



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

**DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD DE EL
BALÍN, SANTA CRUZ DE YOJOA, CORTÉS.**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

21511336 ALLAN NATANAEL MORALES CABREBRA

21511210 Diego PABLO PEREZ CASTELLANOS

21511064 DIEGO ERNESTO INTERIANO MATEO

ASESOR ING. OTTO FLORES

CAMPUS SAN PEDRO SULA

ABRIL, 2019

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

“UNITEC”

RECTOR

MARLON ANTONIO BREVE REYES

VICERRECTOR ACADÉMICO

DESIREE TEJEDA CALVO

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICERRECTORA CAMPUS SAN PEDRO SULA

CARLA PANTOJA

COORDINADOR CARRERA INGENIERÍA CIVIL

HÉCTOR WILFREDO PADILLA SIERRA

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD DE

EL BALIN, SANTA CRUZ DE YOJOA

TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO

DE LOS REQUISITOS

EXIGIDOS PARA OPTAR EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

ASESOR METODOLÓGICO

ING. MICHAEL PINEDA

ASESOR TEMÁTICO

ING. OTTO FLORES

DERECHOS DE AUTOR

© Copyright 2018

ALLAN NATANAEL MORALES CABRERA - 21511336

DIEGO ERNESTO INTERIANO MATEO - 21511064

DIEGO PABLO PEREZ CASTELLANOS - 21511210

TODOS LOS DERECHOS ESTAN RESERVADOS

AUTORIZACIÓN DE USO DEL CRAI

AUTORIZACIÓN DE AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y
PUBLICACIÓN ELECTRONICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE PREGRADO

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN

San Pedro Sula

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado UNITEC. Nosotros, Allan Natanael Morales Cabrera, Diego Ernesto Interiano Mateo y Diego Pablo Pérez Castellanos, de San Pedro Sula autores del trabajo de grado titulado: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD DE EI BALIN, SANTA CRUZ DE YOJOA, CORTES, presentado y aprobado en el año 2019 como requisito previo para optar al título de ingeniero civil, y por este medio autorizamos 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, puedan libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de las siguientes maneras:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la sala 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 a ____ días del mes de abril del dos mil diecinueve 2019.

DIEGO ERNESTO INTERIANO MATEO

21511064

DIEGO PABLO PEREZ CASTELLANOS

21511210

ALLAN NATANAEL MORALES CABREBRA

21511336

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 los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

Ing. Michael Job Pineda
Asesor Metodológico

Ing. Sergio Paredes
Asesor Temático

Ing. Otto Flores
Asesor temático

Coordinador de la Terna

Miembro de Terna

Miembro de Terna

Ing. Héctor Wilfredo Padilla Sierra
Jefe Académico de Ingeniería Civil | UNITEC

DEDICATORIA

Quiero agradecer primeramente a Dios por nunca soltar mi mano en mis 20 años de vida, especialmente en los últimos 4 años de estudio universitario, brindándome fuerza, sabiduría y sobre todo persistencia que me han llevado a culminar mi vida en la etapa de pregrado. Me encuentro inmensamente agradecido con mi padre JULIO ALBERTO MORALES el sin duda fue uno de los pilares más importantes, desde el momento de iniciar este viaje académico hasta su fecha de culminación, es mi inspiración y el motivo de que mi título universitario contenga un sentido especial, de igual manera a mi madre MELIDA DEL ROSARIO DE MORALES le agradezco por su paciencia, motivación y el amor brindado durante todo este tiempo, a su vez me dirijo agradecer de todo corazón a mis hermanas y hermano que sin importar la distancia y dificultades que se presenten me han enseñado con sus acciones, palabras y consejos el significado la palabra FAMILIA, demostrándome que nunca estaré solo ya que Dios me brindo 11 personas con las cuales podre contar todos los días de mi vida. Por último, agradezco a mis amigos los cuales hicieron mi estadía en el campus universitario muy cómoda.

Allan Morales

Quiero agradecerle a Dios por darme la oportunidad y el conocimiento para poder desarrollar un proyecto que pueda ayudar a una comunidad, de la misma manera a todas las personas que me han apoyado durante el transcurso en mi etapa universitaria especialmente a mis padres por ser un ejemplo a seguir y motivarme a siempre trabajar duro para alcanzar mis metas y a mis profesores de la carrera y a mis colegas de ingeniería civil por acompañarme en el desenvolvimiento de ella que juntos siempre aprendemos más.

Diego Pérez

Quiero agradecerle y dedicarle primeramente este triunfo y logro a Dios, porque Él es dador de vida, fortaleza y sabiduría para seguir adelante y nunca rendirnos, porque gracias a Él a través de sus bendiciones tengo la dicha de poder formarme e iniciar una carrera profesional. A mis padres, Aura Leticia Mateo Zaldívar y Eliú Alexander Interiano López, ya que este logro es más suyos que mío, por haberme brindado su amor y apoyo incondicional durante todas las etapas de mi vida, y particularmente, en mi formación universitaria, por nunca haber dejado de confiar en mi y por esforzarse cada día para sacarme adelante. A mi tía, Erica Mateo, por ser un gran apoyo y una segunda madre en mi vida, a mis amigos Karol Rodríguez, Héctor Raudales, Moisés Espinoza, Adrián Perdomo y a mi novia Mery Matute por haber sido mi mano derecha y mi motivación en toda mi etapa universitaria, por siempre haber estado para mi cuando más lo necesitaba, a todos ellos en especial les dedico este triunfo, porque sin ellos todo este camino se hubiese sentido mas difícil, porque gracias a sus motivaciones lograron impulsarme cuando sentía que no podía más, a todos ellos y a mi familia en general les dedico este nuevo logro en mi vida.

Diego Interiano

AGRADECIMIENTOS

A Dios: Primero que todo agradecer a Dios ya que gracias a Él tuvimos la oportunidad de estar aquí en este proceso tan importante para nosotros y por habernos dado salud para lograr nuestros objetivos, además de su bondad, misericordia y amor. Por las fuerzas, la sabiduría y el conocimiento que nos brinda para seguir adelante, aunque haya piedras de tropiezo en nuestro camino.

A nuestros Padres: Gracias a nuestros padres por el apoyo que nos han brindado en cada paso de nuestras vidas, por su amor, trabajo y sacrificio en todos los años, gracias a su paciencia y su apoyo hemos logrado llegar hasta aquí y dar un paso más a ser los profesionales que aspiramos a ser para lograr nuestras metas.

A nuestros maestros: Gracias a nuestros maestros por enseñarnos, aconsejarnos e instruirnos en el camino de nuestra profesión elegida y por darnos el apoyo y la comprensión en los momentos difíciles, gracias por ayudarnos en los momentos más complicados de la carrera, ustedes son parte importante de este logro en el que ustedes también trabajaron.

A nuestros Compañeros: Grandes colegas que estuvieron con nosotros en las buenas y en las malas en el transcurso de la carrera tuvimos la oportunidad de convivir con diferentes tipos de personas cada una de ellas fue una apoyo más que nos impulsó a seguir adelante y tenemos el honor y la dicha de llamarlos amigos.

Allan Morales y Diego Pérez

Quiero agradecer primero que nada y sobre todas las cosas a Dios por su amor y su bendición incondicional, por ser fortaleza para mí en todo momento, y no dejarme rendirme nunca.

Agradezco infinitamente a mi madre y a mi padre por el esfuerzo que hacen día tras día para hacer de mí siempre una buena persona, e inculcarme el deseo de superación, de plantearme metas y luchar por ellas hasta lograrlo.

A mis amigos, por aconsejarme, por estar siempre presentes para compartir los buenos y malos momentos conmigo, y por ser esos amigos que cualquiera quisiera tener.

A mis catedráticos por brindarme sus enseñanzas e incluso su confianza, para formarme como buen profesional con toda la paciencia posible, y en especial le agradezco infinitamente al Ing. Héctor Padilla por haber sido esa figura paterna para mi dentro de la universidad, porque gracias a sus consejos y disciplina nos ayudó a ser mejores profesionales.

Finalmente, agradezco a la empresa ASP Consultores., por abrirme sus puertas para poder realizar la práctica profesional en un gran proyecto, enriqueciéndome con grandes experiencias en mi primer acercamiento con la vida profesional.

Diego Interiano

RESUMEN EJECUTIVO

En los últimos años La municipalidad de Santa Cruz de Yojoa en el departamento de Cortés, ha efectuado un convenio con la Universidad Tecnológica Centroamericana, en el cual los alumnos que se encuentran próximos a graduarse y en la fase de proyecto de graduación de la universidad se comprometen a presentar diferentes diseños o propuestas técnicas.

En este caso la municipalidad requirió un diseño de sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad del El Balin, este proyecto está ubicado en el kilómetro 178 de la carretera CA-5, Santa Cruz de Yojoa. La realización de la propuesta técnica del diseño de alcantarillado sanitario permitirá un mejoramiento en la comunidad, así mismo, evitará enfermedades y aspectos poco agradables en la zona de estudio. La propuesta técnica del diseño de sistema de alcantarillado sanitario en la comunidad de El Balin se regirá por los criterios de diseño del Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillado (SANAA). En este informe se planteó la propuesta técnica del sistema de alcantarillado sanitario dividiendo la zona en 3 tramos para facilitar el diseño, y brindando ciertas recomendaciones con el fin de realizar un sistema eficiente y óptimo. Se presenta los planos de forma global ya que a este proyecto se le dará seguimiento en la fase II de proyecto de graduación. Así mismo, se describen los aspectos metodológicos y los métodos técnicos que se han utilizado para la realización del proyecto, mencionando software y procedimientos teóricos para la propuesta técnica del sistema de alcantarillado sanitario regidos por los parámetros de la norma del SANAA.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	13
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	15
2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
2.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	15
2.5 OBJETIVOS	15
2.6.1 OBJETIVO GENERAL	15
2.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2.6 JUSTIFICACIÓN	16
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.....	17
3.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	17
3.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO ENTORNO	17
3.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO ENTORNO	22
3.1.3 ANÁLISIS INTERNO	29
3.2 TEORÍAS DE SUSTENTO	31
3.2.2 POBLACIÓN DE DISEÑO	31
3.2.3 ESTIMACIÓN DE LAS ÁREAS TRIBUTARIAS	31
3.2.4 PUNTOS DE DESCARGA	31
3.2.5 DOTACIÓN	32
3.3 CONCEPTUALIZACIÓN.....	40

9) LODOS:	41
3.4 MARCO LEGAL	45
3.4.1 LEYES JURÍDICAS.....	45
3.4.2 LEYES AMBIENTALES.....	46
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA	47
4.1 OPERACIONALIZACIÓN	48
4.1.1 DIAGRAMA DE VARIABLES	48
4.1.2 TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN	48
4.2 MÉTODO Y ENFOQUE.....	50
4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	51
4.3.1 POBLACIÓN	51
4.3.2 MUESTRA.....	51
4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	51
4.4.1 INSTRUMENTOS	51
4.5 UNIDAD DE ANÁLISIS Y RESPUESTAS.....	55
4.5.1 UNIDAD DE ANÁLISIS	55
4.5.2 UNIDAD DE RESPUESTA.....	56
4.6 FUENTES DE INFORMACIÓN	56
4.6.1 FUENTES PRIMARIAS	56
4.6.2 FUENTES SECUNDARIAS.....	56
CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y RESULTADOS	57
5.1 CRITERIOS DE DISEÑO	57

5.1.1 PERIODO DE DISEÑO.....	57	
5.1.2 ÍNDICE DE CRECIMIENTO	57	
5.1.3 DOTACIÓN	57	
5.1.4 CAUDAL POR CONEXIONES ILÍCITAS	57	
5.1.5 CAUDAL POR INFILTRACIÓN.....	57	
5.2 PROCESOS DE DISEÑO.....	58	
5.2.1 POBLACIÓN DE DISEÑO.....	58	
5.2.2 POBLACIÓN DE DISEÑO	59	
5.2.3 CALCULO DE CAUDALES	59	
5.2.4 CALCULO DENSIDAD	59	
5.2.4 CAUDAL A TUBO LLENO	60	
5.2.5 VELOCIDADES.....	61	
5.3 TOPOGRAFÍA	62	
CAPÍTULO VI	CONCLUSIONES	77
CAPITULO VII	RECOMENDACIONES.....	78
BIBLIOGRAFÍA.....		79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Proyectos realizados en Centro América.....	22
Tabla 2. Topografía en Hondura.	23
Tabla 3. Programas y proyectos realizados en Honduras	25
Tabla 4. Proyectos de alcantarillado sanitario realizados en Honduras.....	29
Tabla 5. Valores Típicos De Aguas Residuales Comerciales.....	33
Tabla 6. Valores Típicos DE Aguas Residuales Publicas.....	34
Tabla 7. Valores De Infiltración De Aguas Subterráneas.....	34
Tabla 8. Tabla de operacionalización.....	50
Tabla 9. Cálculo de población	59
Tabla 10. Cálculo de caudales	59
Tabla 11. Valores Típicos de Aguas Residuales Publicas.....	61
Tabla 12. Dotación de Acuerdo Población.....	62
Tabla 13. Datos de akua	64
Tabla 14. Tabla de nodos	64
Tabla 15. Detalles de Tramos.....	66
Tabla 16. Detalles de tramos	66
Tabla 17, Dato generales.....	68
Tabla 18. Tabla de nodos, Tramo#2.....	69
Tabla 19. Tabla de tramos 2	70
Tabla 20. Nodos Entrantes.....	71
Tabla 21. Sección General.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Puente de la quebrada La Laguna	14
Ilustración 2. Quebrada La Laguna.....	14
Ilustración 3. Cobertura Regional Centro Americano de Sistema de Alcantarillado	18
Ilustración 4. Universalización de los servicios de saneamiento en Centro América.....	19
Ilustración 5. Organizaciones presentes en los proyectos de saneamiento.....	25
Ilustración 6. Financiamiento de Inversión por Organismo.....	26
Ilustración 7. Datos de exclusión del servicio de agua a nivel de departamento.....	26
Ilustración 8. Caudal de tubería llena.....	37
Ilustración 9. Dimensiones de Zanjas para Sistema de Alcantarillado Sanitario.....	38
Ilustración 10. Esquema de colocación de tubería.....	38
Ilustración 11. Secciones típicas de calles peatonales con tuberías.....	39
Ilustración 12. Sección típica en caso de necesitarse solo una cuneta de aguas lluvias.....	40
Ilustración 13. Diagrama de variables.....	48
Ilustración 14. Método y enfoque.....	50
Ilustración 15. Estación Robótica Tremble.....	52
Ilustración 16. Trípode de madera.....	53
Ilustración 17. Prisma.....	53
Ilustración 18. Programa Excel.....	54
Ilustración 19. Civil 3d	55
Ilustración 20. Tabla 2.1 Dotación de Acuerdo a población	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Caudal de diseño.....	32
Ecuación 2. Caudal de diseño.	32
Ecuación 3. Factor de Harmon.	32
Ecuación 4. Velocidad de en la tubería.....	36
Ecuación 5. Caudal en tubería llena.	37

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La red de alcantarillado sanitario es un sistema de tuberías usados para el transporte de aguas residuales e industriales de una población, con el fin de llevarlas a un sitio donde van a ser tratadas y luego vertidas a un medio natural, donde terminará su proceso de purificación. El primer sistema de alcantarillado sanitario fue implementado en Nippur (Irak), alrededor del año 3750 AC. Luego fue implementada en Europa por el imperio romano, con el fin de mejorar la calidad de vida de sus pobladores. Los sistemas de alcantarillado sanitario constituyen un beneficio que se traduce en la salud, higiene y en bienestar de los ciudadanos evitando enfermedades. Lastimosamente en los países en vías de desarrollo los sistemas de alcantarillado son muy antiguos y se saturan con facilidad o hay gran parte de ciudades que no cuenta con uno.

