



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO Y
ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA COMUNIDAD LA VICTORIA,
CANTÓN LIMÓN INDANZA”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL**

KLEVER LENÍN PELÁEZ RUIZ

TUTOR: Ing. Vicente Aurelio González Borja, M.Sc.

Cuenca – Ecuador

2018

CERTIFICACIÓN

Yo, Ing. Vicente Aurelio González Borja, M.Sc. certifico que el presente trabajo de titulación realizado por el Sr. Klever Lenin Peláez Ruiz, egresado de la UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN, fue elaborado de manera personal bajo mi dirección, con el tema “ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO Y ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA COMUNIDAD LA VICTORIA, CANTÓN LIMÓN INDANZA”.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ing. Vicente Aurelio González Borja, M.Sc.

DIRECTOR

DECLARACIÓN.

Yo, Sr. Klever Lenin Peláez Ruiz declaro bajo juramento que el presente trabajo de titulación, expuesto a continuación, es inédito y fue realizado con ideas y conceptos propios bajo mi responsabilidad.

Klever Lenin Peláez Ruiz.

DEDICATORIA

Dedico de manera especial a mis queridos padres Rosa Ruiz y Klever Peláez por el apoyo brindado, a mis hermanos, familiares y amigos por hacer de todos estos años de estudio una experiencia única, a mis profesores por su disposición, ya que con su ayuda y solidaridad he podido cumplir una etapa importante en mi vida.

AGRADECIMIENTO:

Agradezco a Dios por haberme dado la vida, carácter, sabiduría e inteligencia, para enfrentar los diversos obstáculos que se me han presentado en el transcurso de mi vida. A mis queridos padres, hermanos y familiares por su apoyo incondicional brindado para que yo pueda cumplir las metas que me he propuesto en la vida. De manera particular mi sincero agradecimiento al M.Sc. Vicente González Borja, quien supo orientarme con sus conocimientos y dedicación en el desarrollo del presente trabajo de titulación, a los docentes de la UCACUE por los conocimientos impartidos durante mi vida universitaria.

RESUMEN

El presente artículo resume los resultados obtenidos durante el desarrollo del trabajo de titulación denominado “Estudios y diseños del sistema de saneamiento y alcantarillado pluvial para la comunidad La Victoria, cantón Limón Indanza”.

El proyecto, se enfoca en el diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial utilizando materiales que brinden características de durabilidad para el periodo de diseño elegido y las condiciones de funcionamiento para la zona donde se ubica el proyecto; así mismo, se ha seleccionado un sistema de depuración de aguas residuales que sea económicamente factible, de fácil construcción con tecnologías disponibles en el medio, de fácil operación y mantenimiento, que ocupe el menor espacio posible y sea amigable con el medio ambiente.

Al constituirse un asentamiento concentrado y contar con una adecuada planificación urbana, el sistema cubre el cien por ciento de la población; paralelamente y por razones urbanísticas se ha proyectado la construcción de un sistema de drenaje simplificado aprovechando la topografía del terreno, así como la infraestructura vial que debe construirse con esta concepción.

Los costos de saneamiento ascienden a un monto de \$76,921.22; que representa \$480 por persona, valor enmarcado en los costos destinados para dar servicio a las zonas rurales de América Latina; el costo de operación y mantenimiento se ha estimado en \$2.63 por conexión domiciliaria.

Se concluye con la viabilización del proyecto, fundamentado en los grandes beneficios que se tendrán a corto, mediano y largo plazo.

PALABRAS CLAVE: SISTEMA DE SANEAMIENTO, ALCANTARILLADO SANITARIO, DRENAJE PLUVIAL, DEPURACIÓN DE AGUAS

ABSTRACT

This paper summarizes the results obtained during the development of the degree work “Studies and designs of the sanitation and sewage system for the community of La Victoria, in the Limón Indanza Canton”.

The project focuses on the design of a sanitary and storm sewer systems using materials that provide durability features for the chosen design period and the operating conditions for the area where the project is located; also, a sewage treatment system that is economically feasible, easy to build with available technologies, easy management and maintenance, to occupy the smallest possible space and be friendly with the environment.

When establishing a settlement and having an adequate urban planning, the system covers one hundred percent of the population; At the same time and for urban reasons, the building of a simplified drainage system has been planned taking advantage of the topography and road infrastructure.

Sanitation amount costs to \$ 76,921.22; which represents \$ 480 per person, value framed in costs of service for rural areas in Latin America; the cost of management and maintenance has been estimated at \$ 2.63 per household connection.

Concluding with the feasibility of the project, based on the great benefits in a short, medium and long term.

KEYWORDS: SANITATION SYSTEM, SANITARY SEWERAGE, DRAINAGE, WATER TREATMENT

ÍNDICE

CONTENIDO

| | |
|---|-----|
| Certificación..... | I |
| Declaración..... | II |
| Agradecimiento..... | III |
| Dedicatoria..... | IV |
| Resumen..... | V |
| Índice..... | VII |
| | |
| CAPÍTULO 1.- GENERALIDADES..... | 1 |
| 1.1 Introducción..... | 1 |
| 1.2 Antecedentes..... | 2 |
| 1.3 Planteamiento del problema..... | 2 |
| 1.4 Objetivos..... | 3 |
| 1.4.1 Objetivos generales..... | 3 |
| 1.4.2 Objetivos específicos..... | 3 |
| 1.5 Justificación..... | 4 |
| 1.6 Metodología..... | 6 |
| | |
| CAPÍTULO 2.- DESCRIPCIÓN DE LA COMUNIDAD..... | 8 |
| 2.1 Descripción de la sector de estudio..... | 8 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2 Servicio de agua potable..... | 10 |
| 2.3 Saneamiento..... | 10 |
| 2.4 Educación..... | 11 |
| 2.5 Condiciones socioeconómicas..... | 11 |
| 2.6 Recursos hídricos de la comunidad..... | 13 |
| 2.7 Administración de La Victoria..... | 14 |
| 2.8 Topografía del centro urbano de la comunidad..... | 14 |
| 2.9 Condiciones climatológicas..... | 15 |
| 2.10 Tipos y usos del suelo..... | 15 |
| 2.11 Propuesta para la concepción de los sistemas de alcantarillado..... | 16 |
| 2.11.1 Alcantarillado Sanitario..... | 16 |
| 2.11.2 Alcantarillado Pluvial..... | 18 |
| | |
| CAPÍTULO 3.- DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO..... | 19 |
| 3.1 Alcantarillado sanitario..... | 19 |
| 3.1.1 Alcantarillado convencional..... | 20 |
| 3.1.2 Elementos del alcantarillado convencional..... | 20 |
| 3.1.3 Profundidad y Ubicación de la red..... | 21 |
| 3.1.4 Pendiente..... | 21 |
| 3.1.5 Pozos de revisión..... | 22 |
| 3.1.6 Material de la tubería..... | 22 |
| 3.1.7 Descarga de aguas residuales..... | 22 |
| 3.1.8 Áreas De Aporte y trazado de la red..... | 23 |

| | |
|---|----|
| 3.2 Aspectos a considerar para el diseño de la red de alcantarillado sanitario..... | 24 |
| 3.3 Parámetros de diseño de alcantarillado..... | 24 |
| 3.3.1 Periodo de diseño..... | 24 |
| 3.3.2 Población de diseño y densidad poblacional..... | 24 |
| 3.3.3 Dotación de agua..... | 26 |
| 3.3.4 Diámetro..... | 27 |
| 3.3.5 Velocidad y coeficiente de rugosidad..... | 27 |
| 3.4 Determinación de Caudal de diseño..... | 28 |
| 3.4.1 Factor de retorno (C)..... | 28 |
| 3.4.2 Caudal de infiltración (Q_i)..... | 29 |
| 3.4.3 Caudal por conexiones erradas (Q_e)..... | 29 |
| 3.4.4 Caudales concentrados (Q_c)..... | 29 |
| 3.4.5 Coeficiente de flujo máximo (K)..... | 30 |
| 3.5 Cálculo del caudal de diseño..... | 30 |
| 3.6 Cuadro de cálculos..... | 33 |
| 3.6.1 Resumen de los Parámetros de Diseño..... | 33 |
| 3.6.2 Análisis de resultados..... | 33 |
| 3.6.3 Resumen cuadro de diseño..... | 34 |
| | |
| CAPÍTULO 4.- DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL..... | 36 |
| 4.1 Alcantarillado pluvial..... | 36 |
| 4.1.1 Situación actual del drenaje de aguas lluvia en la comunidad La Victoria..... | 36 |
| 4.1.2 Sistema de Drenaje Urbano Propuesto..... | 36 |

| | |
|---|----|
| 4.1.3 Hidrología..... | 37 |
| 4.1.4 Cual es el beneficio de no realizar un sistema de alcantarillado combinado..... | 38 |
| 4.1.5 Profundidad y ubicación de las tuberías..... | 38 |
| 4.1.6 Pendiente..... | 39 |
| 4.1.7 Pozos de revisión..... | 39 |
| 4.1.8 Material de la tubería..... | 39 |
| 4.1.9 Sumideros..... | 39 |
| 4.1.10 Cunetas..... | 39 |
| 4.1.11 Descarga..... | 40 |
| 4.1.12 Áreas de aporte y trazado de la red..... | 40 |
| 4.2 Parámetros de diseño | 40 |
| 4.2.1 Caudal de diseño de aguas lluvias..... | 40 |
| 4.2.2 Coeficiente de escorrentía (c)..... | 41 |
| 4.2.3 Período de retorno..... | 42 |
| 4.2.4 Intensidad de la lluvia (i)..... | 42 |
| 4.2.5 Tiempo de concentración (Tc)..... | 43 |
| 4.2.6 Diámetro..... | 44 |
| 4.2.7 Velocidad y coeficiente de rugosidad..... | 44 |
| 4.3 Cuadros de cálculos..... | 45 |
| 4.3.1 Resumen de los parámetros de diseño..... | 45 |
| 4.3.2 Análisis de resultados..... | 45 |
| 4.3.3 Resumen Cuadro de diseño..... | 46 |

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO 5.- FUNDAMENTOS TEORICOS Y DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES..... | 48 |
| 5.1 Fundamentos teóricos..... | 48 |
| 5.1.1 Definición de aguas residuales domésticas..... | 48 |
| 5.1.2 Características de las aguas residuales domésticas..... | 48 |
| 5.1.2.1 Características físicas – químicas..... | 48 |
| 5.1.2.2 Características Biológicas..... | 50 |
| 5.2 Condiciones de diseño para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)..... | 50 |
| 5.2.1 Periodo de diseño..... | 50 |
| 5.3 Caracterización del agua residual..... | 50 |
| 5.3.1 Límite permisible de descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor..... | 53 |
| 5.4 Elección de sistema de tratamiento de aguas residuales..... | 55 |
| 5.4.1 Tratamiento primario..... | 55 |
| 5.4.1.1 Definición de una fosa séptica..... | 55 |
| 5.4.1.2 Diseño de la fosa séptica..... | 56 |
| 5.4.2 Tratamiento secundario..... | 58 |
| 5.4.2.1 Definición de filtro anaerobio..... | 58 |
| 5.4.3 Dimensionamiento del filtro anaerobio..... | 59 |
| 5.4.4 Características del material de filtro..... | 63 |
| 5.5 Resumen del cálculo estructural de la fosa séptica y filtro anaerobio..... | 63 |
| 5.5.1 Propiedades de los materiales..... | 63 |

| | |
|---|----|
| 5.5.2 Diseño de los elementos de la Fosa Séptica..... | 63 |
| 5.5.2.1 Cargas de diseño..... | 64 |
| 5.5.2.2 Cálculo estructural..... | 64 |
| 5.5.3 Diseño de los elementos del filtro anaerobio..... | 66 |
| 5.5.3.1 Cargas de diseño..... | 67 |
| 5.5.3.2 Diseño estructural..... | 67 |
| 5.6 Operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales..... | 69 |
| 5.6.1 Operación de la fosa séptica..... | 70 |
| 5.6.1.1 Arranque de la fosa séptica..... | 70 |
| 5.6.1.2. Control de olores..... | 70 |
| 5.6.1.3 Protección e higiene personal..... | 70 |
| 5.6.2 Mantenimiento de la fosa séptica..... | 70 |
| 5.6.2.1 Precauciones y recomendaciones..... | 70 |
| 5.6.2.2 Impermeabilidad..... | 71 |
| 5.6.2.3 Limpieza de los componentes de la fosa séptica..... | 71 |
| 5.6.3 Retiro de lodos..... | 71 |
| 5.6.4 Operación y mantenimiento de filtros anaerobios..... | 72 |
| 5.6.5 Análisis de costos de operación y mantenimiento del sistema..... | 73 |
| 5.6.5.1 Costos del proyecto..... | 73 |
| 5.6.5.2 Costos de operación y mantenimiento..... | 74 |
| 5.6.6 Recuperación de los costos de operación y mantenimiento..... | 75 |

| | |
|--|--------|
| CAPÍTULO 6.- ESTUDIO DE IMPACTOS AMBIENTALES, PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS..... | 76 |
| 6.1 Estudio de impactos ambientales..... | 76 |
| 6.1.1 Introducción..... | 76 |
| 6.1.2 Clasificación del proyecto..... | 76 |
| 6.1.3 Ficha Ambiental..... | 77 |
| 6.2 Presupuesto..... | 86 |
| 6.2.1 Análisis de precios unitarios..... | 86 |
| 6.2.2 Costos indirectos..... | 86 |
| 6.2.3 Especificaciones técnicas..... | 87 |
| CAPÍTULO 7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 90 |
| 7.1 Conclusiones..... | 90 |
| 7.4 Recomendaciones..... | 91 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 93 |
| ANEXOS..... | 94 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Diámetros recomendados de pozos de revisión..... | 22 |
| Tabla 2. Tasas de crecimiento poblacional..... | 25 |
| Tabla 3. Dotaciones recomendadas..... | 26 |
| Tabla 4. Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados..... | 28 |

| | |
|--|----|
| Tabla 5. Valores de C para diversos tipos de superficies..... | 41 |
| Tabla 6. Calculo del coeficiente de esorrentía ponderado..... | 42 |
| Tabla 7. Intensidad de lluvia para diferentes periodos de retorno..... | 43 |
| Tabla 8. Composición típica de las aguas residuales domésticas..... | 53 |
| Tabla 9. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce..... | 54 |
| Tabla 10. Parámetros de diseño de filtro anaerobios..... | 61 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| <i>Figura 1:</i> Quebrada contaminada más cercana a la comunidad..... | 6 |
| <i>Figura 2:</i> Ave. Del Ejército, comunidad La Victoria..... | 6 |
| <i>Figura 3:</i> Ave. Del Ejército, comunidad La Victoria..... | 6 |
| <i>Figura 4:</i> Calle Teresa Suarez, comunidad La Victoria..... | 6 |
| <i>Figura 5:</i> División política de Limón Indanza..... | 9 |
| <i>Figura 6:</i> Comunidad La Victoria..... | 9 |
| <i>Figura 7:</i> Tasa de Analfabetismo Intercensal 2001 – 2010 (población de 15 y más años)..... | 11 |
| <i>Figura 8:</i> Población Ocupada por Rama de Actividad, cantón Limón Indanza..... | 12 |
| <i>Figura 9:</i> Porcentaje de personas pobres po NBI Intercensal 2001 – 2010..... | 13 |
| <i>Figura 10:</i> Esquema de los recursos hídricos de la comunidad..... | 14 |
| <i>Figura 11:</i> Uso del suelo, Total Nacional 2012..... | 16 |
| <i>Figura 12:</i> Plano general de alcantarillado sanitario..... | 17 |
| <i>Figura 13:</i> Forma geométrica del trazado de las áreas tributarias..... | 23 |
| <i>Figura 14:</i> Trazado de las áreas de aportación..... | 23 |
| <i>Figura 15:</i> Sección transversal de la vía..... | 37 |

| | |
|--|----|
| <i>Figura 16:</i> Trazado de las áreas de aportación..... | 40 |
| <i>Figura 17:</i> Análisis de aguas residuales de la parroquia San Miguel de Conchay, septiembre 2017..... | 51 |
| <i>Figura 18:</i> Análisis de aguas residuales de la parroquia San Miguel de Conchay, septiembre 2017..... | 52 |
| <i>Figura 19:</i> Esquema de una fosa séptica..... | 56 |
| <i>Figura 20:</i> Esquema de un filtro anaerobio..... | 59 |
| <i>Figura 21:</i> Dimensiones de la fosa séptica..... | 64 |
| <i>Figura 22:</i> Elementos de la fosa séptica y denominación de sus elementos..... | 65 |
| <i>Figura 23:</i> Dimensiones del filtro biológico..... | 67 |
| <i>Figura 24:</i> Elementos del filtro biológico y denominación de sus elementos..... | 68 |
| <i>Figura 25:</i> Extracción de lodos de una fosa séptica..... | 72 |

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES.

