunidades, como en este caso San Isidro irá aumentando y con ello la cantidad de desperdicios proporcionalmente.

Según las gestiones municipales, no se había propuesto un nivel de prioridad para sistemas de alcantarillado sanitario, sin embargo, actualmente las redes de alcantarillado se han convertido en un requisito para la construcción de las nuevas urbanizaciones cuando se trata de vías de desarrollo de una comunidad.

Como objetivo primordial en este proyecto, consideramos determinar un indicador de eficiencia que mida cuantitativa y cualitativamente los usuarios beneficiados del servicio de la red al obtener un servicio que revolucionará el *modum vivendi* de los habitantes de la aldea de San Isidro.

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

Un sistema de alcantarillado sanitario consiste en una serie de tuberías y obras complementarias necesarias para recibir, conducir, ventilar y evacuar las aguas residuales de la población para posteriormente llevarlas a una planta de tratamiento de aguas residuales. En la actualidad en muchos países de Latinoamérica incluyendo Honduras existe gran deficiencia en estos sistemas ocasionando así la proliferación de muchas enfermedades. Organizaciones y gobiernos buscan mejorar estos servicios en beneficio de sus pueblos.

3.1. Análisis de la Situación Actual

Las distintas actividades humanas ejercen una presión importante, directa e indirectamente, sobre el ciclo hidrológico, lo que ha tenido consecuencias negativas en muchas regiones no sólo en la calidad de vida de la población, sino también en los ecosistemas naturales y su biodiversidad. En un mundo caracterizado por una población creciente y con mayor capacidad económica que le permite acceder a más bienes y servicios, la necesidad de producir más alimentos y energía, así como de abastecer con mayores volúmenes de agua a la población y a las actividades productivas, ha incrementado significativamente su demanda y ha presionado fuertemente su calidad en sus reservorios naturales.

El saneamiento es fundamental para proteger la salud pública. Para no exponerse a los residuos que son generados por las comunidades, es necesario mejorar el acceso a servicios de saneamiento básico en los hogares y las instituciones y gestionar sin riesgos la totalidad de la cadena de saneamiento. Actualmente, gran porcentaje de la población mundial no cuenta con sistemas de saneamiento. (Salud, 2017) afirma, "A nivel mundial, 2400 millones de personas carecen de acceso a servicios de saneamiento mejorados y, de esa cifra, cerca de 1000 millones de habitantes practican la defecación al aire libre."

A continuación, será analizado el impacto de los servicios de saneamiento en el mundo y posteriormente, en el país, englobando la influencia que posee en la aldea de San Isidro.

3.1.1. Análisis del Macroentorno

El incremento de la población mundial, la rápida urbanización, la creciente escasez de recursos hídricos de calidad y el aumento de los precios de los fertilizantes explican el uso cada vez mayor de aguas residuales, aguas grises y excrementos en la agricultura y la acuicultura.

El saneamiento es fundamental para proteger la salud pública. Es importante mejorar el acceso a servicios de saneamiento básico en los hogares, así como en las instituciones para evitar la exposición a estos, gestionar posibles riesgos que puede afrontar una comunidad al no contar con este sistema.

La falta de saneamiento frena el crecimiento económico. Los servicios de saneamiento deficientes pueden tener un costo de miles de millones para algunos países. Este monto equivale anualmente a 6,3 % del PIB en Bangladesh; 6,4 % en India; 7,2 % en Camboya; 2,4% en Níger, y 3,9% en Pakistán. La contaminación derivada de la eliminación y el tratamiento inadecuados de aguas residuales y materia fecal de las viviendas también afecta los recursos y los ecosistemas hídricos. (Mundial, 2017)

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la meta mundial de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) relativa al agua potable se alcanzó antes de lo previsto. (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF] & Organización Mundial de la Salud [OMS], 2015,) Afirma, "Se tenía proyectado que para 2015, el 88% de la población mundial debería tener acceso a este recurso, sin embargo, aunque esta cifra se alcanzó y superó en 2010 se estima que hay alrededor de 663 millones de personas que carecen del acceso a agua potable en todo el mundo, de los cuales el 4% corresponde a población urbana y, en contraste, el 16% es población que habita en zonas rurales."

Esto se traduce en que ocho de cada diez personas que carecen de este servicio, viven en áreas rurales. En 2015, sólo tres países (Angola, Guinea Ecuatorial y Papua Nueva Guinea) tenían un porcentaje menor al 50% de su población con acceso a agua potable, en contraste con los 23 países que se encontraban en esta situación en 1990. En términos de la población mundial, esto significa que, en 2015, el 91% de la población mundial ya contaba con acceso a una fuente de agua potable mejorada, en contraste con el 76% que había en 1990 (OMS U. &., Estadísticas Sanitarias Mundiales, 2015).

A continuación, en la Ilustración 1 se observará la cobertura de los servicios de Agua Potable y saneamiento por continentes y categorías de desarrollo de países.

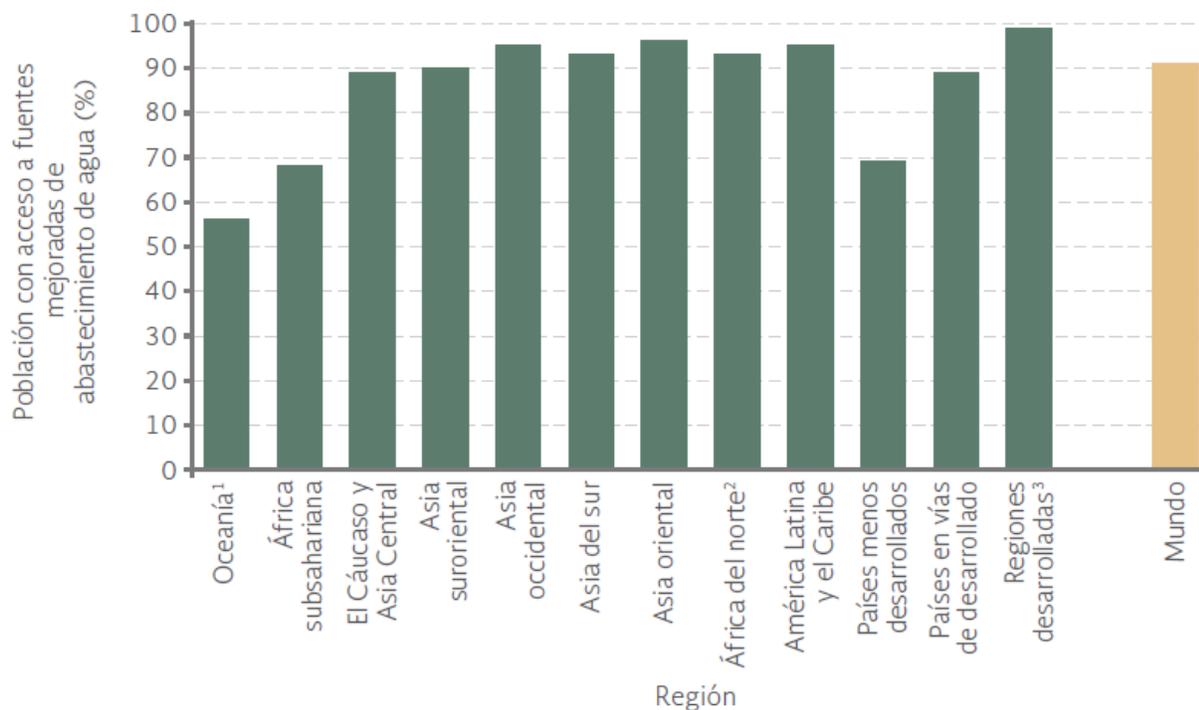


Ilustración 1 Cobertura mundial de agua potable, 2014.

Fuente: (UNICEF, Progresos en materia de agua potable y saneamiento, 2014)

Como se pudo observar los continentes con menor cobertura son Oceanía y algunos países menos desarrollados, con esto se pueden formar una idea para ver los lugares de enfocar proyectos y desarrollo en esta área.

El acceso a los servicios de saneamiento mejorado no es homogéneo en el mundo. En la Ilustración 1 se observa que el grupo de los países desarrollados, aunque tienen la mayor cobertura quedaron un punto porcentual por debajo de su meta regional para 2015, que era de 97%. La misma diferencia se presentó en la región de América Latina y el Caribe, la cual quedó en 83%. La región de África Subsahariana apenas alcanzó el 30%, y la de Oceanía el 35%, quedando muy por debajo de sus metas regionales que eran de 62% y 68% respectivamente. Las regiones del Cáucaso y Asia Central, Asia oriental, África septentrional y Asia occidental fueron las que alcanzaron sus metas regionales

Existió un proyecto como parte de los Objetivos de Desarrollo del Milenio para pretender reducir a la mitad la población que no tenía acceso a servicios básicos de saneamiento mejorado a nivel mundial entre los años 1990 y 2015. Esto implicaba extender la cobertura de servicios de saneamiento de un 54% a un 77%. Al final del plazo en el año 2015 se logró extender la cobertura a un 68% significando que no se logró cumplir la meta del proyecto. El 9% faltante para cumplir con la meta significaba un aproximado de 700 millones de personas. Sin embargo, el avance que logro el proyecto brindo servicios de saneamiento mejorado a aproximadamente 2,100 millones de personas a nivel mundial.

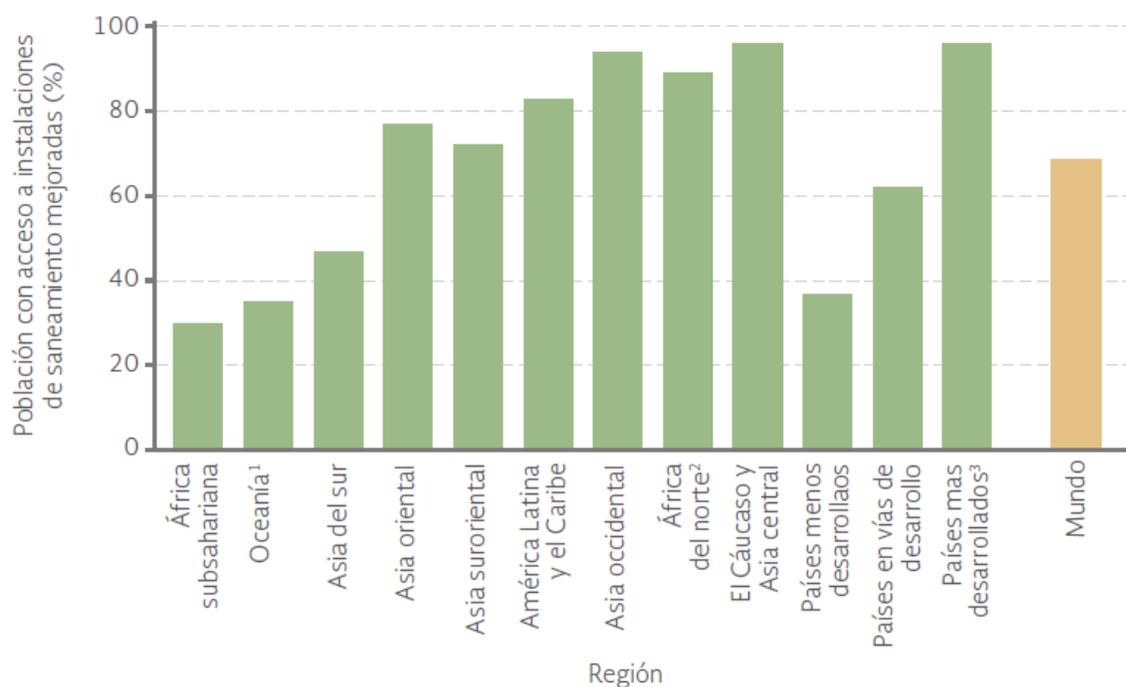


Ilustración 2 Cobertura mundial de instalaciones de saneamiento mejorado, 2015

Fuente: (UNICEF, Progresos en materia de agua potable y saneamiento, 2015)

En conclusión, a la Ilustración 2, el área de África Subsahariana (África sur) y países menos desarrollados son los que carecen de instalaciones de saneamiento.

La mayoría de los países todavía tienen datos muy limitados sobre el intercambio de instalaciones de saneamiento (solo el 9% tiene más de cuatro encuestas), aunque el número de encuestas y censos de hogares que recopilan información sobre el intercambio aumentó sustancialmente

durante el período de los ODM, de 239 en 2008 a más de 400 en 2015. Para aún menos países, solo 85 en 2015, es posible distinguir el intercambio limitado de cualquier intercambio.

3.1.1.1. Alcantarillado en América Latina

En América Latina, el crecimiento de la población y el aumento de los servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento han sido las razones principales para aumentar la cantidad de vertidos de aguas residuales. (Rotaste, 2005)

(Rojas Rotaste, 2005, p. 14) afirma. “En los últimos 50 años, la cobertura de acceso a redes de agua potable y saneamiento en América Latina han aumentado significativamente. En promedio aumentaron de un 40% de la población urbana en 1950, a más del 80% en 2008”.

Sin embargo, el crecimiento de estos sistemas de tratamiento de aguas residuales no ha sido equivalente en la mayoría de las regiones. Es por esto por lo que el saneamiento urbano continúa siendo una de las principales inquietudes de los gobiernos.

La población que no está conectada a la red de saneamiento depende principalmente de sistemas de eliminación in situ, como las letrinas y fosas sépticas. Por consiguiente, casi la totalidad de las aguas residuales urbanas, incluyendo todos los residuos industriales excepto los más tóxicos, eran evacuadas en las masas de agua más cercanas sin ningún tipo de tratamiento. Muchos ríos, lagos y aguas costeras, especialmente aquellas ubicadas aguas abajo de las grandes ciudades resultaban, y todavía resultan, considerablemente contaminados. Esto tiene consecuencias graves, no solo para el medio ambiente, sino también para la salud y el bienestar de la población y el desarrollo socioeconómico general de la región, especialmente en el caso de la industria y el turismo. Un problema fundamental y prevalente es el uso de agua contaminada –en general se trata de aguas fluviales que poseen niveles inaceptables de contaminación, pero también aguas negras y, en contados casos, aguas residuales tratadas– para actividades de riego cerca de las grandes ciudades (es decir, agricultura periurbana), especialmente en zonas áridas y semiáridas. Esto lo realizan en general los agricultores de pequeña escala, quienes cultivan frutas y verduras para el mercado local.

3.1.1.2. Crecimiento Reciente del Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas

La situación ha comenzado a cambiar en las últimas dos décadas y se ha prestado mayor atención no solo a los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento, sino también a la creación de instalaciones para el tratamiento de aguas residuales. Los motivos de este cambio son:

- 1) Los altos niveles de cobertura de agua y saneamiento logrados como parte del proceso de los ODM.
- 2) La mejora en la situación económica de los prestadores de servicios, especialmente en las ciudades más grandes, que en los últimos años avanzaron notoriamente en pro de la recuperación de costos.
- 3) El fuerte crecimiento socioeconómico de la región en la primera década del siglo, que resultó en el nacimiento de una clase media por la salida de muchas personas de la pobreza.

Otro factor que contribuyó fue la integración de las economías regionales a los mercados globales. En ese sentido, el aumento de los tratamientos de aguas residuales es muy importante, ya que los problemas medioambientales y de salud pública asociados a la contaminación del agua pueden tirar por la borda los esfuerzos realizados durante muchos años para desarrollar los mercados de exportación.

En algunos casos, las protestas públicas y sentencias judiciales dieron lugar a importantes programas de gestión de aguas residuales. El ejemplo más emblemático es el de la cuenca del río Matanza Riachuelo en Argentina. En un litigio de interés público las autoridades fueron sentenciadas a limpiar el río, lo que condujo al diseño de un plan integral para la recuperación ambiental de la cuenca del río. Prácticamente se duplicó la tasa de cobertura de los tratamientos de aguas residuales urbanas desde fines de la década de 1990 y se

estima que alcanzó entre un 20% y un 30% de las aguas residuales recolectadas en los sistemas de alcantarillado urbano. Las principales tecnologías utilizadas (cerca del 80% tanto en términos de cantidad de instalaciones como en volumen de agua tratada) son los estanques de estabilización, lodos activados y reactores anaeróbicos de flujo ascendente y manto de lodos.

3.1.2. Análisis del Microentorno

Honduras es un país de América, ubicado en el centro-norte de América central; su capital es el Distrito Central formado por las ciudades de Tegucigalpa y Comayagüela. Su organización territorial se divide en el país, política y administrativamente en 18 departamentos con 298 municipios; con este último en cuanto al área geográfica hace un total de 112,492 km². Siendo San Pedro Sula la ciudad más poblada, la población total del país supera los 8.7 millones de habitantes, dónde la mayor parte se dedica a las actividades agropecuarias, comercio, finanzas, servicios públicos, entre otras actividades. Su densidad poblacional es de 81.01 hab/km², tomando en cuenta que el departamento con mayor densidad es Cortés.

En la Ilustración 3 se observará las delimitaciones de nuestro país.

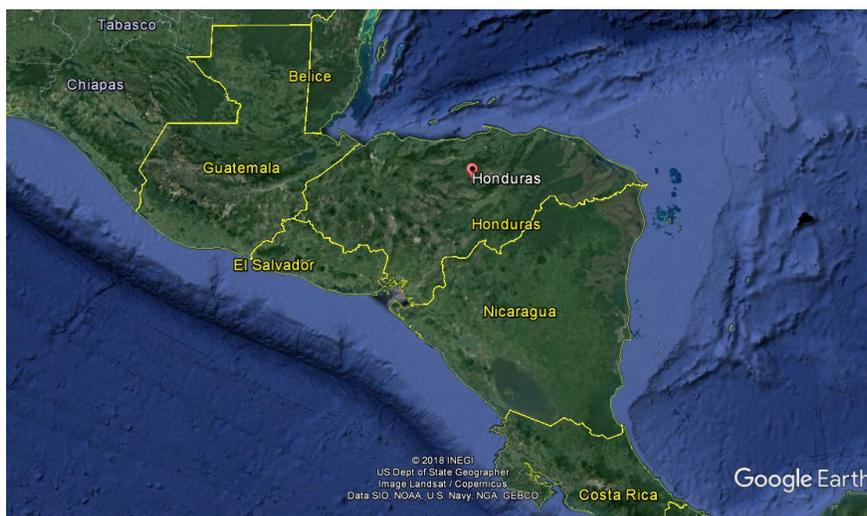


Ilustración 3 Límites territoriales de Honduras

Fuente: (Google Earth, 2018)

Se observó los límites hondureños esto con la ayuda de Google Earth que nos abre una idea de que situaciones estamos hablando.

En Honduras hay ciudades como San Pedro Sula y Tegucigalpa, que, en su mayor parte, cuentan con una red de alcantarillado sanitario; cabe agregar que no cuentan con una planta de tratamiento que higienice las aguas negras producidas por los mismos habitantes.

3.1.2.1. Cobertura de Saneamiento en Honduras

En la Ilustración 4 se identificará los departamentos con menor y mayor cobertura de servicio de saneamiento en el país de Honduras.