En Honduras el sistema de alcantarillado sanitario ha sido un servicio que los gobiernos no le han dado la importancia que necesita, es el caso que las dos ciudades más importantes que son San Pedro Sula y Tegucigalpa poseen un sistema muy escaso y con serias complicaciones, y no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, ya que aun en pleno siglo XXI los residuos sólidos y líquidos que la ciudad produce siguen siendo vertidas en ríos, como el caso de San Pedro Sula que sigue utilizando el Rio Chamelecón como principal agente evacuador de estos residuos, produciendo una contaminación severa, esto se debe, a que Honduras en los últimos 50 años ha experimentado el mayor crecimiento urbano en la región de Latinoamérica y el caribe.

En El Balín Santa Cruz de Yojoa no se cuenta con un sistema de alcantarillado y las personas poseen pozos sépticos o letrinas en sus casas, para mejorar la calidad de vida de la población la alcaldía decidió que es necesario la construcción de uno. En los últimos años los pobladores no se han quejado por la falta de uno, pero debido al crecimiento de la comunidad y de proteger los recursos naturales será necesario la construcción de una red. El trabajo se empezará con las zonas más alejadas de la comunidad con el fin de poder cubrir toda la población que viva dentro de la comunidad, el propósito de este trabajo también se debe a la protección del nacimiento de agua que la comunidad cuenta y así evitar que en un futuro los desechos vayan a caer sobre este.

CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Santa Cruz de Yojoa ha sido un municipio que ha carecido de un sistema de alcantarillado sanitario, por ende varios de sus barrios con el pasar del tiempo han tenido problemas de contaminación debido a las aguas negras que no tienen un depósito o lugar de destino donde tratarse, por tal motivo ya se han realizado varios proyectos de esta índole en varios de esos barrios para terminar con dicha contaminación, como el caso del Barrio Las Crucitas, en el cual se construyó una red de alcantarillado valorada en 6 millones de lempiras en el 2013 beneficiando a 250 familias.

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

El Balín, es una comunidad que con el pasar del tiempo ha tenido un crecimiento poblacional exponencial, donde sus habitantes evacuan las aguas negras y grises mediante la construcción de letrinas, las cuales con el constante crecimiento poblacional y el pasar de los años se ha ido saturando, resulta oportuno agregar que dicha comunidad no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, en los marcos de las observaciones anteriores es que surge la idea de realizar este proyecto que tiene como fin elaborar y diseñar un sistema de red de alcantarillado sanitario para la comunidad de El Balín, con el principal propósito de beneficiar a más de 2,400 habitantes residentes de dicha aldea.

Según se ha visto la comunidad cuenta con dos recursos hídricos cristalinos, denominados "La Clarita" ubicado al norte de la aldea y "La Laguna" suroeste, de los anteriormente mencionados solo se hace uso de "La Clarita" ya que los pobladores desembocan los desechos líquidos y sólidos al recurso hídrico de "La Laguna", la cual ya se encuentra en serio problema de contaminación.

A continuación, se muestran una serie de imágenes las cuales ubican la naciente de agua llamada LA LAGUNA y su contaminación deplorable debido a que los residentes vierten los desechos en las faldas de esta vertiente, en las imágenes se puede observar las tuberías de material pvc las cuales llegan de varios lugares a desembocar al nacimiento.



Ilustración 1. Puente de la quebrada La Laguna

Fuente: Propia



Ilustración 2. Quebrada La Laguna

Fuente: Propia

Es evidente entonces que la problemática que esta comunidad enfrenta requiere de una pronta solución, ya que se está contaminando tanto un recurso hídrico muy importante dentro de la misma, como a su vez una contaminación de suelo y de salud para los residentes de El Balín.

Cabe agregar que la aldea de El Balín, no cuenta con un levantamiento topográfico del pueblo y así mismo ni con un plano catastral, por lo que parte del proyecto a realizar será el levantamiento del sitio, la elaboración del plano catastral de la aldea y un diseño de red de alcantarillado sanitario óptimo y eficiente.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente la aldea de El Balín comunidad del municipio de Santa Cruz de Yojoa, carece de un sistema de alcantarillado sanitario para evacuar los residuos sólidos y líquidos provenientes de las casas de habitación de dicha comunidad, tomando en cuenta esta problemática se brindará una solución de diseño que satisfaga las necesidades y que cumpla con las características técnicas que la normativa de El Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) indique.

2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las características con las que debe contar el diseño del sistema de alcantarillado optimo que cumpla con los requisitos de la normativa del SANAA y a su vez satisfaga las necesidades de la comunidad del El Balín, tomando en consideración un periodo de diseño de 20 años?

2.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- 1) ¿Qué características topográficas predominan en la comunidad de El Balín?
- 2) ¿Cuál será el tipo de tubería optimo en el diseño que cumpla con las necesidades de la comunidad?
- 3) ¿Cuáles serán las características técnicas, de diseño y constructivas de los pozos de inspección y a su vez las dimensiones, profundidades y separaciones de los mismos?
- 4) ¿Cuál será el costo aproximado en lempiras para llevar a cabo la ejecución del proyecto?
- 5) ¿Determinar el terreno óptimo en la zona para evacuar las aguas residuales?

2.5 OBJETIVOS

2.6.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar una propuesta de diseño de sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad de El Balín, Santa Cruz de Yojoa, que cumpla con la normativa y requerimientos del SANAA, con el fin de beneficiar a más de 2400 habitantes residentes en dicha comunidad.

2.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Ejecutar un levantamiento topográfico en la comunidad de El Balín con el fin de conocer el relieve terrestre de la zona.
- 2) Determinar el tipo y diámetro de tubería que más se ajuste a las necesidades de diseño posterior al análisis minucioso sobre la dotación de consumo por cada habitante de la comunidad de El Balín.
- 3) Determinar las dimensiones y profundidades optimas de diseño para los pozos de inspección.
- 4) Calcular cual será el presupuesto aproximado para la ejecución y/o construcción del sistema de alcantarillado sanitario.
- 5) Explorar un área adecuada y cercana a la comunidad óptima para la evacuación de los residuos sólidos y líquidos.

2.6 JUSTIFICACIÓN

El proyecto de la construcción de un alcantarillado sanitario en la comunidad de El Balín en Santa Cruz de Yojoa, se realizará con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes de dicha comunidad. Actualmente los habitantes de la aldea poseen pozos sépticos en sus casas de habitación y en algunos lugares poseen letrinas, estos pozos son vaciados en un cierto periodo de tiempo, donde posteriormente son vertidos en quebradas o específicamente en la naciente de agua La Laguna. Los cuales los mismos pobladores los utilizan para lavar su ropa y bañarse. En la comunidad de El balín poseen una naciente de agua la cual suministrar de agua a la comunidad, la municipalidad cree que la naciente corre el riesgo de ser contaminada y secarse con el tiempo, debido a esto la municipalidad ha decidido que la elaboración de un sistema de alcantarillado sanitario es necesario, y como convenio con la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), San Pedro Sula, que elabore el diseño de una red de alcantarillado sanitario. Aparte de traer grandes beneficios a la comunidad al solucionar su problema de aguas residuales, también ayudara a la municipalidad con la protección del naciente de agua, la elaboración de un plano catastral ya que en dicha comunidad no se cuenta con uno, la elaboración de un censo debido a que el último censo realizado fue en el 2016 por el servicio autónomo nacional de acueductos y alcantarillado (SANAA).

La protección de los recursos naturales es una obligación del estado de Honduras, en la actualidad Honduras ha sido un país rico en recursos hídricos al poseer una gran cantidad de ríos, quebradas y precipitación anual muy elevada; por estas razones los residentes en este bello país no desarrollan una

conciencia ambiental y a veces no se le da la importancia de proteger los recursos hídricos y con el continuo crecimiento de las ciudades de la población si no se cuida un recurso tan importante a largo plazo se puede terminar pagando con errores que se pudieron solucionar y prevenir en el pasado.

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

3.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente el sector centroamericano se encuentra en pleno auge en el sector de infraestructura, alumbrado público, mejoramiento de las vías públicas, sistemas de agua y saneamiento ya que los países de esta región están siendo apoyados económicamente por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Desde muchos años atrás los países de esta región se han visto beneficiadas por muchas ONG y organismos sin fines de lucro con la intención de mejorar la infraestructura y brindar un mejor nivel de vida a los habitantes de estos países.

3.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO ENTORNO

Como ya antes fue mencionado los países de la región central americana, están realizando un sin número de proyectos en el ámbito de infraestructura, esto con el fin de ayudar y mejorar la calidad de vida de sus habitantes, los países de esta región cuentan con numerosas instituciones de respaldo que ayudan a financiar la mayoría de sus proyectos de infraestructura pública, este el caso del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

La Secretaría General del Sistema de la Integración Centroamericana, (2016) afirma:

Que el saneamiento en Centroamérica y República Dominicana refleja que el 92.07% (48.04 millones de personas) de la población tienen accesos a servicio de alcantarillado y evacuación sanitaria de excretas. Sin embargo, aproximadamente 4,138,355 personas, equivalente al 7.93% carecen de un sistema básico de saneamiento. La población que tiene acceso a un sistema de alcantarillado representa el 32.42% (16,916,232 personas), las cuales generalmente se localizan en las zonas urbanas.(p. 9)

Según esta misma organización el volumen estimado de las aguas residuales producidas en la región Centro Americana por los sistemas de alcantarillado sanitario, en comparación con la mínima capacidad que tienen los países de esta región de dar tratamiento a las aguas residuales; se concluye que cerca del 68.7% equivalente a (712.48 millones de M³/año) de las aguas residuales son descargadas

a un ente hidrológico sin ningún tratamiento previo, contaminando, ríos, quebradas, lagos, mares, nacimientos de agua.

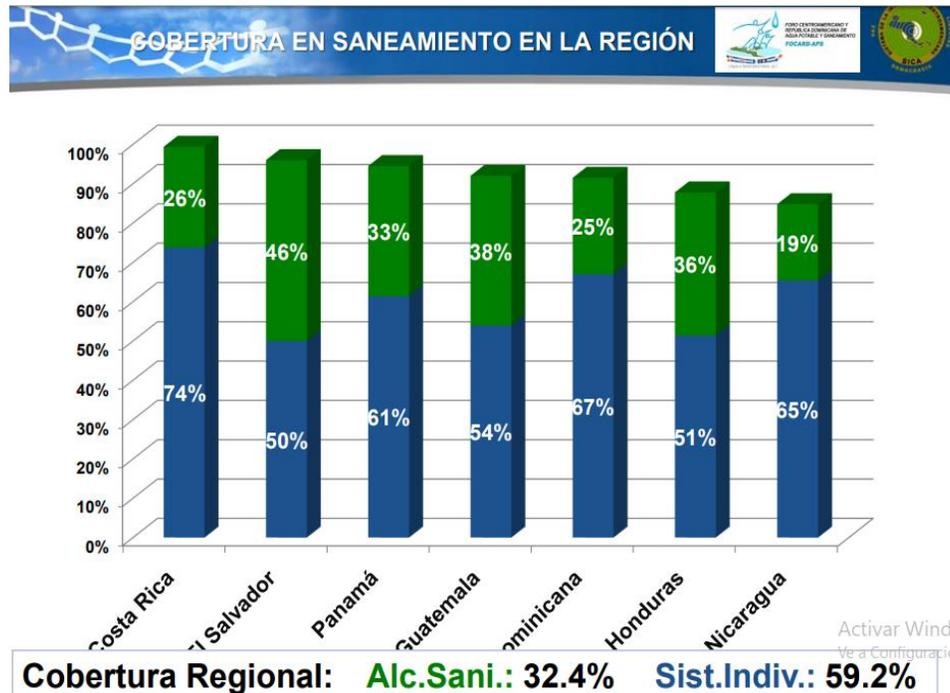


Ilustración 3. Cobertura Regional Centro Americano de Sistema de Alcantarillado

Fuente: Secretaría General del Sistema de la Integración Centroamericana.

Como ya antes fue ilustrado solo un 32.4% de personas en Centroamérica tiene a su disposición un sistema de alcantarillado, siendo Honduras el segundo país de la región con el retraso más grande en cuanto a alcantarillado.

En los últimos años se ha realizado una Universalización de los recursos de saneamiento con el fin de dar una calificación a diferentes países, contando con 7 aspectos fundamentales o básicos como ser:

- ✓ Políticas nacionales de saneamiento.
- ✓ Planificación del Saneamiento.
- ✓ Capacidades.
- ✓ Sistema de monitoreo.
- ✓ Entre otros.

A continuación, se le presenta una ilustración de la región centroamericana con la cual podemos conocer que Costa Rica es el país que cuenta con el mejor sistema de saneamiento de la zona.

6. Resumen: Avances en la Universalización de los Servicios de Saneamiento



Ilustración 2: Cuadro de Resultado de los Informes de País en la Conferencia Latinoamericana de Saneamiento Panamá 2013.

Ilustración 4. Universalización de los servicios de saneamiento en Centro América.

Fuente: Foro Centro Americano y Republica Dominicana de agua potable y saneamiento.

Guatemala; Alcantarillado Sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en el municipio de San José Chacayá, Sololá.

El Fondo Español de Cooperación para Agua y Saneamiento de la mano con el gobierno del presidente Jimmy Morales dieron por inaugurado el proyecto denominado "Alcantarillado Sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales" en el municipio de San José Chacayá, Sololá, el 14 de diciembre del 2016. Se espera que el proyecto mejore la calidad de vida de más de 1213 personas aledañas a la zona. Esta obra fue construida a raíz del gigantesco problema que existió en el municipio por muchas décadas, dicho problema fue en resumen la descarga de las aguas residuales sin ningún proceso de

tratamiento, que contaminan los ríos, quebradas y el imponente Lago de Atitlán, el cual es una de las grandes fuentes de ingreso de la zona por el atractivo turístico que ofrece, teniendo repercusiones directas en la salud de la población; puesto que la mayoría de éstas aguas son captadas con fines agrícolas, haciendo que el ambiente sea propenso para la adquisición de enfermedades gastrointestinales.

Cooperación Española (2016) afirma:

El proyecto de construcción de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de la cabecera municipal de San José Chacayá, está integrada por: un sistema de alcantarillado condominal, una extensión del sistema de alcantarillado convencional existente y una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), con tratamiento anaeróbico y aerobio, que permitirá cumplir con los requisitos de descarga del "reglamento de vertidos para cuerpos receptores de la cuenca del lago de Atitlán" establecido en enero de 2011.(p. 1)

Nicaragua: Sistema de agua potable y alcantarillado sanitario en Santo Tomás y Acoyapa

Los representantes de los países de la Unión Europea en Nicaragua acompañadas con autoridades de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) dieron por inaugurado el 28 de febrero del 2018 los proyectos de Agua potable y alcantarillado sanitario en las comunidades de Santo Tomás y Acoyapa estas obras se hicieron con el fin de mejorar la calidad de vida de más de 24,000 habitantes residentes en ambos municipios.