1.1 Introducción.

Debido al compromiso realizado entre el GAD Municipal del cantón Limón y la Universidad Católica de Cuenca para realizar los “ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO Y ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA COMUNIDAD LA VICTORIA, CANTÓN LIMÓN INDANZA”, ubicado en la provincia de Morona Santiago; con el objetivo de disponer de una red de alcantarillado sanitario y una planta de tratamiento que garantice la evacuación y depuración de las aguas residuales al curso de agua natural que se encuentra cerca al sitio del proyecto y evitar la contaminación del mismo. El alcantarillado pluvial permitirá a la comunidad tener una correcta recolección y evacuación de las aguas lluvias, ayudando al drenaje urbano de la comunidad, evitando posibles inundaciones. Estas obras se complementarán con el servicio de agua potable construido en el año 2015; con lo cual se podrá contar con un servicio integral de agua potable, saneamiento y drenaje; mejorando considerablemente las condiciones de vida de sus habitantes y disminuyendo el grado de contaminación del medio ambiente.

Con este objetivo se ha realizado los estudios y diseños que se describen en los siguientes capítulos; mismos que nos ha permitido establecer las inversiones en saneamiento cuyos costos están por debajo de los valores paramétricos para cada infraestructura y en cuanto al drenaje se plantea un sistema simplificado a fin de que sea viable su construcción para este tipo de saneamiento.

1.2 Antecedentes.

Los recursos con los que dispone el GAD de Limón Indanza no le permite realizar de forma oportuna la planificación del servicio de saneamiento; por lo que, la posibilidad del apoyo de la Universidad Católica empeñada en la transferencia del conocimiento y la vinculación con la comunidad propone a través de un trabajo de titulación realizar los estudios mencionados.

En la actualidad la comunidad La victoria no cuenta con ningún tipo de estudio realizado para la recolección de aguas residuales, aguas lluvias, construcción de una planta depuradora de aguas residuales, por ello el aporte de la Universidad Católica de Cuenca es oportuna para realizar los estudios de saneamiento y drenaje y complementar el servicio de agua potable recientemente implementado.

1.3 Planteamiento del problema.

Las aguas residuales de la comunidad son descargadas a la intemperie contaminando el medio ambiente e incluso produciendo daños a la salud de los pobladores de la comunidad. Tomando en cuenta que el mayor porcentaje de los pobladores de la comunidad se dedican a la ganadería y en menor cantidad a la agricultura; estas aguas residuales que terminan en las fuentes hídricas y en los mantos freáticos afectan la disponibilidad del agua para estos usos.

La solución a estos problemas de saneamiento consiste en la construcción de una red de alcantarillado para transportar las aguas residuales hasta una planta depuradora, para lo cual es necesario realizar los estudios y diseños respectivos considerando los parámetros técnicos establecidos en el Instituto Ecuatoriano De Normalización, en Las Normas de la Subsecretaria de Agua y Saneamiento y de ser necesario regirse a normativas internacionales , con todos estos

antecedentes se puede concluir que la construcción de una red de alcantarillado y una planta de depuración de aguas residuales es una prioridad para los habitantes de esta comunidad.

Actualmente el desarrollo del área urbana está limitado por la falta de servicios básicos como la recolección de las aguas residuales, aguas lluvia y la depuración de aguas residuales.

Con la ejecución de este proyecto se dará una solución integral al problema de agua y saneamiento y drenaje de aguas lluvia, teniendo en cuenta que hasta el momento se ha dado una solución parcial con el abastecimiento de agua potable, recientemente implementado y que este beneficio se complementará con la recolección, depuración y disposición final de las aguas residuales.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo General.

- Realizar los estudios y diseños definitivos de la red de alcantarillado sanitario y pluvial, y de la planta de depuración de aguas residuales de la comunidad La Victoria, de la parroquia San Antonio del cantón Limón Indanza.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Efectuar el levantamiento topográfico del centro urbano de La Victoria para realizar el proyecto de la red de aguas residuales y aguas lluvias. Establecer el área necesaria que será afectada para emplazar la planta de depuración de aguas residuales.
- Realizar los diseños de la red de alcantarillado sanitario y pluvial de acuerdo a la topografía de la zona, logrando la máxima cobertura en el área de servicio de la red de agua potable.

- Realizar el diseño de la planta de depuración, cumpliendo con los parámetros establecidos en la normativa vigente del Ecuador.
- Elaborar el presupuesto referencial en base a los precios unitarios y especificaciones técnicas vigentes en el GAD de Limón Indanza y elaborar los que no se dispongan.
- Facilitar los planos con todos los detalles que forman parte de la red de alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y planta depuradora de aguas residuales, en función de lo establecido por el Instituto Ecuatoriano De Normalización (INEN).
- Realizar el estudio de costos de operación y mantenimiento del sistema y establecer una tarifa para la sostenibilidad del servicio.
- Proponer la ficha ambiental de acuerdo a la normativa de presentación de proyectos de inversión.

1.5 Justificación.

El agua es considerada un factor esencial para el progreso económico y social de todo asentamiento humano, además es fundamental en el mantenimiento, equilibrio y evolución de los ecosistemas naturales.

El agua es un elemento vital para el hombre; siendo utilizada para satisfacer sus necesidades básicas y en las actividades que realiza para su desarrollo y subsistencia, es por eso que en la actualidad es de vital importancia cuidar los recursos hídricos de cualquier forma de contaminación.

Las aguas residuales no depuradas son la causa de la contaminación de recursos hídricos ya sean estos superficiales o subterráneos, de la contaminación del suelo, agua y el medio ambiente, teniendo como peor consecuencia afectaciones a la salud humana.

La solución del problema anteriormente planteado, es el diseño del red de alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y planta de depuración de aguas residuales para luego poder ser descargada en un cuerpo receptor, que para La Victoria sería una pequeña quebrada que pasa muy cerca de la comunidad, que cuenta con un caudal de 3.56 l/s. y se encuentra totalmente contaminada debido a que algunas casas descargan de forma directa sus aguas residuales, pudiendo observarse a simple vista el grado de contaminación que tiene actualmente. Esta quebrada a su vez descarga en el Rio Blanco a aproximadamente un kilómetro del centro urbano de la comunidad.

La construcción de esta infraestructura de saneamiento será de esencial beneficio para la comunidad en la que actualmente habitan 160 personas (32 viviendas) que tienen el servicio de agua potable sin que puedan evacuar las aguas residuales generadas. El proyecto permitirá a sus habitantes desarrollar sus actividades en un ambiente libre de contaminación, libre organismos patógenos y otros microorganismos que pueden causar daños a su salud.

El alcantarillado pluvial es muy importante en zonas con altas precipitaciones y superficies poco permeables, La Victoria al ser una comunidad pequeña con altas precipitaciones necesita de un sistema de drenaje de aguas lluvias ya sea mediante la construcción de cunetas, sumideros y la instalación de una red donde se considere necesario hasta ser descargada en un cuerpo receptor.



Figura 1: Quebrada contaminada más cercana a la comunidad.
Fuente: Autor



Figura 2: Ave. Del Ejército, comunidad La Victoria.
Fuente: Autor



Figura 3: Ave. Del Ejército, comunidad La Victoria.
Fuente: Autor



Figura 4: Calle Teresa Suarez, comunidad La Victoria.
Fuente: Autor

1.6 Metodología.

Para realizar los estudios ya mencionados para La Victoria, una vez que se aprobó la elaboración de este anteproyecto como trabajo de titulación, se procedió a realizar un

reconocimiento visual por las calles del centro urbano de la comunidad, determinar las características de vida de sus habitantes, determinar las condiciones sanitarias en las que viven, y verificar los servicios básicos con los que cuentan en la actualidad.

Las obras civiles para la disposición de las aguas residuales se diseñarán para un período de 20 años, mientras que la población futura se determinó utilizando el método geométrico, según lo determina la Secretaria del Agua.

Para determinar el caudal de diseño se considera el caudal de aguas residuales, un caudal por conexiones erradas y un caudal de aguas de infiltración.

Al ser un sistema convencional de alcantarillado se diseñaron redes de recolección determinando el caudal de diseño tramo por tramo, considerando el caudal acumulado por cada uno de ellos, verificando que la velocidad de diseño este dentro del rango de velocidad mínima y máxima establecido por las normas y por los fabricantes de tuberías plásticas, con un calado máximo de agua del 75% del diámetro.

Para el diseño de la red de alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y planta de depuración de aguas residuales se utilizó como base las normas establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS), Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), y en coordinación con el tutor buscar la mejor alternativa, tanto técnica como económica, para realizar los respectivos diseños.

Ya que se tengan todos los diseños aprobados por parte del tutor se coordinará con un técnico del GAD municipal para que certifique la validación de los mismos.

Se determinó el monto para la construcción del proyecto y los costos de operación y mantenimiento con el objetivo de establecer una tarifa. Para la ejecución de la obra, se ha llenado la ficha ambiental correspondiente para este tamaño de proyecto.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DE LA COMUNIDAD.

2.1. Descripción del sector de estudio.

La comunidad La Victoria, pertenece a la parroquia San Antonio, cantón Limón Indanza, provincia de Morona Santiago, de acuerdo con los datos geográficos WGS84 se encuentra a 793806 E y 9660479 N, limita al Norte con la parroquia Santa Susana de Chiviaza, al Este con el cantón Tiwintza, al sur con el Cantón San Juan Bosco y al Oeste con la parroquia San Miguel de Conchay, conforme se aprecia en la figura.

La comunidad la Victoria se encuentra en una zona de topografía variada, plana en algunas zonas y bastante inclinada en otras, la misma que está bordeada de una cadena de montañas un río y dos quebradas.

La mayor parte de terreno que bordea la comunidad ha sido adecuada con sembríos de pasto (gramalote) para la crianza de ganado vacuno.

La comunidad cuenta con los servicios básicos de agua potable, energía eléctrica, escuela, transporte público y telefonía móvil.

MAPA DEL CANTÓN LIMÓN INDANZA

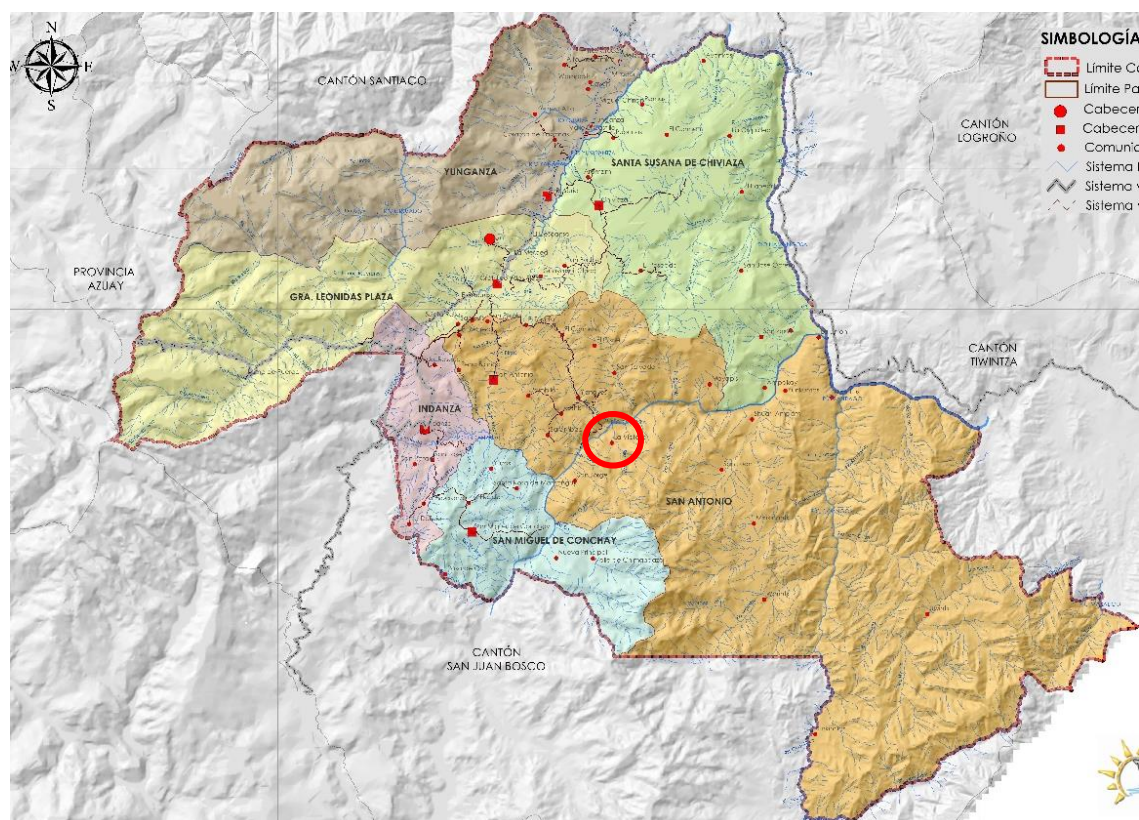


Figura 5: División política de Limón Indanza.
Fuente: Equipo Técnico PDOT. Limón Indanza, 2014.



Figura 6: Comunidad La Victoria.
Fuente: Equipo Técnico PDOT. Limón Indanza, 2014.

2.2 Servicio de agua potable.

La planta de tratamiento de agua potable y su red de distribución fueron construidos en el año 2015 por el GAD Municipal Del Cantón Limón Indanza y es administrado por el presidente de la comunidad, Sr. Bolívar Mostesdeoca, quien se encarga de coordinar trabajos de mantenimiento, gestionar y ejecutar las mejoras y ampliaciones necesarias en la red de distribución, hasta donde su capacidad técnica y financiera lo permita. Desde que se construyó la planta de agua potable y su red de distribución, el GAD Municipal del cantón Limón Indanza no ha elaborado ninguna ordenanza con el fin de implementar una tarifa para reunir fondos para darle un correcto mantenimiento a la planta de agua potable; combinado a esto, la reducida participación y colaboración de los habitantes de la comunidad hacen difícil que se mantenga el sistema de abastecimiento en buenas condiciones. Es importante mencionar que algunos pobladores de la comunidad no están de acuerdo con que se implemente una tarifa por este servicio, por ello han vivido todo este tiempo con agua entubada únicamente.

2.3 Saneamiento.

Como se mencionó anteriormente el sistema de agua potable tiene una cobertura del 100%; sin embargo la comunidad carece de un sistema de recolección y depuración de las aguas residuales, descargando sus aguas residuales a los drenajes naturales; por lo que existe una inminente contaminación del medio ambiente, lo cual resulta perjudicial para la salud de sus habitantes. Con la elaboración de este estudio se busca integrar el sistema de agua potable con un sistema de alcantarillado que recolecte y transporte las aguas servidas hasta una estación depuradora, previo el vertido en las quebradas aledañas.

Hasta la actualidad el GAD Municipal no ha implementado una tarifa para cobrar una tasa por el servicio de agua potable y saneamiento en ninguna comunidad rural del cantón Limón Indanza, lo que nos indica el poco interés por estos servicios.

2.4 Educación.

La comunidad de La Victoria cuenta con una escuela únicamente hasta el séptimo año de educación básica, con un total de nueve estudiantes, por este motivo los padres de familia se ven obligados a enviar a sus hijos a otros centros educativos para que puedan terminar sus estudios secundarios.