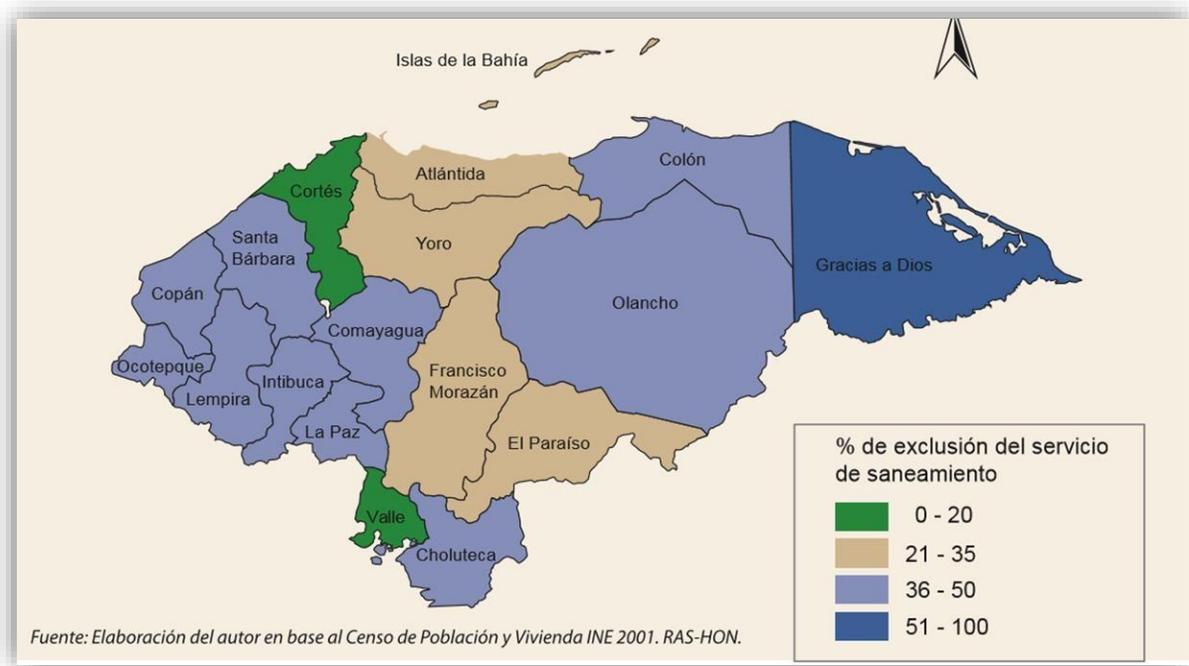


Ilustración 4 Cobertura de Saneamiento en Honduras

Fuente: (OMS U. &., Progreso en materia de agua potable y saneamiento., 2015)

Los departamentos que cuentan con más problemas en cuanto a sistemas de servicio de agua se refieren, dejando claro que los departamentos de la región norte son los que presentan menor exclusión de los servicios de agua.

El Gobierno de Honduras, desde hace más de 40 años, contando con el apoyo de la banca de desarrollo y de numerosas ONG, ha venido desarrollando actividades para dotar de servicios de

agua potable y saneamiento a la población hondureña, alcanzando coberturas de servicio de agua del 86% y de saneamiento del 71%.

“Aunque esto es un logro importante comparado con los niveles de cobertura de 72% en agua y 44% en saneamiento en 1990, la población excluida de esos servicios básicos continúa siendo alarmante”. (HON, 2010, pág. 2).

Aproximadamente, 1 millón de hondureños y hondureñas carecen de acceso a servicio de agua y 2.2 millones sin acceso a saneamiento mejorado. La exclusión es mayor en las localidades rurales de menos de 250 habitantes y en la población periurbana.

El Gobierno de Honduras desarrolló a partir de los setenta programas masivos de aumento de cobertura en el área rural; tanto a través del SANAA para comunidades rurales concentradas, como de la Secretaría de Salud para comunidades rurales dispersas; programas que permitieron alcanzar los niveles de cobertura de que se goza actualmente.

El SANAA ha contribuido con el desarrollo de numerosos programas y proyectos para aumento de cobertura de servicios de agua potable y saneamiento, tanto en el área urbana como la rural. En la primera se destaca el Plan Maestro para dotar de servicios a Tegucigalpa; con proyectos importantes de aumento de suministro como los Proyectos San Juancito- Picacho, Los Laureles y Concepción y la dotación de servicio a barrios periurbanos a través de la Unidad Ejecutora de Barrios en Desarrollo (UEBD).

En el área urbana también se distinguen los proyectos financiados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), denominados “Tres Ciudades” y “Cuatro Ciudades” mediante los cuales se mejoraron los acueductos de algunas de las mayores ciudades del país. En el medio rural SANAA desarrolló diferentes programas con apoyo financiero del BID, la agencia alemana KfW y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), entre otros.

Según Fair, Geyer, & Okun (2012):

La planeación, diseño, financiamiento, construcción y operación de los modernos sistemas urbanos de aguas y aguas residuales son empresas complejas. Aun cuando por su naturaleza misma, cada proyecto de aguas y aguas residuales debe ser concebido en forma exclusiva, su ejecución requiere procedimiento, información y decisión pública, así como materiales, equipo y apoyo tecnológico que sólo pueden suministrarse completamente dentro de la organización de una estructura

gubernamental y social altamente desarrollada y una comunidad industrial fuerte y diversificada. (Pág. 11)

Los sistemas de alcantarillados son una parte importante de la infraestructura hidráulica de una población, ya que son los encargados de transportar las aguas residuales de una población, hasta un lugar de disposición o tratamiento. Este tipo de sistemas puede tener diferentes clasificaciones.

Monroy Fernández (2014) afirma que:

Los sistemas de alcantarillado pueden ser de dos tipos: convencionales o no convencionales. Son sistemas con tuberías de grandes diámetros que permiten una gran flexibilidad en la operación del sistema, debida en muchos casos a la incertidumbre en los parámetros que definen el caudal: densidad poblacional y su estimación futura, mantenimiento inadecuado o nulo. Por otra parte, los sistemas de alcantarillado no convencionales surgen como una respuesta de saneamiento básico de poblaciones de bajos recursos económicos, son sistemas poco flexibles, que requieren de mayor definición y control de los parámetros de diseño, en especial del caudal, mantenimiento intensivo y, en gran medida, de la cultura en la comunidad que acepte y controle el sistema dentro de las limitaciones que este pueda tener. (Pág. 2)

El tipo de alcantarillado que se use depende de las características de tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto.

Las aguas residuales son cualquier tipo de agua cuya calidad se vio afectada negativamente por influencia antropogénica, dónde para poder manejar estas aguas que tienen impurezas es necesario implementar una red de alcantarillado sanitario; este proceso Crites & Tchobanoglous (2000) lo define cómo: "La recolección, tratamiento y vertimiento o reutilización de aguas residuales provenientes de hogares, conjunto habitacionales, comunidades aisladas, industrias o instituciones, así como también de sectores de comunidades existentes cerca del punto de generación de residuos" (Pág. 2).

Para poder realizar el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, es necesario la obtención de datos topográficos y de información demográfica. Sobre la base de las consideraciones anteriores, Crites & Tchobanoglous, (2000) afirma: "El desarrollo satisfactorio de los proyectos de aguas y aguas residuales, depende de información demográfica, hidrológica, geodésica y geológica que pueda tenerse al alcance, obtenida a través de décadas de ordenada observación" (Pág. 1).

El saneamiento es un proceso fundamental para proteger la salud pública y mantener las condiciones sanitarias del agua; el cual debe cumplir ciertos requisitos de sanidad, en caso contrario el cuerpo receptor de agua será contaminado.

Además de la transmisión de enfermedades, la polución de las aguas receptoras puede causar deterioración física, química y biológica de los abastecimientos de agua, balnearios, bancos ostrícolas y abastecimientos de hielo; condiciones ofensivas a la vista y olfato; destrucción de peces comestibles y de otras formas valiosas de vida acuática; enriquecimiento del contenido nutritivo de estanques y lagos conducentes a la degradación y muerte eventual de tales cuerpos receptores de agua; y otros menoscabos del goce y utilidad de las aguas naturales para recreación, agricultura, comercio e industrias. (Fair, Geyer, & Okun, 2012, Pág.23)

En una comunidad naturalmente balanceada, el tratamiento de aguas residuales y la repurificación natural se combinan en forma óptima para lograr preservar la utilidad de las aguas receptoras.

San Isidro, es una de las muchas comunidades de Honduras que no cuentan con un sistema ideal de alcantarillado sanitario. Sin embargo, poco a poco con el transcurso del tiempo, las comunidades que necesitan este sistema están implementando alcantarillados con el fin de tener un crecimiento en cuanto a la sanidad.

“Alrededor de US\$1 millón destinará el gobierno hondureño en proyectos de alcantarillado sanitario y Sistema de agua potable en los municipios de Gualaco y San Esteban, en el departamento de Olancho, al oriente de Honduras” (Soy Digital, 2016). Las obras se ejecutarán a través del Instituto de Desarrollo Comunitario, Agua y Saneamiento (IDECOAS), y beneficiará a más de 48 mil 400 habitantes.

Haciendo referencia a lo anterior mencionado:

Con una inversión de US\$1 millón el gobierno hondureño ejecuta proyectos de ampliación del sistema de alcantarillado sanitario y la construcción de una planta de tratamientos en el municipio de San Francisco de La Paz, departamento de Olancho, zona oriental de este país donde el proyecto consiste en la instalación de la red principal de alcantarillado de diversos diámetros con una longitud de 4,562 metros lineales de tubería y 2,994 metros lineales de tubería para las conexiones domiciliarias. El sistema de agua y saneamiento comprenderá una planta de tratamiento de aguas residuales, que contendrá un desarenador, un humedal, módulo de lechos de secados de lodos, cerca perimetral y caseta de vigilancia. (Soy Digital, 2016)

Las obras se ejecutarán en un plazo de 204 días y benefician a más de 2,500 habitantes de la zona, asimismo genera unos 130 empleos directos.

3.1.3. Análisis Interno

En la Ilustración 5 es una imagen satelital de lo que comprende el municipio de Santa Cruz de Yojoa.



Ilustración 5 Mapa Geográfico Santa Cruz de Yojoa.

Fuente: (Google Earth, 2017)

Santa Cruz de Yojoa, es uno de los municipios principales del departamento de Cortés se ubica en la parte sur del Valle de Sula, a 50 millas al sur de San Pedro Sula. Fue fundada en el año 1832 y declarada Ciudad por el Soberano Congreso Nacional en 1980.

La superficie territorial es de 725.6 km², con una población aproximada de 85,178 habitantes distribuidos en 48 aldeas y 159 caseríos. Es el segundo en extensión territorial después del municipio de San Pedro Sula, su actividad es meramente turística, agrícola y ganadera. Debido a su ubicación y a sus características topográficas, Santa Cruz de Yojoa cuenta con numerosos ríos, escorrentías y dos grandes depósitos de agua (Al este, la represa hidroeléctrica Francisco Morazán con una superficie de 94 km² y al Suroeste el Lago de Yojoa con una superficie de 88 km²).

En la Ilustración 6 se observará los límites que comprende la comunidad de San Isidro, aldea que le corresponde al municipio de Santa Cruz de Yojoa.

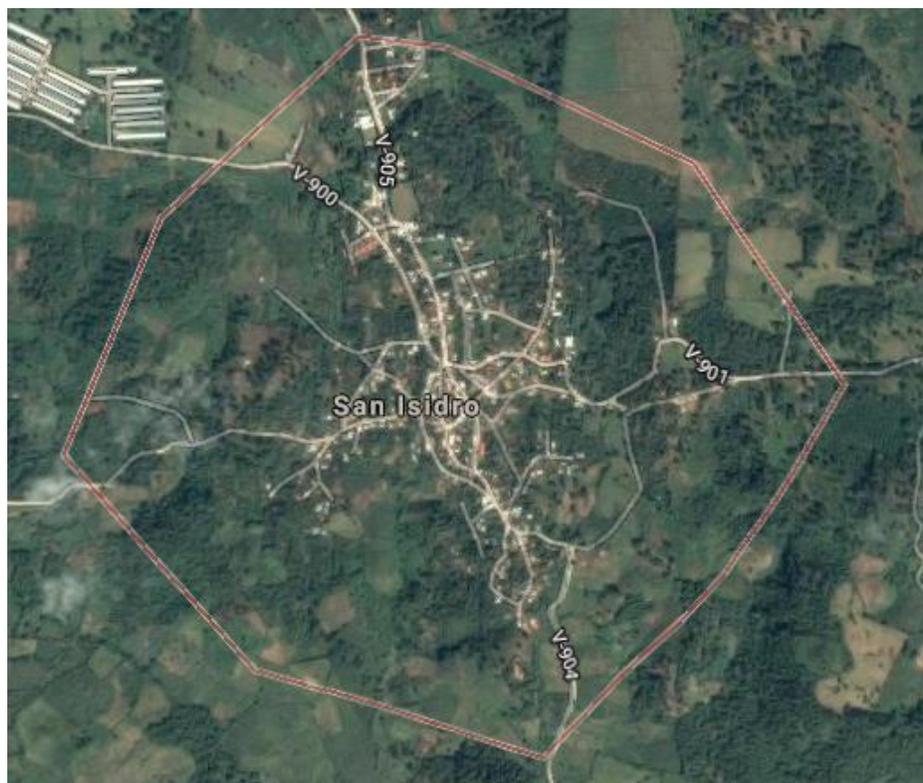


Ilustración 6 Mapa geográfico de San Isidro

Fuente: (Google Earth, 2017)

La comunidad de San Isidro está ubicada en la zona sur del municipio de Santa Cruz de Yojoa, con latitud de $14^{\circ}55'21''$ N y con una longitud de $87^{\circ}53'24''$ O, es la tercera aldea más importante del municipio de Santa Cruz de Yojoa debido a su aporte en el área agrícola.

No se tiene registro de proyectos o diseños relacionados con el tema de saneamiento en esta comunidad, es por esto, que sus habitantes no cuentan con el correcto desecho de aguas negras y aguas grises, convirtiéndose esto en un problema latente de salud pública (ya que, si las aguas residuales no se tratan correctamente, inmediatamente se crea una vía de contagio y de contaminación de fuentes de agua) así como un retardo económico para los emprendedores de la zona.

Actualmente los pobladores de la comunidad de San Isidro evacuan las aguas sanitarias mediante pozos sépticos elaborados por ellos mismos, la mayoría de ellos ubicados dentro de sus propiedades a las orillas de su casa, cuando estos se llenan ellos mismos los clausuran y proceden a la abertura de otro pozo, los cubren con una lámina y muchas veces tienden a ser de 5-6 metros de profundidad.

Dentro de la historia de la comunidad no hay reportes de intentos de realizar una construcción de un sistema de alcantarillado sanitario, pero el patronato de la aldea de San Isidro llevaba ya un par de años la petición a la municipalidad para que este buscara los fondos para dicho proyecto, finalmente la municipalidad se puso en contacto con la Universidad Tecnológica de Centroamericana (UNITEC) para que apoyara dicho proyecto.

3.2. Teoría de Sustento

El diseño de un sistema de alcantarillado sanitario debe ser realizado por medio de normas establecidas por una entidad perteneciente a un país. En el país de Honduras la entidad encargada de brindar este tipo de normas necesarias para tomar en cuenta en un diseño es el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillado (SANAA) que tiene por objetivo proveer los servicios de agua potable, conexión, evacuación y tratamiento de aguas residuales y pluviales recolectadas en el país. Todo diseño que se realice en Honduras si no hay algún manual local se deberá seguir los lineamientos del SANAA.

Además, se usarán los conocimientos académicos adquiridos siempre llevando el seguimiento de la norma.

3.2.1. Sistema Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA)

1) Dotaciones

Las dotaciones domésticas utilizadas se adoptarán conforme la clasificación residencial, que se muestra en la Tabla 3.1 del Anexo de Agua Potable. Generalmente se utiliza del 70% – 80% (como coeficiente de retorno) de la dotación por agua potable como aportación de aguas residuales por persona. Sin embargo, este valor dependerá de factores tales como las costumbres de la comunidad, tipos de actividades que realizan, etc.

La dotación escogida para zona de San Isidro será de 150 lppd esto en base a recomendación del Ing. Marlon Pineda encargado del departamento de Ingeniería de la Municipalidad.

a. Caudal de Diseño

Ecuación 1 Caudal final para un sistema de alcantarillado sanitario

$$Q_{Diseño} = Q_{Doméstico} + Q_{Infiltración} + Q_{Lícito} + Q_{Industrial} + Q_{Comercial} + Q_{Inst.Públicas}$$

Fuente: (SANAA.)

b. Caudal por conexiones Ilícitas

El valor del caudal por conexiones ilícitas será el 30% del Caudal medio diario a usar.

NOTA: Tanto el caudal por infiltración como el caudal de conexiones ilícitas deberá de tomarse en cuenta para el diseño de colectores.

c. Caudal Doméstico

Ecuación 2 Caudal doméstico

$$Q_{Doméstico} = \frac{D * K1 * H1 * P}{86400}$$

Fuente: (SANAA.)

Dónde:

Qd = Caudal real en litros/segundo

D = dotación (lppd)

K1= coeficiente de retorno (varía según las condiciones de la población entre 0.70 a 0.80)

P = población en habitantes.

H1= factor de Harmon menor o igual que 4 (relación del gasto máximo al gasto medio)

Ecuación 3 Factor de Harmon

$$H1 = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P/1000}} \leq 4.0$$

Fuente: (SANAA)

En el caso que el Factor de Harmon sea mayor que 4 se usará 4 efectivamente.

d. Caudal por Infiltración

El caudal de infiltración dependerá del tipo de tubería a utilizar, así tenemos que para tubería PVC, ADS RIBLOC, NOVAFORT utilizar un caudal de infiltración igual a 1.0 lt/seg/Km; en el caso que SANAA autorice utilizar tubería de concreto el caudal de infiltración para concreto nuevo será de 1.2 lt/seg/Km; para concreto viejo de 1.5 lt/seg/Km. En el caso de infiltración en los pozos se utilizará un caudal igual a 0.004 l/s/tapadera.

e. Población De Diseño

La población de diseño será la estimada para el periodo de diseño incluyendo las áreas de influencia. Se considera la población del total de las áreas según los planes reguladores vigentes; de no existir estos se considerará una población de saturación de 6 habitantes por unidad habitacional. Si hubiese tasa de crecimiento poblacional deberá calcularse la población en base a los métodos de proyección especificados en la Norma de Diseño de Agua Potable.