El costo total de la intervención ascendió a casi 29 millones de dólares, de los que 11,25 millones fueron aportados por La Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo es una Agencia Estatal de España (AECID).

Los municipios de Santo Tomás y Acoyapa carecían totalmente de servicio de alcantarillado, por lo que fue construido este sistema de alcantarillado sanitario totalmente nuevo, que logra cubrir cerca de la mitad de la población. Ambas comunidades cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales que logra depurar el agua hasta altos niveles de calidad antes de ser vertidas al medio. Las plantas de tratamiento cuentan con la tecnología de los Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente.

Cooperación Española (2016) afirma:

Que han decidido otorgar fondos adicionales para construir más conexiones de agua y saneamiento que permitirán cubrir casi el 100% en ambas ciudades, hasta llegar a un total de 29.000 habitantes. Además, se rehabilitarán las antiguas fuentes de captación de agua (dique en el Río Quipor y pozos) como fuentes alternativas en casos de emergencias.(p. 1)

Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en 19 Ciudades de Nicaragua (PISASH).

El proyecto abarca desde la mejora y ampliación de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales en áreas urbanas y rurales; así como el incremento de las capacidades institucionales para la operación y el mantenimiento, la gerencia, la sostenibilidad financiera y la gestión integral del recurso hídrico. El Programa Integral Sectorial del Agua y Saneamiento Humano (PISASH) en su primera fase, denominada “Programa de Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en 19 ciudades”, intenta mejorar de manera directa el servicio de agua potable a unas 600 mil personas y con el acceso a saneamiento a 235 mil personas durante su ejecución entre los años 2014 y 2019.

Para este fin el programa cuenta con un fondo de 343 millones de dólares, que además del aporte propio del Gobierno de Nicaragua, es financiado por la UE a través del mecanismo LAIF, del Programa de Conversión de Deuda España – Nicaragua y de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) a través del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS).

El costo aproximado del proyecto es de 50,750,000. Dicho proyecto inicio operaciones diciembre del 2012, y se estima la fecha de clausura para el diciembre del 2020.

Tabla 1. Proyectos realizados en Centroamérica.

Lugar	Proyecto	Beneficiados	Costo
Guatemala, San José Chacayá, Sololá.	Alcantarillado Sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales.	A más de 1213 personas aledañas a la zona.	4 millones de dólares.
Nicaragua, Santo Tomás y Acoyapa.	Sistema de agua potable y alcantarillado sanitario.	A más de 24,000 habitantes residentes en ambos municipios.	29 millones de dólares.
19 Ciudades de Nicaragua (PISASH).	Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento.	potable a unas 600 mil personas y con el acceso a	50,750,000 EUR.

		saneamiento a 235 mil.	
--	--	------------------------	--

Tabla 1. Proyectos realizados en Centro América.

Fuente: Cooperación Española.

3.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO ENTORNO

“Honduras se ubica en el corazón del hemisferio occidental, en una posición geográfica privilegiada que la convierte en un punto estratégico para el acceso a los diferentes mercados del continente americano y del mundo” (Gobierno de la republica de Honduras , 2018).

La República de Honduras se localiza geográficamente entre los 13° 33' 16" de latitud norte y entre los 83° 8' 89" de longitud oeste. Cuenta con los siguientes límites geográficos al norte el mar Caribe o de las Antillas; al sur con la República de El Salvador y el Golfo de Fonseca, que comparte con Nicaragua y El Salvador; al este con Nicaragua, al sur oeste con El Salvador y al Oeste con Guatemala. Esta república centroamericana cuenta con una Extensión territorial total de 112,492 km².

Honduras es un país rico en costas ya que cuenta con extensión basta de 820 km, ayudando albergar excelentes puertos con pocas complicaciones topográficas a su vez cuenta con una extensión de mar territorial que se extiende a una zona de 12 millas, pero su activa economía pesquera y su atractiva economía turística le ha permitido extenderse hasta unas 200 millas náuticas aproximadamente, brindando un aporte económico gigantesco en las zonas marítimas que generan empleo y representan la forma mas grande de afrontar la vida en estos lugares.

Por su ubicación en el hemisferio es un país de Sub-Tropical, para considerar un clima Sub-Tropical su temperatura media en el año no baja de 18°C, este es el caso del clima en esta región ya que su temperatura es cálida y atmosfera húmeda y cuenta con una temperatura media anual de 31°C.

Únicamente cuenta con dos estaciones:

- ✓ Lluviosa de junio a octubre
- ✓ Seca de noviembre a mayo.

De acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Holdridge en Honduras se pueden encontrar 8 zonas de vida: Bosque húmedo tropical, bosque seco tropical, bosque muy seco tropical, bosque muy húmedo sub-tropical, bosque húmedo sub-tropical, bosque húmedo montano bajo y

bosque muy húmedo montano bajo. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación, 2016, pág. 2)

Honduras cuenta con Tegucigalpa y Comayagüela en el distrito central, y corresponde esta primera a su ciudad capital siendo la más desarrollada hasta el momento en infraestructura del país, superando por mucho a su predecesora San Pedro Sula. Esta última se reconoce como la capital industrial del país. Existen otras ciudades importantes como Comayagua la primera capital del país, Copán conocido como el departamento arqueológico, La Ceiba y Roatán.

El país se divide en 18 departamentos y estos en 298 municipios.

De los 8,714,641 de habitantes residentes en Honduras, su mayoría son mujeres colocando con un porcentaje del 47,4% hombres y 52,6% son mujeres. Esta población es el resultado de una extraña combinación de personas descendientes de diferentes partes del mundo por ejemplo europeos, mestizos, afrodescendientes entre otros;

“Existen 7 grupos étnicos en este país centroamericano: Lencas, Garífunas, Tolupanes o Jicaques, Misquitos, Pech, Chortís y Tawahka” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación, 2016, pág. 2).

Tabla 2. Topografía de Honduras

Tipo de Topografía	%
Montañosa	41,9
Colinas	29,9
Zonas Onduladas	6,6
Zonas Planas	21,5

Tabla 2. Topografía en Honduras.

Fuente: (FAO, 2016)

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la topografía de Honduras en su minoría es plana ya que predominan las pendientes pronunciadas de varios metros sobre el nivel del mar por este caso se considera montañosa y accidentada, con suelos poco profundos y recientes.

En el año 2010 el 87% de la población habitacional de Honduras tenía acceso directo a fuentes de agua limpia, un aumento significativo con respecto al año 2000 cuando era solamente del 82%. En cuanto a facilidades de saneamiento, en 2010 el 77% de habitantes disponía de las mismas, mientras que 10 años antes en el año 2000 era el 64%, teniendo un aumento de un 13% de desarrollo en una década.

Los Objetivos de Desarrollo del milenio (ODM) provenientes de las Naciones Unidas correspondientes, pronostican que para el año 2015 se contara con una cobertura de aproximadamente de 88% en agua y 75% de saneamiento básico. Para el año 2018 se estima que más de un millón de personas no tienen acceso a fuentes de agua mejoradas y más del doble de estas personas no cuentan con sistema de saneamiento básico teniendo un numero de 2.2 millones de personas que no cuentan con este servicio, en su mayoría en áreas rurales.

La Secretaría de Salud de este país centroamericano inició su participación en rubro de servicios de agua potable y saneamiento en comunidades rurales pequeñas y dispersas unas de otras y a su vez dispersas con ciudades importantes como San Pedro Sula y Tegucigalpa; tomando en cuenta y utilizando una tecnología de muy bajo costo en la realización de estos proyectos. Muchos años después esta secretaria evoluciono y a su vez decidió optar declinar de la tecnología de bajo costo hacia la construcción de proyectos de acueductos similares en todos los aspectos a los que desarrollaba SANAA, contando con la contribución de diversos cooperantes.

Tabla 2. Programas Y Proyectos Realizados En Honduras

Programas y proyectos dirigidos a la población rural	Instituciones	Beneficiados	Finalidad
Programa de Agua y Saneamiento Rural (PRASAR).	SANAA con apoyo de USAID/Honduras.	500,000 personas	Construcción de nuevos sistemas y la reconstrucción de sistemas existentes dañados por el Huracán Mitch.
Programa de Abastecimiento de Agua Potable e Higiene de Base UE/Minsalud (ALA 86/20)	Secretaría de Salud y de la Unión Europea.	88,699 familias	Se instaló 42,650 letrinas de fosa simple y 42,449 letrinas de cierre hidráulico para beneficiar un total de 88,699 familias.

Proyecto de Pozos y Acueductos Rurales (PROPAR).	Secretaría de Salud con apoyo de COSUDE.	100,000 personas que obtuvo acceso al agua y 150,000 personas	230 acueductos nuevos o mejorados, 40 captaciones de fuentes, 432 pozos excavados y 58 pozos profundos
Programa Desarrollo Social en Gestión de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento (DESCEAS)	Red Regional de Agua y Saneamiento de Centro América (RRAS-CA)		Guajiquire en el Departamento de La Paz; Mercedes en Ocotepeque; Nacaome en Valle; San Andrés en Lempira; y Yamaranguila en Intibucá.

Tabla 3. Programas y proyectos realizados en Honduras

Fuente: (UNICEF,2017)

La tabla anterior muestra una serie de programas y proyectos dirigidos a la población rural de las comunidades en Honduras que a lo largo de los años han beneficiado muchos habitantes de este país, dichos programas son coordinados en su mayoría por la secretaria de salud y su contraparte el SANAA.

SECTOR	ORGANIZACIÓN
Público	Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados - SANAA
	Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento - ERSAPS
	Fondo Hondureño de Inversión Social - FHIS
	Secretaría de Salud
	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia - UNICEF
Cooperantes	Cooperación Suiza
	Asociación Hondureña de Juntas Administradoras de Agua y Saneamiento - AHJASA
Organizaciones No Gubernamentales	CARE Internacional
	Catholic Relief Services - CRS
	Agua para el Pueblo - APP

Ilustración 5. Organizaciones presentes en los proyectos de saneamiento.

Fuente: (UNICEF,2017)

La Ilustración 5 del documento hace referencia a cierto grupo de organizaciones nacionales y extranjeras que trabaja únicamente con el fin de planear y realizar un sin número de proyectos en el territorio nacional, beneficiando a diferentes sectores del país desde ya muchos años.



Ilustración 6. Financiamiento de Inversión por Organismo.

Fuente: Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillado, 2016.

La ilustración anterior muestra de forma clara las instituciones con mayor inversión en el sector de infraestructura, con el fin de ayudar a mejorar la calidad de vida de los habitantes de Honduras.

Población sin acceso a saneamiento en Honduras por departamento				
N°	Departamento	Población total	Población sin agua	% de Exclusión
1	Gracias a Dios	56.679	40.831	72%
2	Valle	141.811	73.803	52%
3	Lempira	243.971	117.002	48%
4	Olancho	384.881	179.159	47%
5	Choluteca	364.684	154.553	42%
6	Copán	276.083	115.439	42%
7	Intibucá	175.107	70.517	40%
8	Ocotepeque	102.176	40.527	40%
9	Comayagua	332.314	130.323	39%
10	Santa Bárbara	327.343	126.307	39%
11	Colón	218.436	81.690	37%
12	La Paz	147.787	53.478	36%
13	El Paraíso	331.351	115.472	35%
14	Yoro	440.231	128.969	29%
15	Francisco Morazán	1.109.900	315.243	28%
16	Atlántida	315.041	81.113	26%
17	Islas de la Bahía	31.552	5.255	17%
18	Cortés	1.077.538	170.322	16%
Totales		6.076.885	2.000.003	33%

Ilustración 7. Datos de exclusión del servicio de agua a nivel de departamento.

Fuente: (UNICEF,2017)

La figura anterior muestra claramente la división del territorio hondureño en sus 18 departamentos, la imagen a su vez ilustra el porcentaje de exclusión de cada departamento brindando como el departamento más afectado a Gracias a Dios con un 72% de la extensión de este territorio sin acceso a saneamiento. Cortes es el departamento de Honduras con un porcentaje menor de exclusión de estos servicios.

Sistema de Alcantarillado y Saneamiento de agua en Márcala, La Paz:

El gobierno de la republica de Honduras hizo oficial la inauguración en el departamento de La Paz el día martes 11 de agosto del 2015, un sistema de alcantarillado y saneamiento de agua que beneficiara a más de 13766 habitantes de esta comunidad.

Gloria Maria Argueta (2015), alcaldesa de Márcala aseguró que con la inauguración de este tipo de obras el desarrollo en el municipio continúa para beneficio de sus habitantes. Ya que este municipio del departamento de la paz espero 7 décadas en condiciones deplorables contando con un obsoleto sistema de alcantarillado.

Esta obra fue construida con costo aproximado de 33,148,855.62 millones de lempiras, consta de una serie de elementos y está compuesta por redes, colectores y estación depuradora de aguas residuales.

Gobierno de la Republica de Honduras (2015) afirmo:

La inversión de este sistema de alcantarillado forma parte de los 660 millones de lempiras que el Gobierno, a través del Instituto de Desarrollo Comunitario, Agua y Saneamiento (IDECOAS-FHIS), invierte en diversos sistemas de agua potable y de alcantarillado en varios municipios de seis departamentos del país. (p.1)

Sistema de Alcantarillado Sanitario y Plantas de Tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Trujillo.

El gobierno de la republica de Honduras hizo oficial la inauguración de un sistema de alcantarillado en el departamento de colon, ciudad de Trujillo, el costo de la obra asciende aproximadamente a más de 93.8 millones de lempiras, beneficiando a más de 16 mil habitantes.

Este proyecto fue realizado por el Instituto de Desarrollo Comunitario Agua y Saneamiento (IDECOAS), los fondos provenientes salieron Banco Interamericano de Desarrollo (BID), ya que actualmente Honduras con un pacto con esta institución, dicho acuerdo beneficiara a Honduras con mas de 60 millones de dólares para construcción de infraestructura básica en el país, con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes de este país centroamericano.

Gobierno de la Republica (2016) afirmo:

Entre las actividades realizadas están la construcción de más de 22 mil metros lineales de la red de alcantarillado, con tuberías de PVC, 386 pozos de inspección, líneas de impulsión con tubería doble de 8 pulgadas con una longitud de mil 400 metros, además se construyó dos estaciones depuradoras de aguas residuales. (p. 1)

(José Laínez, 2016, p. 1) menciona que los habitantes de Trujillo han esperado más de 492 años este proyecto de un sistema de alcantarillado que no solo mejoro la calidad de vida de las personas de este sector geográfico, a su vez presento un sin número de aspectos positivos como ser la reducción de enfermedades provenientes de las excretas humanas, cabe resaltar este es un proyecto único en Centroamérica, ya que ahora las playas de Trujillo están totalmente descontaminadas, aumentando el atractivo turístico de la zona.

Sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales de los municipios de Sensenti y Lucerna, departamento de Ocotepeque.

Alrededor de 5.000 residentes de los municipios de Sensenti y Lucerna del departamento de Ocotepeque, se benefician con diferentes proyectos que llevo a cabo el gobierno de la republica de Honduras, ya que desde el año 2015 iniciaron con la construcción de un sistema de alcantarillado, pavimentación y alumbrado público de estas zonas, inaugurando las obras el 18 de agosto del 2016.