En la siguiente imagen podemos apreciar un cuadro comparativo de nivel de analfabetismo a nivel, cantonal, provincial y nacional, en la que podemos apreciar una reducción de 4.6 puntos porcentuales en el periodo 2001 – 2010.

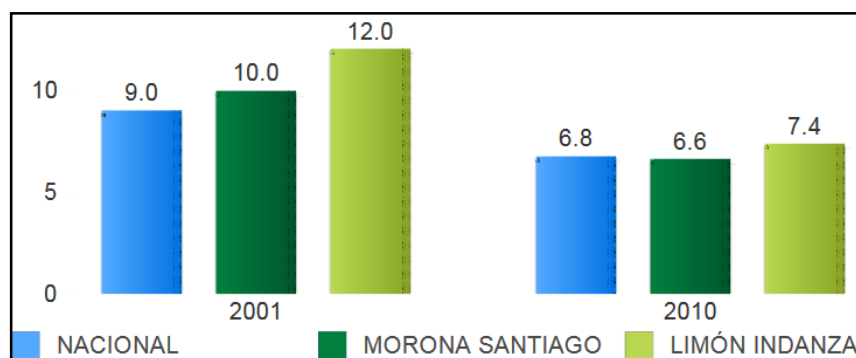


Figura 7: Tasa de Analfabetismo Intercensal 2001 – 2010 (población de 15 y más años).
Fuente: INEC - Censo de Población y Vivienda 2010.

2.5 Condiciones socioeconómicas.

La principal actividad económica de los pobladores de la comunidad es la crianza de ganado vacuno y a la producción de leche para luego convertirlo en queso, siendo esta actividad el principal sustento de sus familias. Para comercializar sus productos se ven en la necesidad de trasladarlos al cantón Limón Indanza, y para ello cuentan con servicio de transporte

interparroquial, un turno en la mañana y otro en la tarde, contando con una sola vía de acceso a la comunidad a una distancia de 40km aproximadamente.

También cultivan productos como: plátano, guineo, yuca, maíz, papa, granos básicos, caña de azúcar, entre otros. Estos productos son cultivados para su propio consumo, ya que no cuentan con el capital necesario para sembrar grandes extensiones de tierra lo que implica una mayor inversión en abono y en productos químicos para el control de plagas y otros insumos.

La comunidad no cuenta con una actividad comercial importante y las fuentes de empleo son escasas; los únicos negocios que existen son pequeñas tiendas con alimentos básicos, por este motivo la mayoría de jóvenes se ven en la necesidad de desplazarse a otros lugares para conseguir empleo.

En el censo realizado en el 2010 por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos se contabilizó un total de 2157 personas; 1073 hombres y 1084 mujeres que viven en la parroquia de San Antonio, mientras que la población del cantón Limón Indanza llega a los 9.7 mil habitantes (6.6% respecto a la provincia de Morona Santiago) y tiene una extensión de 1.8 mil km² que representan el 7.6% del territorio de la provincia.

En la siguiente imagen podemos observar algunos indicadores económicos del cantón Limón Indanza.

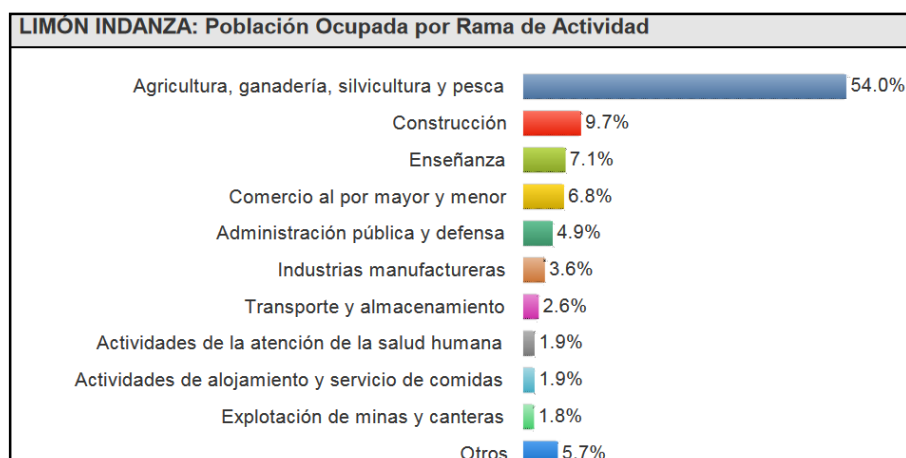


Figura 8: Población Ocupada por Rama de Actividad, cantón Limón Indanza.

Fuente: INEC - Censo de Población y Vivienda 2010.

Entre los indicadores sociales más importante tenemos el porcentaje de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) que es del 6.9% con respecto de la provincia de Morona Santiago.

En la siguiente imagen podemos observar el porcentaje de personas pobres por NBI Intercensal 2001 – 2010, tanto a nivel nacional, provincial y cantonal.

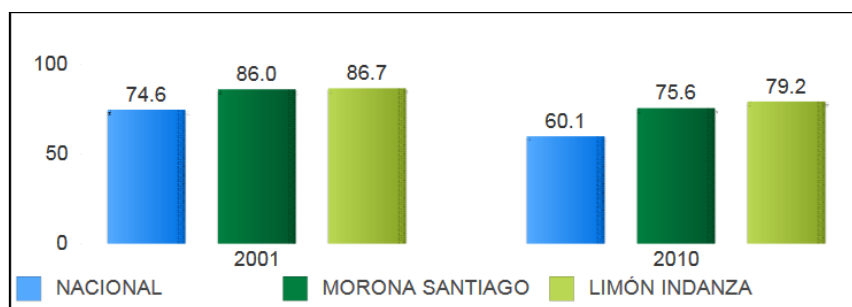


Figura 9: Porcentaje de personas pobres po NBI Intercensal 2001 – 2010.
Fuente: INEC - Censo de Población y Vivienda 2010.

En el cantón Limón Indanza la tasa de analfabetismo de las mujeres es del 9.7% y en los hombres es del 5.0%.

Los ingresos económicos de la gente que se dedica a la ganadería están por encima de un salario básico ya que la producción de leche y queso es continua y también comercializan cabezas de ganado cada cierto tiempo.

2.6 Recursos hídricos de la comunidad.

La comunidad cuenta con tres fuentes hídricas, dos quebradas y un río (Río Blanco).

La captación para la distribución del agua potable se hace desde la quebrada 1 (Q = 21 l/s), pero por razones topográficas la descarga de aguas residuales (previamente depuradas) se hará a la quebrada más pequeña tomando en cuenta que desemboca en el Río Blanco.

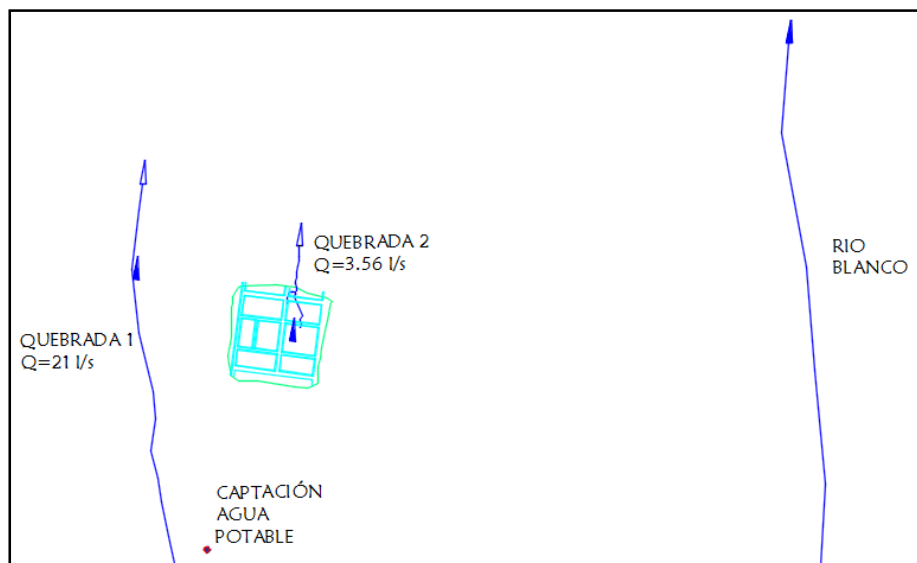


Figura 10: Esquema de los recursos hídricos de la comunidad.

Fuente: Autor.

2.7 Administración de La Victoria.

El presidente de la comunidad es el Sr. Bolívar Mostesdeoca. La comunidad de La Victoria pertenece a la parroquia San Antonio, siendo presidente de la junta parroquial el Señor Domingo Antún, misma que pertenece al cantón Limón Indanza siendo su máxima autoridad el Dr. Freddy Bolívar Torres Montenegro.

2.8 Topografía del centro urbano de la comunidad.

El centro urbano de la comunidad presenta una topografía con pendientes que varían hasta un 20,00 %.

El levantamiento topográfico entregado por el GAD municipal presenta curvas de nivel equidistantes cada 5 metros, razón por la cual se procedió a realizar una nivelación geométrica para diseñar las redes de alcantarillado sanitario y pluvial.

2.9 Condiciones climatológicas.

El clima en la comunidad La Victoria se caracteriza por ser cálido, con una temperatura promedio de 23 °C. El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), publica anuarios con información pluviométrica y climatológica de diferentes regiones del país. En el siguiente cuadro se observa información pluviométrica de dos estaciones cercanas al lugar de estudio.

| CÓDIGO | NOMBRE DE LA ESTACIÓN | PRECIPITACIÓN ANUAL (mm). | CANTÓN | ANUARIO – AÑO DE PUBLICACIÓN. |
|--------|------------------------|---------------------------|------------|-------------------------------|
| M0189 | GUALAQUIZA - INAMHI | 1783.7 | GUALAQUIZA | 2014 |
| M0189 | GUALAQUIZA - INAMHI | 18444.7 | GUALAQUIZA | 2015 |
| M1040 | MACAS – SAN ISIDRO-PNS | 3439.0 | MORONA | 2014 |
| M1040 | MACAS – SAN ISIDRO-PNS | 2836.2 | MORONA | 2015 |

2.10 Tipos y usos del suelo.

El uso de suelo, se refiere a la tipo de uso de las tierras en los sectores rurales del país o cualquier región en particular.

La Victoria es una comunidad de se dedica principalmente a la ganadería y para ello ha adecuado sus suelos con pastos para la crianza de ganado vacuno, pudiéndose observar grandes extensiones de gramalote y bosque natural. En el Ecuador existen 5'235.550 cabezas de ganado, de las cuales 266.207 están en la provincia de Morona Santiago, lo que representa el 5% del total nacional, las cuales producen un total de leche de 167.470 litros anuales de leche, (ESPAC 2012). En la siguiente imagen podemos apreciar los diferentes usos del suelo de la región Oriente.

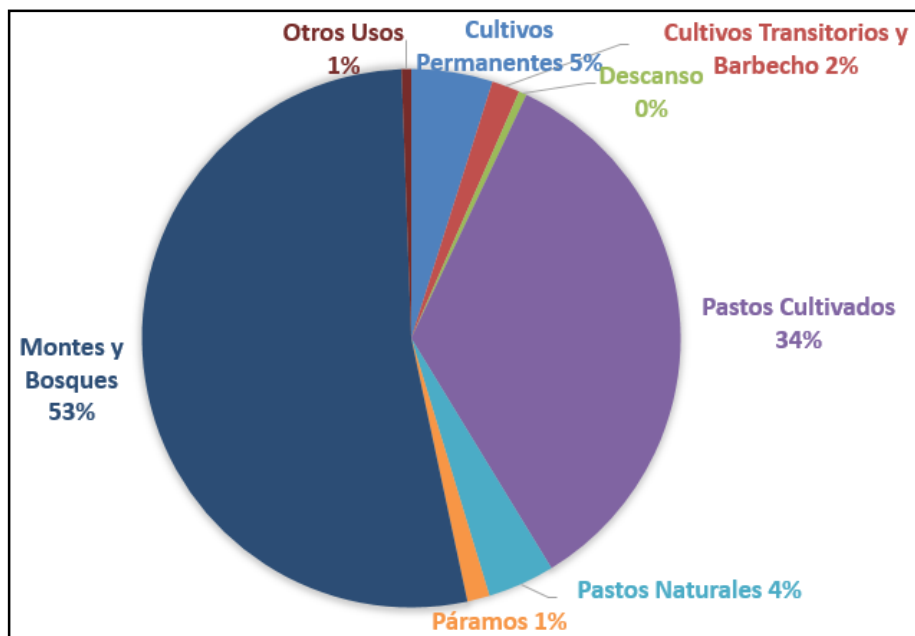


Figura 11: Uso del suelo, Total Nacional 2012.

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) – 2012.

Los resultados del estudio de suelos realizado previo la construcción de la red de agua potable y según la clasificación AASHTO, se trata de un suelo tipo A-2-4. Este grupo contiene suelos granulares que contienen por lo menos un 35% de material que pasa el tamiz N°200. En estos subgrupos se encuentran los suelos compuestos por grava y arena gruesa, con índices de plasticidad mayores a 6 y tienen una calificación de excelente a bueno.

2.11 Propuesta para la concepción de los sistemas de alcantarillado.

2.11.1 Alcantarillado Sanitario.

Para el diseño del alcantarillado sanitario se tomaron en cuenta varios factores como: topografía, población, distribución de las vías, desarrollo del sector, ocupación de sus habitantes, servicios básicos con los que cuentan actualmente; como los más importantes con el fin de realizar el diseño más viable tanto técnica como económicamente.

El trazado de la red se realiza únicamente en las calles donde esté instalada la red de agua potable; pero en las áreas de aporte trazadas se consideran futuras contribuciones de acuerdo a la planificación del GAD municipal. Es así, que al tratarse de una comunidad asentada de una forma ordenada se propone diseñar un alcantarillado convencional con un diámetro mínimo de 200mm para los colectores y un diámetro de 160mm para las respectivas domiciliarias. El alcantarillado sanitario es parte integral de un sistema de saneamiento ya que las aguas residuales pueden ser recolectadas y transportadas hasta una estación de tratamiento, impidiendo así que sean descargadas de forma directa como sucede en la actualidad.

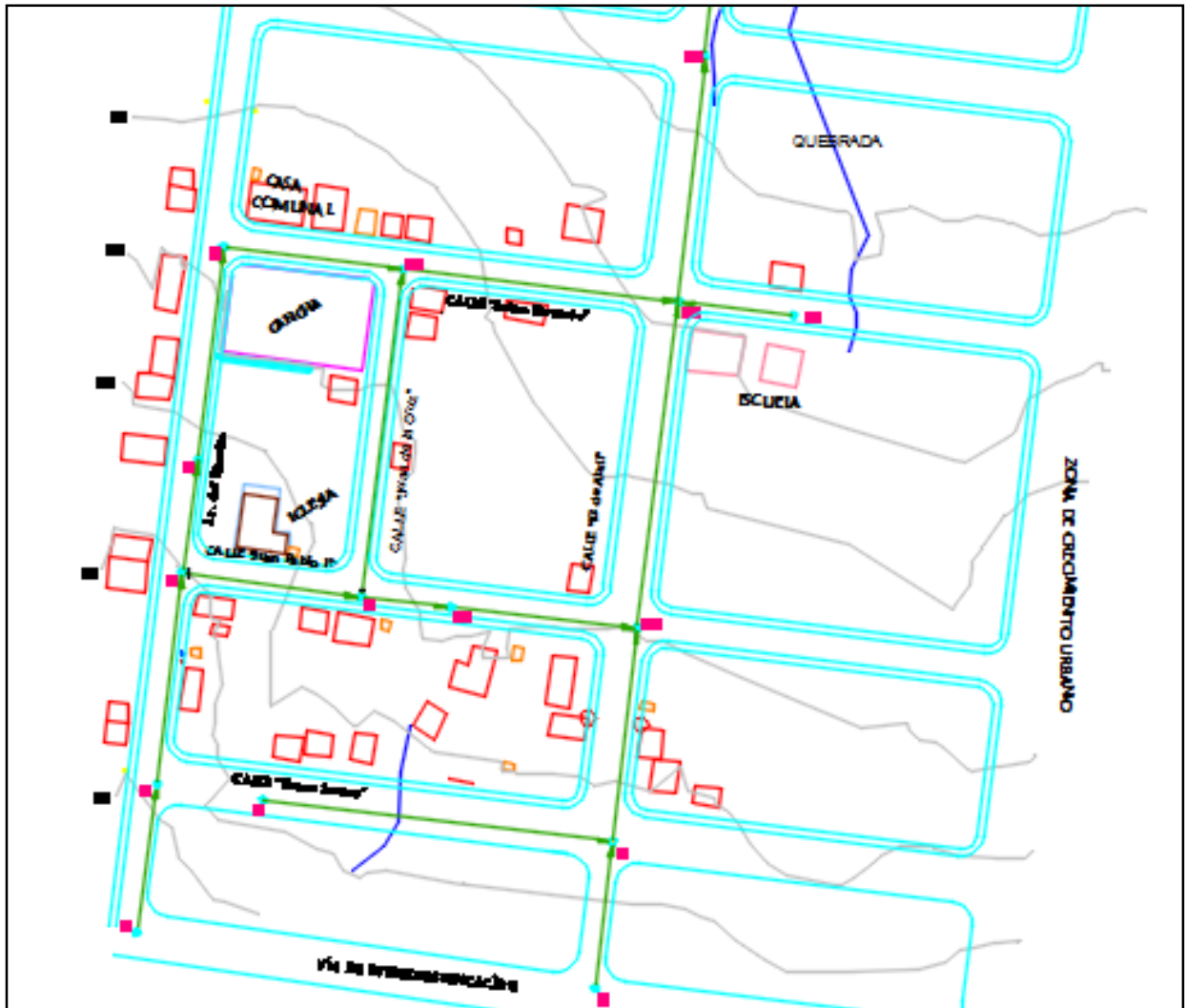


Figura 12: Plano general de alcantarillado sanitario.
Fuente: Autor.