Nota: Cuando la población de saturación es mayor a la población futura, utilizar la población de saturación y si la futura es mayor a la de saturación entonces utilizar población futura.

f. Periodo de Diseño

El periodo de diseño deberá ser de 20 años. Al final del periodo de diseño, las instituciones harán una revisión de los sistemas para verificar si se amplían o no las coberturas.

g. Estimación de Áreas Tributarias

a) Se considerará en el perímetro y las áreas adyacentes que sean tributarias al sistema por razones topográficas, demográficas y urbanísticas.

b) Tomar en cuenta en el diseño, al fijar la profundidad y capacidad de los colectores, las áreas de futura expansión que puedan llegar a ser tributarios al sistema.

h. Pendientes

La pendiente no será menor de 0.5%, ni mayor de 15% en las tuberías del sistema. Para las acometidas domiciliarias la pendiente mínima será de 2%.

Cuando el terreno no permita pendientes menores de 15% se deberán usar anclajes cada 10 metros. El tipo de anclajes a utilizar deberá ser aprobado por SANAA.

i. Pozos de Inspección y Pozos de Caída

Se usarán pozos de inspección en las siguientes condiciones:

- a) En distancias que no sean superiores de 80 metros.
- b) En todo cambio de alineamiento horizontal.
- c) En todo cambio de alineamiento vertical.
- d) Donde converjan dos o más tuberías del sistema.
- e) En los puntos donde exista cambio de diámetro o material de la tubería.

La altura del pozo no será mayor de 4.50 metros ni menor de 1.50 metros, para paredes normales. Cuando la altura del pozo este entre 4.50 y 6.00 metros colocar paredes dobles desde la base del pozo hasta una altura de $h/3$.

Se utilizarán pozos de caída en casos especiales como ser en barrios periféricos con pendientes altas. Tanto los pozos de inspección como los pozos de caída deberán construirse de acuerdo con los planos tipo del SANAA, los cuales se pueden obtener en la Oficina de Normas y Supervisión.

j. Profundidades

La profundidad mínima será de:

- a) 1.5 m sobre la corona del tubo, en Calle Vehicular. 1.0m sobre la corona del tubo, en Calle Peatonal.
- b) La Profundidad Máxima será hasta de 4.50 m hasta la invertida del tubo; para profundidades de 4.50 a 6.0 m sobre, la invertida del tubo se deberá hacer una protección especial a 4.50 m para tubería de concreto y 3.60 m para tubería de PVC.

k. Material Selecto

Se usará una cama por lo general de 10 cm de material selecto y sobre la corona superior del tubo una capa de 15 cm. En casos especiales como ser en suelos muy ácidos o fangosos, se utilizará lo recomendado por el fabricante.

En la Ilustración 7 se demuestra un diagrama general en sección de los recubrimientos que deberá llevar la tubería una vez colocada en sitio.

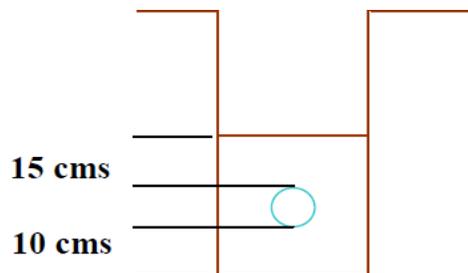


Ilustración 7 Esquema de colocación de material selecto.

Fuente: (SANAA)

En la Ilustración 8 se muestran las medidas establecidas por las normas del SANAA para la colocación correcta del material selecto en las cunetas o excavaciones para la colocación de tuberías.

l. Tipos de Tubería

Los tipos de tubería que pueden ser utilizados son:

- a) Tubería de PVC SDR-41, los números SDR pueden variar de 7 a 41. Un número SDR inferior indica que un tubo puede soportar más presión, un número más alto de SDR indica que un tubo puede soportar menos presión.
- b) NOVAFORT, es una tubería de pared estructural, fabricada en un proceso de doble extrusión, pared interior lisa y exterior corrugada.

- c) ADS, tubería de polietileno de alta densidad, de doble pared con exterior corrugado e interior liso para tubos de 4-60 pulgadas de diámetro, para utilizarse en sistemas de alcantarillado sanitario por gravedad.
- d) RIBLOC, tubería estándar, consistente en una banda estructural pre-extruida que es enrollada helicoidalmente y enlazada por medios mecánicos y químicos para formar un tubo de estructura flexible.

m. Ubicación de la Tubería

La tubería de alcantarillado sanitario irá por en medio de la calle y separada de la tubería de agua potable; siempre deberá colocarse bajo la tubería de agua potable.

n. Distancia mínima a la que debe estar la tubería de agua potable de la de alcantarillado sanitario.

La distancia horizontal mínima a la que deberá estar la tubería de agua potable con respecto a la de alcantarillado sanitario es de 1.50 m, y la distancia vertical mínima a la que deberá estar la tubería de agua potable con respecto a la de alcantarillado sanitario es de 0.60 m.

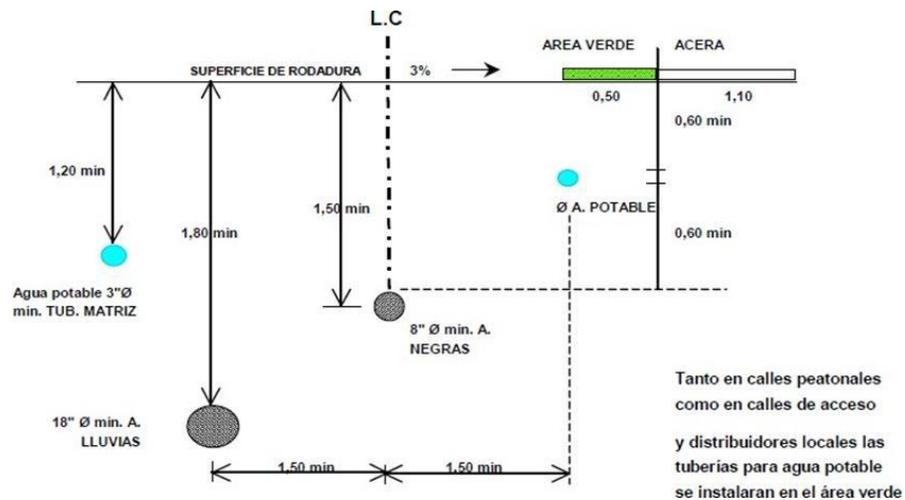


Ilustración 8 Aguas negras con respecto a las tuberías de agua potable

Fuente: (SANAA)

Se identificó las diferentes profundidades de tuberías dentro del sub-suelo.

3.2.2.Marco Conceptual

Para tener una idea clara de los términos utilizados, a continuación, se presentan algunos términos que se utilizarán a lo largo de la investigación.

1) Redes de alcantarillado:

Son estructuras hidráulicas que funcionan a presión atmosférica, por gravedad. Solo muy raramente, y por tramos breves, están constituidos por tuberías que trabajan bajo presión o por vacío. Normalmente están constituidas por canales de sección circular, oval o compuesta, enterrados la mayoría de las veces bajo las vías públicas. (McGhee, 1999, p.269)

2) Redes unitarias:

Las que se proyectan y construyen para recibir en un único conducto, mezclándolas, tanto las aguas residuales (urbanas e industriales) como las pluviales generadas en la cuenca o población drenada. (McGhee, 1999, p.275)

3) Saneamiento:

Por saneamiento se entiende el suministro de instalaciones y servicios que permiten eliminar sin riesgo la orina y las heces. Los sistemas de saneamiento inadecuados constituyen una causa importante de morbilidad en todo el mundo. Se ha probado que la mejora del saneamiento tiene efectos positivos significativos en la salud tanto en el ámbito de los hogares como el de las comunidades. El término saneamiento también hace referencia al mantenimiento de buenas condiciones de higiene gracias a servicios como la recogida de basura y la evacuación de aguas residuales. (OMS, 2018)

4) Pozos de inspección:

Los pozos de inspección son cámaras verticales que permiten el acceso a las redes de alcantarillado y colectores, para facilitar su mantenimiento. La forma de la estructura-pozo es cilíndrica en su parte inferior y de cono truncado en su parte superior. Sus dimensiones deben ser suficientemente amplias para que el personal de operación y mantenimiento pueda ingresar y maniobrar en su interior. (Prieto, 2014)

5) Concreto hidráulico:

“Es un material semejante a la piedra que se obtiene mediante una mezcla cuidadosamente proporcionada de cemento, arena y grava u otros agregados, y agua; esta mezcla se endurece en formaletas con la forma y dimensiones adecuadas. El cuerpo del material consiste en agregado fino y grueso” (Arthur H. Nilson, 2000, pág. 1).

6) Caudal:

Se define caudal como un volumen de agua que atraviesa una superficie en un tiempo determinado. (Riego, 2017)

7) Composición:

Descripción de las aguas residuales, incluye los constituyentes físicos químicos y biológicos. (Crites & Tchobanoglous, 2000).

8) Impurezas:

Constituyentes adicionados al abastecimiento de agua a través del uso. (Crites & Tchobanoglous, 2000)

9) Agua reciclada:

Agua apropiada para reutilización, reemplaza el término de agua recuperada. (Crites & Tchobanoglous, 2000)

10) Repurificación:

Tratamiento realizado a las aguas residuales para ser usadas en una amplia variedad de aplicaciones, incluso para abastecimientos en forma directa o indirecta. (Crites & Tchobanoglous, 2000)

11) Reutilización:

Uso benéfico que se da a las aguas recuperadas o repurificadas. (Crites & Tchobanoglous, 2000)

12) Instituto de desarrollo comunitario de agua y saneamiento (IDECOAS): Es una institución estatal desconcentrada, líder, transparente y eficiente, que promueve el Desarrollo

Comunitario por medio de la coordinación, diseño y ejecución de programas y proyectos participativos, incluyentes y equitativos, en alianza con gobiernos locales y socios estratégicos, para mejorar la calidad de vida de la población más pobre y vulnerable de Honduras. (CENISS, n.d.)

13) Acueductos:

“Se trata de un cauce construido artificialmente para llevar el agua hacia un sitio específico. Este tipo de sistemas posibilita que el agua fluya desde el espacio donde se encuentra de modo natural hasta un lugar distinto, donde es utilizada por las personas” (Merino, 2017, pág. 1)

14) Cajas de Registro Sanitario:

“Es un "hueco" o cámara construidos de bloques y hormigón armado (generalmente) que se coloca en las intersecciones de las líneas colectoras con las diferentes tuberías que les son conectadas, así como también en los cambios de direcciones, con el objetivo de inspeccionar y limpiar las líneas colectoras” (GRUPO AVILA, 2015, pág. 1).

15) Consumo Doméstico:

“Cantidad o volumen de agua potable que recibe el usuario por un periodo determinado” (Ministerio Del Agua, 2007, pág. 4).

16) Nivel Freático:

“Es el lugar geométrico de los puntos donde la presión del agua es igual a la presión atmosférica. En otras palabras, el nivel freático está definido por los niveles alcanzados por el agua subterránea en pozos de observación (nivel piezométrico)” (Ingeniero de Caminos, 2016, pág. 1).

17) Aguas Residuales Domesticas:

Son aquellas provenientes de inodoros, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos. Estas aguas están compuestas por solidos suspendidos (generalmente materia orgánica biodegradable), solidos sedimentables (principalmente materia inorgánica), nutrientes (nitrógeno y fosforo). (Ingeniería Civil, 2015)

18) Aguas Lluvias:

Proviene de la precipitación pluvial y, debido a su defecto de lavado sobre tejados, calles y suelos, pueden contener una gran cantidad de sólidos suspendidos; zonas de alta contaminación atmosférica, pueden contener algunos metales pesados y otros elementos químicos. (Ernesto, 2012)

19) Rasante:

“Se define como rasante un estado de alineaciones verticales que conforman el diseño del estado final de un perfil longitudinal. Cambio de rasante: el punto más alto de una carretera” (Glosario Topográfico, 2009, pág. 1).

20) Topografía:

“Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales (ver planimetría y altimetría)” (Topoequipos, 2018, pág. 1).

21) Aguas Residuales:

“Las aguas residuales aparecen sucias y contaminadas: llevan grasas, detergentes, materia orgánica, residuos de la industria y de los ganados, herbicidas y plaguicidas... y en ocasiones algunas sustancias muy tóxicas” (Las Aguas Residuales, 2013, pág. 2).

22) Tubería:

Una tubería es un conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos. Se suele elaborar con materiales muy diversos. También sirven para transportar materiales que, si bien no son propiamente un fluido, se adecuan a este sistema: hormigón, cemento, cereales, documentos encapsulados, etcétera. (Transporte de Fluidos, 2015)

23) Dotación:

“Se entiende por dotación la cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas” (Civilgeeks, 2010, pág. 1).

24) Pendiente:

Una pendiente es un declive del terreno y la inclinación, respecto a la horizontal, de una vertiente. (Rivera, 2010)

25) Invertida:

La Invertida es la distancia que existe desde la rasante del suelo hasta el diámetro inferior de la tubería de un sistema.

McGhee (1999) afirma "El término alcantarillado hace referencia a la recolección, tratamiento de residuos líquidos. Las obras de alcantarillado u obras de aguas residuales incluyen todas las estructuras físicas requeridas para la recolección, tratamiento y disposición" (p.299).

López (2011) afirma "Resto de alcantarillas sanitaria han sido encontrados en las ruinas de las antiguas ciudades de Creta y Asiria. Las alcantarillas de Roma pretendían inicialmente transportar las aguas lluvias" (p. 21).

Desde que la civilización romana estaba en su auge, estos comprendieron la importancia de la construcción de canales para poder transportar las aguas pluviales y así evitar el estancamiento de estas en las diferentes partes de las ciudades, al ser exclusivamente para aguas lluvias estos se vieron en la necesidad de construir un sistema que les permitiese poder evacuar los desechos de la ciudad y así poder seguir creciendo como civilización. Ante esta problemática los romanos empezaron a construir canales subterráneos en las diferentes ciudades para poder evacuar los desechos y también los malos olores que estos producían, como ejemplo principal está la gran cloaca de Roma o cloaca máxima.

La gran cloaca de Roma, la Cloaca Máxima fue edificada alrededor de los 600 A.C por Tarquín el antiguo.

Iraheta (2015) afirma:

La Cloaca máxima se extendía desde el fórum hasta el río Tíbet, el ancho de la bóveda es de 5 metros, y está actualmente sigue funcionando. En los países europeos fue hasta el siglo XVII que

volvieron a tomar los métodos constructivos de las civilizaciones antiguas y de esta resurge la construcción de canales subterráneos para la evacuación de aguas residuales. (pág. 83).

3.2.3. Componentes de un Sistema de Alcantarillado Sanitario

El sistema de alcantarillado consiste en una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales de la población y la escorrentía superficial producida por la lluvia. De no existir estas redes de recolección de aguas, se pondría en grave peligro la salud de las personas debido al riesgo de enfermedades, epidemiológicas y, además, se causarían importantes pérdidas materiales. (Cubillos A., s/F, pág. 402).

Las aguas residuales pueden tener varios orígenes:

1. *Aguas Residuales Domesticas*: son aquellas provenientes de inodoros, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos. Estas aguas están compuestas por solidos suspendidos (generalmente materia orgánica biodegradable), solidos sedimentables (principalmente materia inorgánica), nutrientes (nitrógeno y fosforo) y organismos patógenos.

2. *Aguas Residuales Industriales*: se originan de los desechos de procesos industriales o manufactureros y, debido a su naturaleza, pueden contener además de los componentes citados anteriormente respecto a las aguas domésticas, elementos tóxicos tales como el plomo, mercurio, níquel, cobre, y otros, que requieren ser removidos en vez de ser vertidos al sistema de alcantarillado.

Lopez M. A. (2011) afirma:

El Sistema de alcantarillado que se ha de usar depende de las características de tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto. Por ejemplo, en algunas localidades pequeñas, con determinadas condiciones topográficas, se podría pensar en un sistema de alcantarillado inicial dejando las aguas lluvias correr por las calzadas de las calles. La anterior condición permite aplazar la construcción de alcantarillado pluvial hasta que el problema de las aguas lluvias sea de alguna consideración. (pág. 122)

El unir las aguas residuales con las aguas lluvias es decir un alcantarillado combinado, es una de las soluciones económicas inicial desde el punto de vista de la recolección, pero no lo será tanto cuando se piense en la solución global de saneamiento que incluye la planta de tratamiento de

aguas residuales ya que este caudal combinado es muy variable en su cantidad y calidad, lo cual genera perjuicios en los procesos de tratamiento.

Se debe procurar entonces, hasta donde sea posible, una solución separada al problema de la conducción de aguas residuales y aguas lluvias.

Clasificación de las tuberías:

1. Laterales o iniciales: reciben únicamente los desagües provenientes de los domicilios.
2. Secundarias: reciben el caudal de dos o más tuberías iniciales.
3. Colector Secundario: recibe el desagüe de dos o más tuberías secundarias.
4. Colector Principal: captan el caudal de dos o más colectores secundarios.
5. Emisario Final: conduce todo el caudal de aguas residuales o lluvias a su punto de entrega; que puede ser una planta de tratamiento o un vertimiento de un cuerpo de aguas como un río, lago, o el mar.
6. Interceptor: es un colector colocado paralelamente a un río o canal.

3.2.4. Trazado De La Red De Alcantarillado

Pueden ser tanto longitudinales como perpendiculares y el trazado depende de la topografía del terreno.

Longitudinal: Es aquel en que las cuencas de vertido son paralelas al colector principal, recogándose en un emisor común, a través del cual se realiza el vertido final.

Este sistema es adecuado en terrenos de acusada pendiente, distribuyendo los emisores por zonas, uniéndose todos ellos al final.

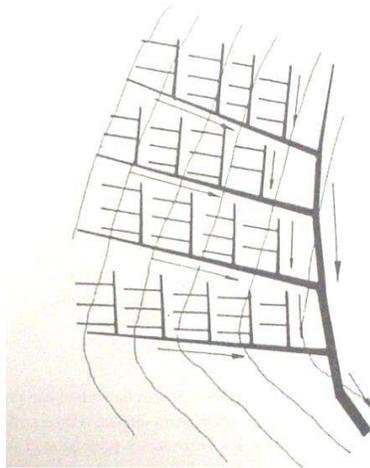


Ilustración 9 Distribución Longitudinal

Fuente: (McGhee, Obras de Alcantarillado para Recolección y Tratamiento de Sólidos y Residuos, 1999)

3.2.5. Trazado Perpendicular

Es aquel en que las cuencas de vertido son perpendiculares al colector principal, realizando el vertido, bien de una manera directa, o bien mediante la instalación de colector que haga la recogida de todos los anteriores y prolongue el desagüe de las alcantarillas, aguas abajo de la población.