Las obras inauguradas tuvieron entre ambos municipios un costo de unos 25.4 millones de lempiras, de los cuales 22 millones 572 lempiras corresponden a los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, mientras que el proyecto de pavimentación en Sensenti tuvo una inversión de 3 millones 473 mil 803 lempiras.(ENEE, & Coalianza, 2019, p.1)

El proyecto de una forma global se puede observar como una construcción que consta de un total 13 kilómetros de red de alcantarillado sanitario y colector municipal que a su vez contiene de 142 pozos de inspección, 720 acometidas domiciliarias que incluyen sus cajas colectoras, se colocaron más de 4 kilómetros de tubería de alcantarillado sanitario y la edificación de dos plantas de tratamiento de aguas residuales en ambos municipios.

Tabla 3. Proyectos realizados en Honduras

Lugar	Proyecto	Beneficiados	Costo
Marcala, La Paz.	Sistema de Alcantarillado y Saneamiento de agua.	13766 habitantes.	33,148,855.62 millones de lempiras.
Departamento de colon, ciudad de Trujillo	Sistema de Alcantarillado Sanitario y Plantas de Tratamiento de aguas residuales.	16 mil habitantes.	93.8 millones de lempiras.
Municipios de Sensenti y Lucerna, departamento de Ocotepeque.	Sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales	5.000 residentes	22,000,576 millones de lempiras

Tabla 4. Proyectos de alcantarillado sanitario realizados en Honduras.

Fuente: Gobierno de la Republica.

3.1.3 ANÁLISIS INTERNO

Santa Cruz de Yojoa es un municipio el cual está ubicado en la parte sur del Valle de Sula a 76 Kilómetros de San Pedro Sula y a 180 Kilómetros de Tegucigalpa, es el segundo en extensión territorial después del municipio de San Pedro Sula del departamento de Cortes, sus coordenadas georreferenciadas se encuentran en los puntos 14° 58' 57" Latitud Norte y en 87° 53' 25" Longitud Oeste. El municipio de Santa Cruz de Yojoa es la sede del Área de Salud # 6, la cual tiene una cobertura de 6 municipios y cuenta con 7 unidades prestadoras de servicio de salud, que están ubicadas en las siguientes comunidades: Cabecera Municipal, Peña Blanca, Yojoa, El Llano, Las Flores, San Isidro y los Caminos.

La Asociación de Municipios de Honduras (AMHON) estima que la población total del municipio es de 94,583 personas de las cuales el 50.2% hombres y el 49.8% son mujeres, esta población está distribuida en 17 barrios, 98 aldeas y 108 caseríos. Esta población se beneficiará de los efectos e impactos de la ejecución de los proyectos programados en las tres áreas estratégicas definidas.(AMHON, 2014, p.19)

Actualmente Santa Cruz de Yojoa cuenta con un 87.5% de servicio de agua, con conexión a un sistema de agua potable domiciliar y el 100% de la población del casco urbano cuentan con el servicio de agua potable.

El servicio de alcantarillado sanitario tiene cobertura solamente en una pequeña área del casco urbano, específicamente la comprendida al Norte por la intersección que forma la aldea Las Flores con la avenida Modesto Chacón y Ponciano Leiva; al Sur con la segunda calle, al Este con la avenida Ponciano Leiva y al Oeste con la avenida Modesto Chacón; en el resto del casco se utilizan fosas sépticas o se descarga directamente a las escorrentías naturales, que también evacúan las aguas lluvias.(AMHON, 2014, p.20)

La Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) como un aporte a la sociedad entregó en febrero del 2018, 13 proyectos de infraestructura a nivel de diseños que se ejecutaran en varios municipios de Cortés, para esta ocasión las municipalidades más beneficiadas son la municipalidad de Omoa en Puerto Cortés y su hermana municipalidad de Santa Cruz de Yojoa. Sistema de alcantarillado sanitario, diseños de estructura de pavimentos y de estructuras para edificaciones que tendrán un servicio público para dichas municipalidades, son algunos de los diseños que se llevaran a cabo este año por parte del estudiantado de UNITEC.

Héctor Padilla (2019), coordinador de la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Tecnológica Centroamericana, menciona que estos proyectos son el eje de vinculación y que forma parte del modelo educativo de la institución, con el fin de preparar mejor a los alumnos y orientarlos a obtener cierta experiencia de campo, antes de la culminación de su ciclo de pregrado, a su vez se toma el tiempo para hacer énfasis en el ahorro monetario que realiza cada municipalidad al decidir hacer sus diseños con alumnos próximos a obtener su título universitario.

Alcantarillado Sanitario del Barrio Las crucitas

En el año 2013 se iniciaron las obras de un sistema de alcantarillado sanitario en el barrio Las Crucitas, este proyecto consta de 3 etapas siendo esta la segunda etapa de la obra, se estima que más de 250 familias serán beneficiadas con la culminación de la etapa 2.

El costo total de la obra se estima que con un monto de más de 6 millones de lempiras.

Roberto Pineda (2013) al alcalde de santa cruz afirma:

Que en la primera etapa de la obra se invirtieron dos millones de lempiras, el costo de la segunda etapa alcanza los 2.5 millones de lempiras según estimaciones la última etapa de este proyecto rondaría los 1.5 millones de lempiras. (p.1).

3.2 TEORÍAS DE SUSTENTO

3.2.1 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 amplía o no las coberturas.

3.2.2 POBLACIÓN DE DISEÑO

La población de diseño será la estimada para el periodo de diseño incluyendo las áreas de influencia. Se considerará la total de la población de las áreas según los planes reguladores vigentes; de no existir estos se considerará una población de saturación de 6 habitantes por unidad habitacional. Se hubiese tasa de crecimientos poblacional deberá de calcularse la población en base a los métodos de proyección especificados en base a las normas de diseño de agua potable.

3.2.3 ESTIMACIÓN DE LAS ÁREAS TRIBUTARIAS

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

3.2.4 PUNTOS DE DESCARGA

No debe ocasionarse ningún problema de carácter sanitario a las localidades situadas aguas abajo, por lo que se tomara en cuenta medidas de protección del cuerpo receptor.

Cada descarga a un cuerpo receptor deberá de cumplir con las características físicas, químicas y bacteriológicas generales dadas por la Normas Técnicas de las Descargas de

Aguas Residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario.

3.2.5 DOTACIÓN

Las dotaciones domesticas utilizadas se adoptarán conforme la Clasificación residencia, 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.

$$Q_{diseño} = Q_{domestico} + Q_{infiltracion} + Q_{ilicito} + Q_{Industrial} + Q_{Comercial} + Q_{ins.publica}$$

Ecuación 1. Caudal de diseño

1. Caudal domestico

$$Q_d = \frac{D * K_1 * H_1 * P}{86400}$$

Ecuación 2. Caudal de diseño.

Donde

Q_d= Caudal real/litros por segundos

D= Dotación (lppd)

K₁= coeficiente de retorno (varía según las condiciones de la población entre 0.7 y 0.8)

P= población en habitantes

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

$$H_1 = 1 + \left(\frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}} \right) \leq 4.0$$

Ecuación 3. Factor de Harmon.

2. 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.

3. 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.

4. Caudal Comercial, Caudal de Instituciones Públicas, Caudal por Infiltración para Concreto y PVC

El valor del Caudal Comercial, Caudal de Instituciones Públicas, Caudal por Infiltración para Concreto y PVC se obtendrá de las Tablas 1.1, 1.2 y 1.3 de los Anexos de Aguas Residuales.

Tabla 5. Valores típicos de aguas residuales comerciales.

Instalación	Descarga media (Lts/dia*personas)
Hospital	400
Prisión	180
Cuartel	200
Escuela	80
Colegio	90
Universidad	100
Parques	60
Oficinas y almacenes	90

Tabla 5. Valores Típicos De Aguas Residuales Comerciales.

Fuente: Anexos de aguas residuales SANAA

Tabla 6. Valores típicos de aguas residuales comerciales.

Establecimiento	Unidad	Descarga media
Centro comercial	Empleado	100
Comercio pequeño	Empleado	50

Oficina	Empleado	55
Bar	Cliente	10
	Empleado	50
Restaurante	Comida	20
Aeropuerto	Pasajero	10
Edificios industriales	Empleado	55
Teatro	Asiento	10
Motel	Persona	120
Motel con cocina	Persona	200
Hotel	Huésped	170
	Empleado	40
Gasolinera	Estación	7,500-19,000
Lavandería	Maquina	1,900
	Lavado	190

Tabla 6. Valores Típicos DE Aguas Residuales Publicas.

Fuente: Anexos de aguas residuales del SANAA.

Tabla 7. Valores típicos de aguas residuales comerciales.

Tubería	Infiltración (Lts/seg*km)		
	Alta	Media	Baja
Existente	4.0	3.0	2.0
A construir (con junta de mortero)	3.0	2.0	1.0

Tabla 7. Valores De Infiltración De Aguas Subterráneas.

Fuente: Anexos de aguas residuales del SANAA.

5. Velocidades Mínimas y Máximas

La velocidad mínima será de:

Para PVC ≥ 0.40 m/seg

Para Concreto ≥ 0.60 m/seg

La velocidad máxima será:

Para PVC ≤ 5.0 m/seg

Para Concreto ≤ 3.0 m/seg

NOTA: Cuando la velocidad sobrepasa la velocidad máxima considerar construir disipadores de energía.

6. 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:

- 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.

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.

7. Pendientes

1. La pendiente no será menor de 0.5%, ni mayor de 15% en las tuberías del sistema.
2. Para las acometidas domiciliarias la pendiente mínima será de 2%.
3. 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.

8. Pozos De Inspección y Pozos de Caída

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 a los planos tipo del SANAA, los cuales se pueden obtener en la Oficina de Normas y Supervisión.

9. Formulas recomendadas

Para sistemas por gravedad

- a) Velocidad a tubo lleno

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

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

Ecuación 4. Velocidad de en la tubería

Donde:

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 a 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.

b) Caudal a tubo lleno

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

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

Ecuación 5. Caudal en tubería llena.

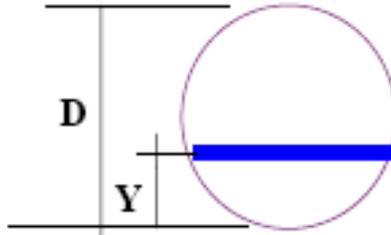


Ilustración 8. Caudal de tubería llena.

Fuente: SANAA

Donde:

Q_{II} = caudal a tubo lleno en litros por segundo

A = área del tubo en metros cuadrados

V_{II} = velocidad del tubo lleno en metros por segundo

10. Relaciones de Caudal y Velocidad

Relación de Caudal (Q_r/Q_{II}) donde:

- Q_r = caudal real en el tramo
- Q_{II} = caudal a tubo lleno del tramo

Relación de Velocidad (V_r/V_{II}) Donde:

- V_r = velocidad real
- V_{II} = velocidad a tubo lleno

11. Relación de Diámetros

Cuando $Y/D \geq 0.75$ se cambia el diámetro al superior comercial. La velocidad en los conductos debe verificarse para caudal mínimo y evitar sedimentación en las tuberías.

12. Profundidades

La Profundidad mínima será de:

- 1.50 m sobre la corona del tubo, en Calle Vehicular.

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.

13. Ancho De Los Zanjos

Ver Tabla 1.5 de los Anexos de Aguas Residuales.

DIÁMETRO DE TUBERÍA (Pulg)	PROFUNDIDADES				
	Hasta 1.75 m	1.76m - 2.75m	2.76m - 3.75m	3.76m - 4.75m	4.76m - 6.25m
4, 6 y 8	60	65	70	75	80
10	70	70	70	75	80
12	75	75	75	75	80
15	90	90	90	90	90
18	110	110	110	110	110
21	120	120	120	120	120
24	135	135	135	135	135
27	140	140	140	140	140
30	155	155	155	155	155
36		175	175	175	175
42		190	190	190	190
45		210	210	210	210
60		245	245	245	245
72			280	280	280
84			320	320	320
96				360	360

Ilustración 9. Dimensiones de Zanjas para Sistema de Alcantarillado Sanitario.

Fuente: SANAA.

14. 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.

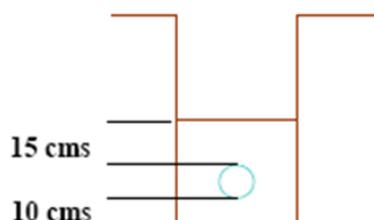


Ilustración 10. Esquema de colocación de tubería.

Fuente: SANAA

15. Tipo de Tubería

Los tipos de tubería que pueden ser utilizados son:

- Tubería de PVC SDR-41: NOVAFORT, ADS, RIBLOC (Cuando cumplan las normas mínimas de resistencia)
- Concreto reforzado en casos especiales.
- Otro tipo de tubería previa aprobación de SANAA.

Se deberá usar junta rápida, para diámetros superiores a 200mm (8") no se usarán Juntas cementadas.

16. Ubicación De La Tubería

La tubería de alcantarillado sanitario ira 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 siguientes.

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.

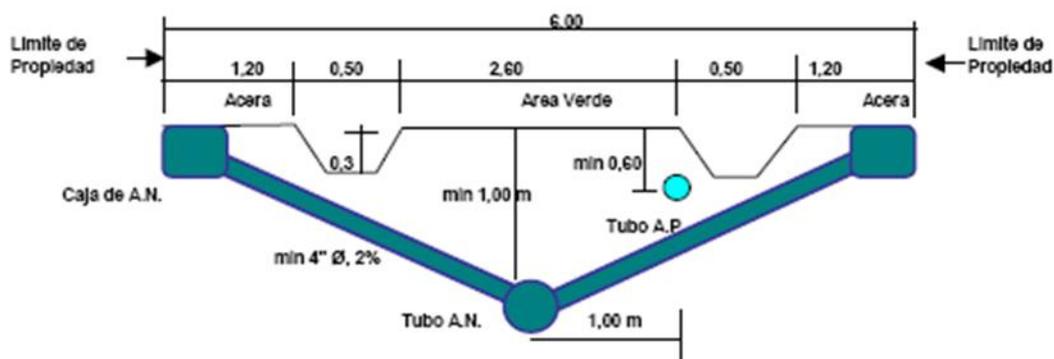


Ilustración 11. Secciones típicas de calles peatonales con tuberías.

Fuente: SANNA

habitante y día (l/hab-día). Es un valor muy representativo de las necesidades y/o consumo real de agua dentro de una comunidad o población y, por consiguiente, refleja también de manera indirecta su nivel de desarrollo económico y social. (Ambientum, 2019)

5) Redes de Alcantarillado:

La red de alcantarillado de una ciudad está formada por un sistema de tuberías y conjunto de construcciones que son utilizados para la recogida y transporte de las aguas residuales y pluviales de la población. (Structuralia, 2016)

6) Pozos de Inspección:

Los pozos de registro y las arquetas son unos elementos complementarios muy característicos de las redes de saneamiento y drenaje urbano cuya finalidad básica es facilitar las tareas de explotación y mantenimiento de tales redes. A diferencia de las arquetas de inspección, los pozos de registros son visitables. (Calderón, 2019)

7) Caudal:

se conoce como caudal, a la cantidad de fluido que circula a través de una sección de un ducto, ya sea tubería, cañería, oleoducto, río, canal, por unidad de tiempo. Generalmente, el caudal se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área determinada en una unidad de tiempo específica. (Blog Fibras y Normas de Colombia S.A.S, 2018).