2.11.2 Alcantarillado Pluvial.

Para el diseño alcantarillado pluvial se realiza el trazado de la red donde se considera estrictamente necesario realizar la recolección de aguas lluvias, y en las calles donde no se coloque tubería se propone otra forma de recolección de aguas de esorrentía pluvial que se detalla en los siguientes capítulos.

Para el alcantarillado pluvial no se consideran conexiones domiciliarias por ser una comunidad pequeña y por no presentar en la actualidad mayores problemas para drenar sus aguas lluvias, sin embargo, en un futuro se podrán realizar trabajos de regeneración urbana como la construcción de veredas, pavimento o empedrado de las vías con lo cual se generan mayores superficies impermeables, obteniéndose mayores caudales de aguas lluvias y pudiendo ser recolectadas a través de cunetas, sumideros y transportadas por el alcantarillado pluvial hasta su sitio de descarga.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

3.1 Alcantarillado sanitario.

En la actualidad la preocupación de las autoridades por dotar a la población de agua potable, alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial, tratamiento de aguas residuales, energía eléctrica, entre otros, se ha incrementado debido a los problemas sanitarios que se producen al no contar con los mismos.

En el pasado la prioridad de las autoridades era dotar de agua potable a toda la población sin considerar los problemas sanitarios que se ocasionan al no contar con un sistema de recolección de aguas residuales, teniendo en cuenta que solo el 20% del agua que llega a un hogar es utilizado netamente para el consumo y el 80% restante debe ser transportada hasta una estación de depuración de aguas residuales.

Alcantarillado sanitario es un conjunto de estructuras que recolectan y transportan residuos líquidos hasta una unidad de depuración y/o disposición final en un cuerpo receptor.

Las aguas residuales domésticas contienen principalmente gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, además de sustancias como restos de jabones, detergentes, lejías y grasas.

En la actualidad en nuestro País se obliga a construir una red de alcantarillado para la recolectar aguas residuales y otra red para la recolectar aguas lluvia, ya que a través del tiempo se ha observado la imposibilidad de tratar grandes caudales en época de lluvias, viéndose en la necesidad de tratar solo las aguas captadas estableciendo la capacidad operativa de la unidad de depuración.

Para garantizar un saneamiento integral es necesario realizar actividades como: buenos hábitos de higiene, adecuada disposición de excretas, adecuada disposición de desechos líquidos, adecuado manejo de desechos sólidos y realizar un control de vectores de enfermedades; y disponer del servicio adecuado de agua potable.

3.1.1. Alcantarillado convencional.

Son redes de tuberías que van ubicadas a una profundidad determinada, que se utilizan para recolectar y transportar aguas residuales de diferente tipo (domestica, industrial, comercial e institucional), desde el lugar en donde se generan hasta el sitio de depuración o descarga. El flujo obedece a la forma de la topografía del sitio.

Las características hidráulicas del alcantarillado convencional corresponden normalmente a flujo libre. Para el diseño se considera aportaciones debidas a la infiltración y a conexiones ilícitos.

3.1.2 Elementos del alcantarillado convencional.

- **Redes principales:** son las que recolectan las aguas de varias redes secundarias. La longitud de la red depende de las características urbanas de la población y de la situación de la estación de la planta depuradora.
- **Colectores:** son alcantarillas de gran tamaño que transportan aguas residuales de las redes principales al interceptor o a la planta depuradora. El tamaño de los colectores viene determinado por el caudal a transportar y las normas locales que establecen el tamaño mínimo. En el medio local el diámetro mínimo es de 200 mm.

- **Pozos de registro:** es la principal instalación complementaria de las redes de alcantarillado que permite la conexión entre alcantarillas y el acceso a las mismas para su limpieza, se instalan siempre que exista un cambio de dirección tanto vertical como horizontalmente.
- **Acometida domiciliaria:** es la tubería que enlaza la salida del inmueble con la red de colectores. En nuestro diseño se utiliza tubería con un diámetro de 160 mm. con una pendiente mínima del 1 %.

3.1.3. Profundidad y Ubicación de la red.

- La red de alcantarillado sanitario debe estar debajo de la tubería de agua potable, respetando una distancia de 0,3 m cuando sean paralelas y cuando se crucen la distancia debe ser de 0,2 m.
- La red de alcantarillado sanitario se colocará al lado contrario de la tubería de agua potable.
- La red de alcantarillado sanitario debe ir a una profundidad suficiente para brindar servicio a todas las casas de los dos lados de la vía, y deberá tener un recubrimiento mínimo de 1,2 m de alto para soportar el tránsito vehicular.

3.1.4 Pendiente.

En general, la red debe seguir la pendiente natural del terreno a la profundidad indicada, estas pendientes pueden ser modificadas debiéndose cumplir con los parámetros de diseño, hasta que esté dentro del rango de velocidad mínima y velocidad máxima por los requerimientos de auto limpieza.

3.1.5 Pozos de revisión.

Estas estructuras se colocan en todos los cambios de dirección, ya sean verticales u horizontales y donde converjan dos o más tramos de tuberías; tienen un diámetro mínimo superior de 0,6 m. mientras que el diámetro de la parte inferior depende directamente del diámetro que la tubería más grande que llega al pozo.

Tabla 1. Diámetros recomendados para pozos de revisión.

| DIÁMETRO DE LA TUBERÍA mm | DIÁMETRO DEL POZO m |
|------------------------------|------------------------|
| Menor o igual a 550 | 0,9 |
| Mayor a 550 | Diseño especial |

Fuente: Código Ecuatoriano de la Construcción De Parte IX Obras Sanitarias.

3.1.6 Material de la tubería.

Se utilizará tuberías de policloro de vinilo (PVC), ya que cumplen con los parámetros de calidad y resistencia a las infiltraciones.

Las tuberías de PVC son resistentes a la agresión química y electroquímica, también ofrecen resistencia a la abrasión o erosión más que otros materiales, por ello permiten sobrepasar los límites normativos de velocidad.

3.1.7 Descarga de aguas residuales.

Las aguas residuales de la comunidad La Vitoria serán descargarán en la quebrada más cercana a la comunidad, luego de un proceso de depuración, para poder cumplir con los límites establecidos de descarga hacia el cuerpo receptor.

3.1.8 Áreas De Aporte y trazado de la red.

Para delimitar el área de aporte se toma en cuenta el trazado de la red, con lo cual se asignan áreas de acuerdo con las figuras geométricas que el trazado permite dibujar. La hectárea será la unidad de medida.

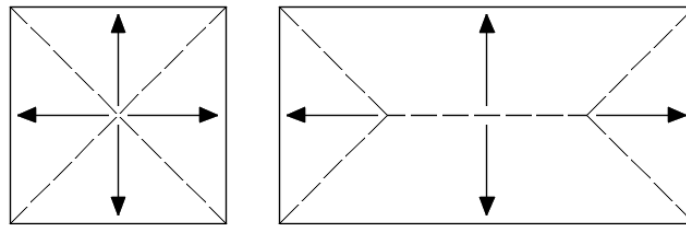


Figura 13: Forma geométrica del trazado de las áreas de aporte.

No siempre será posible dar este trazado para determinar áreas tributarias ya que dependerá mucho de la forma y característica de las vías, topografía del terreno y trazado de la red.

El trazado de la red de alcantarillado sanitario se realizará únicamente en las calles que actualmente cuentan con la red de agua potable, ya que a pesar de que la comunidad cuenta con una área de planificación urbana el crecimiento de la misma es mínimo, por lo tanto, la colocación de la red de alcantarillado se limitará a pasar por las calles donde existe el servicio de agua potable, sin embargo, se consideran todas las áreas que representen futuras contribuciones.

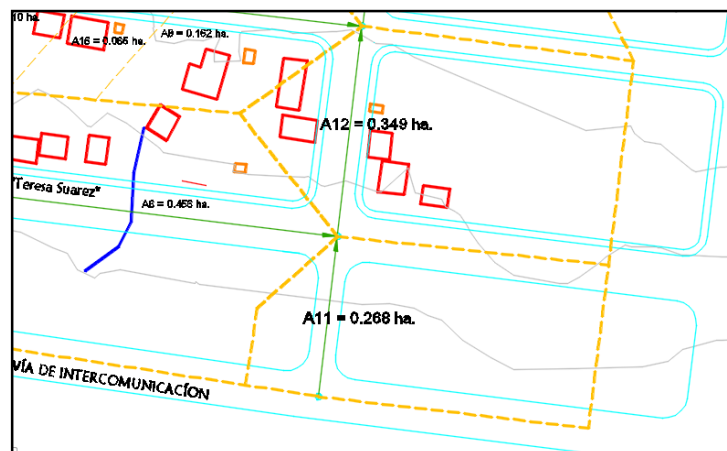


Figura 14: Trazado de las áreas de aportación.

Fuente: Autor.

3.2 Aspectos a considera para el diseño de la red de alcantarillado sanitario.

Para elaborar el diseño de la red de alcantarillado sanitario, es necesario tener conocimiento de las características de cada región, tener los planos topográficos de la zona de estudio, conocer las características sociales, económicas y culturales de sus habitantes y determinar en qué condiciones se encuentran los recursos hídricos de la comunidad.

3.3 Parámetros de diseño de alcantarillado.

3.3.1 Periodo de diseño.

Es el tiempo en que el sistema de alcantarillado trabajará de acuerdo a las condiciones y parámetros de diseño, sin la necesidad de ampliaciones y mejoras; para ello es necesario tomar en cuenta el período de vida útil de sus elementos, el desarrollo social y económico de la población y el comportamiento hidráulico de sus elementos cuando estos no funcionen en su total capacidad.

Al ser una comunidad rural se utilizará el periodo de diseño de 20 años, tomando en cuenta que el diseño de sus elementos será para el mismo periodo de diseño.

3.3.2 Población de diseño y densidad poblacional.

Corresponde a la población que va a contribuir al sistema de alcantarillado al final del periodo de diseño del proyecto.

La población futura, debe calcularse con el método geométrico mediante la aplicación de la siguiente fórmula (Código Ecuatoriano de la Construcción De Parte IX Obras Sanitarias, 1992).

$$Pf = Pa * (1 + r)^n$$

En donde:

Pf = población futura (habitantes)

Pa = población actual (habitantes)

r = Tasa de crecimiento geométrico de la población expresada como fracción decimal

n = Período de diseño (años)

Tabla 2. Tasas de crecimiento poblacional.

| REGIÓN GEOGRÁFICA | r (%) |
|----------------------------|--------------|
| Sierra | 1.0 |
| Costa, Oriente y Galápagos | 1.5 |

Fuente: Código Ecuatoriano de la Construcción De Parte IX Obras Sanitarias.

Pa = 160 hab.

r = 1.5%

n = 20 años.

$$Pf = 160 * (1 + 0.015)^{20}$$

$$Pf = 216 \text{ hab.}$$

La densidad poblacional: es la relación que existe entre población y el área de aportación del proyecto.

$$D_p = \frac{P}{A}$$

Donde:

Dp = densidad poblacional.

P = población futura.

A = área de aportación (ha) = 3.08 Ha.

$$D_p = \frac{216hab.}{3.08Ha.}$$

$$D_p = 70.0 \frac{hab.}{Ha.}$$

3.3.3 Dotación de agua.

La dotación de agua potable para una zona con un clima cálido, con conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa y con sistema de alcantarillado sanitario debe ser de 100 L/hab/día, (EX – IEOS, 1992).

- a) **Dotación futura:** la dotación futura de agua potable se puede obtener a través de las normas EX – IEOS, numeral 4.1.4.2, a través de la siguiente tabla.

Tabla 3. Dotaciones recomendadas.

| POBLACIÓN (Habitantes) | CLIMA | DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día) |
|------------------------|-----------------|-----------------------------------|
| Hasta 5 000 | Frío | 120 - 150 |
| | Templado | 130 - 160 |
| | Cálido | 170 - 200 |
| 5 000 a 50 000 | Frío | 180 - 200 |
| | Templado | 190 - 220 |
| | Cálido | 200 - 300 |
| Más de 50 000 | Frío | > 200 |
| | Templado | > 220 |
| | Cálido | > 230 |

Fuente: Código Ecuatoriano de la Construcción De Parte IX Obras Sanitarias.

A pesar de ser un lugar con un clima cálido-templado, para nuestro diseño se utiliza una **dotación futura de 130 (l/hab/día)** por observar que el crecimiento poblacional es mínimo ya que en la pequeña escuela de la comunidad únicamente hay nueve niños como estudiantes los

mismos que posteriormente se verán en la necesidad de migrar a otro lugar para terminar sus estudios de nivel secundario. Es importante mencionar que La Victoria forma un núcleo de habitantes con un asentamiento regular.

3.3.4 Diámetro.

Para el diseño del alcantarillado sanitario se adoptará como diámetro mínimo para las tuberías 200 mm. (SSA y EX - IEOS, 1992). Es importante mencionar que la comunidad tienen un asentamiento ordenado y forma un núcleo poblacional en el centro urbano de la comunidad por lo que la cobertura será del 100%.

Al ser una comunidad pequeña con muy poco crecimiento y tomando en cuenta que el periodo de diseño es de 20 años podemos concluir que, en todo este tiempo los colectores trabajaran por debajo de su capacidad máxima, previendo cualquier apreciación para el cálculo. Además es importante mencionar que la comunidad tiene un asentamiento regular lo cual hace posible que sus habitantes vivan solamente en esta área determinada.

3.3.5 Velocidad y coeficiente de rugosidad.

La velocidad mínima recomendable para el diseño es de 0.45 m/s, con el propósito de prevenir que la materia orgánica se sedimente en el interior de los colectores y que de preferencia sea mayor que 0.6m/s, con el fin de evitar el almacenamiento de gas sulfhídrico en el líquido. (SSA y EX - IEOS, 1992).

Las velocidades máximas admisibles y coeficientes de rugosidad en tuberías para alcantarillado dependen del material de fabricación como se puede observar en la siguiente imagen.

Tabla 4. Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados.

| MATERIAL | VELOCIDAD MÁXIMA m/s | COEFICIENTE DE RUGOSIDAD |
|--|----------------------|--------------------------|
| Hormigón simple: Con uniones de mortero. | 4 | 0,013 |
| Con uniones de neopreno para nivel freático alto | 3,5 – 4 | 0,013 |
| Asbesto cemento | 4,5 – 5 | 0,011 |
| Plástico | 4,5 | 0,011 |

Fuente: Código Ecuatoriano de la Construcción De Parte IX Obras Sanitarias.