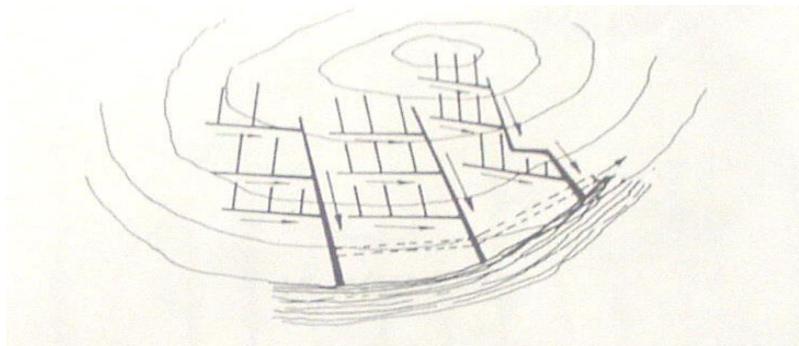


Ilustración 10 Distribución Perpendicular

Fuente: (McGhee, 1999) Obras de Alcantarillado para Recolección y Tratamiento de Sólidos y Residuos

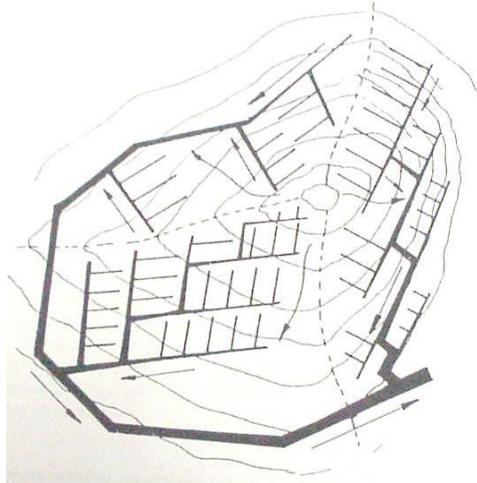


Ilustración 11 Distribución Perpendicular Radial

Fuente: (McGhee, 1999) Obras de Alcantarillado para Recolección y Tratamiento de Sólidos y Residuos

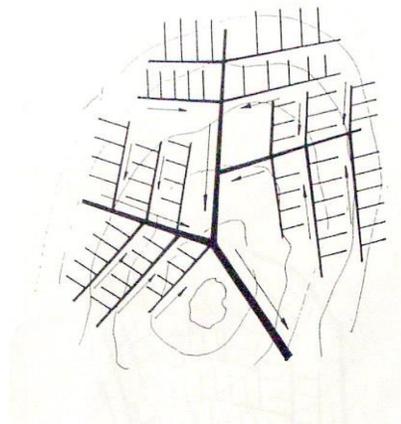


Ilustración 12 Distribución Perpendicular Abanico

Fuente: (McGhee, 1999) Obras de Alcantarillado para Recolección y Tratamiento de Sólidos y Residuos

No existe una regla general para la disposición para la red de alcantarillado, ya que esta se debe ajustar a las condiciones físicas de cada población. A continuación, se presentan algunos esquemas que pueden ser utilizados como guías.

3.2.5.1. Sistema Perpendicular Sin Interceptor

El sistema perpendicular sin interceptor para un alcantarillado pluvial ya que sus aguas deben ser vertidas a una corriente superficial en cercanías de la población sin que haya riesgos para la salud humana y deterioro de la calidad del cuerpo receptor.

3.2.5.2. Sistema Perpendicular Con Interceptor

El sistema de alcantarillado perpendicular con interceptor es utilizado para alcantarillado sanitario. El interceptor recoge el caudal de aguas residuales de la red y lo transporta a una planta de tratamiento de aguas residuales o vierte el caudal la corriente superficial aguas debajo de la población para evitar riesgos contra la salud humana.

3.2.5.3. Sistema Perpendicular Con Interceptor Y Aliviadero

Este sistema de alcantarillado perpendicular con interceptor y aliviadero indicado en la figura, es adecuado para alcantarillados combinados ya que el aliviadero permitirá reducir la carga hidráulica pico, producida en el caso de una precipitación que llegaría a la planta de tratamiento de aguas residuales. El caudal excedente de la precipitación es vertido por medio del aliviadero a la corriente superficial en cercanía de la población sin riesgo para la salud humana debido a la dilución del caudal de aguas residuales (el caudal de agua residual en alcantarillado combinado es del orden del 3% del caudal total).

3.2.5.4. Sistema En Abanico

Dadas unas condiciones topográficas especiales pueden adaptarse el esquema abanico con interceptor, sin interceptor o con aliviadero, según será el tipo de alcantarillado.

3.2.5.5. Sistema En Bayoneta

El sistema de alcantarillado en bayoneta es apropiado para alcantarillados sanitarios en donde existan terrenos muy planos y velocidades muy bajas.

3.2.5.6. Otros Elementos Del Alcantarillado

La red del alcantarillado, además de los colectores o tuberías, está constituida por otras estructuras hidráulicas diseñadas para permitir el correcto funcionamiento del sistema. Entre otras, se pueden mencionar las siguientes:

1. Pozos de inspección
2. Cámaras de caída
3. Aliviaderos frontales o laterales
4. Sifones invertidos
5. Sumideros y rejillas
6. Conexiones domiciliarias

3.2.5.7. Cambio De Dirección En Colectores

Los cambios de dirección se realizan generalmente mediante la estructura llamada "pozo de inspección". Sin embargo, es posible realizar un cambio de dirección mediante curvas de gran radio, aprovechando la deflexión máxima permitida entre la campana y el espigo de las tuberías.

Los pozos de inspección son estructuras cilíndricas cuya unión a la superficie se hace en forma troncocónica. El diámetro del cilindro es generalmente de 1.20 m y en la superficie tiene una tapa de diámetro igual a 0.60 m. Adicionalmente en la base del cilindro se localiza la cañuela, la cual es la encargada de hacer la transición entre un colector y otro. La tapa tiene como fin permitir la realización de las labores de limpieza y mantenimiento general de las tuberías, así como proveer al sistema de una adecuada ventilación, para lo cual tiene varios orificios. El cilindro y la reducción tronco-chica son construidos en mampostería o con elementos de concreto, prefabricados o construidos en el sitio. La cañuela es construida en concreto de 3000 psi. En el inicio de un colector lateral o inicial se debe colocar un pozo llamado pozo inicial (Arocha, 1983, pág. 35).

SANAA (2015) afirma:

La distancia máxima entre pozos de inspección es de 120 m, con el fin de facilitar las labores de limpieza y la adecuada ventilación. En el caso de que el cambio de dirección se realice con las mismas tuberías, se debe colocar un pozo en la curva si el radio de ésta es menor de 40 m, y dos pozos si el radio de la curva es mayor de 40 m. (pág. 78)

3.2.5.8. Caída o cambio de pendiente

Siempre que exista un cambio de pendiente del terreno, debe proyectarse una estructura denominada "cámara de caída". El requerimiento mínimo para el empleo de la cámara de caída es que exista una diferencia mayor de 0.75 m entre las cotas de entrada de las tuberías concurrentes y la de salida.

3.2.5.9. Profundidad Mínima De Colectores

Eddy, (1995) afirma:

La red de colectores debe estar diseñada de tal manera que las aguas residuales provenientes de las conexiones domiciliarias puedan drenar por gravedad. En general la profundidad mínima a la clave de la tubería debe ser de ser de 1.0 m con respecto a la rasante de la calzada. Sin embargo, más rurales es adoptar 0.80 m para los colectores iniciales siempre y cuando el tráfico sea liviano estos términos son variables dependiendo de las normas de cada país. (pág. 41)

3.3. Marco Legal

3.3.1. Leyes Jurídicas

LEY GENERAL DEL AMBIENTE

DECRETO No. 104 – 93

EL CONGRESO NACIONAL

Considerando: Que, de acuerdo con la Constitución de la República, el Estado conservará el ambiente adecuado para proteger la salud de las personas, declarando de utilidad y necesidad pública la explotación Técnica y Racional de los recursos naturales de la nación.

Considerando: Que la destrucción acelerada de los recursos naturales y la degradación del ambiente amenaza el futuro de la nación ocasionando problemas económicos y sociales que afectan la calidad de vida de la población, y que es deber del Estado propiciar un estilo de

desarrollo que, a través de la utilización adecuada de los recursos naturales y del ambiente, promueva la satisfacción de las necesidades básicas de la población presente sin comprometer la posibilidad de que las generaciones futuras satisfagan sus propias necesidades.

Considerando: Que la importancia y trascendencia de la problemática ambiental requiere de una organización y estructura administrativa que responda en forma coherente, armónica e integral a nuestra situación ambiental.

Considerando: Que la participación comunitaria es imprescindible para lograr la protección, conservación y uso racional de la riqueza natural del país y del ambiente en general.

Considerando: Que el pueblo hondureño, reclama con urgencia, la emisión de una legislación apropiada para la gestión ambiental que permita la formación de una conciencia nacional y la participación de todos los ciudadanos en la búsqueda de soluciones de beneficio colectivo.

DELITOS E INFRACCIONES ADMINISTRATIVAS, ASPECTOS GENERALES

Artículo 87. Cualquier acción u omisión de la normativa ambiental que constituya delito o infracción administrativa, dará lugar a la aplicación de las sanciones siguientes:

- a) Reclusión decretada en su caso por la autoridad judicial ordinaria, por la comisión de un delito ambiental;
- b) Multa, cuya cuantía será la establecida en esta Ley y sus reglamentos;
- c) Clausura definitiva, total o parcial, de actividades o instalaciones, si la actividad contamina y perjudica la salud humana o el medio ambiente más allá de los límites establecidos en los reglamentos y normas técnicas;
- d) Suspensión temporal de actividades o instalaciones causantes del daño ambiental;
- e) Decomiso de las artes e instrumentos utilizados en la comisión del delito o infracción;
- f) Cancelación o revocación de autorizaciones generales o beneficios económicos o fiscales concedidos por las autoridades públicas;
- g) Indemnización al Estado o a terceros por los daños y perjuicios ocasionados al ambiente y a los recursos naturales, y;

h) Reposición o restitución de las cosas y objetos afectados a su ser y estado naturales, si fuera posible.

Artículo 88. La imposición de las sanciones se graduará atendiendo a la:

- a) Gravedad de la acción u omisión causada al ambiente y/o a la salud y vida humana;
- b) Reincidencia;
- c) Repercusión social y económica; y,
- d) Capacidad económica del responsable del delito o infracción debidamente comprobada.

Artículo 89. En la imposición de sanciones penales o administrativas, la autoridad sancionadora habrá de ajustarse al procedimiento penal o administrativo y, en todo caso, se notificarán al inculpado los cargos imputados, a fin de que pueda realizar las alegaciones en su defensa.

Artículo 90. Será pública la acción para denunciar y demandar ante la autoridad judicial o administrativa, todo acto u omisión que viole lo previsto en la normativa ambiental. La autoridad correspondiente queda obligada a informarle al denunciante o demandante sobre el estado del proceso iniciado por su denuncia o demanda.

Artículo 91. Las autoridades y funcionarios públicos que cometieren o participaren en cualquier delito o infracción ambiental o violentaren la presente Ley y sus reglamentos de aplicación, serán castigados con la sanción correspondiente y además con la inhabilitación del cargo desde uno (1) hasta cinco (5) años, según acuerde el tribunal competente.

3.3.2.Leyes Ambientales

LEY GENERAL DEL AMBIENTE

DECRETO No. 104 – 93

EL CONGRESO NACIONAL

PRINCIPIOS GENERALES

Artículo 1. La protección, conservación, restauración y manejo sostenible del ambiente y de los recursos naturales son de utilidad pública y de interés social. El Gobierno Central y las municipalidades propiciarán la utilización racional y el manejo sostenible de esos recursos, a fin de permitir su preservación y aprovechamiento económico. El interés público y el bien común constituyen los fundamentos de toda acción en defensa del ambiente; por tanto, es deber del Estado a través de sus instancias técnico-administrativas y judiciales, cumplir y hacer cumplir las normas jurídicas relativas al ambiente.

Artículo 2. A los efectos de esta ley, se entiende por ambiente el conjunto formado por los recursos naturales, culturales y el espacio rural y urbano, que puede verse alterado por agentes físicos, químicos o biológicos, o por otros factores debido a causas naturales o actividades humanas, todos ellos susceptibles de afectar, directa o indirectamente, las condiciones de vida del hombre y el desarrollo de la sociedad.

Artículo 3. Los recursos naturales no renovables deben aprovecharse de modo que se prevenga su agotamiento y la generación de efectos ambientales negativos en el entorno. Los recursos naturales renovables deben ser aprovechados de acuerdo con sus funciones ecológicas, económicas y sociales en forma sostenible.

Artículo 4. Es de interés público, el ordenamiento integral del territorio nacional considerando los aspectos ambientales y los factores económicos, demográficos y sociales. Los proyectos públicos y privados que incidan en el ambiente se diseñarán y ejecutarán teniendo en cuenta la interrelación de todos los recursos naturales y la interdependencia del hombre con su entorno.

ELEMENTOS AMBIENTALES DISTINTOS A LOS RECURSOS NATURALES

RESIDUOS SÓLIDOS Y ORGANICOS

Artículo 66. Los residuos sólidos y orgánicos provenientes de fuentes domésticas, industriales o de la agricultura, ganadería, minería, usos públicos y otros, serán técnicamente tratados para evitar alteraciones en los suelos, ríos, lagos, lagunas y en general en las aguas marítimas y terrestres, así como para evitar la contaminación del aire.

Artículo 67. Corresponde a las municipalidades en consulta con la Secretaría de Estado en el Despacho de Salud Pública u otros organismos técnicos, adoptar un sistema de recolección, tratamiento y disposición final de estos residuos, incluyendo las posibilidades de su reutilización o reciclaje.

AMBIENTE Y SALUD HUMANA

Artículo 74. El Estado, a través de la Secretaría de Estado en el Despacho de Salud Pública y con la colaboración de la Secretaría de Estado en el Despacho del Ambiente, vigilará el cumplimiento de las leyes generales y especiales atinentes al saneamiento básico y contaminación del aire, agua y suelos, con el objeto de garantizar un ambiente apropiado de vida para la población.

Artículo 75. Las municipalidades en el término de su jurisdicción territorial y en concordancia con la política general del Estado, tomarán las medidas específicas de control de la contaminación ambiental según las condiciones naturales, sociales y económicas imperantes.

Artículo 76. El Poder Ejecutivo establecerá los niveles permisibles de contaminación, atendiendo los resultados de investigaciones pertinentes y las normas internacionales.

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1. Operacionalización De Las Variables

Existen tres tipos de metodología los cuales son el método cuantitativo, cualitativo y mixto. Para la investigación discutida en el presente informe se optó por emplear un enfoque cuantitativo ya que por medio de este se recolecta información valiosa. Debido a ser un proyecto utilitario se deben especificar de forma numérica todos los componentes del sistema para su adecuado funcionamiento.

4.1.1. Tabla de Operacionalización de Variables

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD DE SAN ISIDRO, SANTA CRUZ DE YOJOA.					
Problema	Objetivo General	Preguntas de Investigación	Objetivos Específicos	Variables Independientes	Variable Dependiente
¿Qué diseño de alcantarillado puede resolver de forma eficiente y económica para que este cumpla con las exigencias encontradas a lo largo de la recolección de la información, así como la irregularidad de la zona?	Diseñar un sistema de alcantarillado sanitario que cumpla los parámetros de diseño definidos por el Servicio Nacional Autónomo del Agua (SANAA), de manera que se presente eficiente y económico a la comunidad de San Isidro.	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cuáles son las características topográficas por tomar en cuenta de la zona de San Isidro? 2. ¿Qué diámetros y tipos de tuberías será el adecuado para cumplir con la demanda de la comunidad? 3. ¿Qué dimensiones tendrán los pozos de inspección del sistema y la cantidad de estos? 4. ¿A cuánto ascenderá el monto aproximado del proyecto? 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar el levantamiento topográfico de la comunidad ubicada en un sector montañoso de la comunidad de San Isidro. 2. Definir las características y diámetros de tuberías a emplear en el diseño. 3. Calcular el número y las dimensiones de los pozos de inspección a usar. 4. Calcular el costo aproximado del proyecto. realizar el levantamiento topográfico de la comunidad ubicada en un sector montañoso. 5. Elaborar planos conceptuales del sistema de alcantarillado propuesto a la comunidad, incluyendo planos topográficos y flujo de sistema. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Topografía del Sitio 2. Tipo y diámetro de tubería 5. Profundidad de Pozos 	Diseño de Sistema de Alcantarillado Sanitario.

Tabla 1 Resumen de Operacionalización

Fuente: Propia

4.2. Diagrama de las Variables de Operacionalización

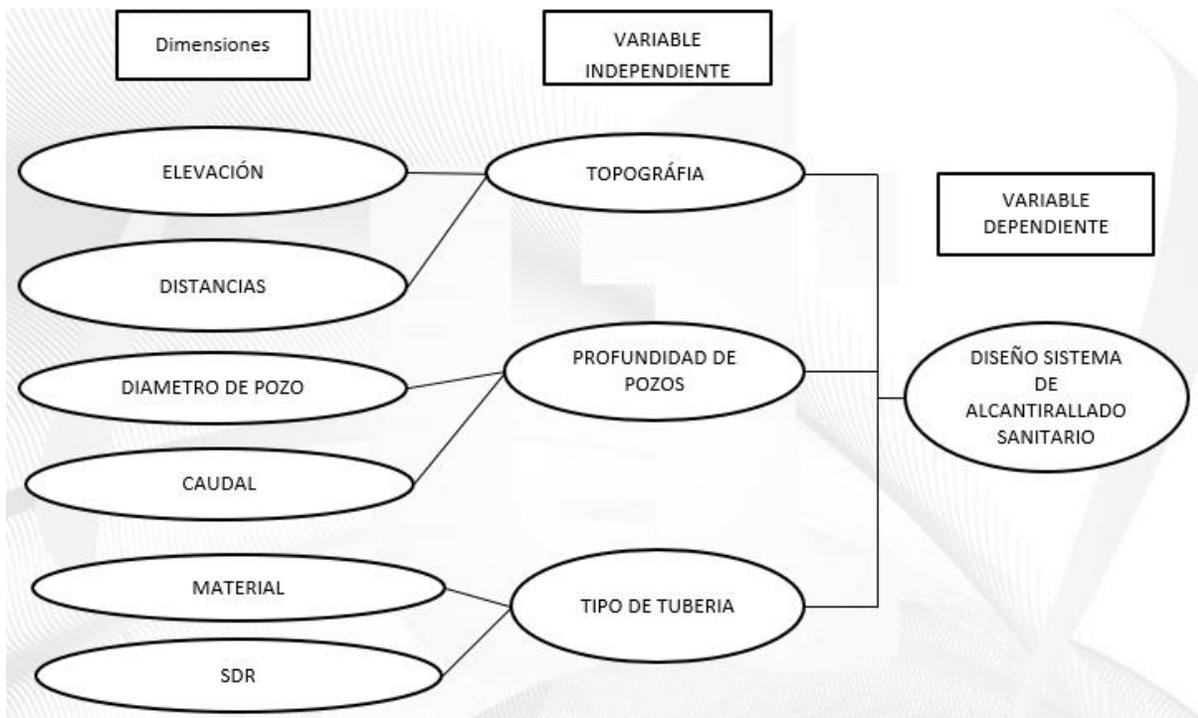


Ilustración 13 Diagrama de las variables.