8) DBO:

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es una prueba usada para la determinación de los requerimientos de oxígeno para la degradación bioquímica de la materia orgánica en las aguas municipales, industriales y en general residuales; su aplicación permite calcular los efectos de las descargas de los efluentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores. Los datos de la prueba de la DBO se utilizan en ingeniería para diseñar las plantas de tratamiento de aguas residuales. (Calderon, 1997)

9) Lodos:

Los lodos de desecho son materiales orgánicos, ricos en nutrientes, que resultan del tratamiento de las aguas residuales domésticas. Cuando son tratados y procesados, estos residuos pueden reciclarse y

aplicarse como fertilizante para mejorar y mantener tierras de cultivo y estimular el crecimiento de las plantas. (Aclara.mx, 2019)

10) Levantamiento Topográfico:

Un levantamiento topográfico consiste en describir un terreno desde el punto de vista topográfico. A través de la utilización de instrumental especializado, el topógrafo realiza un escrutinio de la superficie del terreno y procede a la toma de datos, generalmente con un teodolito o estación total. Con los datos obtenidos en el levantamiento topográfico se realizan mapas o planos específicos de un lugar, describiendo particularmente las características del terreno, como los relieves o diferencias de altura que pueda haber. (Proyectos Y Mediciones Topográficas, 2019)

11) Topografía:

La topografía se define originalmente como la exacta descripción y delimitación de las características de un lugar particular que puede ser tanto una ciudad como cualquier parte de la superficie terrestre. Esta primera acepción fue completada en los diccionarios del siglo XIX (Larousse y Littré) por el arte de representar por medio del diseño, a través del croquis o la «carta», una forma cualquiera a gran «escala». (Elissalde, 2014)

12) Tubería:

La tubería o cañería es un conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos. Se suele elaborar con materiales muy diversos. Cuando el líquido transportado es petróleo, se utiliza la denominación específica de oleoducto. Cuando el fluido transportado es gas, se utiliza la denominación específica de gasoducto. También es posible transportar mediante tubería materiales que, si bien no son un fluido, se adecúan a este sistema: hormigón, cemento, cereales, documentos encapsulados, etcétera. (RAE, 2019)

13) Dotación:

Se define como dotación, a las cantidades de agua diariamente consumidas en las poblaciones. Las dotaciones se suelen expresar en litros/ habitante/ día, y recibir el nombre de consumo. (UTN, 2003)

14) Rasante:

Línea que define la inclinación o pendiente de una calle, camino, terreno u obra en general, respecto al plano horizontal. (Construmatica, 2018).

15) Nivel Freático:

La definición de “nivel freático”, o *manto 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, 2017)

16) Acueductos:

Sistema o servicio que provee agua a una comunidad. (SANAA, 1961)

17) Tratamiento de Aguas Residuales:

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para la disposición o reúso. (Ecu Red, 2017)

18) Conexión:

Derecho que el abonado debe pagar para optar a que se le conecte una instalación nueva. (SANAA, 1961).

19) SANAA:

Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados, organismo autónomo de servicio público creado mediante Decreto N. 91 del 26 de abril de 1961. (SANAA, 1961)

20) Usuario:

Cualquier persona natural o jurídica que contrata recibe o utiliza los servicios que presta el SANAA. (SANAA, 1961)

21) 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, 2018)

22) Reutilización:

Agua reciclada o de re uso (también llamado reutilización de aguas residuales o de regeneración de agua) es el proceso de convertir un flujo de residuos en el agua que se puede reutilizar para otros fines. (Water, 2019)

23) Red:

Conjunto de tuberías y accesorios que sirven para distribuir el agua en todas las instalaciones. (SANAA, 1961)

24) Población de Diseño:

La determinación del número de habitantes para los cuales ha de diseñarse el acueducto es un parámetro básico en el cálculo del caudal de diseño para una comunidad. (Jack, 2018)

25) Periodo de Diseño:

El periodo de diseño es por definición el tiempo que transcurre desde la iniciación del servicio del sistema, hasta que, por falta de capacidad o desuso, sobrepasan las condiciones establecidas en el proyecto. (Apuntes Ingeniería Civil, 2011)

26) Uso Doméstico:

10) El que se lleva a cabo en casas de habitación o residenciales. (SANAA, 1961)

27) Servicio:

Se entiende como tal, el suministro de agua por parte del SANAA con destino a los abonados de esta, y a su evacuación por medio del alcantarillado para aguas negras. (SANAA, 1961)

28) Ingeniería Sanitaria:

Es la rama de la ingeniería, que se dedica al saneamiento e higiene dentro de la sociedad, apostando a propuestas y soluciones, para combatir la contaminación e insalubridad en las áreas densamente pobladas, destacando la importancia de la higiene en la sociedad y su rol como pilar fundamental para el mejoramiento de la calidad de vida de la población. (Blog Fibras y Normas de Colombia S.A.S, 2018)

3.4 MARCO LEGAL

3.4.1 LEYES JURÍDICAS

Acuerdo No. 118-2003

Publicado En Diario Oficial La Gaceta el día 8 de Octubre de 2003

EL CONGRESO NACIONAL

CONSIDERANDO: Que es de interés público garantizar a la población servicios de agua potable y saneamiento con calidad y eficiencia, así como ampliar la cobertura del servicio especialmente en las zonas rurales y urbanas marginales.

CONSIDERANDO: Que es necesario readecuar el marco legal e institucional del sector agua potable y saneamiento, a efecto de mejorar la planificación, regulación y prestación de los servicios con amplia participación de los sectores sociales.

CONSIDERANDO: Que la gestión de los servicios de agua potable y saneamiento se constituyen en el instrumento básico en la promoción de la calidad de vida y por ende del desarrollo humano y por lo tanto con profundas vinculaciones y repercusiones sociales.

CONSIDERANDO: Que es consecuente con las políticas de descentralización del Estado, la transferencia ordenada de los servicios de agua potable y saneamiento a las Municipalidades.

POR TANTO:

DECRETA La siguiente:

LEY MARCO DEL SECTOR AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

ARTÍCULO 2. Son objetivos de la presente Ley:

- 1) Promover la ampliación de la cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento;
- 2) Asegurar la calidad del agua y su potabilidad, garantizando que su consumo sea saludable para las personas;
- 3) Establecer el marco de gestión ambiental, tanto para la protección y preservación de las fuentes de agua, como para el saneamiento y el manejo de descargas de efluentes;

ARTICULO 16. Corresponde a las municipalidades, en su carácter de titulares de los servicios de agua potable y saneamiento, disponer la forma y condiciones de prestación de dichos servicios en su respectiva jurisdicción, observando lo prescrito en la presente Ley y demás normas aplicables. La titularidad a que se refiere este artículo es permanente e intransferible.

ARTICULO 21. El Gobierno Central, las Municipalidades y las Juntas Administradoras de Agua promoverán la gestión de recursos para el desarrollo de servicios de agua potable y saneamiento, estableciendo prioridades de desarrollo de proyectos, criterios de recuperación de la inversión, asignación de capital, los cuales se determinarán en base a estudios socioeconómicos y tomando en consideración la capacidad financiera respectiva. Asimismo, con el fin de aliviar el desabastecimiento y evitar la especulación en los precios, impulsarán la ejecución de programas alternativos de almacenaje y entrega de agua en aquellos casos con justificación social, cuando no sea posible la prestación del servicio por cañerías.

3.4.2 LEYES AMBIENTALES

LEY GENERAL DEL AMBIENTE

Acuerdo No. 104-93

La Gaceta del 30 de junio de 1993

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 necesidad y utilidad pública la explotación técnica y racional de los recursos naturales de la nación.

CONSIDERANDO: Que la destrucción acelerada de los recursos naturales y la destrucción 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 participación comunitaria es imprescindible para lograr la protección, conservación y uso racional de la riqueza natural del país y del ambiente en general.

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

En los capítulos anteriores se ha explicado el problema a solucionar de la investigación, y se han establecidos objetivos con la finalidad de guiarnos en la investigación. En este capítulo se explicará la manera en que se pudo cumplir con los objetivos planteados y las formas en que se realizó la investigación con sus respectivos métodos.

Problema	Objetivos generales	Preguntas de investigación	Objetivos específico	Variable independiente	Variable dependiente
¿Cuáles son las características con las que debe de contar un sistema alcantarillado sanitario, para la comunidad de El balín en Santa Cruz de Yojoa?	Realizar el diseño de un alcantarillado sanitario que cumpla con las necesidades de la comunidad de El balín	¿Qué características topográficas predominan?	Ejecutar el levantamiento topográfico en la comunidad	Levantamiento topográfico	
		¿Cuál será el diseño de tubería óptimo en el diseño, que cumpla con las necesidades de la comunidad?	Determinar el tipo y diámetro de tubería que más se ajuste a las necesidades de diseño.	Tipo de tubería	
		¿Cuáles serán las características técnicas de diseño y constructivas de los pozos de inspección y a su vez de las dimensiones, profundidades y separación de los mimos?	Realizar una red de alcantarillado sanitario en la comunidad de El Balín	Alturas de los pozos	
		¿Cuál será el costo proyectado en lempiras para la elaboración del proyecto?	Calcular el presupuesto estimado para la ejecución del proyecto		Diseño de alcantarillado

4.1 OPERACIONALIZACIÓN

Se puede observar en la tabla anterior de manera ordenada un resumen del capítulo II donde se especifica el problema a solucionar, su objetivo general, las preguntas de investigación con sus respectivos objetivos específicos. A partir de toda esta información ya previamente dada se continuará con la determinación de las variables dependientes y las variables independientes.

4.1.1 DIAGRAMA DE VARIABLES

El propósito de este esquema es lograr ver la relación que existe entre la variable dependiente con las variables independientes, y analizar cada una de estas.

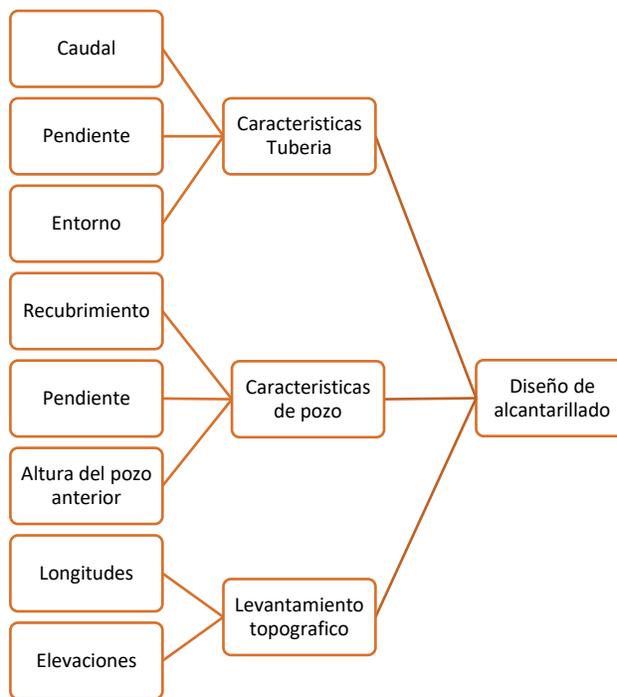


Ilustración 13. Diagrama de variables.

Fuente: Propia.

4.1.2 TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN

Anteriormente se explicó la variable dependiente y su relación con las variables dependientes; en la siguiente tabla se analizará cada una de las variables independientes. Para cada variable.

Variable independiente	Definición	Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Unidad
Tipo de tubería	Una tubería es un conducto encargado del transportar líquidos a gran distancia	Nos permite transportar las aguas residuales de la comunidad a una planta de tratamiento	Caudal	Población Dotación	¿A cuántas personas se suministrará agua?	Lppd
			Entorno	Suelo del sitio.	¿Sera un suelo rocoso, arenoso o suelto?	metros
				Exposición al agua.	¿A qué profundidad están las aguas subterráneas?	
			Exposición aérea.	¿Abra tramos de tubería que no va ir enterrada?		
Pendiente	Elevaciones del terreno.	¿Cuál será las diferencia de elevación?				
Altura de pozos	Estructura hidráulica que colocan en cada cambio de dirección de las tuberías.	Permite el acceso a las instalaciones subterráneas para darles mantenimiento,	Recubrimiento	Profundidad del pozo	¿A que profundidad ira el pozo para determinar el grosor de las paredes	metros

		reparación e inspección de ellas.	Pendiente	$\frac{\Delta Y}{\Delta X}$	¿Se tendrán que colocar disipadores de energía?	
			Altura de pozo anterior	Diferencia de altura entre pozos	¿Cuál será la longitud máxima de pozo a pozo?	
Topografía	Estudio que se realiza al terreno para conocer distancias, elevaciones y ángulos del terreno	Conjunto de puntos en el plano X, Y y Z	Longitudes	Plano en X, Y	Distancia entre puntos	metros
			Elevaciones	Plano en Z	Diferencia de elevaciones	

Tabla 8. Tabla de operacionalización.

Fuente: Propia

4.2 MÉTODO Y ENFOQUE



Ilustración 14. Método y enfoque.

Fuente: Propia

4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

4.3.1 POBLACIÓN

La población de la comunidad de Él Balin es de 1746 personas aproximadamente y la comunidad tiene una extensión de 169, 200 m².

4.3.2 MUESTRA

- 1746 Habitantes
- 169, 200 m²

4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Las técnicas e instrumentos utilizados tienen como finalidad brindar resultados con un alto nivel de precisión y recolectar todos datos necesarios posibles para facilitar un óptimo el diseño de un sistema de alcantarillado.

4.4.1 INSTRUMENTOS

Estación Robótica Topográfica

“Se denomina estación total a un instrumento electro-óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico”.(Soluciones Generales en Topografía, 2017, p.1).

Este instrumento Topográfico permite la obtención con suma facilidad de coordenadas geográficas y puntos respecto a un sistema local o arbitrario, como también a sistemas definidos y materializados. Para la obtención de estas coordenadas el instrumento cuenta con una tarjeta madre que realiza una serie de lecturas geométricas y cálculos, además analiza con facilidad los datos suministrados por el operador, en la etapa final de la operación la estación brinda un mapa georreferenciado de los puntos tomados y brinda una serie de tabulaciones de estos puntos.



Ilustración 15. Estación Robótica Tremble.

Fuente: Equipos e Instrumentos científicos.

Trípode

El trípode es un instrumento de 3 apoyos construido de diversos tipos de material los cuales se emplea para brindarle soporte a diversos instrumentos de medición tales como estaciones totales, teodolitos, tránsito o niveles de topografía. Sus patas están provistas de regatones de hierro y estribos que le permiten clavarse a diferentes tipos de terreno, con el fin de evitar accidentes o daños al aparato superior.

Trípode de madera, fue el aparato que se utilizó durante el levantamiento topográfico en la comunidad de El Balín, de los trípodes existentes este es más pesado, y está diseñado principalmente para soportar estaciones totales. Es la mejor opción para trabajos en áreas con tráfico alto de vehículos, o en zonas con vientos fuertes que puedan afectar la estabilidad del área de trabajo.



Ilustración 16. Trípode de madera.

Fuente: Grupo Acre.

Prisma

Es un objeto circular formado por una serie de cristales que tienen la función de reflejar la señal EMD emitida por una estación total o teodolito. La distancia del aparato al prisma es calculada en base al tiempo que tarda en ir y regresar al emisor.



Ilustración 17. Prisma.

Fuente: Grupo Acre.