Para calcular la velocidad en cada tramo de la red se emplea la ecuación de Manning.

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

Donde:

V = velocidad en m/s.

n = coeficiente de rugosidad.

R = Radio hidráulico.

S = Pendiente m/m.

3.4 Determinación de Caudal de diseño.

3.4.1 Factor de retorno (C).

Para el diseño del alcantarillado sanitario se tomará un valor de 0.80 por ser una comunidad rural.

3.4.2 Caudal de infiltración (Qi).

Este caudal representa el agua del subsuelo que puede ingresar a la red de alcantarillado, y las estructuras de los pozos de visita, cajas domiciliarias, etc. que dependen de la altura del nivel freático, permeabilidad del suelo, material de la tubería y tipo de unión.

Según (ETAPA, 2009), el caudal de infiltración varía según el tipo de material a utilizar, los colectores de hormigón permiten más infiltración que el PVC, por esta razón para el diseño consideraremos la condición más desfavorable 0.1 l/(s*km) para aquellos que estén sobre el nivel freático y 0.2 l/(s*km) para aquellos que estén ubicados debajo del nivel freático.

Para nuestro diseño utilizaremos un valor promedio de 0.15 l/(s*km).

3.4.3 Caudal por conexiones erradas (Qe).

Se puede tomar un valor del 5% al 10% del caudal máximo horario de las aguas residuales.

El caudal por conexiones erradas para nuestro diseño es de 80 l/hab/día (Subsecretaría de Saneamiento Ambiental, SSA).

$$Q_e = 80 \frac{l}{hab * día}$$

3.4.4 Caudales concentrados (Qc).

Son aportes que corresponden a descargas por pequeñas industrias o establecimientos comerciales o institucionales. Debido a que la comunidad no cuenta con ningún tipo de industria ni establecimiento comercial y en la escuela el número de estudiantes es igual a 9, el caudal por conexiones concentradas es igual a cero.

$$Q_c = 0$$

3.4.5 Coeficiente de flujo máximo (K).

Es la relación que existe entre el caudal medio diario y el caudal máximo horario.

El coeficiente se puede obtener a partir de la siguiente relación:

$$K = k_1 * k_2$$

K = Coeficiente de flujo máximo

k1 = Relación entre caudal máximo diario y el caudal medio diario, 1.3 -1.5. Para nuestro diseño ocuparemos un valor de 1,5

k2 = Relación entre caudal máximo horario y el caudal medio horario, 2.0 – 2.3.

Para nuestro diseño ocuparemos un valor de 2.3

$$K = K_1 * K_2 = 1.5 * 2.3 = 3.45$$

3.5 Cálculo del caudal de diseño.

a) Datos generales.

$$C = 0,80$$

$$P_f = 216 \text{ hab.}$$

$$D_f = 130 \text{ (l/hab/día)}$$

$$k_1 = 1,5$$

$$k_2 = 2,3$$

b) Caudal medio.

$$Q_{med} = \frac{C * P_f * D_f}{86400}$$

Donde:

Q_{med} = Caudal medio diario.

C = Coeficiente de retorno (0.80)

P_f = Población futura del proyecto.

D_f = dotación media de agua potable, en litros por persona por día.

$$Q_{med} = \frac{0.80 * 216hab.* 130 \frac{l}{hab * dia}}{86400}$$

$$Q_{med} = 0.26 \frac{l}{s}$$

c) Caudal máximo horario.

$$Q_{mh} = K * Q_{med}$$

Donde:

Q_{mh} = caudal máximo horario.

K = coeficiente de flujo máximo.

$$Q_{mh} = Q_{med} * k1 * k2$$

$$Q_{mh} = 0.26 \frac{l}{s} * 1.5 * 2.3$$

$$Q_{mh} = 0.897 \frac{l}{s}$$

d) Caudal de infiltración.

$$Q_I = 0.15 \frac{l}{s * km} * 0.815 km$$

$$Q_I = 0.12 \frac{l}{s}$$

e) Caudal por conexiones erradas.

$$Q_e = \frac{80 \left(\frac{l}{hab * dia} \right)}{86400} * 216hab.$$

$$Q_e = 0.20 \frac{l}{s}.$$

f) Caudal de diseño.

$$Q_d = Q_{mh} + Q_i + Q_e + Q_c$$

Donde:

Q_{mh} = Caudal máximo horario.

Q_i = Caudal de infiltración.

Q_e = Caudal por conexiones erradas.

Q_c = Caudal concentrado en un punto de las redes.

$$Q_d = 0.897 \frac{l}{s} + 0.20 \frac{l}{s} + 0.12 \frac{l}{s}$$

$$Q_d = 1.217 \frac{l}{s}.$$

3.6 Cuadro de cálculos.

3.6.1 Resumen de los Parámetros de Diseño.

| DATOS DE DISEÑO | SIMBOLO | UNIDAD | VALOR |
|--|------------------------|----------------------------------|-------|
| Área del Proyecto | | ha | 3.634 |
| Población Futura | | Hab. | 216.0 |
| Dotación Media Futura | D_{mf} | l/hab/día | 130 |
| Densidad Poblacional | D_p | hab/HA | 70 |
| Factor Aportación [0.8] | C | Q _{ar} /Q _{ap} | 0.80 |
| Caudal por conexiones erradas | Q_e | l/(hab.día) | 80.00 |
| Velocidad Máxima | V_{max} | m/s | 4.50 |
| Velocidad Mínima | V_{min} | m/s | 0.45 |
| Máxima Altura/Diámetro | y/D | Adim. | 0.75 |
| Material de la tubería | Mat | Adim. | PVC |
| Coefficiente de rugosidad | | n | 0.011 |
| Aporte de Infiltración | Q_i | l/seg*Km | 0.15 |
| K1 Coeficiente de mayoración del día de mayor consumo | | Adim. | 1.50 |
| K2 Coeficiente de mayoración de la hora de mayor consumo | | Adim. | 2.30 |

3.6.2 Análisis de resultados.

En el diseño del alcantarillado sanitario se logró una cobertura del 100%, con un diámetro general de diseño de 200mm. y una longitud total de tubería de 815.46 m. con 15 pozos de revisión, cumpliendo con los parámetros más importantes como son velocidad, calado máximo y considerando áreas de aporte que pueden significar futuras aportaciones de aguas residuales.

La velocidad máxima obtenida en el diseño es de 1.78 m/s, la velocidad mínima de 0.37m/s en un tramo inicial, el calado máximo $y/D=0.13$ y el mínimo es de $y/D=0.09$.

3.6.3 Resumen cuadro de diseño.

| DATOS | | | | | | | | CAUDAL | | | | | | | | |
|-----------------------|---------|-------|---------------|---------|-------|-----------|----------|----------------|-------|--------|---------|--------------|---------------|--------|------|----------------------|
| OBSERVACION | POZO | | LONGITUD m | AREA | AREA | POBLACION | | AGUAS SERVIDAS | | | | CAUDAL | | CAUDAL | | q TOTAL DE DISEÑO |
| | Inicial | Final | | PARCIAL | ACUM. | PARCIAL | ACUM. | PARCIAL | ACUM. | FACTOR | qm*M | INFILTRACION | AGUAS ILCITAS | | | |
| | | | A (Ha) | A (Ha) | hab. | hab. | qm (l/s) | qm (l/s) | K | l/s | PARCIAL | ACUM. | PARCIAL | ACUM. | l/s | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| AVE DEL EJERCITO | 1 | 2 | 33.20 | 0.100 | 0.100 | 6.00 | 6.00 | 0.01 | 0.01 | 3.45 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.04 |
| | 2 | 3 | 47.30 | 0.140 | 0.240 | 8.00 | 14.00 | 0.01 | 0.02 | 3.45 | 0.06 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.08 |
| | 3 | 4 | 25.20 | 0.070 | 0.310 | 4.00 | 18.00 | 0.00 | 0.02 | 3.45 | 0.07 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.11 |
| | 4 | 5 | 47.20 | 0.160 | 0.470 | 10.00 | 28.00 | 0.01 | 0.03 | 3.45 | 0.12 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.17 |
| CALLE TERESA SUAREZ | 6 | 8 | 78.10 | 0.456 | 0.456 | 27.00 | 27.00 | 0.03 | 0.03 | 3.45 | 0.11 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.15 |
| CALLE JUAN PABLO II | 3 | 9 | 40.00 | 0.100 | 0.100 | 6.00 | 6.00 | 0.01 | 0.01 | 3.45 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.04 |
| | 9 | 14 | 20.00 | 0.065 | 0.165 | 4.00 | 10.00 | 0.00 | 0.01 | 3.45 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.06 |
| | 14 | 10 | 41.70 | 0.162 | 0.327 | 10.00 | 20.00 | 0.01 | 0.02 | 3.45 | 0.08 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.12 |
| CALLE JUAN DE LA CRUZ | 9 | 11 | 73.17 | 0.233 | 0.233 | 14.00 | 14.00 | 0.02 | 0.02 | 3.45 | 0.06 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.08 |
| CALLE JAIME HURTADO | 5 | 11 | 40.15 | 0.180 | 0.650 | 11.00 | 39.00 | 0.01 | 0.05 | 3.45 | 0.16 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.04 | 0.23 |
| | 11 | 12 | 61.50 | 0.196 | 1.079 | 12.00 | 65.00 | 0.01 | 0.08 | 3.45 | 0.27 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | 0.06 | 0.38 |
| CALLE JAIME HURTADO | 13 | 12 | 25.00 | 0.066 | 0.066 | 4.00 | 4.00 | 0.00 | 0.00 | 3.45 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| CALLE 13 DE ABRIL | 7 | 8 | 32.60 | 0.268 | 0.268 | 16.00 | 16.00 | 0.02 | 0.02 | 3.45 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.09 |
| | 8 | 10 | 47.65 | 0.349 | 1.073 | 21.00 | 64.00 | 0.03 | 0.08 | 3.45 | 0.27 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.06 | 0.35 |
| | 10 | 12 | 72.94 | 0.387 | 2.866 | 23.00 | 107.00 | 0.03 | 0.13 | 3.45 | 0.44 | 0.01 | 0.05 | 0.02 | 0.10 | 0.59 |
| | 12 | 15 | 54.75 | 0.140 | 3.072 | 8.00 | 184.00 | 0.01 | 0.22 | 3.45 | 0.76 | 0.01 | 0.11 | 0.01 | 0.17 | 1.046 |
| | 15 | PTAR | 75.00 | 0.562 | 3.634 | 33.00 | 217.00 | 0.04 | 0.26 | 3.45 | 0.90 | 0.01 | 0.12 | 0.03 | 0.20 | 1.224 |

| TUBERIA | | | | | | | | | COTAS | | | | | | | |
|---------|-------|------|---------------|--------|-------------------|------|------|------|----------|---------|-------|----------|---------|-----------|------------|-------|
| | | | SECCION LLENA | | DATOS HIDRAULICOS | | | | TERRENO | | | PROYECTO | | POZOS | | SALTO |
| D | J | v | V | Q | q/Q | y/D | v/V | v | m.s.n-m. | | % | m.s.n-m. | | m | | m |
| mm | % | m/s | m/s | l/s | | | | | Inicio | Final | | Inicio | Final | PROF INIC | PROF FINAL | |
| 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| 200 | 14.33 | 1.39 | 4.67 | 146.73 | 0.000 | 0.09 | 0.30 | 1.39 | 854.757 | 850.000 | 14.33 | 852.757 | 848.000 | 2.00 | 2.00 | |
| 200 | 9.18 | 1.12 | 3.74 | 117.44 | 0.001 | 0.09 | 0.30 | 1.12 | 850.000 | 845.656 | 9.18 | 848.000 | 843.656 | 2.00 | 2.00 | |
| 200 | 16.10 | 1.48 | 4.95 | 155.53 | 0.001 | 0.09 | 0.30 | 1.48 | 845.656 | 841.600 | 16.10 | 843.656 | 839.600 | 2.00 | 2.00 | |
| 200 | 14.69 | 1.42 | 4.73 | 148.56 | 0.001 | 0.09 | 0.30 | 1.42 | 841.600 | 835.165 | 14.69 | 839.600 | 832.665 | 2.00 | 2.50 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 200 | 3.13 | 0.66 | 2.18 | 68.58 | 0.002 | 0.09 | 0.30 | 0.66 | 844.876 | 842.128 | 3.13 | 842.576 | 840.128 | 2.30 | 2.00 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 200 | 20.05 | 1.64 | 5.52 | 173.56 | 0.000 | 0.09 | 0.30 | 1.64 | 845.656 | 837.884 | 20.05 | 843.906 | 835.884 | 1.75 | 2.00 | |
| 200 | 10.66 | 1.20 | 4.03 | 126.56 | 0.000 | 0.09 | 0.30 | 1.20 | 837.884 | 835.252 | 10.66 | 835.884 | 833.752 | 2.00 | 1.50 | |
| 200 | 1.23 | 0.42 | 1.37 | 42.99 | 0.003 | 0.09 | 0.31 | 0.42 | 835.252 | 835.439 | 1.23 | 833.752 | 833.239 | 1.50 | 2.20 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 200 | 6.65 | 0.95 | 3.18 | 99.96 | 0.001 | 0.09 | 0.30 | 0.95 | 837.884 | 833.268 | 6.65 | 836.134 | 831.268 | 1.75 | 2.00 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 200 | 3.48 | 0.71 | 2.30 | 72.31 | 0.003 | 0.09 | 0.31 | 0.71 | 835.165 | 833.268 | 3.48 | 832.665 | 831.268 | 2.50 | 2.00 | |
| 200 | 14.82 | 1.45 | 4.75 | 149.22 | 0.003 | 0.09 | 0.31 | 1.45 | 833.268 | 825.156 | 14.82 | 831.268 | 822.156 | 2.00 | 3.00 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 200 | 1.02 | 0.37 | 1.25 | 39.15 | 0.001 | 0.09 | 0.30 | 0.37 | 823.410 | 825.156 | 1.02 | 822.410 | 822.156 | 1.00 | 3.00 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 200 | 23.31 | 1.78 | 5.96 | 187.14 | 0.000 | 0.09 | 0.30 | 1.78 | 849.727 | 842.128 | 23.31 | 847.727 | 840.128 | 2.00 | 2.00 | |
| 200 | 14.46 | 1.43 | 4.69 | 147.40 | 0.002 | 0.09 | 0.30 | 1.43 | 842.128 | 835.439 | 14.46 | 840.128 | 833.239 | 2.00 | 2.20 | |
| 200 | 15.19 | 1.49 | 4.81 | 151.07 | 0.004 | 0.10 | 0.31 | 1.49 | 835.439 | 825.156 | 15.19 | 833.239 | 822.156 | 2.20 | 3.00 | |
| 200 | 9.73 | 1.25 | 3.85 | 120.91 | 0.009 | 0.10 | 0.33 | 1.25 | 825.156 | 818.827 | 9.73 | 822.156 | 816.827 | 3.00 | 2.00 | |
| 200 | 2.27 | 0.68 | 1.86 | 58.40 | 0.021 | 0.13 | 0.36 | 0.68 | 818.827 | 815.827 | 2.27 | 816.827 | 815.127 | 2.00 | 0.70 | |

CAPÍTULO 4

DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

4.1 Alcantarillado pluvial.

Un sistema de alcantarillado pluvial es un conjunto de estructuras dedicadas a recolectar, transportar y evacuar agua de escorrentía pluvial.

Los problemas que se pueden generar cuando se presentan lluvias fuertes y no existe un sistema de drenaje con la suficiente capacidad de evacuar toda el agua de escorrentía pluvial, se pueden producir problemas como inundaciones, estancamientos que puede servir para la proliferación de insectos portadores de enfermedades.

Considerando la topografía y estructura vial con la que cuenta la comunidad se puede notar que las aguas lluvias son drenadas fácilmente por las vías (lastradas) hasta la pequeña quebrada que pasa junto a la comunidad.