Fuente: Propia

El Sistema de Alcantarillado Sanitario será la variable dependiente y la variable independiente serán aquellas que afectan directamente el diseño tales como población o topografía, si la población es mayor, los diámetros de tubería aumentarán.

Las dimensiones permiten medir las variables independientes, véase la tabla.

Variables Independientes	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítem	Unidades
	Conceptual	Operacional				
Topografía de la Comunidad	Disciplina que se especializa en la descripción detallada de la superficie de un terreno.	Sistemas tridimensionales sobre ejes X, Y y Z	Distancia	Coordenada Z y Altura	¿A que elevación se encuentran los puntos obtenidos?	Metros
			Elevación			
Profundidad de Pozos	Dimensionamiento de pozos y determinación de diferencia de altura entre la superficie e invertidas de las tuberías.	Permiten acceso desde la superficie a instalaciones subterráneas para la inspección de tuberías.	Recubrimiento	Altura a la que se somete el ramal anterior	¿Cuál es la diferencia de altura entre el pozo más alto y el más bajo?	Metros
			Altura			
Clasificación de Tuberías	Cadena de conductos conectados entre sí a lo largo de una distancia al final de cada tubería anterior	Conducto que conduce un fluido o gas por una red de tubería interconectada	Diametro	Caudal a Transportar y Resistencia según material	¿Cuál es el caudal máximo que será transportado?	Metros
			Material			
			SDR			

Tabla 2 Esquema de Variables de Operacionalización del Proyecto

Fuente: Propia

4.3. Enfoque Y Métodos

El diseño de la investigación es una planificación comprendida de lo que se debe hacer para lograr los objetivos del estudio, un diseño cuidadoso del estudio es fundamental para determinar la calidad y reducir error aleatorio.

4.3.1. Tipo de Diseño

Según el propósito se debe considerar el tipo de estudio, el proyecto incluye experimentales y observacionales para obtener la información, ya que las mediciones y datos del proyecto se obtendrán con varias visitas técnicas empleando tres tipos de equipo, para obtener datos acertados y medición sistemática. Se emplea un enfoque cuantitativo y diseño transversal anteriormente descrito. Cada tipo de diseño posee características particulares, brindando

precisión y profundidad para el éxito de los resultados; en el proyecto se emplea el cuasi-experimental, que permite manipular al menos una de las variables independientes.

El alcance principal del proyecto es el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario. El tipo de muestra es no probabilística ya que la población y extensión territorial de la comunidad de San Isidro está definida. Las técnicas utilizadas fueron visitas de campo y el levantamiento topográfico para la zona, véase la tabla 3.

Enfoque	Cuantitativo
Estudio	No Experimental
Tipo de Diseño	Transversal
Alcance	Diseño
Método	Análisis Técnico
Muestra	No Probabilístico
Técnicas	Levantamiento Topográfico

Tabla 3 Tipo de diseño.

Fuente: Propia

4.4. Población y Muestras

Este corresponde al conjunto de referencia sobre el cual se va a desarrollar la investigación. Es un subconjunto de la población, una muestra representativa es una muestra que recoge todas las características relevantes de la población.

4.4.1. Población

La población del municipio de Santa Cruz de Yojoa consta de aproximadamente 85,179 habitantes y una extensión territorial de 722.00 km².

4.4.2. Tamaño de la Muestra

La población que reside en la comunidad de San Isidro es de 2,568 habitantes y la extensión territorial para la comunidad es de 7.8 km².

4.5. Técnicas e Instrumentos

Las técnicas, instrumentos y software utilizados tienen como objetivo obtener resultados precisos y recolectar datos necesarios para facilitar el diseño de un sistema de alcantarillado con la finalidad de obtener un diseño óptimo.

4.5.1. Instrumentos

4.5.1.1. ESTACION TOTAL TRIMBLE M3

La Estación Total Trimble M3 es pequeña y liviana, lo que permite transportarla con facilidad por el sitio de la obra. Cada instrumento lleva integrada una plomada láser interna (o una plomada óptica) según lo que el usuario haya elegido.

Gracias a sus dos baterías de larga duración de intercambio "en caliente", la Trimble M3 ofrece hasta 26 horas de funcionamiento continuo. Esto permite al usuario reemplazar rápidamente una batería cuando está trabajando sin necesidad de apagar el equipo, cuando el nivel de batería es bajo.

Posee tornillos de seguimiento continuo para pequeños movimientos sin fin, lo que posibilita el seguimiento del prisma más rápido y sin trabas. Para facilitar la tarea de replanteo cuenta con Track Light, el equipo es fabricado en Japón y trabaja bajo el sistema Operativo Windows Mobile con una pantalla táctil TFT que mejora la visual de la pantalla en condiciones de mucho sol. Para mejorar su productividad, el equipo posee un segundo display LCD gráfico en cara II, de 128 x 64 pixel, retroiluminable, con indicación de lecturas de ángulos y distancias.

El software destinado para esta estación, tal como para todos los equipos Topográficos/Geodésicos de Trimble, es el Trimble Access que cuenta con:

- Codificación de características fácil de usar incluyendo códigos de medición para tareas repetitivas
- Rutinas COGO gráficas con abundantes funciones para el cálculo de puntos y características
- Replanteo gráfico de puntos, líneas, arcos y alineaciones de mapas activos

- Pueden utilizarse levantamientos topográficos y datos de escaneo para crear superficies y realizar cálculos de volumen en el campo
- La posibilidad de importar una imagen de fondo o un archivo vectorial (SHP,DXF, etc.) y replantar el mismo. También vincular archivos de datos, facilitando su utilización sin ingresarlos manualmente, soportando una gran cantidad de formatos (CSV,JOB, TXT, etc.).
- Permite grabación de sonidos y alertas.

Cada instrumento M3 lleva incorporada conexión inalámbrica Bluetooth[®], conexión USB y Entrada para Pendrive. Permitiendo un intercambio entre dispositivos, discos duros y la nube.

Descripción Técnica

- Precisión angular: 1", 2",3" y 5"
- Mínima lectura angular: 1"
- Medición sin prismas: >300 m
- Medición con 1 prisma: >5.000 m
- Medición con 3 prismas: >7.000 m
- Medición con miniprismas: >2.000 m
- Medición con láminas reflectivas: >500 m
- Compensador: doble eje
- Memoria: 1GB
- Transferencia mediante USB/Pendrive/Bluetooth
- Precisión en distancia (sin prisma): 3 mm + 2 ppm
- Precisión en distancia (con prisma): 2 mm + 2 ppm
- Duración de baterías >8 hs (Cada Bateria)
- Protección contra polvo y humedad IP66
- Doble Display
- Plomada: láser
- Aumento del Lente: x30



Ilustración 14 Estación Total

Fuente: (Geotronics, 2016)

4.5.1.2. Trípode



Ilustración 15 Trípode

Fuente: (INSTOP, 2016)

4.5.1.3. Software

Excel es una hoja de cálculo electrónica desarrollado por Microsoft, el cual se encuentra dentro del paquete de herramientas o programas ofimáticos llamados Office, el programa ofimático Excel es la hoja de cálculo electrónica más extendida y usada a nivel global, hoy en día el trabajo de cualquier ingeniero, financiero, matemático, físico o contable sería muy diferente sin la aplicación de cálculo Excel.

La principal ventaja del programa Excel es la versatilidad y funcionalidad que presenta a la hora de realizar cualquier tipo de modelo, con Excel podemos generar hojas Excel para el diseño y cálculo de estructuras civiles, gestión y control de la contabilidad de una empresa, gestión y control de los stocks de un almacén, diseños de modelos matemáticos, gestión de bases de datos, generación de presupuestos, planificación de proyectos, etc.... Un amplio abanico de posibilidades se puede cubrir con el uso del programa Excel.

Es por esta razón que se ha decidido utilizar este programa ya que se necesita diseñar una plantilla para poder realizar el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario por lo que se necesitara los cálculos de manera rápida y correcta.



Ilustración 16 Logo de Microsoft Excel

Fuente: (Softzone, 2018)

El AutoCAD Civil3D es una herramienta de diseño y cálculo muy útil en el desarrollo de diseño de sitio, diseño urbanístico, carreteras, movimiento de tierras, cálculo topográfico, replanteo de información, etc.

La principal característica del programa es que está diseñado por Autodesk para que todos los componentes del diseño estén relacionados, los objetos al ser modificados automáticamente regeneran el diseño y recalculan la información en tablas y perfiles, todo esto nos ayudará a la hora de hacer cambios en nuestra propuesta sin tener que rehacer todo el proyecto de nuevo.



Ilustración 17 Logo de AutoCAD Civil 3D.

Fuente: (GEOSYSTEMS, 2018)

4.5.2. Técnicas

Las técnicas utilizadas constaron con visitas de campo a la Comunidad San Isidro, Santa Cruz de Yojoa anticipadamente planificadas junto con la Municipalidad, también la solicitud al departamento de catastro para la obtención de algún plano catastral, asesoramiento con el ingeniero encargado de los proyectos de la Municipalidad de Santa Cruz de Yojoa, trabajo en conjunto con la cuadrilla topográfica, además el uso de Excel para los cálculos y tabulación de los datos, entrevistas con habitantes de la comunidad, para especificar el patronato de la aldea y asesorías con el Ing Sergio Paredes planificando los avances revisando y analizando los planos y datos encontrados.

4.6. Unidad De Análisis Y Respuesta

4.6.1. Unidad de Análisis

Levantamiento topográfico para conocer las características topográficas de la comunidad de San Isidro, alturas máximas y mínimas. La comunidad cuenta con 2568 habitantes actualmente. Censo de Población y Vivienda 2013 con una tasa de crecimiento del 2.48% proporcionado por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

4.6.2. Unidad de Respuesta

Como producto del levantamiento topográfico se estableció la elevación máxima del terreno de 695.88 msnm y elevación mínima de 642.84 msnm.

4.7. Fuentes de Información

Se denominan fuentes de información a diversos tipos de documentos que contienen datos útiles para satisfacer una demanda de información o conocimiento. Conocer, distinguir y seleccionar las fuentes de información adecuadas para el trabajo que se está realizando es parte del proceso de investigación.

4.7.1. Fuentes Primarias

Entre las fuentes primarias más relevantes está el SANAA; el diseño del proyecto fue siguiendo las normativas desde la topografía hasta el diseño hidráulico. Otra fuente primaria fue la misma municipalidad de Santa Cruz, que brindó información demográfica y geográfica relevante que fue de apoyo para el diseño.

4.7.2. Fuentes Secundarias

Como fuentes de información secundarias, se hizo uso de gran diversidad de libros brindados por la biblioteca de UNITEC "Diseño de alcantarillado sanitario Ing. Pérez Carmona", tesis anteriores, "Diseño Alcantarillado Sanitario Comunidad Cuyamel, Omoa" "Diseño Alcantarillado Sanitario Comunidad de Peña Blanca Cortes" "Diseño de Alcantarillado Sanitario Comunidad de Tegucigalpa" de documentos digitales encontrados en internet. Ambas fuentes, brindaron información valiosa acerca del saneamiento, alcantarillado, y cualquier otro tipo de información que aporte al tema de proyecto.

4.8. Cronograma De Actividades

CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

5.1 Criterios De Diseño

Se utilizarán las normativas del Servicio Autónomo Nacional De Acueductos y Alcantarillados (SANAA) para llevar a cabo el diseño de alcantarillado sanitario de la comunidad de San Isidro.

5.1.1 Período De Diseño

Tomando en cuenta la durabilidad y vida útil de las tuberías, accesorios, materiales de construcción y el período que conlleva el diseño y la construcción, se ha determinado un período de diseño de 20 años para todas las partes del sistema según la norma del SANAA.

5.1.2 Índice De Crecimiento

Se tomará como índice de crecimiento anual 2.48% según datos recabados por la Dirección General de Censos y Estadísticas.

5.1.3 Población de Diseño

El diseño de los Acueductos se deberá hacer de acuerdo con la población y número de viviendas resultante del levantamiento topográfico, cuando éstas sean mayores que lo reportado en la encuesta, la cual se considera como el último censo realizado y así evitar la confusión de que el número de conexiones sea mayor que el número de viviendas de la encuesta preliminar. El número mínimo de viviendas que deberán aparecer en el plano topográfico serán las de la encuesta básica. De no tener una encuesta se calculará la población actual multiplicando la cantidad de viviendas por 6 habitantes por casa. Conociendo los factores que condicionaron el crecimiento de la Comunidad es posible aplicar éstos estimar su población futura. Para hacer tal cálculo se utilizará el método aritmético y con menos frecuencia, el método geométrico. Se podrá considerar el cálculo de la población por el método de saturación, cuando solamente esté bien definida el área de la comunidad a ser beneficiada

Método Geométrico Este método se utilizará preferiblemente para poblaciones de más de 2,000 habitantes. La fórmula por aplicarse será:

Ecuación 4 Ecuación de población futura

$$Pf = Pa(1 + t)^n$$

Fuente: (SANAA)

Donde:

Pf: Población Futura – 4,192 hab

Pa: Población actual – 2,568 hab

t: Tasa de crecimiento poblacional - 2.48%

n: Periodo de Diseño – 20 años

NOTA: Cuando la población Futura > Población Saturación; utilizar la población Futura. Cuando la población Saturación > Población Futura; utilizar la población de Saturación.

En este caso la Población Futura es mayor que la Población de Saturación, por lo tanto, se utilizara el concepto de Densidad Poblacional que consiste en dividir la población futura entre el área de los lotes que tributan al tramo.

5.1.4 Dotación

El consumo de agua potable en la comunidad de San Isidro es regulado por la junta de aguas de la zona, pero no se tiene un valor de consumo por persona a ciencia cierta debido a que utilizan llaves comunes. Por lo tanto, se determinó utilizar 150 l/p/p/d, como lo establece la normativa del SANAA.

5.1.5 Coeficiente De Retorno

Generalmente se utiliza del 70% – 80% (como coeficiente de retorno) de la dotación por agua potable como aportación de aguas residuales por persona. Sin embargo, se ha decidido utilizar 80% para efectos del diseño en el software y verificación de memoria de cálculo.

5.1.6 Caudal de Diseño

Ecuación 5 Caudal de diseño

$$Q_d = Q_{\text{doméstico}} + Q_{\text{ilícito}} + Q_{\text{industrial}} + Q_{\text{comercial}} + Q_{\text{inst públicas}}$$

5.1.7 Caudal Por Conexiones Ilícitas

El valor del caudal por conexiones ilícitas será el 30% del Caudal Medio Diario.

NOTA: Tanto el caudal por infiltración como el caudal de conexiones ilícitas deberá de tomarse en cuenta para el diseño de colectores.

5.1.8 Caudal Por Infiltración

El caudal de infiltración dependerá del tipo de tubería a utilizar, así tenemos que para tubería PVC, ADS RIBLOC, NOVAFORT utilizar un caudal de infiltración igual a 1.0 lt/seg/Km; en el caso que SANAA autorice utilizar tubería de concreto el caudal de infiltración para concreto será de 1.2 lt/seg/Km; para concreto viejo de 1.5 lt/seg/Km.

En el caso de infiltración en los pozos se utilizará un caudal igual a 0.004 l/s/tapadera.

5.1.9 Caudal Doméstico (Qd)

Ecuación 6 Caudal doméstico

$$Q_d = \frac{D * K_1 * H_1 * P}{86,400}$$

Fuente: (SANAA)

Dónde:

Qd = Caudal real en litros/segundo

D = dotación (lppd)

K1= coeficiente de retorno (varía según las condiciones de la población entre 0.70 a 0.80)

P = población en habitantes.

H1= factor de Harmon menor o igual que 4 (relación del gasto máximo al gasto medio)

5.1.9 Coeficiente De Harmon

Al realizar la operación matemática en base a la fórmula de Harmon, se obtuvo un coeficiente de 3.31, para su adecuada incorporación al diseño.

Ecuación 7 Coeficiente de Harmon

$$H_1 = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}} \leq 4$$

Fuente: (SANAA)

P = población en miles de habitantes

5.1.10 Diámetros Mínimos

Los conductos empleados tendrán en general una sección circular. Cualquier otra sección que se proponga por razones técnicas y económicas que justifiquen su empleo, será considerado como diseño especial.

El diámetro mínimo será de según Norma del SANAA:

200 mm (8"), para Red Colectora (Colectores Secundarios).

150 mm (6"), para Laterales iniciales y que no esté en la influencia del área tributaria que conecta a él siempre que no drenen más de 30 lotes.

Y las acometidas domiciliarias serán de 100 mm (4") con sus respectivas cajas de registro individuales.

5.1.11. Continuidad de Tuberías

El diámetro de cualquier tramo de alcantarillado sanitario será igual o mayor que el diámetro del tramo anterior aguas arriba y por ningún motivo podrá ser menor.

5.1.12 Pendientes

La pendiente no será menor de 0.5%, ni mayor de 15% en las tuberías del sistema. Para las acometidas domiciliarias la pendiente mínima será de 2%.

Cuando el terreno no permita pendientes menores de 15% se deberán usar anclajes cada 10 metros. El tipo de anclajes a utilizar deberá ser aprobado por SANAA.

5.1.13. Pozos de Inspección y Pozos de Caída según Norma del SANAA:

Se usarán pozos de inspección en las siguientes condiciones:

1. En distancias que no sean superiores de 80 metros.
2. En todo cambio de alineamiento horizontal.
3. En todo cambio de alineamiento vertical.
4. Donde converjan dos o más tuberías del sistema.
5. En los puntos donde exista cambio de diámetro o material de la tubería.

La altura del pozo no será mayor de 4.50 metros ni menor de 1.50 metros, para paredes normales. Cuando la altura del pozo este entre 4.50 y 6.00 metros colocar paredes dobles desde la base del pozo hasta una altura de $h/3$.

Se utilizarán pozos de caída en casos especiales como ser en barrios periféricos con pendientes altas. Tanto los pozos de inspección como los pozos de caída deberán construirse de acuerdo con los planos tipo del SANAA, los cuales se pueden obtener en la Oficina de Normas y Supervisión.

5.1.14 Velocidades Máximas Y Mínimas

Las velocidades mínimas serán:

≥ 0.40 m/seg para PVC; ≥ 0.60 m/seg para Concreto

Las velocidades Máximas serán:

≤0.5 m/seg para PVC; ≤3.0 m/seg para Concreto

5.1.15 Relación Tirante Diámetro

La relación entre Diámetro (D) y tirante (Y) no deberá ser mayor a 0.80, para asegurar un funcionamiento eficiente y sin presión por parte de la tubería.

5.1.16 Fórmulas Recomendadas

Para sistemas por gravedad Velocidad a tubo lleno

La velocidad a tubo lleno se calculará con la fórmula de Manning.

Ecuación 8 Velocidad de tubo lleno

$$V_{LL} = \frac{1}{n} * RH^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}$$

Fuente: (SANAA)

Dónde:

V_{LL} = velocidad a tubo lleno en m/s

n = coeficiente de rugosidad

RH= Radio hidráulico=D/4 (cuando es circular)

S = pendiente del tramo en metro / metro

Para tramos en los que se requiere bombeo utilizar la fórmula de Hazen-Williams y el coeficiente "C" de acuerdo con la Tabla 4.1 de los Anexos de Agua Potable.