Excel

Microsoft Excel es una aplicación desarrollada por Microsoft y distribuida en el paquete Office para usarse en Windows y Macintosh. Excel se utiliza para la creación de hojas de cálculo.

El programa posee una interfaz intuitiva, con herramientas de cálculos y gráficos de muy fácil uso. Es uno de los programas más populares para realizar hojas de cálculos.

Microsoft Excel fue utilizado en un proyecto de diseño de alcantarillado sanitario para la aldea El Balín, con el fin de realizar la parte de tabulación de datos, a su vez se utilizó para realizar los cálculos correspondientes al mismo diseño.

Por medio de este programa se calcularon las velocidades las que a su vez fueron comparadas con las permitidas por el SANAA.



Ilustración 18. Programa Excel.

Fuente: Microsoft Excel.

AutoCAD Civil 3D

AutoCAD Civil 3D es un programa de diseño de cálculo pensado para proyectos de ingeniería civil y urbanismo. Pertenece a la casa Autodesk y permite conectarlo con otras soluciones BIM (Building Information Modeling) de Autodesk para la ingeniería civil.

Este software tiene gran capacidad para trabajar con datos topográficos, lo que permite poder elaborar modelos digitales del terreno sobre los que trabajar, facilitando la realización de diseños urbanísticos, de tuberías y de carreteras, así como el cálculo de movimientos de tierras.

Este programa está dirigido a ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, ingenieros de Obras Públicas, ingenieros Civiles y demás profesionales relacionados con la Ingeniería Civil.

Este software fue utilizado en el proyecto inmediatamente después del levantamiento topográfico con el fin de conocer las características del terreno, las pendientes máximas y longitud total del sistema de alcantarillado.



Ilustración 19. Civil 3d

Fuente: AUTODESK.

4.5 UNIDAD DE ANÁLISIS Y RESPUESTAS

En esta parte del proyecto se hace uso de información indispensable sin la cual no se podría llevar a cabo el desarrollo del diseño, estos datos indispensables ya antes mencionados son; el levantamiento topográfico, conocimiento básico en el tema de sistema de alcantarillado, y resultados cuantitativos los cuales se obtendrán a base de normas en nuestro caso (SANAA) todo con el fin de realizar un diseño óptimo.

4.5.1 UNIDAD DE ANÁLISIS

El análisis de este proyecto se basa en su gran mayoría de las coordenadas geográficas, elevación y levantamiento topográfico necesario para conocer datos sin los cuales todo el proyecto no se llevaría a cabo, estos datos brindaran la extensión territorial del lugar, magnitud del sistema, etc.

A su vez se regirán por la normativa del SANAA y sus ecuaciones, datos relevantes del lugar y la implementación de diferentes softwares confiables que facilitan y garantizan el óptimo diseño de alcantarillado sanitario.

4.5.2 UNIDAD DE RESPUESTA

Como ya antes se mencionó el pilar más importante en la realización de este diseño de alcantarillado es el levantamiento topográfico, en base a este levantamiento topográfico se obtuvo las elevaciones máximas y mínimas las cuales indican la velocidad en las tuberías, la longitud total del levantamiento registró la longitud total de la tubería, las distancias longitudinales las cuales indicaran la cantidad de los pozos de inspección. Por medio de la normativa del SANAA se determinará las velocidades máximas y mínimas, diámetro de la tubería, profundidad optima de los pozos inspección, periodo de diseño, caudal de diseño, población de diseño.

4.6 FUENTES DE INFORMACIÓN

Se consideran y/o se toman como fuentes de información a todo suscrito, ya sean del carácter físico o digitales, que poseen datos indispensables que brindan una herramienta muy importante como guía para la ejecución del trabajo que se realizó.

4.6.1 FUENTES PRIMARIAS

La principal fuente de información para realizar el diseño de la red de alcantarillado sanitario es la ejecución del levantamiento topográfico que se realizó en la aldea de El Balín, Santa Cruz de Yojoa, así como también, y no menos importante el manual de diseño del Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillado (SANAA) indispensable para los cálculos de diseño.

4.6.2 FUENTES SECUNDARIAS

Como fuentes de información secundarias, nos apoyamos de documentos de carácter digital encontrados en sitios web, y de tesis de proyectos de igual similitud como:

“DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMUNIDAD DE CIENEGUITA SECTOR MONTAÑA,
CORTES”

Presentado por:

Mario Antonio Bonilla Lobo

Héctor Rafael Gutiérrez Arita

Libros:

 Metodología de la Investigación de SAMPIERI (5ta Edición)

CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

5.1 CRITERIOS DE DISEÑO

Para las normativas y especificaciones de diseño se utilizó como guía el Servicio Autónomo de Acueductos y Alcantarillado (SANAA) para plantear el diseño del sistema de alcantarillado sanitario en la comunidad de El Balín, Santa Cruz de Yojoa.

5.1.1 PERIODO DE DISEÑO

Se estableció un periodo de diseño para 20 años en la elaboración del diseño de sistema de alcantarillado sanitario según especificaciones del SANAA.

5.1.2 ÍNDICE DE CRECIMIENTO

De acuerdo a la municipalidad de Santa Cruz de Yojoa se estima que el índice de crecimiento anual es de 3%.

5.1.3 DOTACIÓN

La dotación de agua potable para el diseño fue otorgada ya por la municipalidad de Santa Cruz de Yojoa y fue un valor de 176 l/p/d. La dotación dada solo es utilizada para el consumo doméstico y público para la comunidad.

5.1.4 CAUDAL POR CONEXIONES ILÍCITAS

De acuerdo a la normativa del SANAA el valor del caudal por conexiones ilícitas será de 30% el caudal medio diario.

5.1.5 CAUDAL POR INFILTRACIÓN

Según el reglamento de diseño del SANAA el caudal de infiltración dependerá del tipo de tubería a utilizar, y a su vez, el valor de este caudal será de 1.0 lt/seg/km.

5.2 PROCESOS DE DISEÑO

Se presenta el plano otorgado por la municipalidad para el desarrollo del diseño el cual servirá de guía y ayudará a distribuir la red.

A continuación, se presentarán los cálculos y resultados realizados mediante los cálculos para un tramo y se presenta como se utilizaron las fórmulas mostradas en el capítulo cuatro.

Datos Generales

ITEM	UNIDAD	VALOR
PERÍODO DE DISEÑO	Años	20
ÍNDICE DE CRECIMIENTO	%	3%
DOTACIÓN	Lppd	176
CAUDAL POR CONEXIONES ILÍCITAS	Lt/s	1.71
CAUDAL POR INFILTRACIÓN	Lt/seg/km	1
VELOCIDADES MÍNIMAS	m/seg	0.4
VELOCIDADES MÁXIMAS	m/seg	5

5.2.1 POBLACIÓN DE DISEÑO

Según datos proporcionados por la junta directiva de la comunidad de El Balín posterior mente confirmados por la municipalidad de santa cruz, y por medio de la Junta de Agua, se brindó la cantidad de viviendas totales en la aldea y a su vez, la cantidad de viviendas que cuentan con un servicio de agua potable, debido a que no se cuenta con un censo actualizado, para fines de diseño se empleara como guía la información brindada.

	Cantidad
Viviendas Totales	291
Viviendas con Servicio de Agua Potable	281

$$\text{Población Saturada} = N^{\circ} \text{ de Lotes} \times 6 \text{ Habitantes}$$

$$\text{Población Saturada} = 291 \times 6 \text{ Habitantes}$$

$$\text{Población Saturada} = 1,746 \text{ Hab.}$$

5.2.2 POBLACIÓN DE DISEÑO

Población de Diseño	
TOTAL DE CASAS DE HABITACIÓN	291
TOTAL DE POBLACIÓN ACTUAL	1746
POBLACIÓN SATURADA	1746
POBLACIÓN FUTURA	2794

Tabla 9. Cálculo de población

Nº de Lotes x 6
Habitantes

$$Población_{Futura} = Pa \left(1 + \frac{K_a t}{100} \right)$$

5.2.3 CALCULO DE CAUDALES

CALCÚLO DE CAUDALES

ITEM	UNIDAD	VALOR
CAUDAL DOMÉSTICO	Lt/s	19.74
CAUDAL DE INFILTRACIÓN	Lt/seg/Km	1
CAUDAL ÍLICITO	Lt/s	1.71
CAUDAL DE INSTALACIONES PÚBLICAS	Lt/s	2.7
CAUDAL MEDIO DIARIO	Lt/s	5.69
CAUDAL DE DISEÑO	Lt/s	25.15

Tabla 10. Cálculo de caudales

$$Q_d = \frac{D * K_1 * H_1 * P}{86400}$$

$$Q_{medio\ Diario} = \frac{Pf * D}{86400}$$

Fuente: Propia

$$Q_{Diseño} = Q_{Medio\ Diario} + Q_{Dom.} + Q_{Infiltración} + Q_{Illicito} + Q_{Int. Publicas}$$

D	176
K1	0.8
H1	3.47
P	2794

$$H_1 = 1 + \left(\frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}} \right) \leq 4.0$$

5.2.4 CALCULO DENSIDAD

$$Densidad: \frac{2797}{16.59} = 169 \text{ personas/hec.}$$

5.2.4 CAUDAL A TUBO LLENO

$$Q_u = \frac{1}{0.01} \left(\frac{\pi(0.20)^2}{4} \right) \left(\frac{0.20}{4} \right)^{\frac{2}{3}} (0.1296)^{\frac{1}{2}} = 0.153$$

$$\frac{Q_p}{Q_u} = \frac{1.50 * 10^{-3}}{0.153} = 0.0098$$

$$\frac{y}{D} = 6\%$$

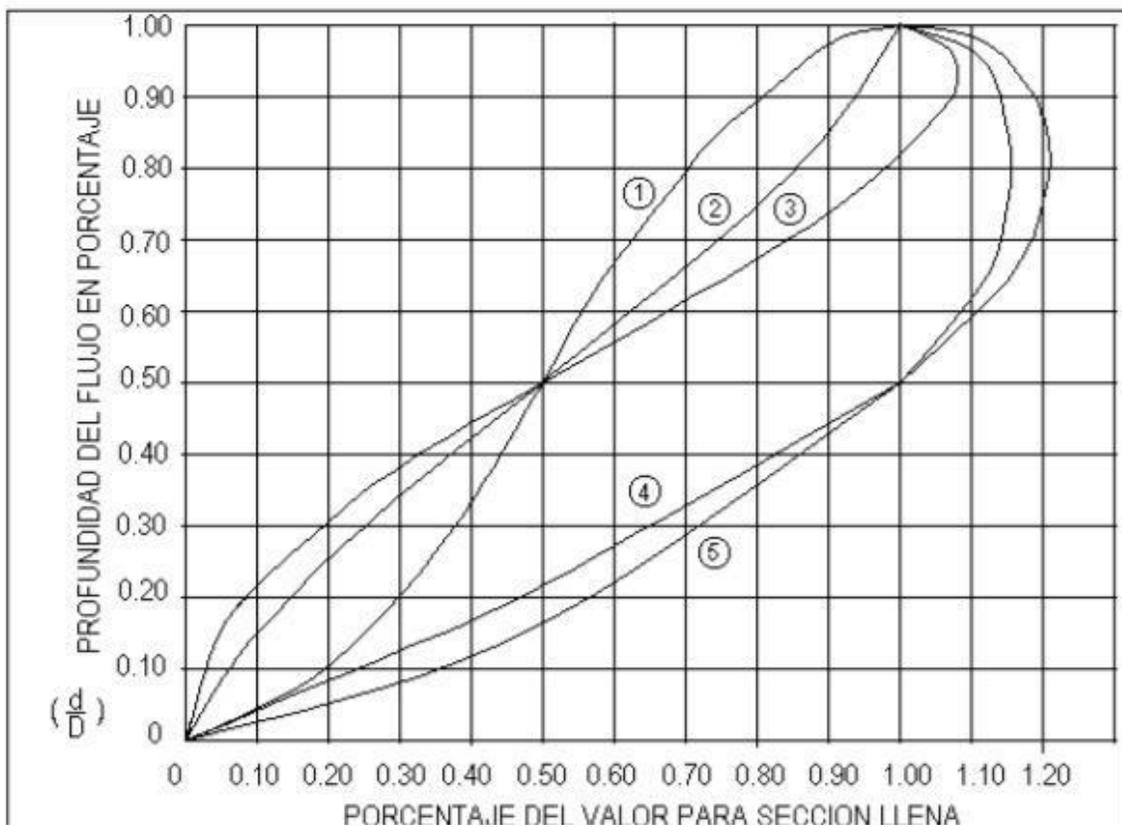


Ilustración 15. Grafica de Manning

Fuente: (Relaciones Hidráulicas)

$$1. \quad \text{Perímetro Mojado} = \frac{p}{P_{LL}}$$

$$4. \quad \text{Radio Hidráulico} = \frac{r}{R}$$

$$2. \quad \text{Área} = \frac{a}{A}$$

$$5. \quad \text{Velocidad} = \frac{v}{V_{LL}}$$

$$3. \quad \text{Caudal} = \frac{q}{Q}$$

Ilustración 16. Grafica de Manning

5.2.5 VELOCIDADES

$$V_u = \frac{0.153}{\frac{\pi(0.20)^2}{4}} = 4.84 \frac{m}{s}$$

$$\frac{V_p}{V_u} = 0.25$$

$$V_p = 0.25 * 4.84 = 1.21 \frac{m}{s}$$

Tablas #11. Dotación

INSTALACIÓN	DESCARGA MEDIA (Lts/día* persona)
Hospital	400
Prisión	180
Cuartel	200
Escuela	80
Colegio	90
Universidad	100
Parques	60
Oficinas y Almacenes	90

Tabla 11. Valores Típicos de Aguas Residuales Publicas

CLASIFICACIÓN	DOTACIÓN	
	LPPD	GPPD
<i>Zonas Urbano – Rurales (hab)</i>		
1 – 500	60	15
501 – 1000	80	20
1001 – 2000	100	25
2001 – 3000	140	35
3001 – 5000	160	40
<i>Zonas Urbana</i>		
R-5 Barrios en Desarrollo (Área de 60 a 400 m²; frente de 6 a 15 m (mínimo))	100 a 120	25 a 30

Tabla 12. Dotación de Acuerdo Población.

5.3 TOPOGRAFÍA

A continuación se muestra un mapa catastral de la comunidad de El Balin, santa cruz de Yojoa, este mapa se obtuvo posterior al levantamiento topográfico, dicho mapa facilita el diseño del sistema de alcantarillado delimitando las áreas que tributan a la red.



Ilustración 17. Levantamiento Topográfico.

Fuente: Propia

Tramo #1

A continuación, se le presenta una tabla de resumen del tramo 1, esta tabla es arrojada por el programa de diseño para sistema de alcantarillado Akua.