4.1.1 Situación actual del drenaje de aguas lluvia en la comunidad La Victoria.

La comunidad no cuenta con ningún tipo de drenaje de aguas lluvia, el agua proveniente de la escorrentía pluvial es drenada naturalmente siguiendo la topografía de las calles de la comunidad terminando en el cauce de la quebrada más cercana, la misa que desemboca en el Río Blanco.

4.1.2 Sistema de Drenaje Urbano Propuesto.

Al no contar con conexiones domiciliarias para el alcantarillado pluvial las casas se verán en la necesidad de evacuar las aguas lluvias hacia la calle, lo cual incrementa el caudal de escorrentía

pluvial, y para su drenaje se propone la construcción de cunetas que conduzcan las aguas hacia los sumideros ubicados en las intersecciones viales para que los colectores las transporten hasta el sitio de descarga. Para conseguir este objetivo es necesario una sección transversal de vía que oriente el flujo de agua hacia la cuneta y estas a su vez hacia los sumideros.

En la actualidad existen muchas formas de realizar el drenaje de aguas lluvias de una forma sostenible y reutilizar este flujo de agua en otras actividades como jardinería, riego, limpieza, etc.

Considerando que la comunidad cuenta con recursos hídricos suficientes no resulta necesario realizar reservas de agua, pero si será necesario realizar un buen mantenimiento al sistema de drenaje urbano propuesto a través de las cuentas y sumideros para que estos se encuentren limpios y puedan trabajar al 100% de su capacidad.

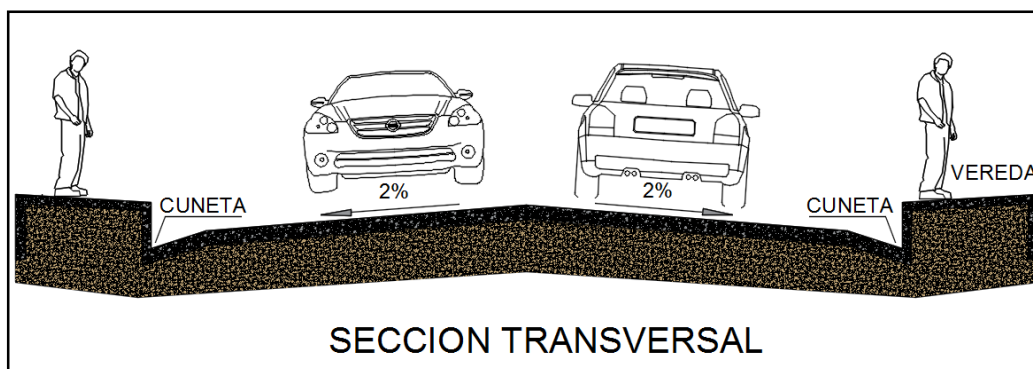


Figura 15: Sección transversal de la vía.
Fuente: Autor

4.1.3 Hidrología.

Un estudio hidrológico es de gran importancia para el diseño de la red pluvial ya que permite calcular la intensidad de lluvia que se produce en la zona donde se ubica el proyecto y permitirá determinar el caudal de escorrentía de aguas lluvia que deber ser recolectado y transportado hasta su sitio de descarga.

El principal objetivo del análisis hidrológico es, poder realizar los diseños adecuados de todas sus estructuras, obteniendo caudales máximos que circulen en la red de alcantarillado pluvial.

Para determinar los caudales se utilizó información hidrológica de un proyecto de similares características que se construyó en el año 2017 en la parroquia de Chiviaza del cantón Limón Indanza cuyos datos son: ecuación para la intensidad de lluvia en 24 horas $I=76.133*t^{(-0.3477)}$ *Id, curva del Inamhi en función del periodo de diseño (Id) , tiempo de concentración (t) para diferentes periodos de retorno.

4.1.4 Cual es el beneficio de no realizar un sistema de alcantarillado combinado.

En general es más costoso construir redes de alcantarillado por separado que un sistema de alcantarillado combinado, debido a una mayor extensión y cantidad de tubería que el combinado.

La principal razón de realizar un alcantarillado separado es que disminuye la dificultad de tratar las aguas residuales al tener menor caudal, lo que influye directamente en el tamaño de las plantas de depuración, siendo estas más pequeñas y económicas.

El alcantarillado pluvial puede ser descargado en cualquier cuerpo receptor sin tratamiento alguno ya que la verdadera contaminación proviene de las casas donde las aguas residuales se deben depurar para evitar la contaminación de fuentes hídricas y del medio ambiente en general.

4.1.5 Profundidad y ubicación de las tuberías.

La red pluvial debe ir ubicada en el centro de la vía; con un recubrimiento mínimo de 1.2m.

4.1.6 Pendiente.

La red de alcantarillado pluvial seguirá por lo general la pendiente natural del terreno, pudiendo estas ser modificadas hasta que estén dentro del rango de velocidad mínima y máxima mencionada anteriormente, con el fin de cumplir con las condiciones de auto limpieza.

4.1.7 Pozos de revisión.

Deben cumplir las mismas condiciones y características anteriormente mencionadas para los pozos de alcantarillado sanitario.

4.1.8 Material de la tubería.

El material a utilizarse para las tuberías será de PVC perfilada tipo estructural al igual que el alcantarillado sanitario.

4.1.9 Sumideros.

Estas estructuras permiten el ingreso de las aguas lluvia a la red de alcantarillado y su ubicación quedará definida de acuerdo a la pendiente de las vías y la capacidad de transporte de las cunetas.

4.1.10 Cunetas.

Son elementos de las calles a través de los cuales circula escorrentía pluvial hasta ingresar al sistema de alcantarillado por medio de los sumideros. Las cunetas serán excavadas a mano direccionando el agua pluvial hacia los sumideros hasta que se realicen trabajos de regeneración urbana en la comunidad.

4.1.11 Descarga.

El caudal de escorrentía pluvial descarga en la Quebrada 2 ($Q=3.56$ l/s), sin recibir ningún tipo de tratamiento. El lugar de la descarga esta detallado en el plano.

4.1.12 Áreas de aporte y trazado de la red.

Se colocará tubería únicamente en las calles donde se considere estrictamente necesario su instalación, y en los tramos donde no se ubique tubería se propondrá otra alternativa para recolectar el agua de escorrentía pluvial. Una vez trazado el esquema de la red pluvial se procederá a determinar las áreas de aportación de la misma manera como se realizó para el alcantarillado sanitario.

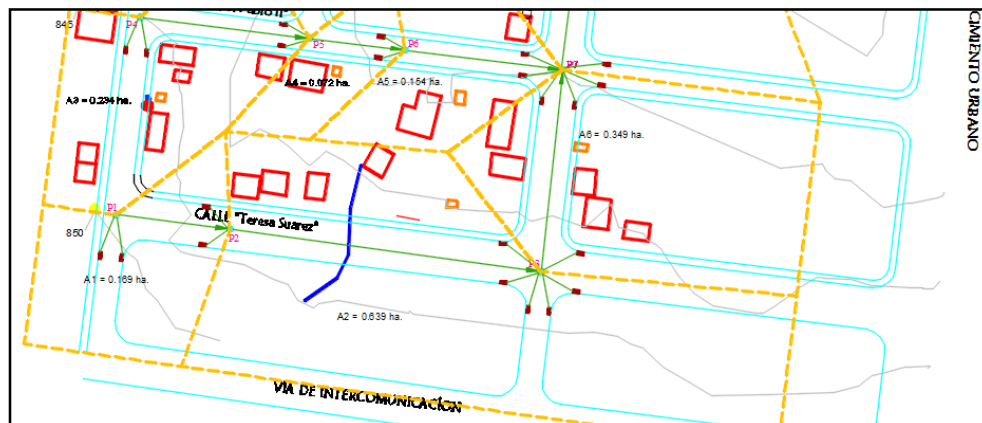


Figura 16: Trazado de las áreas de aportación.

Fuente: Autor

4.2 Parámetros de diseño.

4.2.1 Caudal de diseño de aguas lluvias.

Según (SSA Y EX – IEOS, 1992), el método racional se utiliza para determinar el escurrimiento superficial en cuencas tributarias con superficies inferiores a 100 Ha.

El caudal de diseño se puede obtener utilizando la siguiente formula:

$$Q = 0.00278 * C * I * A$$

Donde:

Q = caudal de escurrimiento en m^3/s ;

C = coeficiente de escurrimiento (adimensional);

I = intensidad de lluvia para una duración de lluvias, igual al tiempo de concentración de la cuenca en estudio, en mm/h ;

A = Área de la cuenca, en Ha.

4.2.2 Coeficiente de escorrentía (c).

Este parámetro depende básicamente del tipo de cobertura superficial del terreno y su declive natural; por tanto, el análisis se realiza considerando la zonificación urbanística del área del proyecto, (SSA y EX - IEOS, 1992).

Las normas EX-IOES, en los numerales 5.4.2.2 y 5.4.2.3 nos presentan los diferentes valores para el coeficiente de escurrimiento.

Tabla 5. Valores de C para diversos tipos de superficies.

| TIPO DE SUPERFICIE | C |
|--|-------------|
| Cubierta metálica o teja vidriada | 0,95 |
| Cubierta con teja ordinaria o impermeabilizada | 0,9 |
| Pavimentos asfálticos en buenas condiciones | 0,85 a 0,9 |
| Pavimentos de hormigón | 0,8 a 0,85 |
| Empedrados (juntas pequeñas) | 0,75 a 0,8 |
| Empedrados (juntas ordinarias) | 0,4 a 0,5 |
| Pavimentos de macadam | 0,25 a 0,6 |
| Superficies no pavimentadas | 0,1 a 0,3 |
| Parques y jardines | 0,05 a 0,25 |

Fuente: Código Ecuatoriano de la Construcción De Parte IX Obras Sanitarias.

En nuestro estudio se presentan tres tipos de superficie para determinar el coeficiente de escurrimiento.

- a) Superficie pavimentada a futuro o empedrada. Valor a utilizar en nuestro diseño 0,3.
- b) Cubiertas metálicas o teja vidriada. Valor a utilizar en nuestro diseño 0,95.
- c) Áreas verdes. Valor a utilizar en nuestro diseño 0,25.

Tabla 6. Cálculo del coeficiente de escorrentía ponderado.

| DESCRIPCIÓN | <i>C</i> | <i>A</i> | <i>C * A</i> | <i>A_{Total}</i> (Ha) | <i>C_{ponderado}</i> |
|---|----------|----------|--------------|-------------------------------|------------------------------|
| Superficie pavimentada a futuro o empedrada | 0,3 | 0,213 | 0,0639 | 2,775 | 0,30 |
| Cubierta metálica | 0,95 | 0,194 | 0,1843 | | |
| Área verde | 0,25 | 2,368 | 0,592 | | |

4.2.3 Período de retorno.

Para determinar el período de retorno es importante identificar si el sistema es de micro o macro drenaje, e identificando los posibles daños que puedan ocasionar al sector por posibles inundaciones.

Según lo expuesto anteriormente y tomando en cuenta que la área del proyecto es reducida, podemos concluir que se trata de un micro drenaje, por lo que nuestro periodo de diseño será de 10 años.

4.2.4 Intensidad de la lluvia (i).

Definimos a la intensidad de lluvia como la cantidad de agua lluvia que cae en un punto, por unidad de tiempo, y esta es inversamente proporcional a la duración de la tormenta (SSA y EX - IEOS, 1992).

Para determinar la intensidad de lluvia utilizaremos la siguiente ecuación, la misma que fue utilizada por el GAD Municipal de Limón Indanza para la elaboración de un proyecto de las mismas características para la parroquia de Chiviaza.

$$I = 76.133 * t^{-0.3477} * I_d$$

Donde:

I = Intensidad máxima (mm/h).

t = tiempo de duración de la lluvia, considerado igual al tiempo de concentración.

I_d = curvas del Inhami (3.5).

Para un tiempo de concentración de 15 minutos tenemos una intensidad de lluvia de 103.92mm/hora.

Tabla 7. Intensidad de lluvia para diferentes periodos de retorno.

| INTENSIDAD DE LLUVIA 24 | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| HORAS (mm) | | I=76.133*t^(-0.3477)*I_d | | | | | | | | | |
| PERIODO RETORNO (años) | Id (CURVAS DEL INAMHI) | Para 5 <= t <= 46 minutos | | | | | | | | | |
| | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 46 |
| 5 | 3.2 | 139.22 | 109.40 | 95.02 | 85.97 | 79.55 | 74.67 | 70.77 | 67.56 | 64.85 | 64.35 |
| 10 | 3.5 | 152.27 | 119.66 | 103.92 | 94.03 | 87.01 | 81.67 | 77.40 | 73.89 | 70.93 | 70.39 |
| 25 | 4.2 | 182.72 | 143.59 | 124.71 | 112.84 | 104.41 | 98.00 | 92.89 | 88.67 | 85.11 | 84.47 |
| 50 | 4.5 | 195.77 | 153.85 | 133.62 | 120.90 | 111.87 | 105.00 | 99.52 | 95.01 | 91.19 | 90.50 |
| 100 | 4.7 | 204.47 | 160.68 | 139.55 | 126.27 | 116.84 | 109.67 | 103.94 | 99.23 | 95.25 | 94.52 |

Fuente: Equipo Técnico PDOT. Limón Indanza, 2014.

4.2.5 Tiempo de concentración (T_c).

Este parámetro depende de la topografía del terreno, del tipo de superficie, de la cobertura del suelo, del grado de saturación del suelo por lluvias anteriores, de la distancia de escurrimiento.

Los valores recomendables oscilan entre 10 min y 30 min para áreas urbanas. Para nuestro diseño se utiliza un tiempo de concentración igual a 15 minutos para primeros tramos, más el tiempo de recorrido en cada tramo.

Para determinar el tiempo de recorrido utilizaremos la siguiente expresión.

$$T_t = \frac{L}{60 * V_{real}}$$

Donde:

L = longitud de recorrido.

V_{real} = velocidad del tramo anterior.

4.2.6. Diámetro.

El diámetro mínimo para una red de alcantarillado pluvial es de 250 mm. (SSA y EX - IEOS, 1992).

4.2.7 Velocidad y coeficiente de rugosidad.

La velocidad mínima de diseño es de 0,9 m/s, para caudal máximo instantáneo, en cualquier temporada del año (SSA y EX - IEOS, 1992).

La velocidad máxima será de 10 m/s, ya que se está utilizando tuberías plásticas (PVC) para los dos sistemas de alcantarillado.

Para calcular la velocidad en cada tramo, se emplea la ecuación de Manning ya indicada anteriormente para el diseño de alcantarillado sanitario.

El coeficiente de rugosidad correspondiente a la tubería de PVC es de 0,011

4.3 Cuadros de cálculos.

4.3.1 Resumen de los parámetros de diseño.

| DATOS DE DISEÑO | SIMBOLO | UNIDAD | VALOR |
|---------------------------|------------|--------|-------|
| Área del Proyecto | | ha | 3.62 |
| Máxima Altura/Diámetro | d/D | Adim. | 0.75 |
| Velocidad Máxima | V_{max} | m/s | 10.00 |
| Velocidad Mínima | V_{min} | m/s | 0.90 |
| Máxima Altura/Diámetro | d/D | Adim. | 0.75 |
| Material de la tubería | Mat | Adim. | PVC |
| Tiempo de concentración | | min | 15.00 |
| Material de la tubería | Mat | Adim. | PVC |
| Coefficiente de rugosidad | | n | 0.011 |

4.3.2 Análisis de resultados.

En el diseño del alcantarillado pluvial se realizó el trazado de la red en tramos específicos para realizar la recolección y transporte del agua proveniente de la escorrentía pluvial, con un diámetro de diseño de 300 y 400mm. y una longitud total de tubería de 549.52 m. con 12 pozos de revisión, cumpliendo con los parámetros más importantes como son: velocidad máxima (4.95 m/s), velocidad mínima (1.27 m/s); calado máximo ($y/D=0.67$), calado mínimo ($y/D=0.14$) y considerando áreas de aporte que pueden significar futuras aportaciones de escorrentía pluvial, con un caudal de descarga de 292.15 l/s.