Nota: La utilización de concreto deberá ser en casos especiales, ya que la tubería falla por desgaste por abrasión, además que solo se construyen en longitudes de 1 m, por lo que el proceso es un poco lento. Para otros tipos de tubería se recomienda consultar las especificaciones del fabricante. En todo caso utilizar valores que nos ofrezcan un margen de seguridad.

5.1.17. Caudal de Tubo Lleno

Caudal a tubo lleno se calculará con la ecuación de continuidad.

Ecuación 9 Caudal a tubo lleno

$$Q_{LL} = A * V_{LL} * 1000$$

Fuente: SANAA

Dónde:

Q_{LL} = caudal a tubo lleno en litros por segundo A =área del tubo en metros cuadrados

V_{LL} =velocidad del tubo lleno en metros por segundo Relaciones de Caudal y Velocidad

Relaciones de Caudal y Velocidad

Ecuación 10 Relación de caudal

$$\text{Relación de Caudal} = \frac{Q_r}{Q_{LL}}$$

Fuente: SANAA

Dónde:

Q_r =caudal real en el tramo

Q_{LL} =caudal a tubo lleno del tramo

Ecuación 11 Relación de velocidad

$$\text{Relación de Velocidad} = \frac{V_r}{V_{LL}}$$

Fuente: (SANAA)

Dónde:

V_r =velocidad real

V_{LL} =velocidad del tubo lleno

5.1.18. Profundidades

La Profundidad mínima será de:

1.5 m sobre la corona del tubo, en Calle Vehicular.

1.0 m sobre la corona del tubo, en Calle Peatonal.

La Profundidad Máxima será hasta de 4.50 m hasta la invertida del tubo; para profundidades de 4.50 a 6.0 m sobre, la invertida del tubo se deberá hacer una protección especial a 4.50 m para tubería de concreto y 3.60 m para tubería de PVC.

5.1.19. Material Selecto

Se usará una cama por lo general de 10 cm de material selecto y sobre la corona superior del tubo una capa de 15 cm. En casos especiales como ser en suelos muy ácidos o fangosos, se utilizará lo recomendado por el fabricante.

5.1.20. Tipo de Tubería

Los tipos de tubería que pueden ser utilizados son:

A. Tubería de PVC SDR-41, los números SDR pueden variar de 7 a 41. Un número SDR inferior indica que un tubo puede soportar más presión, un número más alto de SDR indica que un tubo puede soportar menos presión.

B. NOVAFORT, es una tubería de pared estructural, fabricada en un proceso de doble extrusión, pared interior lisa y exterior corrugada.

C. ADS, tubería de polietileno de alta densidad, de doble pared con exterior corrugado e interior liso para tubos de 4-60 pulgadas de diámetro, para utilizarse en sistemas de alcantarillado sanitario por gravedad.

D. RIBLOC, tubería estándar, consistente en una banda estructural pre-extruida que es enrollada helicoidalmente y enlazada por medios mecánicos y químicos para formar un tubo de estructura flexible.

5.1.21 Ubicación de la Tubería

La tubería de alcantarillado sanitario irá por en medio de la calle y separada de la tubería de agua potable; siempre deberá colocarse bajo la tubería de agua potable tal y como se muestra en los diagramas siguiente.

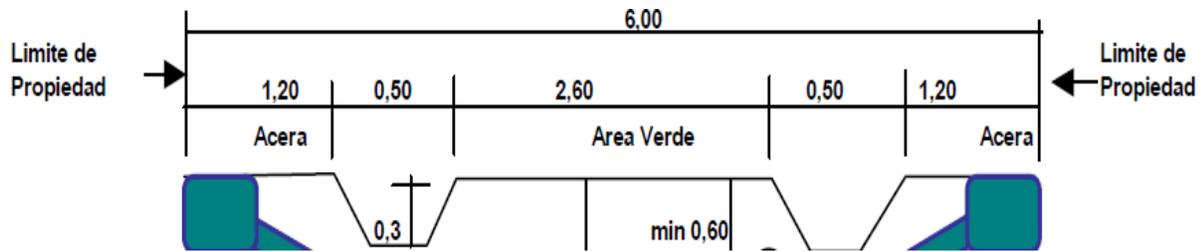


Ilustración 18 Secciones típicas de calles peatonales con tubería.

Fuente: (SANAA, 2015)

En la Ilustración se muestra un plano de perfil de la sección típica de calles peatonales con tubería.

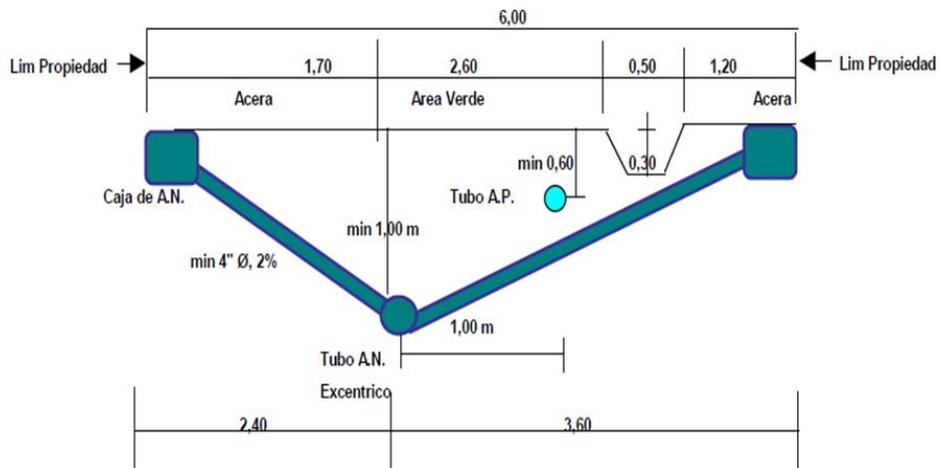


Ilustración 19 Perfil de la sección típica de las calles peatonales con tubería.

5.2 Procesos de Diseño

Area total comunidad de San Isidro = 178,021.67 m²

Población Actual = 2568 habitantes

Tasa de Crecimiento = 2.48%

Velocidad minima = 0.4 m/s

Velocidad maxima = 3.0 m/s

Relación diametro tirante maximo = 80% del diametro de la tubería

Recubrimiento mínimo vehicular = 1.20 metros

Longitud de tramo maximo = 80 metros

*Caudal de infiltración = 1.00 l/s*km*

Pendiente minima en tramos iniciales =0.5%

Pendiente maxima = 15%

5.2.1. Cálculo Población de Diseño

Ecuación 12 Población de diseño

$$Pf = 2568 (1 + 0.0248)^{20} = 4,192 \text{ habitantes}$$

5.2.2. Cálculo Población de Saturación

Ecuación 13 Población de Saturación

$$\text{Población Saturación} = 460 * 6 = 2,760 \text{ habitantes}$$

De acuerdo con los criterios de diseño del SANAA elegimos el valor mayor entre las poblaciones, siendo esta mayor la Población Futura.

5.2.3. Área total en Hectáreas

Ecuación 14 Área total en hectáreas

$$\text{Area total en hectáreas} = (178,021.67 \text{ m}^2) / (10000 \text{ m}^2) = 17.80 \text{ Ha}$$

5.2.4. Densidad Poblacional

Ecuación 15 Densidad poblacional

$$\text{Densidad poblacional} = (4,192 \text{ hab}) / (17.80 \text{ Ha})$$

$$\text{Densidad poblacional} = 235.51 \text{ Hab/Ha}$$

5.2.5. Caudal Medio Diario

Ecuación 16 Caudal medio diario

$$H1 = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{4192/1000}} \leq 3.32$$

$$Q_{med} = \frac{150 \times 0.8 \times 3.32 \times 4192}{86400} = 19.32 \text{ l/s}$$

5.2.7. Caudal por Conexiones Ilícitas

Ecuación 17 Caudal de Conexiones Ilícitas

$$\text{Conexiones Ilícitas} = 0.3 \times (19.32) = 5.796 \text{ l/s}$$

5.2.8. Revisión De Caudales, Pendientes Y Velocidades

Aquí se presente la validación de un tramo mediante el cálculo realizado con calculadora, poniendo en práctica lo aprendido en la clase de Ingeniería Sanitaria II; también haciendo uso de las normas del SANAA.

Ejercicio a mano:

- Colector Principal
- Tramo P1 – P2
- $\varnothing = 200 \text{ mm}$
- $S = 7.08\%$
- $L = 45 \text{ m}$
- Densidad Poblacional = 235.48 hab/ha
- Área Tramo = 0.36 ha
- $N = 0.01$

$$\text{Población por tramo} = 235.48 \text{ hab/ha} * (0.36 \text{ ha})$$

$$\text{Población por tramo} = 84.8 \text{ Hab}$$

$$\text{Población por tramo} = 85 \text{ hab}$$

$$\text{Factor Harmon} = 1 + 14 / (4 + \sqrt{4192 / 1000})$$

$$\text{Factor Harmon} = 3.32 < 4; \text{USAR } 3.32$$

$$\text{Q doméstico} = (\text{Dot} \times \text{Población} \times 0.8 \times 4) / 86,400$$

$$\text{Q doméstico} = (150 \text{ Lppd} \times 84 \times 0.8 \times 3.32) / 86,400$$

$$\text{Q doméstico} = 0.3873 \text{ L/s}$$

$$\text{Q Infiltración} = 1 \text{ l/s/km} (45 / 1000)$$

$$\text{Q Infiltración} = 0.045 + 0.004 (1 \text{ Tapadera})$$

$$\text{Q Infiltración} = 0.049 \text{ L/s}$$

$$\text{Q ilícito} = 0.3 \times \frac{150 * 85 * 0.8}{86,400}$$

$$\text{Q ilícito} = 0.04 \text{ L/s}$$

$$\text{Q Diseño} = 0.3873 + 0.049 + 0.04$$

$$\text{Q Diseño} = 0.4763 + \text{Q infiltración acumulado}$$

$$\text{Q Diseño} = 0.4763 + 0.05$$

$$\text{Q Diseño} = 0.5263 \text{ L/s}$$

$$\text{Q Diseño} = 0.5263 \text{ L/s} / 1000$$

$$\text{Q Diseño} = 0.0005263 \text{ m}^3$$

$$\text{Q Lleno} = \frac{1}{0.01} \left(\frac{\pi * 0.20^2}{4} \right) * \left(\frac{0.20^2}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * (0.070)^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{Q Lleno} = 0.1128 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Qd/QII = (0.0005263/0.1128)$$

$$Qd/QII = 0.0466$$

Y/D Según Tabla = 0.0466 \approx 4.6% < 80% "Cumple"

$$V \text{ lleno} = qu/A = (0.1128/0.031)$$

$$V \text{ lleno} = 3.60 \text{ m/s}$$

$$Vp/VII = 0.24$$

$$Vp = 0.24 (3.60 \text{ m/s})$$

$$Vp = 0.864 \text{ m/s}$$

$$Vp = 0.4 \text{ m/s} < 0.864 \text{ m/s} < 5 \text{ m/s} \text{ "Cúmple"}$$

Comparando el proceso de cálculo a mano, con la hoja elaborada en Excel comprueba el proceso de diseño seguido.

DE	AL	INVERT.	INVERT.	CAUDAL		PEND.		Diámetro TUBERIA		VELOC.	CAUDAL	VELOC.	TIRANTE	PORCENTAJE DE OCUPACIÓN
POZO	POZO	SUP.	INF.	EN RUTA	LONG.	TRAMO	COEF.	PULG	CMS.	LLENO	LLENO	M/S	CMS.	
				(LTS/S)	(MTS)	%	MANNING			M/S	LTS/S	M/S	CMS.	
Colector Principal														
P-1	P-2	693.99	690.8	0.52	45	7.09	0.01	8	20.32	3.652	118.43	0.877	0.91	4%

Ilustración 20 Porcentaje de ocupación.

SANAA																	
Población Actual:	2568		hab	Número de Lotes	460		lotes	Area de Proyecto (M2)	178021.67	Area de Proyecto (Ha)	17.802	Poblacion de Diseño:					Usar Poblacion Futura sacar Densidad Poblacional
Tasa de crecimiento	2.48%		años	Habitantes	6		hab/lote										
Periodo diseño:	20		lppd	Poblacion de Saturacion:	2760		habs			Densidad Poblacional (Hab/Ha)	235.48						
Dotacion:	150			Poblacion Futura:	4192		hab										
Coefficiente de Retorno	0.8																
TRAMO	AREA LOCAL (M2)	AREA CUMULADA (M2)	AREA DE TRAMO (Ha)	POBLACION POR TRAMO	LONGITUD DE TUBERIA (M)	LONGITUD DE TUBERIA (KM)	NUMERO DE POZOS	FACTOR HARMON	Q. DOMESTICO (L/S)	Q. DOMESTICO HARMON (L/S)	Q. INFILTRACION LOCAL (L/S)	Q. INFILTRACION CUMULADO (L/S)	Q. CONEXION ILICITA (L/S)	Q. COMERCIAL (L/S)	Q. INST. PÚBLICAS (L/S)	Q. DISEÑO (L/S)	
Colector Principal																	
P-1	P-2	360125	360125	0.360	84.8	45	0.045	1	3.32	0.1178	0.3904	0.049	0.05	0.04	0	0	0.524

Los resultados del tramo hecho a mano resultan relativamente iguales a los resultados proporcionados de la tabla de Excel.

5.2.2 Ingreso De Datos En Hoja de Cálculo Excel

DE	AL	CAUDAL EN RUTA (LTS/S)	PEND. TRAMO (%)	DIÁMETRO PULG	VELOC. M/S	PORCENTAJE OCUPACIÓN (%)
Colector Principal						
P-1	P-2	0.52	7.09	8	0.877	4%
P-2	P-3	0.63	7.18	8	0.944	5%
P-3	P-4	0.73	11.60	8	1.201	5%
P-4	P-5	0.73	9.41	8	1.082	5%
P-5	P-6	2.91	1.60	8	0.896	15%
P-6	P-7	3.42	10.01	8	1.796	10%
P-7	P-8	3.71	11.12	8	1.893	10%
P-8	P-9	6.51	5.10	8	1.729	17%
P-9	P-10	7.08	10.81	8	2.283	15%
P-10	P-11	9.29	2.06	8	1.396	25%
P-11	P-12	9.54	1.37	8	1.211	28%
P-12	P-13	9.97	2.02	8	1.412	26%
P-13	P-14	10.22	4.43	8	1.88	22%
P-14	P-16	10.27	7.21	8	2.231	19%
P-16	P-17	15.38	0.53	8	0.982	49%
P-17	P-18	15.89	0.80	8	1.149	43%
P-18	P-19	25.03	4.54	8	2.464	35%
P-19	P-20	25.25	7.97	8	3.007	30%

Ilustración 21 Cuadro de resumen colector principal.

DE POZO	AL POZO	CAUDAL	PEND.	DIÁMETRO PULG	VELOC. M/S	PORCENTAJE
		EN RUTA (LTS/S)	TRAMO %			OCUPACIÓN %
Subcolector 1						
P-45	P-46	0.16	13.80	8	0.718	2%
P-46	P-47	0.62	5.00	8	0.839	6%
P-47	P-48	0.88	1.70	8	0.647	9%
P-48	P-49	1.11	5.71	8	1.047	7%
P-49	P-50	1.09	1.20	8	0.604	10%
P-50	P-51	1.19	6.10	8	1.083	7%
P-51	P-52	1.40	7.85	8	1.228	7%
P-52	P-54	1.78	4.89	8	1.138	9%
P-54	P-56	2.43	7.14	8	1.423	9%
P-56	P-57	2.89	4.42	8	1.298	12%
P-57	P-59	3.33	5.10	8	1.395	12%
P-59	P-60	4.09	1.88	8	1.068	18%
P-60	P-61	4.40	0.66	8	0.753	24%
P-61	P-62	7.45	1.69	8	1.219	24%
P-62	P-63	7.61	1.22	8	1.099	26%
P-63	P-64	8.30	1.26	8	1.138	28%
P-64	P-65	9.30	1.25	8	1.169	29%
P-65	P-66	9.66	1.47	8	1.254	28%
P-66	P-67	10.42	1.53	8	1.294	29%
P-67	P-18	10.63	3.77	8	1.802	24%

Ilustración 22 Cuadro resumen caudales Subcolector 1.

DE	AL	CAUDAL EN RUTA	PEND. TRAMO	DIÁMETRO	VELOC.	PORCENTAJE OCUPACIÓN
POZO	POZO	(LTS/S)	%	PULG	M/S	%
Subcolector 2						
P-73	P-74	0.60	1.10	8	0.481	7%
P-74	P-76	0.84	4.27	8	0.863	6%
P-76	P-77	1.45	4.26	8	1.025	9%
P-77	P-78	2.00	5.70	8	1.272	9%
P-78	P-79	2.46	8.02	8	1.509	9%
P-79	P-80	2.94	8.76	8	1.629	10%
P-80	P-81	4.07	13.00	8	2.047	10%
P-81	P-16	5.38	0.86	8	0.874	24%
Subcolector 3						
P-68	P-69	0.55	3.19	8	0.67	6%
P-69	P-70	0.79	8.97	8	1.123	6%
P-70	P-71	1.41	10.59	8	1.36	6%
P-71	P-72	2.19	4.14	8	1.156	10%
P-72	P-61	2.89	4.86	8	1.325	12%
Subcolector 4						
P-2	P-28	0.25	10.07	8	0.801	3%
P-28	P-29	0.28	10.33	8	0.811	3%
P-29	P-32	0.66	7.29	8	0.952	5%
P-32	P-33	0.85	7.80	8	1.047	6%
P-33	P-34	0.93	7.38	8	1.078	6%
P-34	P-35	0.92	1.06	8	0.548	9%
P-35	P-36	1.62	4.59	8	1.102	9%
P-36	P-37	1.91	1.70	8	0.805	12%
P-37	P-38	2.67	5.63	8	1.348	10%
P-38	P-39	2.98	6.75	8	1.519	11%
P-39	P-8	3.00	4.69	8	1.337	12%

Ilustración 23 Cuadro resumen caudales Subcolector 2, 3 y 4.