PROYECTO	Tramo 1
Tramo R1-R0	
Q. Medio	1.66 L/s
Q. Diseño	5.29 L/s
Diámetro	200.00 mm
Cota Topog.	557.28 m
Invertida	555.89 m
Recubrim.	1.20 m
Excavación	1.50 m
VALORES TOTALES	
Cantidad de Tramos	24 u
Profundidad Promedio	1.67 m
Longitud	819.75 m
Area	0.00 ha.
Dens. de Pobl.	169.00 hab./ha
Población	2794 hab
Colchón de arena	49.19 m ³
Relleno Compactado	529.92 m ³
Relleno Manual	220.31 m ³
Excavación	825.32 m ³
EXCAVACIÓN EN TRAMOS	LONGITUD
(0 - 2) m	679.36 m
(2 - 4) m	140.39 m
TUBERÍA	LONGITUD
∅ 200.0 mm (8")	819.75 m
PROF. DE LOS NODOS	
(1.50 - 1.75) m	18 u
(1.75 - 2.00) m	3 u
(2.00 - 2.25) m	3 u
(2.25 - 2.50) m	1 u
CAIDAS	
(0 - 0.5) m	1 u

(0 - 1.0) m	1 u
Tramos cabecera	3 u
Tramos con 1 entradas	19 u
Tramos con 2 entradas	2 u

Tabla 13. Datos de akua

Fuente: Akua

Nodos

ID	X	Y	Cota Topog.	Orient.
R0	3,226.80	2,400.93	557.28	1
R1	3,226.05	2,390.35	557.69	2
R6	3,312.63	2,289.65	571.58	1
R5	3,283.59	2,352.53	564.1	3
R4	3,244.09	2,334.46	562.65	4
R2	3,237.95	2,330.71	562.62	4
R3	3,241.16	2,327.78	562.95	6
R7	3,237.99	2,300.03	564.85	2
R8	3,227.96	2,277.33	565.87	2
R9	3,219.32	2,249.12	566.8	2
R24	3,237.12	2,195.72	569.54	1
R10	3,210.83	2,204.08	567.08	5
R11	3,204.10	2,170.49	566.51	2
R12	3,203.09	2,161.41	566.49	2
R13	3,186.03	2,108.30	567.33	4
R14	3,195.36	2,065.19	568.5	2
R15	3,199.45	2,023.91	571	2
R16	3,200.50	1,965.69	573.56	2
R17	3,208.64	1,930.35	573.02	4
R18	3,215.86	1,920.17	572.75	4
R19	3,228.28	1,922.63	573.56	3
R20	3,238.73	1,976.22	577.57	2
R21	3,245.73	2,000.69	578.69	2
R22	3,253.04	2,036.42	579.94	4
R23	3,297.45	2,047.43	585.92	1

Tabla 14. Tabla de nodos

Fuente: Akua.

Tramos

ID	Materia l	Diametr o	Longitu d	S %	Tensio n Tr.	Velocida d	Y/D	Y.Norm .	Y.Crit .	N.Froud e
R24- R10	PVC	200	27.69	8.88	8.24	1.48	0.0 8	0.01	0	4.74
R23- R22	PVC	200	46.14	12.96	11.03	1.69	0.0 7	0.01	0	5.67
R22- R21	PVC	200	36.49	3.426	3.94	1.06	0.1	0.02	0	3.03
R21- R20	PVC	200	25.48	4.396	4.78	1.16	0.0 9	0.02	0	3.4
R20- R19	PVC	200	54.75	7.324	7.1	1.38	0.0 8	0.02	0	4.33
R19- R18	PVC	200	12.69	6.383	6.38	1.32	0.0 8	0.02	0	4.06
R18- R17	PVC	200	12.47	0.67	1.11	0.6	0.1 4	0.03	0	1.4
R17- R16	PVC	200	36.27	0.67	1.11	0.6	0.1 4	0.03	0	1.4
R16- R15	PVC	200	58.28	2.442	3.04	0.94	0.1 1	0.02	0	2.58
R15- R14	PVC	200	41.56	6.015	6.1	1.29	0.0 9	0.02	0	3.95
R14- R13	PVC	200	44.12	2.652	3.55	1.03	0.1 1	0.02	0	2.71
R13- R12	PVC	200	55.79	1.506	2.33	0.86	0.1 3	0.03	0	2.08
R12- R11	PVC	200	9.14	0.544	1.06	0.6	0.1 7	0.03	0	1.28
R11- R10	PVC	200	34.26	0.53	1.05	0.6	0.1 7	0.03	0.01	1.27
R10- R9	PVC	200	45.84	0.5	1.05	0.61	0.1 9	0.04	0.01	1.23
R9-R8	PVC	200	29.52	0.54	1.13	0.63	0.1 9	0.04	0.01	1.28
R8-R7	PVC	200	24.83	4.108	6.57	1.45	0.1 4	0.03	0	3.45
R7-R3	PVC	200	28	6.785	9.81	1.74	0.1 2	0.02	0	4.39
R6-R5	PVC	200	69.67	9.837	9.54	1.58	0.0 7	0.01	0	5.19
R5-R4	PVC	200	43.47	3.336	3.86	1.05	0.1	0.02	0	2.99
R4-R3	PVC	200	7.3	0.67	1.11	0.6	0.1 4	0.03	0	1.4
R3-R2	PVC	200	4.35	0.501	1.46	0.75	0.2 7	0.05	0.01	1.26
R2-R1	PVC	200	61.02	8.013	12.86	2.03	0.1 4	0.03	0	4.82

R1-R0	PVC	200	10.62	3.861	7.61	1.61	0.1 7	0.03	0	3.41
-------	-----	-----	-------	-------	------	------	----------	------	---	------

Tabla 15. Detalles de Tramos

Generales

ID	Sector	Dens. de Pobl.	Dotación	Tipo de Tub.
R24-R10	Sect-1	169	176	New
R23-R22	Sect-1	169	176	New
R22-R21	Sect-1	169	176	New
R21-R20	Sect-1	169	176	New
R20-R19	Sect-1	169	176	New
R19-R18	Sect-1	169	176	New
R18-R17	Sect-1	169	176	New
R17-R16	Sect-1	169	176	New
R16-R15	Sect-1	169	176	New
R15-R14	Sect-1	169	176	New
R14-R13	Sect-1	169	176	New
R13-R12	Sect-1	169	176	New
R12-R11	Sect-1	169	176	New
R11-R10	Sect-1	169	176	New
R10-R9	Sect-1	169	176	New
R9-R8	Sect-1	169	176	New
R8-R7	Sect-1	169	176	New
R7-R3	Sect-1	169	176	New
R6-R5	Sect-1	169	176	New
R5-R4	Sect-1	169	176	New
R4-R3	Sect-1	169	176	New
R3-R2	Sect-1	169	176	New
R2-R1	Sect-1	169	176	New
R1-R0	Sect-1	169	176	New

Tabla 16. Detalles de tramos

Tramo 1 tabla resumen			
Pozo	Velocidad	Pendiente %	Long. Tramo
R23	1.69	12.9606	46.14
R22	1.06	3.4256	36.49
R21	1.16	4.3956	25.48
R20	1.38	7.3242	54.75
R19	1.32	6.3830	12.69
R18	0.6	2.1652	12.47
R17	0.6	1.4888	36.27

R16	0.94	4.3926	58.28
R15	1.29	6.0154	41.56
R14	1.03	2.6519	44.12
R13	0.86	1.5056	55.79
R12	0.6	0.2188	9.14
R11	0.6	1.6637	34.26
R10	0.62	0.6108	45.84
R9	0.66	3.1504	29.52
R8	1.57	4.1079	24.83
R7	1.9	6.7857	28
R6	1.58	10.7363	69.67
R5	1.05	3.3356	43.47
R4	0.6	4.1096	7.3
R3	0.83	7.5862	4.35
R2	2.26	8.0793	61.02
R1	1.8	3.8606	10.62
			792.06

Ilustración 18. Tabla resumen tramo#1.

Fuente: Propia

Tramo #2

PROYECTO	Parte2
Tramo R1-R0	
Q. Medio	1.50 L/s
Q. Diseño	3.87 L/s
Diámetro	200.00 mm
Cota Topográfica	534.12 m
Invertida	532.72 m
Recubrimiento	1.20 m
Excavación	1.50 m
VALORES TOTALES	
Cantidad de Tramos	25 u
Profundidad Promedio	2.50 m
Longitud	727.41 m
Área	0.00 ha.
Densidad poblacional	159.00 hab./ha
Población	0 hab

Colchón de arena	43.64 m3
Relleno Compactado	814.64 m3
Relleno Manual	195.50 m3
Excavación	1,076.77 m3
EXCAVACIÓN EN TRAMOS	LONGITUD
(0 - 2) m	539.33 m
(2 - 4) m	82.17 m
(4 - 6) m	11.92 m
(6 - 8) m	93.99 m
TUBERÍA	LONGITUD
∅ 200.0 mm (8")	727.41 m
PROF. DE LOS NODOS	
(1.50 - 1.75) m	20 u
(1.75 - 2.00) m	1 u
(> 4.0) m	5 u
CAIDAS	
Tramos cabecera	4 u
Tramos con 1 entradas	18 u
Tramos con 2 entradas	3 u

Tabla 17, Dato generales

Fuente: Akua

Nodos

ID	X	Y	Cota Topog.	Orient.
R13	3,134.17	2,571.21	556.19	4
R14	3,135.54	2,581.76	556.79	1
R0	3,331.40	2,648.69	534.12	1
R1	3,320.01	2,636.54	537.71	2
R16	3,219.49	2,637.05	546.67	5
R17	3,188.48	2,643.65	548.28	2
R18	3,156.43	2,647.78	549.29	2
R19	3,140.15	2,647.78	549.7	3
R20	3,139.88	2,635.02	551.63	2
R21	3,132.73	2,582.69	556.79	1
R7	3,278.93	2,524.01	559.23	4
R8	3,247.77	2,532.87	562.19	2
R9	3,226.86	2,537.58	561.14	2
R11	3,149.67	2,558.24	557.04	2

R12	3,141.66	2,561.30	555.95	3
R2	3,299.87	2,620.11	543.28	6
R3	3,298.02	2,592.34	547.8	2
R4	3,296.66	2,570.80	550.63	2
R5	3,294.44	2,549.06	553.67	2
R6	3,288.11	2,516.47	558.27	3
R15	3,257.84	2,628.44	545.84	5
R24	3,249.06	2,567.26	555.97	2
R23	3,253.83	2,590.96	552	2
R25	3,247.76	2,535.60	562.19	1
R22	3,252.88	2,706.45	548	1
R10	3,188.27	2,547.91	559.09	2

Tabla 18. Tabla de nodos, Tramo#2

Fuente: Akua.

Tramos

ID	Materia l	Diametr o	Longitu d	S %	Tensio n Tr.	Velocida d	Y/D	Y.Norm .	Y.Crit .	N.Froud e
R25-R24	PVC	200	32.29	19.262	14.98	1.94	0.06	0.01	0	6.86
R24-R23	PVC	200	24.5	16.206	13.11	1.83	0.07	0.01	0	6.31
R23-R15	PVC	200	38.2	16.125	13.06	1.82	0.07	0.01	0	6.3
R22-R16	PVC	200	77.03	1.727	2.32	0.84	0.11	0.02	0	2.19
R21-R20	PVC	200	53.07	9.724	8.84	1.53	0.08	0.01	0	4.95
R20-R19	PVC	200	12.91	14.95	12.32	1.78	0.07	0.01	0	6.07
R19-R18	PVC	200	16.29	2.517	3.11	0.95	0.1	0.02	0	2.62
R18-R17	PVC	200	32.33	3.124	3.67	1.03	0.1	0.02	0	2.9
R17-R16	PVC	200	31.75	5.071	5.34	1.22	0.09	0.02	0	3.64
R16-R15	PVC	200	39.31	2.112	2.71	0.9	0.11	0.02	0	2.41
R15-R2	PVC	200	42.92	5.964	7.1	1.43	0.1	0.02	0	4.01
R14-R13	PVC	200	10.65	5.633	5.79	1.26	0.09	0.02	0	3.83
R13-R12	PVC	200	12.43	1.931	2.53	0.87	0.11	0.02	0	2.31
R12-R11	PVC	200	8.65	0.67	1.11	0.6	0.14	0.03	0	1.4

R11-R10	PVC	200	40	0.67	1.11	0.6	0.14	0.03	0	1.4
R10-R9	PVC	200	40	0.67	1.11	0.6	0.14	0.03	0	1.4
R9-R8	PVC	200	21.46	0.67	1.11	0.6	0.14	0.03	0	1.4
R8-R7	PVC	200	32.53	0.67	1.11	0.6	0.14	0.03	0	1.4
R7-R6	PVC	200	11.92	0.671	1.11	0.6	0.14	0.03	0	1.4
R6-R5	PVC	200	33.52	3.713	4.2	1.09	0.1	0.02	0	3.14
R5-R4	PVC	200	22.07	13.774	11.57	1.73	0.07	0.01	0	5.84
R4-R3	PVC	200	21.76	13.004	11.06	1.69	0.07	0.01	0	5.68
R3-R2	PVC	200	28.2	16.026	13	1.82	0.07	0.01	0	6.28
R2-R1	PVC	200	26.58	20.952	24.53	2.66	0.1	0.02	0	7.58
R1-R0	PVC	200	17.03	21.078	24.7	2.67	0.1	0.02	0	7.61

Tabla 19. Tabla de tramos 2

Nodos Entrantes

ID	Nodo 1	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
R25-R24	R25	562.19	560.99	560.69	560.79	560.81	1.2	1.5	0
R24-R23	R24	555.97	554.77	554.47	554.58	554.59	1.2	1.5	0
R23-R15	R23	552	550.8	550.5	550.6	550.62	1.2	1.5	0
R22-R16	R22	548	546.8	546.5	546.6	546.63	1.2	1.5	0
R21-R20	R21	556.79	555.59	555.29	555.4	555.41	1.2	1.5	0
R20-R19	R20	551.63	550.43	550.13	550.23	550.25	1.2	1.5	0
R19-R18	R19	549.7	548.5	548.2	548.3	548.32	1.2	1.5	0
R18-R17	R18	549.29	548.09	547.79	547.9	547.91	1.2	1.5	0
R17-R16	R17	548.28	547.08	546.78	546.89	546.9	1.2	1.5	0
R16-R15	R16	546.67	545.47	545.17	545.28	545.3	1.2	1.5	0
R15-R2	R15	545.84	544.64	544.34	544.45	544.46	1.2	1.5	0
R14-R13	R14	556.79	555.59	555.29	555.4	555.41	1.2	1.5	0
R13-R12	R13	556.19	554.99	554.69	554.79	554.82	1.2	1.5	0

R12-R11	R12	555.95	554.75	554.45	554.55	554.58	1.2	1.5	0
R11-R10	R11	557.04	554.69	554.39	554.5	554.52	2.35	2.65	0
R10-R9	R10	559.09	554.42	554.12	554.23	554.26	4.67	4.97	0
R9-R8	R9	561.14	554.16	553.86	553.96	553.99	6.98	7.28	0
R8-R7	R8	562.19	554.01	553.71	553.82	553.84	8.18	8.48	0
R7-R6	R7	559.23	553.79	553.49	553.6	553.63	5.44	5.74	0
R6-R5	R6	558.27	553.71	553.41	553.52	553.54	4.56	4.86	0
R5-R4	R5	553.67	552.47	552.17	552.28	552.29	1.2	1.5	0
R4-R3	R4	550.63	549.43	549.13	549.23	549.25	1.2	1.5	0
R3-R2	R3	547.8	546.6	546.3	546.41	546.42	1.2	1.5	0
R2-R1	R2	543.28	542.08	541.78	541.89	541.9	1.2	1.5	0
R1-R0	R1	537.71	536.51	536.21	536.32	536.33	1.2	1.5	0

Tabla 20. Nodos Entrantes.