4.3.3 Resumen Cuadro de diseño.

| DATOS | | | | | | CAUDAL | | | | | | |
|---------------------|---------|-------|---------------|---------------------------|-------------------------|------------------|------------|-------------|-------|--------------|----------------------|-----------------------------|
| OBSERVACION | POZO | | LONGITUD m | AREA PARCIAL A (Ha) | AREA ACUM. A (Ha) | | | AREA EQUIV. | | Int. mm/h | Q. LLUVIAS. (l/s) | q TOTAL DE DISEÑO l/s |
| | Inicial | Final | | | | T.CON. (min.) | COEF. C | A*C | ACUM. | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| CALLE TERESA SUAREZ | 1 | 2 | 26.70 | 0.169 | 0.169 | 15.000 | 0.300 | 0.051 | 0.051 | 103.924 | 14.64 | 14.64 |
| | 2 | 3 | 74.70 | 0.639 | 0.808 | 15.060 | 0.300 | 0.192 | 0.242 | 103.779 | 69.88 | 69.88 |
| | | | | | | | | | | | | |
| CALLE JUAN PABLO II | 4 | 5 | 40.62 | 0.234 | 0.234 | 15.000 | 0.300 | 0.070 | 0.070 | 103.924 | 20.27 | 20.27 |
| | 5 | 6 | 22.80 | 0.072 | 0.306 | 15.095 | 0.300 | 0.022 | 0.092 | 103.695 | 26.44 | 26.44 |
| | 6 | 7 | 37.71 | 0.154 | 0.460 | 15.176 | 0.300 | 0.046 | 0.138 | 103.503 | 39.68 | 39.68 |
| | | | | | | | - | | | | | |
| CALLE JAIME HURTADO | 8 | 9 | 40.62 | 0.402 | 0.402 | 15.000 | 0.300 | 0.121 | 0.121 | 103.924 | 34.81 | 34.81 |
| | 9 | 10 | 60.50 | 0.424 | 0.826 | 15.207 | 0.300 | 0.127 | 0.248 | 103.431 | 71.19 | 71.19 |
| | | | | | | | | | | | | |
| CALLE 13 DE ABRIL | 3 | 7 | 48.25 | 0.349 | 1.157 | 15.060 | 0.300 | 0.105 | 0.347 | 103.779 | 100.06 | 100.06 |
| | 7 | 10 | 73.31 | 0.439 | 2.056 | 16.130 | 0.300 | 0.132 | 0.617 | 101.332 | 173.62 | 173.62 |
| | 10 | 11 | 54.66 | 0.179 | 3.061 | 18.280 | 0.300 | 0.054 | 0.918 | 97.018 | 247.48 | 247.48 |
| | 11 | 12 | 61.50 | 0.562 | 3.623 | 18.417 | 0.300 | 0.169 | 1.087 | 96.767 | 292.15 | 292.15 |

| TUBERIA | | | | | | | | | COTAS | | | | | | | | |
|---------------|-------|------|--------|-------------------|------|------|------|------|----------|---------|-------|----------|---------|-----------|------------|----|-------|
| SECCION LLENA | | | | DATOS HIDRAULICOS | | | | | TERRENO | | | PROYECTO | | | POZOS | | SALTO |
| D | J | V | Q | | q/Q | y/D | v/V | v | m.s.n-m. | | | m.s.n-m. | | m | | m | |
| mm | % | m/s | l/s | L/(60*V) | | | | | Inicio | Final | % | Inicio | Final | PROF INIC | PROF FINAL | | |
| 14 | 15 | 17 | 18 | | 19 | 20 | 21 | 22 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | |
| 300 | 20.89 | 7.39 | 522.34 | 0.06 | 0.03 | 0.14 | 0.38 | 2.83 | 850.00 | 844.42 | 20.89 | 848.00 | 842.42 | 2.00 | 2.00 | | |
| 300 | 3.07 | 2.83 | 200.24 | 0.44 | 0.35 | 0.46 | 0.76 | 2.16 | 844.42 | 842.13 | 3.07 | 842.42 | 840.13 | 2.00 | 2.00 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 300 | 19.38 | 7.12 | 503.10 | 0.10 | 0.04 | 0.16 | 0.42 | 2.96 | 845.656 | 837.884 | 19.38 | 843.66 | 835.78 | 2.00 | 2.10 | | |
| 300 | 8.47 | 4.71 | 332.60 | 0.08 | 0.08 | 0.22 | 0.50 | 2.36 | 837.884 | 835.252 | 8.47 | 835.78 | 833.85 | 2.10 | 1.40 | | |
| 300 | 1.09 | 1.69 | 119.31 | 0.37 | 0.33 | 0.45 | 0.75 | 1.27 | 835.252 | 835.440 | 1.09 | 833.85 | 833.44 | 1.40 | 2.00 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 300 | 4.11 | 3.28 | 231.69 | 0.21 | 0.15 | 0.30 | 0.61 | 1.99 | 835.160 | 833.490 | 4.11 | 833.16 | 831.49 | 2.00 | 2.00 | | |
| 300 | 13.78 | 6.00 | 424.23 | 0.17 | 0.17 | 0.32 | 0.63 | 3.75 | 833.490 | 825.156 | 13.78 | 831.49 | 823.16 | 2.00 | 2.00 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 300 | 14.28 | 6.11 | 431.86 | 0.13 | 0.23 | 0.37 | 0.68 | 4.17 | 842.130 | 835.440 | 14.28 | 840.13 | 833.24 | 2.00 | 2.20 | | |
| 300 | 15.21 | 6.31 | 445.70 | 0.19 | 0.39 | 0.49 | 0.79 | 4.95 | 835.440 | 824.086 | 15.21 | 833.24 | 822.09 | 2.20 | 2.00 | | |
| 400 | 11.56 | 6.66 | 836.81 | 0.14 | 0.30 | 0.42 | 0.73 | 4.84 | 824.086 | 817.767 | 11.56 | 822.09 | 815.77 | 2.00 | 2.00 | | |
| 400 | 3.19 | 3.50 | 439.59 | 0.29 | 0.66 | 0.67 | 0.93 | 3.25 | 817.767 | 815.307 | 3.19 | 815.767 | 813.807 | 2.00 | 1.50 | | |

CAPÍTULO 5

FUNDAMENTOS TEORICOS Y DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

5.1 Fundamentos teóricos.

5.1.1 Definición de Aguas residuales domésticas.

Son las aguas servidas que provienen de viviendas y de servicios generales que solo incluyan activadas domésticas del ser humano. Están compuestas principalmente desechos fecales y aguas de lavado y limpieza que contienen gérmenes patógenos, materia orgánica, sólidos, detergentes, nitrógeno y fósforo y otros en menor proporción.

5.1.2 Características de las aguas residuales domésticas.

Existen tres características fundamentales que sirven para determinar el grado de contaminación de las aguas residuales. Estas son: físicas, químicas, biológicas.

5.1.2.1 Características físicas – químicas.

Sólidos totales temperatura, sólidos en suspensión, sólidos disueltos, DBO, DQO, características biológicas, grasas.

a) Sólidos totales.

Representan la cantidad de materia orgánica e inorgánica presente en el agua residual, luego de que ha sido evaporada a una temperatura entre 103°C – 105°C.

b) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

Este parámetro se usa para determinar el grado de contaminación de un agua superficial como residual. La DBO5 mide la cantidad de oxígeno consumido por los microorganismos en la oxidación química de la materia orgánica contenida en una muestra de agua, en cinco días a 20°C.

c) Demanda química de oxígeno (DQO).

La DQO hace referencia a la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar toda la materia orgánica y oxidable presente en un agua residual. Este valor permite identificar el nivel de contaminación orgánica de una muestra líquida (agua residual).

d) Olor y Color.

La descomposición de la materia orgánica libera gases (sulfuro de hidrógeno) que producen olores desagradables, por lo que es importante controlarlos en plantas de tratamiento de aguas residuales ya que pueden afectar a las personas.

El color de una agua residual nos puede indicar la edad de la misma, siendo las más recientes las que presentan un color gris y cuando la cantidad de oxígeno va disminuyendo se vuelven más oscuras hasta llegar a negras.

e) Temperatura.

Esta característica influye en el desarrollo de los procesos biológicos y reacciones químicas en el proceso de descomposición de las aguas residuales.

f) Grasas.

Las grasas provienen principalmente de las cocinas debido al uso de manteca y grasas ya sean de origen animal o vegetal. La presencia de grasas en el agua residual puede provocar problemas en del tratamiento con la generación de malos olores y formaciones de espuma.

5 1.2.2 Características Biológicas.

Las características biológicas nos permiten controlar la proliferación de enfermedades debidas a organismos patógenos de origen humano infectados o que tengan cierta enfermedad. Los organismos patógenos en las aguas residuales son difíciles de identificar porque están presentes en cantidades microscópicas, por esta razón se emplea el organismo Coliformes como indicador.

En los ensayos de laboratorio obtenidos podemos observar que los valores de Coliformes Totales pueden generar enfermedades típicas causadas por organismos patógenos como la tifoidea, diarrea, cólera, razón por la cual deben ser depuradas.

5.2 Condiciones de diseño para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

5.2.1 Periodo de diseño.

El periodo de diseño para estas estructuras es de 25 años, con el propósito que la PTAR cumpla con el propósito para el cual es diseñado, dándole un apropiado y constante mantenimiento.

5.3 Caracterización del agua residual.

Aquí se describen los constituyentes físicos químicos y bilógicos presentes en el agua residual. La caracterización de las aguas residuales se obtuvo de dos comunidades pertenecientes a la

parroquia San Miguel de Conchay, que presenta características similares. Los resultados se muestran en las siguientes imágenes.

| | | | | |
|---|--|---|---|--|
| LABORATORIO DE SANEAMIENTO Panamericana Norte Km. 5 y 1/2. – Cuenca Telf : 4175557 - 4175568 | | Laboratorio de Ensayo Acreditado por el OAE con Acreditación N° OAE LE 2C 06-004 | INFORME DE RESULTADOS Página 1 de 3 | |
|---|--|---|---|--|

FECHA: 2017/12/18 INFORME N°: 531/17

CLIENTE
 NOMBRE: ING. ARTURO BARROS
 DIRECCIÓN: Calle del retorno s/n y Fray Gapar de Villarroel - Cuenca

MUESTRA
 CODIGO: 531/01-12/17
 DESCRIPCIÓN: Agua residual
 PROCEDENCIA: PTAR –Limón Indanza
 FECHA DE RECEPCIÓN: 2017/12/11
 ENTREGADAS POR: Ing. Arturo Barros

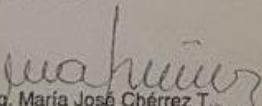
RESULTADOS

| PARAMETRO | METODO | FECHA REALIZACION | UNIDADES | Entrada PTAR SAN MIGUEL PLANTA 1 531/11/17 | Salida PTAR SAN MIGUEL PLANTA 1 531/12/17 |
|------------------------------|----------------|--------------------------|-------------|--|---|
| DBO5 | PEE/LS/FQ/01 | 2017/12/11 2017/12/16 | mg/l | 220 | 30 |
| DQO | PEE/LS/FQ/06 | 2017/12/11 | mg/l | 558 | 106 |
| FÓSFORO TOTAL | PEE/LS/FQ/03 | 2017/12/15 | mg/l | 2.03 | 0.94 |
| NITROGENO AMONIACAL * | SM 4500 NH3 C | 2017/12/12 | mg/l | 10.91 | 20.09 |
| NITRÓGENO ORGÁNICO * | SM 4500 Norg B | 2017/12/12 | mg/l | 18.94 | 4.02 |
| pH | PEE/LS/FQ/07 | 2017/12/11 | | 6.64 | 6.6 |
| SÓLIDOS SEDIMENTABLES * | SM 2540 F | 2017/12/11 | ml/l | 2 | 0.1 |
| SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES | PEE/LS/FQ/04 | 2017/12/11 | mg/l | 184 | 48 |
| SOLIDOS TOTALES | PEE/LS/FQ/05 | 2017/12/11 | mg/l | 592 | 287 |
| SUST. SOLUBLES AL HEXANO * | SM 5520 D | 2017/12/12 | mg/l | 87.6 | 16.8 |
| COLIFORMES TOTALES * | SM 9221 E | 2017/12/11 2017/12/13 | NMP/ 100 ml | 5.4E+07 | 4.9E+06 |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES * | SM 9221 E | 2017/12/12 2017/12/14 | NMP/ 100 ml | 4.9E+06 | 9.4E+05 |

**El Oxígeno disuelto fue determinado en el laboratorio, la muestra no estuvo fijada

| PARAMETRO | DBO5 | DQO (>100) | DQO (<100) | FOSFORO TOTAL | SOLIDOS SUSPEND. | SÓLIDOS TOTALES | pH |
|---------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| INCERTIDUMBRE | 16.12 % (95 %, k=1.96) | 12.7% (95 %, k=1.96) | 13.06% (95 %, k=1.96) | 9.04% (95 %, k=1.96) | 10.76% (95 %, k=1.96) | 17.21 % (95 %, k=1.96) | 3.03 % (95 %, k=2.01) |

Atentamente,


 Bto. María José Chérrez T.
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO

- Los resultados contenidos en el presente informe solo afectan a los objetos sometidos al ensayo.
 - Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio.
 - "Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

MC0406-13

Figura 17: Análisis de aguas residuales de la parroquia San Miguel de Conchay, septiembre 2017.
 Fuente: GAD Municipal de cantón liman Indanza.

| LABORATORIO DE SANEAMIENTO Panamericana Norte Km. 5 y 1/2. – Cuenca Telf : 4175557 - 4175568 | | Laboratorio de Ensayo Acreditado por el OAE con Acreditación N° OAE LE 2C 06-004 | | INFORME DE RESULTADOS Página 1 de 3 | |
|--|----------------|---|--------------------|--|---|
| FECHA: 2017/12/18 | | | INFORME N°: 531/17 | | |
| CLIENTE | | | | | |
| NOMBRE: ING. ARTURO BARROS | | | | | |
| DIRECCIÓN: Calle del retorno s/n y Fray Gapar de Villarroel - Cuenca. | | | | | |
| MUESTRA | | | | | |
| CODIGO: 531/01-12/17 | | | | | |
| DESCRIPCIÓN: Agua residual | | | | | |
| PROCEDENCIA: PTAR –Limón Indanza | | | | | |
| FECHA DE RECEPCIÓN: 2017/12/11 | | | | | |
| ENTREGADAS POR: Ing. Arturo Barros | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | |
| PARAMETRO | METODO | FECHA REALIZACION | UNIDADES | Entrada PTAR SAN MIGUEL PLANTA 2 531/05/17 | Salida PTAR SAN MIGUEL PLANTA 2 531/06/17 |
| DBO5 | PEE/LS/FQ/01 | 2017/12/11 2017/12/16 | mg/l | 235 | 13 |
| DQO | PEE/LS/FQ/06 | 2017/12/11 | mg/l | 978 | 73 |
| FÓSFORO TOTAL | PEE/LS/FQ/03 | 2017/12/15 | mg/l | 3.89 | 1.23 |
| NITROGENO AMONIAICAL * | SM 4500 NH3 C | 2017/12/11 | mg/l | 22.96 | 17.51 |
| NITRÓGENO ORGÁNICO * | SM 4500 Norg B | 2017/12/12 | mg/l | 31.57 | 5.45 |
| pH | PEE/LS/FQ/07 | 2017/12/11 | | 6.26 | 6.38 |
| SÓLIDOS SEDIMENTABLES * | SM 2540 F | 2017/12/11 | ml/l | 10 | 0 |
| SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES | PEE/LS/FQ/04 | 2017/12/11 | mg/l | 460 | 18 |
| SÓLIDOS TOTALES | PEE/LS/FQ/05 | 2017/12/11 | mg/l | 756 | 176 |
| SUST. SOLUBLES AL HEXANO * | SM 5520 D | 2017/12/12 | mg/l | 70.4 | 10 |
| COLIFORMES TOTALES * | SM 9221 E | 2017/12/11 2017/12/13 | NMP/ 100 ml | 1.1E+08 | 5.4E+06 |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES * | SM 9221 E | 2017/12/12 2017/12/14 | NMP/ 100 ml | 1.2E+07 | 2.4E+06 |

Figura 18: Análisis de aguas residuales de la parroquia San Miguel de Conchay, septiembre 2017.
Fuente: GAD Municipal de cantón liman Indanza.