DE	AL	CAUDAL	PEND.	DIÁMETRO	VELOC.	PORCENTAJE
POZO	POZO	EN RUTA	TRAMO	(PULG)	(M/S)	OCUPACIÓN
		(LTS/S)	%			%
Subcolector 5						
P-75	P-76	0.21	10.59	8	0.729	3%
P-76	P-82	0.38	14.47	8	1.062	3%
P-82	P-83	1.25	5.55	8	1.079	7%
P-83	P-84	1.55	1.65	8	0.751	11%
P-84	P-10	1.99	5.09	8	1.202	9%
Subcolector 6						
P-42	P-43	0.34	6.87	8	0.732	3%
P-43	P-36	0.31	6.15	8	0.692	3%
Subcolector 7						
P-40	P-41	0.27	3.97	8	0.607	4%
P-41	P-35	0.41	8.19	8	0.872	4%
Subcolector 8						
P-29	P-30	0.16	2.09	8	0.404	3%
P-30	P-31	0.35	7.26	8	0.753	3%
P-31	P-5	0.36	5.88	8	0.739	4%
Subcolector 9						
P-1	P-21	0.38	6.46	8	0.775	4%
P-21	P-22	0.53	12.68	8	1.085	4%
P-22	P-23	0.69	11.26	8	1.105	4%
P-23	P-25	1.13	1.02	8	0.573	10%
P-25	P-26	1.52	0.70	8	0.556	13%
P-26	P-27	1.91	0.60	8	0.56	16%
P-27	P-5	1.89	2.77	8	0.973	11%

Ilustración 244 Cuadro resumen caudales Subcolector 5, 6, 7, 8, y 9.

DE	AL	CAUDAL EN RUTA (LTS/S)	PEND. TRAMO %	DIÁMETRO PULG	VELOC. M/S	PORCENTAJE OCUPACIÓN %
Subcolector 10						
P-53	P-54	0.15	12.02	8	0.67	2%
Subcolector 11						
P-55	P-56	0.20	8.05	8	0.635	3%
Subcolector 12						
P-58	P-59	0.19	7.98	8	0.633	3%
Subcolector 13						
P-24	P-23	0.28	4.94	8	0.621	3%
Subcolector 14						
P-24	P-23	0.13	10.13	8	0.615	2%
Subcolector 15						
P-87	P-66	0.65	0.75	6	0.465	13%

Ilustración 255 Cuadro resumen caudales Subcolector 10, 11, 12, 13, 14 y 15.

Como análisis final, a continuación, se presentan los resultados ya simplificados en base a datos generales, cotas topográficas, pozos, caudales y los tramos.

DATOS GENERALES	
Población actual 2018	2568 Hab
Tasa de crecimiento	2.48%
Periodo de diseño ESTACIONES	10 Años
Periodo de diseño SISTEMA	20 Años
Habitantes por lote	6 Hab
Lotes	460 Lotes
Dotación por persona	150 LPPD
Factor de retorno	0.80
Población futura ARITMÉTICA	4192 Hab
Población de saturación	2760 Hab
Densidad poblacional	235.51 Hab/Ha
Factor de Harmon	3.32

Tabla 4 Datos Generales

Fuente: Propia

POZOS	
Pozos	83 unidades
Colchón de Arena	241 m ³
Relleno Compactado	5732 m ³
Relleno Manual	1287 m ³
Excavación	7460 m ³
(1.50 - 1.75) m	26 unidades
(1.75 - 2.00) m	28 unidades
(2.00 - 2.25) m	2 unidades
(2.25 - 2.50) m	11 unidades
(2.50 - 2.75) m	1 unidades
(2.75 - 3.00) m	6 unidades
(3.00 - 3.25) m	3 unidades
(3.25 - 3.50) m	2 unidades
(> 4.0) m	3 unidades
Doble refuerzo	1 unidades
Excavación MAX	6.3 m
Excavación MIN	1.8 m

Tabla 5 Resumen final de pozos.

Fuente: Propia

COTA	
Cota INICIAL	695.49 metros sobre nivel del mar
Cota FINAL	663.89 metros sobre nivel del mar

Cota MAX	695.49 metros sobre nivel del mar
Cota MIN	646.91 metros sobre nivel del mar

Tabla 6 Resumen Final de Cotas

Fuente: Propia

CAUDALES	
Q MAX	25.23 l/s
Q MIN	0.154 l/s
V MAX	3 m/s
V MIN	0.4 m/s
S% MAX	13.80
S% MIN	0.53
N Harmon	3.32

Tabla 6 Resumen final de caudales.

Fuente: Propia

TRAMOS	
Material	PVC
Colchón de arena	193.62 m ³
Relleno Compactado	726.06 m ³
Relleno Manual	48.04 m ³
Tramos	86 unidades
Tubería Ø 200.0 mm (8")	3872.32 m
TOTAL	3872.32 m

Tabla 7 Resumen Final de Tramos

Fuente: Propia

CAPÍTULO V: PRESUPUESTO DEL PROYECTO

5.1. Presupuesto de Cantidades de Obra

DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD DE SAN ISIDRO MUNICIPIO DE SANTA CRÚZ DE YOJOA, CORTÉS					
REALIZÓ:		ESTUDIANTES DE UNITEC PROYECTO DE GRADUACIÓN			
CLIENTE:		MUNICIPALIDAD DE SANTA CRÚZ DE YOJOA			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PU	TOTAL
1.00	PRELIMINARES				
1.01	Construccion bodega provisional de 3mx2.5m, columnas hechas de madera de pino con cuarterones de 3"x3", paredes de lamina de zinc calibre 26 32"x12' acanalada y techo de un agua con lamina de calibre 28 32"x12'	Global	1.00	L9,291.32	L9,291.32
1.02	Señalización de area de trabajo con bloqueo de vialidad para eviat el paso de los vehiculos y peatones, haciendo uso de cinta reflectiva indicando precaucion	ml	3,895.00	L1.58	L6,134.63
1.03	Trazado y marcado de construccion con equipo topografico	ml	3,895.00	L14.02	L54,598.16
1.04	Marcaje manual de pozos de inspeccion delimitados con tablas de madera de pino rustico 1"x3"x1.5' a cuarterones de madera de pino de 2"x2"1.5'	unidad	84.00	L190.07	L15,965.96
1.05	Baño provisional portatil	Global	1.00	L20,000.00	L20,000.00
Subtotal					L105,990.07
2.00	EXCAVACIONES Y RELLENO				
2.01	Excavacion del terreno con retroexcavadora para tuberias y pozos menores a 3 m con ancho de zanja 1.20 m (AN)	m3	1,989.59	L85.80	L170,706.82
2.02	Excavacion del terreno con retroexcavadora para tuberias y pozos mayores a 3 m con ancho de zanja 1.50 m (AN)	m3	1,321.68	L85.80	L113,400.14
2.03	Encamado de arena como base para tuberias e=10 cm	m3	311.79	L267.04	L83,259.44
2.04	Ademado en pozos y zanjas a partir de los 3m de profundidad, con tablas de pino rustico de 1"x6"x3.5' instaladas en los taludes	m2	446.47	L69.86	L31,190.27
2.05	Relleno y compactado de material selecto por encima de tuberias e=30 cm , al 95% del proctor modificado	m3	467.68	L321.82	L150,509.82
Subtotal					L549,066.49
3.00	ELEMENTOS ESTRUCTURALES				
3.01	Cimentacion de concreto simple para pozos con profundidad menor a 4.5m, F'c= 280 kg/cm2 a 28 dias, varillas de acero #4@0.15m Fy= 60ksi A/D	Unidad	84.00	L2,676.60	L224,834.50
3.02	Estructura cilindrica para pozos de inspeccion hasta una altura menor de 4.5m, con mamposteria hecha con ladrillo rafon de 6cmx12cmx25cm, mortero 1:3 en liga de 1 cm de espesor, diametro interno de 1:20m, entrada de caudal a una altura de 20 cm (como minimo) desde su base, escalera con varillas de acero #5@0.40m de altura con un ancho de 0.40 m y una extension de 0.20m desde el ladrillo, fy: 60 ksi	ml	114.52	L4,966.58	L568,772.28
3.03	Cimentacion de concreto simple para pozos con profundidad mayor a 4.5m, f'c: 280kg/cm2 a 28 dias, varillas de acero #4@0.10m Fy: 60 ksi A/D	ml	6.00	L2,676.60	L16,059.61
3.04	Estructura cilindrica para pozos de inspeccion con una altura mayor de 4.5m a 7m, con mamposteria.	ml	6.00	L4,966.58	L29,799.46
3.05	Cono de reduccion hecho con ladrillo rafon (6cmx12cmx25cm), h:0.8m, D1:1.32m y D2:0.92m (Incluye ancho)	Unidad	83.00	L4,966.58	L412,225.81
3.06	Cimentacion de concreto simple para cajas de registro, 0.80mx0.80m, F'c:240 kg/cm2 a 28 dias Varilla de acero grado 60 #3@0.10m A/D	Unidad	468.00	L632.94	L296,214.03
3.07	Caja de registro domiciliarias de 0.60mx0.60m, paredes con ladrillo rafon solido de 6cmx12cmx25cm, liga de mortero 1:3, tapadera de 0.50mx0.50m, con dos heladeras de varilla de acero lisa #4 embebido en concreto de F'c: 3500 psi a 28 dias y un espesor de 4cm	Unidad	468.00	L436.50	L204,280.62
Subtotal					L1752,186.31
4.00	EXCAVACIONES Y RELLENO				
4.01	Casquete de concreto para pozos de inspeccion F'c: 240kg/cm2 a 28 dias , 3#3 con #2@0.20m fy= 60 ksi, h=0.15m, Diametros inertnos: Dinf= 0.80m y Dsup= 0.90m (A 8 cm de altura desde la base), incluye tapadera metalica.	Unidad	84.00	L821.24	L68,984.37
4.02	Repello exterior para pozos de inspeccion, mortero 1:4 con un espesor de 2 cm.	ml	201.70	L382.18	L77,085.71
Subtotal					L146,070.08

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PU	TOTAL
5.00	INSTALACIONES SANITARIAS				
5.01	Instalacion de tubería de 6" PVC NOVAFORT para alcantarillado sanitario lances de 6m, recubierta con malla geotextil.	ml	618.22	L539.42	L333,480.23
5.02	Instalacion de tubería de 8" PVC NOVAFORT para alcantarillado sanitario lances de 6m, recubierta con malla geotextil.	ml	3,279.11	L539.42	L1768,817.52
5.03	Instalacion yee reductora de 8"x4" PVC NOVAFORT	Unidad	460.00	L476.82	L219,337.20
5.04	Instalacion yee reductora de 6"x4" PVC NOVAFORT	Unidad	26.00	L476.82	L12,397.32
Subtotal					L2334,032.27
				SUBTOTAL	L4887,345.22
				TOTAL	L4887,345.22

5.2. Fichas de Costo Unitario

FICHAS DE COSTO UNITARIO							
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO SAN ISIDRO, SANTA CRUZ DE YOJOA							
ACTIVIDAD :	Construccion bodega provisional de 3mx2.5m, columnas hechas de madera de pino con cuarterones de 3"x3", paredes de lamina de zinc calibre 26 32"x12' acanalada y techo de un agua con lamina de calibre 28 32"x12'						
ELABORÓ:	Eduardo Paz, Frank Vasquez, Eileen Velasquez						
CÓDIGO:	1.01				C.O	1.00	Global
FECHA:	13-oct-18						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U	SUB TOTAL	OBS
1.00	MATERIALES						
1.01	Lamina de Zinc calibre 26 32"x12'	unidad	14.00	1.03	L 287.50	L 4,145.75	
1.02	Lamina de Zinc calibre 28 32"x12'	unidad	13.00	1.03	L 201.25	L 2,694.74	
1.03	Clavos de 3"	Lb	4.41	1.02	L 16.00	L 71.97	
1.04	Madera de Pino Rustica	Pt	110.25	1.03	L 14.55	L 1,652.26	
SUB TOTAL MAT						L 8,564.72	
2.00	MANO DE OBRA						
2.01	Carpintero	Jornada	0.80	1.00	L 640.00	L 512.00	
2.02	Jornalero	Jornada	0.60	1.00	L 300.00	L 180.00	
SUB TOTAL M.O						L 692.00	
3.00	HERRAMIENTAS Y EQUIPO						
3.01	Herramientas Menores	Global	1	1	L 34.60	L 34.60	5% de la Mano de Obra
SUB TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPOS						L 34.60	
COSTO DIRECTO TOTAL						L 9,291.32	
COSTO TOTAL DE LA ACTIVIDAD						L 9,291.32	

FICHAS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO SAN ISIDRO, SANTA CRUZ DE YOJOA

ACTIVIDAD :	Marcaje manual de pozos de inspeccion delimitados con tablas de madera de pino rustico 1"x3"x1.5' a cuarterones de madera de pino de 2"x2"x1.5'						
ELABORÓ:	Eduardo Paz, Frank Vasquez, Eileen Velasquez						
CÓDIGO:	1.04				C.O	84.00	unidad
FECHA:	13-oct-18						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U	SUB TOTAL	OBS
1.00	MATERIALES						
1.01	Madera de pino rustico	Pt	4.00	1.03	L 15.00	L 61.80	
1.02	Clavos de 3"	Lb	0.30	1.02	L 16.00	L 4.90	
						SUB TOTAL MAT	L 66.70
2.00	MANO DE OBRA						
2.01	Peon	Jornada	0.13	1.00	L 300.00	L 37.50	
2.02	Carpintero	Jornada	0.13	1.00	L 640.00	L 80.00	
						SUB TOTAL M.O	L 117.50
3.00	HERRAMIENTAS Y EQUIPO						
3.01	Herramientas Menores	Global	1	1	L 5.88	L 5.88	5% de la Mano de Obra
						SUB TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	L 5.88
						COSTO DIRECTO TOTAL	L 190.07
						COSTO TOTAL DE LA ACTIVIDAD	L 15,965.96

FICHAS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO SAN ISIDRO, SANTA CRUZ DE YOJOA

ACTIVIDAD :	Baño provisional portatil						
ELABORÓ:	Eduardo Paz, Frank Vasquez, Eileen Velasquez						
CÓDIGO:	1.05				C.O	1.00	Global
FECHA:	13-oct-18						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U	SUB TOTAL	OBS
1.00	MATERIALES						
1.01	Baño Provisional Portatil	Unidad	2.00	1.00	L 10,000.00	L 20,000.00	
1.02							
						SUB TOTAL MAT	L 20,000.00
2.00	MANO DE OBRA						
						SUB TOTAL M.O	
3.00	HERRAMIENTAS Y EQUIPO						
						SUB TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	
						COSTO DIRECTO TOTAL	L 20,000.00
						COSTO TOTAL DE LA ACTIVIDAD	L 20,000.00

FICHAS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO SAN ISIDRO, SANTA CRUZ DE YOJOA

ACTIVIDAD :	Estructura cilindrica para pozos de inspeccion hasta una altura menor de 4.5m, con mamposteria hecha con ladrillo rafon de 6cmx12cmx25cm, mortero 1:3 en liga de 1 cm de espesor, diametro interno de 1:20m, entrada de caudal a una altura de 20 cm (como minimo) desde su base, escalera con varillas de acero #5@0.40m de altura con un ancho de 0.40 m y una extension de 0.20m desde el ladrillo, fy: 60 ksi							
ELABORÓ:	Eduardo Paz, Frank Vasquez, Eileen Velasquez							
CÓDIGO:	3.02				C.O	114.52	ml	
FECHA:	13-oct-18							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U	SUB TOTAL		OBS
1.00	MATERIALES							
1.01	Cemento Portland Tipo GU	Bolsa	5.52	1.02	L 190.00	L	1,069.78	
1.02	Arena	m3	0.50	1.03	L 220.00	L	113.30	
1.03	Grava 3/4"	m3	0.20	1.03	L 235.00	L	48.41	
1.04	Varilla de acero corrugada #5	Lance	0.27	1.04	L 300.00	L	84.24	
1.05	Agua	m3	0.13	1.20	L 70.00	L	10.92	
1.06	Alambre de amarre	lb	0.85	1.07	L 16.00	L	14.55	
				SUB TOTAL MAT		L	1,315.73	
2.00	MANO DE OBRA							
2.01	Peon	Jornada	3.55	1.00	L 300.00	L	1,065.00	
2.02	Albañil	Jornada	5.54	1.00	L 400.00	L	2,216.00	
2.03	Armador de Hierro	Jornada	0.56	1.00	L 350.00	L	196.00	
						L	3,477.00	
3.00	HERRAMIENTAS Y EQUIPO							
3.01	Herramientas menores	Global	1	1	L 173.85	L	173.85	5% de la Mano de Obra
						L	173.85	
				SUB TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPOS		L	173.85	
COSTO DIRECTO TOTAL						L	4,966.58	
COSTO TOTAL DE LA ACTIVIDAD						L	568,772.28	

FICHAS DE COSTO UNITARIO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO SAN ISIDRO, SANTA CRUZ DE YOJOA

ACTIVIDAD :	Cimentacion de concreto simple para pozos con profundidad mayor a 4.5m, f'c: 280kg/cm2 a 28 dias, varillas de acero #4@0.10m Fy: 60 ksi A/D							
ELABORÓ:	Eduardo Paz, Frank Vasquez, Eileen Velasquez							
CÓDIGO:	3.03				C.O	6.00	ml	
FECHA:	13-oct-18							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U	SUB TOTAL		OBS
1.00	MATERIALES							
1.01	Madera de Pino rustica	Pt	9.00	1.03	L 15.00	L	139.05	
1.02	Clavos de 3"	Lb	0.36	1.02	L 16.00	L	5.88	
1.03	Cemento Portland Tipo GU	Bolsa	3.10	1.02	L 190.00	L	600.78	
1.04	Arena	m3	0.18	1.03	L 220.00	L	40.79	
1.05	Grava 3/4"	m3	0.20	1.03	L 235.00	L	48.41	
1.06	Alambre de amarre	Lb	0.85	1.02	L 16.00	L	13.87	
1.07	Varilla de acero corrugada #4	Lance	3.23	1.04	L 280.00	L	940.58	
1.08	Agua	m3	0.07	1.20	L 70.00	L	5.88	
1.09	Malla Geotextil	m2	2.27	1.02	L 35.00	L	81.04	
						L	1,789.35	
2.00	MANO DE OBRA							
2.01	Peon	Jornada	1.15	1.00	L 300.00	L	345.00	
2.02	Albañil	Jornada	0.90	1.00	L 400.00	L	360.00	
2.03	Armador de Hierro	Jornada	0.40	1.00	L 350.00	L	140.00	
						L	845.00	
3.00	HERRAMIENTAS Y EQUIPO							
3.01	Herramientas menores	Global	1	1	L 42.25	L	42.25	5% de la Mano de Obra
						L	42.25	
						L	42.25	
						L	42.25	
						L	42.25	
COSTO DIRECTO TOTAL						L	2,676.60	
COSTO TOTAL DE LA ACTIVIDAD						L	16,059.61	