Fuente: Akua

Generales

ID	Sector	Densidad de Población.	Dotación	Tipo de Tub.
R25-R24	Sect-1	159	176	New
R24-R23	Sect-1	159	176	New
R23-R15	Sect-1	159	176	New
R22-R16	Sect-1	159	176	New
R21-R20	Sect-1	159	176	New
R20-R19	Sect-1	159	176	New
R19-R18	Sect-1	159	176	New
R18-R17	Sect-1	159	176	New
R17-R16	Sect-1	159	176	New
R16-R15	Sect-1	159	176	New
R15-R2	Sect-1	159	176	New
R14-R13	Sect-1	159	176	New
R13-R12	Sect-1	159	176	New
R12-R11	Sect-1	159	176	New
R11-R10	Sect-1	159	176	New
R10-R9	Sect-1	159	176	New
R9-R8	Sect-1	159	176	New
R8-R7	Sect-1	159	176	New
R7-R6	Sect-1	159	176	New
R6-R5	Sect-1	159	176	New
R5-R4	Sect-1	159	176	New
R4-R3	Sect-1	159	176	New
R3-R2	Sect-1	159	176	New
R2-R1	Sect-1	159	176	New
R1-R0	Sect-1	159	176	New

Tabla 21. Sección General.

Fuente: Akua.

Tabla resumen tramo 2			
ID	Velocidad	Pendiente %	Long. Tramo
R25-R24	1.94	19.2629297	32.29
R24-R23	1.83	16.2040816	24.5
R23-R9	1.82	16.1256545	38.2
R22-R10	0.84	1.72660003	77.03
R21-R20	1.2	4.89282386	21.46
R20-R19	1.22	5.125	40
R19-R18	1.22	5.125	40
R18-R17	1.67	12.6011561	8.65
R17-R16	0.6	1.93081255	12.43
R16-R15	0.6	5.18134715	11.58
R15-R14	1.42	9.72300735	53.07
R14-R13	1.81	14.9496514	12.91
R13-R12	1.05	2.51688152	16.29
R12-R11	1.14	3.12403341	32.33
R11-R10	1.36	5.07086614	31.75
R10-R9	1.03	2.11142203	39.31
R9-R2	1.67	5.96458527	42.92
R21-R7	1.49	9.09929296	32.53
R7-R6	1.43	8.05369128	11.92
R6-R5	1.72	13.7231504	33.52
R5-R4	1.73	13.7743543	22.07
R4-R3	1.69	13.0055147	21.76
R3-R2	1.82	16.0283688	28.2
R2-R1	2.78	20.9556057	26.58
R1-R0	2.79	21.0804463	17.03
			728.33

Ilustración 19. Tabla resumen tramo#2.

Fuente: Propia.

Generales

ID	Tramo		Cotas terreno natural		Área tributaria	Densidad	Dotación	Caudal aguas servidas		
	Pozo inicial	Pozo final	Pto. Inicio	Pto. Final				Caudal l/s	Q max diseño	Caudal acumulado
R19-R18	R19	R18	534.12	529.61	0.15	159	176	1.5	3.55	1.5
R18-R17	R18	R17	529.61	527.64	0.11	159	176	1.5	3.57	1.5
R17-R16	R17	R16	527.64	527	0.24	159	176	1.5	3.58	1.5
R16-R15	R16	R15	527	523.92	0.11	159	176	1.5	3.65	1.5
R15-R14	R15	R14	523.92	518.72	0.18	159	176	1.5	3.76	1.5
R14-R1	R14	R1	518.72	516.93	0.18	159	176	1.5	3.8	1.5
R13-R12	R13	R12	557.28	557	0.08	159	176	1.5	7.72	1.5
R12-R11	R12	R11	557	556.37	0.13	159	176	1.5	7.79	1.5
R11-R10	R11	R10	556.37	555.61	0.26	159	176	1.5	7.83	1.5
R10-R9	R10	R9	555.61	552.34	0.15	159	176	1.5	7.92	1.5
R9-R8	R9	R8	552.34	548.96	0.32	159	176	1.5	8.01	1.5
R8-R7	R8	R7	548.96	548.13	0.12	159	176	1.5	8.03	1.5
R7-R6	R7	R6	548.13	544.4	0.01	159	176	1.5	8.1	1.5
R6-R5	R6	R5	544.4	538.77	0.09	159	176	1.5	8.19	1.5
R5-R4	R5	R4	538.77	533.4	0.17	159	176	1.5	8.26	1.5
R4-R3	R4	R3	533.4	529.37	0.14	159	176	1.5	8.31	1.5
R3-R2	R3	R2	529.37	522.89	2.05	159	176	1.5	8.4	1.5
R2-R1	R2	R1	522.89	516.93	0.16	159	176	1.5	8.43	1.5
R1-R0	R1	R0	516.93	513.6	0.8	159	176	1.5	12.27	1.5

Tabla 22. Sección General.

Fuente: Akua.

Generales

Cotas invertidas						
Pto. Inicio	Pto. Final	Longitud tramo	Pendiente	Diámetro (mm)	Tirante	Velocidad
532.72	528.22	26.11	0.173	200	0.1	2.42
528.22	526.24	13.18	0.149	200	0.1	2.31
526.24	525.6	4.95	0.129	200	0.11	2.2
525.6	522.53	35.37	0.087	200	0.12	1.92
522.53	517.33	23.86	0.218	200	0.1	2.68
517.33	515.53	14.18	0.126	200	0.11	2.22
555.89	555.6	12.26	0.023	200	0.24	1.5
555.6	554.97	18.49	0.034	200	0.22	1.73
554.97	554.22	18.24	0.042	200	0.21	1.86
554.22	550.95	40.25	0.081	200	0.18	2.36
550.95	547.57	46.25	0.073	200	0.18	2.29
547.57	546.73	7.37	0.113	200	0.16	2.66
546.73	543.01	32.14	0.116	200	0.16	2.7
543.01	537.38	42.63	0.132	200	0.16	2.83
537.38	532.01	32.57	0.165	200	0.15	3.07
532.01	527.97	25.13	0.160	200	0.15	3.05
527.97	521.49	41.75	0.155	200	0.16	3.02
521.49	515.53	44.96	0.133	200	0.16	2.86
515.53	512.21	23.07	0.144	200	0.19	3.29

Tabla 23. Sección General.

Fuente: Akua.

Tabla de resumen tramo 3			
ID	Velocidad	Pendiente %	Long. Tramo
R19-R18	2.42	17.273	26.11
R18-R17	2.31	14.947	13.18
R17-R16	2.2	12.929	4.95
R16-R15	1.92	8.708	35.37
R15-R14	2.68	21.794	23.86
R14-R1	2.22	12.623	14.18
R13-R12	1.5	2.284	12.26
R12-R11	1.73	3.407	18.49
R11-R10	1.86	4.167	18.24
R10-R9	2.36	8.124	40.25
R9-R8	2.29	7.308	46.25
R8-R7	2.66	11.262	7.37
R7-R6	2.7	11.605	32.14

R6-R5	2.83	13.207	42.63
R5-R4	3.07	16.488	32.57
R4-R3	3.05	16.037	25.13
R3-R2	3.02	15.521	41.75
R2-R1	2.86	13.256	44.96
R1-R0	3.29	14.434	23.07
			502.76

Ilustración 20. Tabla resumen tramo#3.

Fuente: Propia

ID	Tramo		Cotas terreno natural		Área tributaria	Densidad	Dotación	Caudal aguas servidas		
	Pozo inicial	Pozo final	Pto. Inicio	Pto. Final				Caudal l/s	Q max diseño	Caudal acumulado
B10-B9	B10	B9	521.2	517.01	0.04	159	176	0.01	0.05	0.01
B9-B3	B9	B3	517.01	513.98	0.06	159	176	0.01	0.11	0.02
B8-B7	B8	B7	515.99	516.18	0.06	159	176	0.01	0.07	0.02
B7-B6	B7	B6	516.18	515.08	0.1	159	176	0.02	0.18	0.04
B6-B5	B6	B5	515.08	514.43	0.06	159	176	0.03	0.25	0.06
B5-B4	B5	B4	514.43	514.31	0.1	159	176	0.04	0.36	0.09
B4-B3	B4	B3	514.31	513.98	0.07	159	176	0.05	0.44	0.11
B3-B2	B3	B2	513.98	513.38	0.08	159	176	0.08	0.64	0.15
B2-B1	B2	B1	513.38	513.26	0.08	159	176	0.09	0.72	0.17
B1-B0	B1	B0	513.26	512.99	0.18	159	176	0.11	0.91	0.22
A3-A2	A3	A2	513.86	513.14	0.08	159	176	0.01	0.09	0.02
A2-A1	A2	A1	513.14	513.08	0.49	159	176	0.07	0.59	0.15
A1-B0	A1	B0	513.08	512.99	0.42	159	176	0.13	1.02	0.26

Tabla 24. Sección General.

Fuente: Akua.

Cotas invertidas						
Pto. Inicio	Pto. Final	Longitud tramo	Pendiente %	Diametro (mm)	Tirante	Velocidad
519.8	515.61	23.65	1.77	200	0.01	0.65
515.61	512.59	33.31	0.91	200	0.02	0.68
514.59	514.47	24.94	0.08	200	0.04	0.22
514.47	513.68	11.13	0.99	200	0.03	0.71
513.68	513.03	12.25	0.53	200	0.04	0.72

513.03	512.89	19.75	0.06	200	0.07	0.4
512.89	512.59	31.79	0.10	200	0.07	0.47
512.59	511.98	31.52	0.19	200	0.07	0.67
511.98	511.86	9.92	0.12	200	0.09	0.59
511.87	511.59	15.33	0.18	200	0.09	0.72
512.47	511.74	29.83	0.24	200	0.03	0.4
511.74	511.68	10.45	0.06	200	0.1	0.43
511.68	511.59	8.91	0.10	200	0.11	0.62

Tabla 25. Sección General.

Fuente: Akua.

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES

- 1) La comunidad de El Balin cuenta con un área de 169,200 m², según la municipalidad de Santa Cruz de Yojoa esta comunidad contiene una pendiente máxima de hasta 21% en longitud de 23 metros y una pendiente mínima en el sistema de 5%, cuenta con 2 nacientes de agua en su periferia, una de estas 2 nacientes se encuentra totalmente contaminada, por lo que la necesidad de un sistema de alcantarillado sanitario es de suma urgencia para la protección de los entes hídricos de la zona, brindando un mejor nivel de salubridad para 1746 habitantes de El Balin.
- 2) Se implementarán 2313 metros de tubería para todo el sistema trabajando con un diámetro de 8" SDR41 en toda la red, siendo este un sistema de gravedad para la mayoría de los sectores excluyendo algunos que por causas de relieve no pueden ser añadidos al sistema principal.
- 3) El sistema de alcantarillado sanitario cuenta con 2 diferentes alturas de pozos haciendo un total de 91 pozos en todo el sistema, 82 pozos de 1.5 metros de altura, 9 pozos de 2.5 metros de altura, el material base será de ladrillo rafón rustico.
- 4) El costo total del proyecto bajo las consideraciones de diseño y constructivas ronda un precio total neto de L 5,472,486.09. especificadas en las fichas de costo correspondientes para cada actividad.
- 5) Ubicación final de evacuación de los residuos sólidos y líquidos provenientes del sistema de alcantarillado, indicado por la municipalidad es en el kilómetro 177 de la carretera principal CA-5, siendo este un lugar de suma eficiencia por las depresiones topográficas facilitando la descarga del sistema y fue el propuesto en él diseño.

CAPITULO VII RECOMENDACIONES

- 1) Diseñar y construir una planta de tratamiento para las aguas residuales que proceden del sistema de alcantarillado para la comunidad de Él Balin, antes de evacuarse a un cuerpo receptor, dicha planta se recomienda ubicar en el kilómetro 177 de la carretera hacia Tegucigalpa CA-5, ya que el relieve de la zona lo permite, y que la municipalidad cuenta con 8 manzanas de terreno en esta ubicación.
- 2) En el sector donde fue propuesto un sistema de bombeo, se recomienda realizar este proyecto en un futuro debido a que por los momentos por la poca presencia de habitantes en esta zona el sistema no podría funcionar por gravedad, se recomienda realizar esa estación de bombeo dentro de unos años ya que en este momento no sería óptimo por el análisis costo beneficio.
- 3) En el sector donde el sistema de alcantarillado no puede funcionar por gravedad se recomienda utilizar pozos sépticos hasta el momento que la economía de la zona permita la utilización de estación de bombeo.
- 4) Se recomienda la construcción de un centro de salud en la comunidad de El Balin ya que el centro de salud utilizado por 1746 personas residentes en la zona, está ubicado a 11 kilómetros de la comunidad y está ubicado en Santa Cruz de Yojoa, volviendo el deficiente el nivel de salubridad de estos habitantes.
- 5) Según la tabla de categorización ambiental, el proyecto se clasifica como un proyecto categoría #2.
- 6) En lugares donde la tubería alcance una pendiente mayor al 15% se utilizará pozos con anclajes o pozos de caída según especificaciones del SANAA.

BIBLIOGRAFÍA

AMHON, M. de S. C. de Y. (2014). Plan estratégico territorial de Santa Cruz de Yojoa, 19.

Calderón, R. V. (2019). Aguas Residuales.INFO.

Calderón, D. (Julio de 1997). Dr Calderón Labs. Obtenido de http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/Determinacion_de_DBO5.htm

Gobierno de la republica de Honduras . (2018). Coalianza . *Comision para la promocion de la alianza publico privada* , 7-12.

Colombia, F. y. (2018). Blog Fibras y Normas de Colombia S.A.S. Obtenido de <https://www.fibrasynormasdecolombia.com/terminos-definiciones/caudal-definicion-y-metodos-de-medicion/>

C.V, A. T. (2019). Aclara.mx. Obtenido de <http://aclara.mx/faq/que-son-los-lodos-desecho-residuales/>

Cooperación Española, A. G. (2016). Alcantarillado Sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, p. 1.

ENEE, C. (2019). Empresa Nacional de Energía Eléctrica, p. 2.

Gobierno de la república, C. (2016). Gobierno de la Republica de Honduras, p. 1.

Gobierno de la Republica de Honduras. (2015), p. 1.

Gloria María Argueta, G. de la R. de H. (2015). Coalianza, p. 1.

Héctor Padilla, D. el P. (2019). Unitec, p. 1.

José Laínez, C. (2016). Coalianza, p. 2.

Organizacion de las naciones unidas para la alimentacion . (2016). Honduras . *FAO*, 2-6.

Roberto Pineda, L. P. (2013). Santa Cruz de Yojoa, p. 1.

SANAA. (1961). Reglamento de Instalaciones y Servicios de Abastecimiento de Agua y sus Reformas.

Salud, O. M. (2018). *OMS Saneamiento*. Obtenido de <https://www.who.int/topics/sanitation/es/>

S.A.S, F. y. (2018). *Blog Fibras y Normas de Colombia S.A.S.* Obtenido de <https://www.fibrasynormasdecolombia.com/terminos-definiciones/aguas-residuales-definicion-e-importancia-2/>

Secretaría General del Sistema de la Integración Centroamericana., A. de C. (2016). *Agenda Regional para la Gestión de las Excretas y Aguas Residuales en Centroamérica y República Dominicana FOCARD-APS*, p. 9.

Structuralia. (24 de Agosto de 2016). *Blog Structuralia.* Obtenido de <https://blog.structuralia.com/componentes-de-la-red-de-alcantarillado>