FICHAS DE COSTO UNITARIO							
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO SAN ISIDRO, SANTA CRUZ DE YOJOA							
ACTIVIDAD:	Instalacion de tubería de 6" PVC NOVAFORT para alcantarillado sanitario lances de 6m, recubierta con malla geotextil.						
ELABORÓ:	Eduardo Paz, Frank Vasquez, Eileen Velasquez						
CÓDIGO:	5.01	C.O				618.22	ml
FECHA:	13-oct-18						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U	SUB TOTAL	OBS
1.00	MATERIALES						
1.01	Lija de agua #280	Pliego	0.03	1.03	L 140.00	L 4.33	
1.02	Malla Geotextil	m2	4.50	1.02	L 40.00	L 183.60	
1.03	TB PVC NOVAFORT 6"	Lance	0.17	1.00	L 1,200.00	L 204.00	
1.04	Empaque NOVAFORT 6"	Unidad	1.00	1.00	L 50.00	L 50.00	
						SUB TOTAL MAT	L 441.93
2.00	MANO DE OBRA						
2.01	Peon	Jornada	0.08	1.00	L 300.00	L 25.20	
2.02	Fontanero	Jornada	0.08	1.00	L 640.00	L 53.76	
						SUB TOTAL M.O	L 78.96
3.00	HERRAMIENTAS Y EQUIPO						
3.01	Herramientas menores	Global	1	1	L 3.95	L 3.95	5% de la Mano de Obra
						SUB TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	L 3.95
						COSTO DIRECTO TOTAL	L 524.83
						COSTO TOTAL DE LA ACTIVIDAD	L 324,462.88

FICHAS DE COSTO UNITARIO							
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO SAN ISIDRO, SANTA CRUZ DE YOJOA							
ACTIVIDAD:	Instalacion de tubería de 8" PVC NOVAFORT para alcantarillado sanitario lances de 6m, recubierta con malla geotextil.						
ELABORÓ:	Eduardo Paz, Frank Vasquez, Eileen Velasquez						
CÓDIGO:	5.02	C.O				3,279.11	ml
FECHA:	13-oct-18						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U	SUB TOTAL	OBS
1.00	MATERIALES						
1.01	Pegamento para PVC	Galon	0.01	1.02	L 1,430.00	L 14.59	
1.02	Lija de agua #280	Pliego	0.03	1.03	L 140.00	L 4.33	
1.03	Malla Geotextil	m2	4.50	1.02	L 40.00	L 183.60	
1.04	TB PVC NOVAFORT 8"	Lance	0.17	1.00	L 1,600.00	L 272.00	
1.05	Empaque NOVAFORT 8"	Unidad	1.00	1.00	L 60.00	L 60.00	
						SUB TOTAL MAT	L 534.51
2.00	MANO DE OBRA						
2.01	Peon	Jornada	0.08	1.00	L 300.00	L 25.20	
2.02	Fontanero	Jornada	0.08	1.00	L 640.00	L 53.76	
						SUB TOTAL M.O	L 78.96
3.00	HERRAMIENTAS Y EQUIPO						
3.01	Herramientas menores	Global	1	1	L 3.95	L 3.95	5% de la Mano de Obra
						SUB TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	L 3.95
						COSTO DIRECTO TOTAL	L 617.42
						COSTO TOTAL DE LA ACTIVIDAD	L 2,024,588.10

5.3. Tabla de Presupuesto de Materiales (TDMAT)

TABLA DINAMICA PRESUPUESTO MATERIALES (TDMAT)			
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO COMUNIDAD DE SANTA CRUZ DE YOJOA			
Etiquetas de fila	Suma de CANTIDAD DE MATERIAL	Suma de COSTO TOTAL INDIVIDUAL	
<input type="checkbox"/> Agua	123.15	L	6,691.24
m3	123.15	L	6,691.24
<input type="checkbox"/> Alambre de amarre	1,388.35	L	22,213.67
Lb	1,388.35	L	22,213.67
<input type="checkbox"/> Arena	180.49	L	39,707.80
m3	180.49	L	39,707.80
<input type="checkbox"/> Arena de Rio sin flete	327.38	L	72,022.66
m3	327.38	L	72,022.66
<input type="checkbox"/> Baño Provisional Portatil	2.00	L	20,000.00
unidad	2.00	L	20,000.00
<input type="checkbox"/> Cemento Portland Tipo GU	1,929.67	L	366,638.09
Bolsa	1,783.60	L	338,884.57
bolsas	146.07	L	27,753.52
<input type="checkbox"/> Cinta reflectiva indicadora precaucion	51.12	L	4,089.75
unidad	51.12	L	4,089.75
<input type="checkbox"/> Clavos de 3"	227.27	L	3,636.35
Lb	227.27	L	3,636.35
<input type="checkbox"/> Empaque NOVAFORT 6"	618.22	L	30,911.00
unidad	618.22	L	30,911.00
<input type="checkbox"/> Empaque NOVAFORT 8"	3,279.11	L	163,955.50
unidad	3,279.11	L	163,955.50
<input type="checkbox"/> Grava 3/4"	101.62	L	23,881.62
m3	101.62	L	23,881.62
<input type="checkbox"/> Lamina de Zinc calibre 26 32"x12'	14.00	L	4,025.00
unidad	14.00	L	4,025.00
<input type="checkbox"/> Lamina de Zinc calibre 28 32"x12'	13.39	L	2,694.74
unidad	13.39	L	2,694.74
<input type="checkbox"/> Lija de agua #280	135.44	L	18,962.29
Pliego	135.44	L	18,962.29
<input type="checkbox"/> Madera de Pino Rustica	1,005.70	L	14,632.90
Pt	1,005.70	L	14,632.90
<input type="checkbox"/> Madera de Pino rustica	3,951.49	L	59,272.38
Pt	3,951.49	L	59,272.38
<input type="checkbox"/> Madera de pino rustico	346.08	L	5,191.20
Pt	346.08	L	5,191.20
<input type="checkbox"/> Malla Geotextil	18,059.30	L	721,329.90
m2	18,059.30	L	721,329.90
<input type="checkbox"/> Material Selecto sin flete	640.04	L	96,006.44
m3	640.04	L	96,006.44
<input type="checkbox"/> Pegamento para PVC	44.63	L	63,821.48
Galon	44.63	L	63,821.48
<input type="checkbox"/> TB PVC NOVAFORT 6"	106.95	L	128,342.47
Lance	106.95	L	128,342.47
<input type="checkbox"/> TB PVC NOVAFORT 8"	557.45	L	668,938.44
Lance	557.45	L	668,938.44
<input type="checkbox"/> Varilla de acero corrugada #3	85.68	L	22,276.80
Lance	85.68	L	22,276.80
<input type="checkbox"/> Varilla de acero corrugada #4	1,529.43	L	401,957.86
Lance	1,529.43	L	401,957.86
<input type="checkbox"/> Varilla de acero corrugada #5	57.15	L	17,144.52
Lance	57.15	L	17,144.52
<input type="checkbox"/> Varilla de acero lisa #2	701.63	L	126,292.61
Lance	701.63	L	126,292.61
<input type="checkbox"/> Yee de PVC NOVAFORT 6"x4"	26.00	L	9,750.00
m2	26.00	L	9,750.00
<input type="checkbox"/> Yee de PVC NOVAFORT 8"x4"	460.00	L	172,500.00
m2	460.00	L	172,500.00
Total general	35,962.75	L	3286,886.70

5.4. Tabla de Presupuesto de Mano de Obra

TABLA DINAMICA PRESUPUESTO MANO DE OBRA (TDMO)			
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO COMUNIDAD DE SAN ISIDRO, SANTA CRUZ DE YOJOA			
Etiquetas de fila	Suma de CANTIDAD DE TRABAJO (Jr)		Suma de COSTO TOTAL INDIVIDUAL
<input type="checkbox"/> Albañil	1,270.16	L	508,062.66
Jornada	1,270.16	L	508,062.66
<input type="checkbox"/> Armador de Hierro	235.00	L	82,251.40
Jornada	235.00	L	82,251.40
<input type="checkbox"/> Carpintero	39.66	L	25,381.68
Jornada	39.66	L	25,381.68
<input type="checkbox"/> Cuadrilla Topografica	19.48	L	51,998.25
Jornada	19.48	L	51,998.25
<input type="checkbox"/> Fontanero	256.71	L	162,294.39
Jornada	256.71	L	162,294.39
<input type="checkbox"/> Jornalero	20.08	L	2,127.50
Jornada	20.08	L	2,127.50
<input type="checkbox"/> Peon	1,752.60	L	525,780.45
Jornada	1,752.60	L	525,780.45
Total general	3,593.68	L	1357,896.33

5.5. Tabla de Presupuesto de Herramienta y equipo menor.

TABLA DINAMICA PRESUPUESTO HERRAMIENTAS Y EQUIPOS (TDHE)			
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO COMUNIDAD DE SAN ISIDRO, SANTA CRUZ DE YOJOA			
Etiquetas de fila	Suma de CANTIDAD DE HERRAMIENTA Y EQUIPO		Suma de COSTO TOTAL INDIVIDUAL
<input type="checkbox"/> Albañil	75.60	L	30,240.00
Jornada	75.60	L	30,240.00
<input type="checkbox"/> Armador de Hierro	33.60	L	11,760.00
Jornada	33.60	L	11,760.00
<input type="checkbox"/> Compactadora vibratoria de rodillo	46.77	L	28,060.78
HRA	46.77	L	28,060.78
<input type="checkbox"/> Herramientas Menores	18,273.53	L	74,153.57
Global	18,273.53	L	74,153.57
<input type="checkbox"/> Peon	92.40	L	27,720.00
Jornada	92.40	L	27,720.00
<input type="checkbox"/> Retroexcavadora de Llanta	26.43	L	20,089.54
HRA	26.43	L	20,089.54
<input type="checkbox"/> Retroexcavadora de Llanta Catterpillar	59.69	L	45,362.65
HRA	59.69	L	45,362.65
<input type="checkbox"/> Volqueta 12 m3	64.70	L	5,175.65
m3	64.70	L	5,175.65
Total general	18,672.71	L	242,562.19

5.6. Consolidado Presupuesto Proyecto

CONSOLIDADO PRESUPUESTO			
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO COMUNIDAD DE SAN ISIDRO,			
COSTO DIRECTO TOTAL			
ITEM	DESCRIPCION		MONTO
1	MATERIALES	L	3286,886.70
2	MANO DE OBRA	L	1357,896.33
3	HERREMIENTA Y EQUIPO	L	242,562.19
GRAN TOTAL COSTO DIRECTO			L 4887,345.22
COSTO INDIRECTO TOTAL (20% COSTO DIRECTO TOTAL)			
ITEM	DESCRIPCION		MONTO
1	MATERIALES	L	657,377.34
2	MANO DE OBRA	L	271,579.27
3	HERREMIENTA Y EQUIPO	L	48,512.44
GRAN TOTAL COSTO DIRECTO			L 977,469.04
COSTO TOTAL			
GRAN TOTAL COSTO TOTAL			L 5864,814.26

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

- De acuerdo con la información topográfica procesada y después de haber estructurado una red de colectores en las distintas calles de la comunidad de San Isidro se ha podido concluir que la misma permite desarrollar un proyecto de Red de Recolección de Alcantarillado Sanitario que funciona por gravedad con la descarga hasta el sitio disponible para desarrollar el proyecto de tratamiento de aguas residuales. Las Pendientes promedio de las calles están en un 6.5 % siendo 0.16% la mínima y 13.8% la máxima. Las Alturas de profundidad del sistema se mantuvieron dentro los requerimientos de las normas del SANAA en la mayoría de los casos; en los casos donde se excedieron se ha propuesto la implementación de pozos de pared doble.
- La red de alcantarillado propuesto mostró como resultado un sistema de colectores y Subcolectores con diámetros uniformes siguiendo como principal parámetro el diámetro mínimo de 8 pulgadas para la tubería principal y 4 pulgadas para la tubería domiciliar. Se ha propuesto la utilización de tubería de pared doble PVC que cumpla la norma ASTM F949 ya que además de ser la recomendada para las profundidades presentes en el proyecto es la que presenta mejor costo para la construcción.
- Al diseñar la red de alcantarillado sanitario, se obtuvo un total de 83 Pozos de Inspección logrando mantener las profundidades máximas de entre 1.5 m a 4.5 m para pozos sencillos siendo un total de estas 82 unidades y entre 4.5 m a 6.0m para pozos de paredes dobles siendo esta 1 unidad, con alteraciones en el sistema; esto quiere decir que la red de alcantarillado por gravedad en su totalidad no cumplió con los requisitos de las normas establecidas.
- Una vez diseñado el sistema se obtuvo un diseño óptimo y eficiente para la comunidad que cuenta con planos conceptuales, donde se detalló en lo posible las estructuras de los pozos de inspección, cajas domiciliarias y todos los tramos de tuberías con sus respectivos niveles, pendientes y demás datos constructivos.
- Para fines que sea conveniente el proyecto según la tabla de Categorización Ambiental pertenece a la Categoría 1.

CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES

- Paralelamente a la realización del proyecto se deberá de gestionar la construcción de un sistema de tratamiento de las aguas residuales en el sitio previsto a fin de que la comunidad disponga de un sistema completo de recolección, transporte, tratamiento y disposición de las aguas residuales. La legalización de los predios donde se construirá el tratamiento de las aguas residuales debe ser una prioridad para hacer realidad el proyecto.
- Una vez sea construido el sistema de alcantarillado sanitario la comunidad a través de la alcaldía deberá de eliminar las fosas sépticas existentes y no permitir la construcción de este tipo de sistemas a fin de evitar la contaminación.
- Ampliar la información topográfica a fin de completar la red de recolección de toda la comunidad.
- Si el sector se amplía verificar los puntos de conexión que cumplan con las normas del sistema previo, así como también que no sobrepase los caudales con lo que fue diseñado.
- Realizar un estudio de suelos con el propósito de identificar el nivel freático de la zona del predio para la planta de tratamiento, lo cual permitiría identificar aquellas zonas donde se requerirán procesos constructivos adecuados para este tipo de condición.
- Verificar en los pozos de cada intersección la existencia de pozos de caída, de ser así, vigilar que se cumpla con la altura permitida que varía de 0.20m. a 1.0m, esto evitará que las aguas residuales generen turbulencias dentro del pozo.

CAPÍTULO VIII. BIBLIOGRAFÍA

- (SANAA), S. A. (2017).
- Arocha. (1983). Estructuras hidráulicas.
- Bautista, L. L. (2014). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/akxqqfxym9p/pozos-de-inspeccion/>
- Caminos, I. d. (2016). Sistemas de Alcantarillado.
- CENNISS. (s.f.). *Instituto de desarrollo comunitario, agua y saneamiento*.
- Civilgeeks. (2010). Obtenido de <https://civilgeeks.com/2010/10/07/dotacion-sistema-de-agua-potable/>
- Cubitos, A. (2002). Sistemas de Alcantarillado.
- Digital, S. (2016). Construir America Central y El Caribe. *Soy Digital*.
- Ernesto, A. (2012). *Universidad del Valle*. Obtenido de http://docentes.uto.edu.bo/ailayaa/wp-content/uploads/2-AGUAS_RESIDUALES.pdf
- Fair, G. &. (2012). Water Supply and Wastewater removal.
- Fair, G. a. (2012). Water Supply and Wastewater removal.
- Fernandez, M. (2014). Diseño de sistemas de alcantarillado.
- Geomática, S. i. (2018). Topoequipos.
- GEOSYSTEMS. (2018). Obtenido de <http://www.geosystems.cc/>
- Geotronics. (2016). *Geotronics*. Obtenido de <https://geotronics.es/sectores/topografia-territorio>
- Glosario Topográfico. (2009).
- Google Earth. (2017). Obtenido de <https://www.google.hn/maps/place/Santa+Cruz+de+Yojoa/@14.9899097,-87.9234558,13z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8f65ddd3c4cac875:0x1fe1bc44d18d8246!8m2!3d14.9817467!4d-87.8893383>
- Google Earth. (2017). Obtenido de <https://www.google.hn/maps/place/El+Campo+de+San+Isidro+Santa+Cruz+de+Yojoa/@14.9252037,-87.8940531,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8f65ddd4f5e0926f:0x4756fe1084914bbd!8m2!3d14.9251985!4d-87.8918644>
- Google Earth. (2018). Obtenido de <https://www.google.hn/maps/place/Honduras/data=!4m2!3m1!1s0x8f6a751a73b731cf:0>

x7ed1de82b6fb8264?sa=X&sqj=2&ved=0ahUKEwjwtw_v0xZjcAhXoJZoKHedHCgAQ8gEIJT
AA

Grupo Avila. (2015). Construcción de cajas de inspección.

Ingeniería Civil. (2015). Obtenido de <http://www.ingenierocivilinfo.com/2010/07/clasificacion-de-las-aguas-residuales.html>

INSTOP. (2016). Obtenido de <https://www.instop.es/accesorios/accesorios.php>

Iraheta. (2015). Historia de la ingeniería sanitaria.

Las aguas residuales. (2013).

Lopez. (2011). Alcantarillas Sanitarias.

López, M. A. (2011). Sistemas hidráulicos y de alcantarillado.

McGhee. (1999). Alcantarillado.

McGhee. (1999). Alcantarillado.

McGhee. (1999). Conceptos Hidraulicos.

McGhee. (1999). Obras de Alcantarillado para Recolección y Tratamiento de Sólidos y Residuos.

Merino. (2017). Fundamentos de la hidraulica.

Mundial, B. (2017). *Banco Mundial trabajamos por un mundo sin pobreza*. Obtenido de <http://www.bancomundial.org/es/topic/sanitation>

Nilson, A. H. (2000). Concreto, Concreto Reforzado, Concreto Preezforzado.

OMS. (2018). *Saneamiento*. Obtenido de <http://www.who.int/topics/sanitation/es/>

OMS, U. &. (2015). *Estadísticas Sanitarias Mundiales*.

OMS, U. &. (2015). *Progreso en materia de agua potable y saneamiento*. Obtenido de http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2014/jmp-report/es/

Portillo, E. (1995). Estructuras sanitarias.

Riego. (2017). *Fundamentos básicos de hidraulica*.

Rivera, E. F. (06 de 12 de 2010). *Blogspot*. Obtenido de Blogspot: <http://matega.blogspot.com/2010/12/cual-es-la-aplicacion-real-del-estudio.html>

Rojas, R. (2007). Ministerio del agua.

Rotaste, R. (2005). America Latina, la región más castigada por la sed.

Ruvalcaba, Y. (2009). *Glosario Topográfico*.

Salud, O. M. (2017). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de http://www.who.int/water_sanitation_health/sanitation-waste/es/

SANAA. (2015).

Softzone. (2018). Obtenido de <http://soft-zone.net/>

Tchobanoglous, C. &. (2000). *Características de aguas residuales*.

Tchobanoglous, C. &. (2000). *Características de las aguas residuales*.

Tchobanoglous, C. &. (2000). Tratamiento de aguas residuales .

Tchobanoglous, C. &. (2000). Tratamiento de aguas residuales .

Transporte de Fluidos. (2015). Obtenido de SLIDESHARE: <https://es.slideshare.net/RobnelvicZabala/transporte-de-fluidos-tuberia>

UNICEF, O. &. (2014). *Progresos en materia de agua potable y saneamiento*. Luxemburgo.

UNICEF, O. &. (2015). *Progresos en materia de agua potable y saneamiento*. Luxemburgo.

CAPÍTULO IX. ANEXOS

PLANOS FINALES DEL DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SAN ISIDRO SANTA CRUZ DE YOJOA, CORTÉS