En el diseño de los elementos de la PTAR utilizaremos un DBO5 de 235 mg/l, ya que es el mayor valor de entre los dos ensayos de laboratorio y considerando que se trata de un agua residual domestica de concentración media de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 8. Composición típica de las aguas residuales domésticas

Todas las unidades en mg/L menos los sólidos sedimentales.

| CONSTITUYENTE | CONCENTRACION | | |
|-------------------------------|---------------|-------|-------|
| | FUERTE | MEDIA | DEBIL |
| SÓLIDOS TOTALES | 1200 | 720 | 350 |
| Disueltos SD | 850 | 500 | 250 |
| SD fijos SDF | 525 | 300 | 145 |
| SD volátiles SDV | 325 | 200 | 105 |
| En suspensión SS | 350 | 220 | 100 |
| SS fijos SSF | 75 | 55 | 20 |
| SS volátiles SSV | 275 | 165 | 80 |
| SÓLIDOS SEDIMENTABLES ml/L | 20 | 10 | 5 |
| DBO5 | 400 | 220 | 110 |
| COT | 290 | 160 | 80 |
| DQO | 1000 | 500 | 250 |
| NITROGENO (Total como N) | 85 | 40 | 20 |
| Orgánico | 35 | 15 | 8 |
| Amoniaco libre | 50 | 25 | 12 |
| Nitritos | 0 | 0 | 0 |
| Nitratos | 0 | 0 | 0 |
| FOSFORO (Total como P) | 15 | 8 | 4 |
| Orgánico | 5 | 3 | 1 |
| Inorgánico | 10 | 5 | 3 |
| CLORUROS | 100 | 50 | 30 |
| ALCALINIDAD (como Co3Ca) | 200 | 100 | 50 |
| GRASA | 150 | 100 | 50 |

Fuente: Metcalf & Eddy, Ingeniería de Aguas Residuales, Redes de Alcantarillado y Bombeo, 1995.

5.3.1 Límite permisible de descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor.

El cuerpo receptor para la descarga del agua residual previo tratamiento será la quebrada 2, la misma que cuenta con un caudal de 3.56 l/s, caudal insuficiente para un proceso de autodepuración directo.

Tabla 9. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|--|-------------------------------|---------------|---------------------------------|
| Aceites y Grasas | Sustancias Solubles en Hexano | mg/l | 30 |
| Cloruros | Cl- | mg/l | 1 000 |
| Coliformes Fecales | NPM | NPM/100 ml | Remoción > al 99.9% |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | D.B.O5. | mg/l | 50 |
| Demanda Química de Oxígeno | D.Q.O | mg/l | 100 |
| Fósforo Total | P | mg/l | 10 |
| Nitrógeno Total Kjeldahl | NPM | mg/l | 50 |
| Sólidos Suspendidos Totales | SST | mg/l | 80 |
| Sólidos Totales | ST | mg/l | 1 600 |
| Temperatura | °C | °C | < 35 |

Fuente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de efluentes: Recurso Agua.

5.4 Elección de sistema de tratamiento de aguas residuales.

Para definir las unidades de tratamiento a utilizarse es importante tomar en cuenta varios factores como son: recursos económicos y técnicos, la característica del agua residual, el caudal y calidad del cuerpo receptor, el grado de mantenimiento (debe ser lo más sencillo posible), entre otros.

Es importante mencionar que la mayoría de plantas de tratamiento con las que cuentan las parroquias del cantón Limón Indanza (Yunganza, Chiviaza, Indanza, San Miguel de Conchay) están conformadas de una fosa séptica y un filtro anaerobio ya que presentan muchas ventajas frente a otros tipos de tratamiento; una fosa séptica tiene la capacidad de retener la mayor parte de compuestos como arenas, grasas y materiales sedimentables que se encuentran en las aguas residuales urbanas, su construcción es sencilla, tienen un bajo costo de inversión y mantenimiento,

el consumo energético es nulo, carece de elementos electromecánicos, etc. en general los problemas como malos olores que pueden presentarse son pocos si no se mantienen adecuadamente.

Teniendo en cuenta que el nivel de tratamiento de una fosa séptica no es tan completo ni eficaz, es necesario de un tratamiento secundario, para lo cual proponemos la construcción de un filtro anaerobio ya que tienen la capacidad de remover hasta el 85% de DBO y sólidos.

Considerando todo lo mencionado anteriormente y teniendo en cuenta que el área de ocupación de estas estructuras es pequeña en comparación con otros tipos de tratamiento, se procede a diseñar una fosa séptica como tratamiento primario y un filtro anaerobio como tratamiento secundario.

El sitio donde se va a implantar la planta de tratamiento se tiene que seleccionar junto con los habitantes de la comunidad, pero el sitio en el que se ubica en el diseño es adecuado para su implantación.

5.4.1 Tratamiento primario.

En este proceso se eliminan los sólidos en suspensión por de sedimentación simple por gravedad.

En esta etapa se elimina por precipitación alrededor del 60 al 70% de los sólidos en suspensión y aproximadamente el 30% de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅).

5.4.1.1 Definición de una fosa séptica.

El (Secretariado Alianza por el Agua/Ecología y Desarrollo), define a las fosas sépticas como dispositivos enterrados en los que decanta la materia sedimentable presente en las aguas residuales.

La fracción orgánica de esta materia sedimentada experimenta reacciones de degradación anaerobia, mineralizándose paulatinamente.

En la fosa de dos cámaras, la primera cámara cumple la función de sedimentación, digestión del fango y almacenamiento del mismo, la segunda cámara también ayuda con la sedimentación y almacenamiento del fango adicional que se haya escapado en la primera cámara.

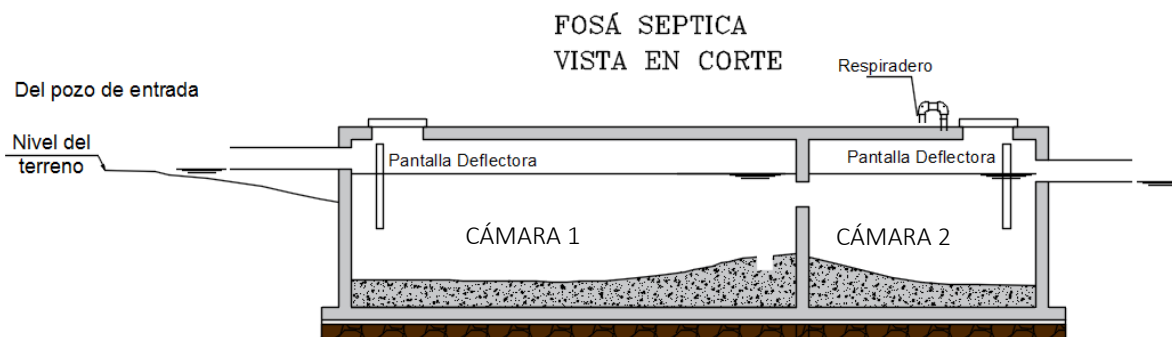


Figura 19: Esquema de una fosa séptica.
Fuente: Autor.

5.4.1.2 Diseño de la fosa séptica.

Para el cálculo de la fosa séptica de dos cámaras, se utilizó como guía el libro “Tratamiento de Esgotos Domésticos”, de Eduardo Pacheco Jordao, de la siguiente forma:

a) Cálculo del volumen total de la fosa séptica de dos cámaras en serie.

$$V = 1.3N(CT + 100Lf)$$

Donde:

V = Volumen en litros

N = Población al final del período de diseño

C = Contribución de desechos por persona promedio en lt/hab/día (130)

T = Período de retención en días (1)

Lf= Contribución de lodos frescos en l/hab/día (1)

Volumen Fosa Séptica Cámara 1:

$$V = 1.3 \times 216(130 \times 1 + 100 \times 1) = 64584 \text{ lt} = 64.58 \text{ m}^3$$

b) Selección de las dimensiones.

L = Largo total de la fosa séptica (m)

B = Ancho de la fosa séptica (m)

H = Profundidad útil (m)

Relación largo/ancho recomendable: $2 < L/B > 4$

Se elige una relación $L = 3B$

Una profundidad útil de 2 m

$$V = L \times B \times H = 3B \times B \times 2 = 6B^2$$

$$6B^2 = 64.58 \text{ m}^3$$

$$B = 3.28 \text{ m}$$

$$L = 9.84 \text{ m}$$

Se adoptan las siguientes medidas.

$$L = 9.90 \text{ m}$$

$$B = 3.30 \text{ m}$$

$$H = 2 \text{ m}$$

La primera cámara debe ser los 2/3 del volumen total

La segunda cámara debe ser el 1/3 del volumen total

| | CÁMARA 1 $L1 = (2/3)*L$ | CÁMARA 2 $L2 = (1/3)*L$ |
|--------------|----------------------------|----------------------------|
| Fosa séptica | 6.60 m. | 3.30 m. |

Las medidas de la fosa séptica son:

| | |
|----------------------|--|
| Ancho Fosa: | 3.30 m |
| Profundidad útil: | 1.65 m |
| Largo total: | 10.05 incluye una pared de 15 cm que divide las cámaras. |
| Largo 1° cámara: | 6.60 m |
| Largo 2° cámara: | 3.30 m |
| Volumen útil: | 53.9 m ³ |
| Tiempo de retención: | 1 día |
| Eficiencia: | 30% |
| DBO5 remanente (So): | |

$$S_o = (1 - E_p) * S_t$$

$$S_o = (1 - 0.3) * 235 \frac{mg}{l}$$

$$S_o = 164.5 \frac{mg}{l}$$

5.4.2 Tratamiento secundario

Define al tratamiento secundario como un sistema que está a un nivel de tratamiento superior al primario donde se alcanza una remoción de DBO y sólidos alrededor del 85%, (SSA y IEOS, 1983).

5.4.2.1 Definición de filtro anaerobio.

Es un reactor biológico de lecho fijo. Al fluir las aguas residuales por el filtro, se atrapan las partículas y se degrada la materia orgánica por la biomasa que está adherida al material del filtro.

Los materiales comúnmente usados para el filtro incluyen grava, piedras quebradas, carboncillo, o piezas de plástico formadas especialmente.

5.4.3 Dimensionamiento del filtro anaerobio.

Se ha realizado el dimensionamiento del filtro biológico aplicando el método de la National Research Council (NRC) de los Estados Unidos de América considerando que este método es válido cuando se usa piedras como medio filtrante.



Figura 20: Esquema de un filtro anaerobio.
Fuente: Autor.

Datos:

Población de diseño (P): 216 habitantes.

Dotación futura de agua (D): 130 L/ (habitante. Día)

Coefficiente de retorno (C): 0.8 (para el cálculo de aguas residuales)

DBO5 remanente tratamiento primario (Y): 164.5 mg/L.

DBO máximo requerida en el efluente (Se): 50 mg/L

Producción per cápita de aguas residuales.

$$q = D * C$$

$$q = 130 \frac{l}{Hab. día} * 0.8$$

$$q = 104 \frac{l}{hab. día}$$

Caudal de aguas residuales:

$$Q = \frac{P * q}{1000}$$

$$Q = \frac{216 Hab * 104 l/Hab. día}{1000}$$

$$Q = 22.5 \frac{m^3}{día}$$

DIMENSIONAMIENTO DEL FILTRO ANAEROBIO.

Eficiencia del filtro (E):

$$E = \frac{(S_o - S_e)}{S_o}$$

$$E = \frac{(164.5 \text{ mg/l} - 25 \text{ mg/l})}{164.5 \text{ mg/l}} * 100$$

$$E = 84.8 \%$$

Carga DBO (W):

$$W = \frac{S_o * Q}{1000}$$

$$W = \frac{164.5 \text{ mg/l} * 22.5 \text{ m}^3/\text{día}}{1000}$$

$$W = 3.7 \frac{\text{kg. DBO}}{\text{día}}$$

Volumen del filtro (V).

$$V = W * \left(\frac{0.4425 * E}{1 - E} \right)^2$$

$$V = 3.7 \frac{\text{kg. DBO}}{\text{día}} * \left(\frac{0.4425 * 0.848}{1 - 0.848} \right)^2$$

$$V = 22.55 \text{ m}^3.$$

Profundidad del filtro biológico, lecho filtrante (H):

$$H = 1.40 \text{ m}.$$

Área del filtro (A).

$$A = \frac{V}{H}$$

$$A = \frac{22.55 \text{ m}^3}{1.40 \text{ m}}$$

$$A = 16.10 \text{ m}^2$$

Carga hidráulica (C.H.).

$$C. H = \frac{Q}{A}$$

$$C. H = \frac{22.5 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{16.10 \text{ m}^2}$$

$$C. H = 1.4 \frac{\text{m}}{\text{día}}.$$

Los filtros anaerobios podrán ser de alta o baja carga, en nuestro caso el valor obtenido de carga hidráulica determina que se trata de un tipo de carga baja, según la siguiente tabla.

Tabla 10. Parámetros de diseño de filtro anaerobios.

| PARÁMETRO | TIPO DE CARGA | |
|---|---------------|---------------------|
| | BAJA | ALTA |
| Carga hidráulica, m/d | 1 – 4 | 10 – 40 |
| Carga orgánica, kg DBO/(m ³ .d) | 0,08 – 0,32 | 0,32 – 1 |
| Profundidad (lecho de piedra), m (medio plástico), m | 1,5 – 3 | 1 - 2 hasta 12 m |
| Razón de recirculación | 0 | 1 - 2 |

Fuente: Código Ecuatoriano de la Construcción, Parte IX Obras Sanitarias.

Filtro rectangular.

Largo del filtro (l): 6.0 m.

Ancho (a):

$$a = \frac{A}{l}$$

$$a = \frac{16.10 \text{ m}^2}{6.0 \text{ m}}$$

$$a \cong 2.70 \text{ m}$$

Volumen del filtro anaerobio:

$$\text{Vol.} = 6\text{m} * 2.70\text{m} * 1.40\text{m}$$

$$\text{Vol.} = 22.70 \text{ m}^3.$$

Tiempo de retención hidráulica (T.R.H):

Porcentaje del volumen de piedra: 45%.

$$T. R. H = \frac{\text{Vol.}}{Q}$$

$$T. R. H = \frac{22.70 * 0.45 \text{ m}^3}{22.5 \text{ m}^3/\text{día}}$$

$$T. R. H \cong 0.5 \text{ días.}$$

Los estudios han demostrado que el TRH es el parámetro de diseño más importante que afecta el desempeño del filtro. Lo normal y recomendable es un TRH de entre 0.5 y 1.5 días. (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, España).

ZONA DE RECOLECCION DE AGUA FILTRADA.

Diámetro de perforación: 1 plg.

Espaciamiento entre tuberías: 0.80m

Diámetro de la tubería: 0.16m.

Número de tuberías: 3 unidades.

Número de filas perforadas: 4 unidades.

Espaciamiento entre perforaciones. 0.12m

5.4.4 Características del material de filtro.

La Norma Mexicana del “Manual De Agua Potable, Alcantarillado Y Saneamiento” CONAGUA, determina que el tamaño efectivo de la roca es de 75 a 125 milímetros.

5.5 Resumen del cálculo estructural de la fosa séptica y filtro anaerobio.

5.5.1 Propiedades de los materiales.

La estructura fue diseñada con hormigón armado con un $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, acero estructural con una fluencia $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ y una resistencia del suelo de $1,80 \text{ Kg/cm}^2$ (en caso de que el suelo natural no cumpla esta resistencia se procederá a cambiarlo con material de mejoramiento).

Se recomienda el uso de cemento Portland tipo I.

5.5.2 Diseño de los elementos de la Fosa Séptica.

La fosa séptica tendrá las siguientes dimensiones:

Largo = $L = 9.90 \text{ m}$.

Ancho = $a = 3.30 \text{ m}$.

Altura = $h = 2,00 \text{ m}$.

Espesor de los elementos = $e = 0,15 \text{ m}$.

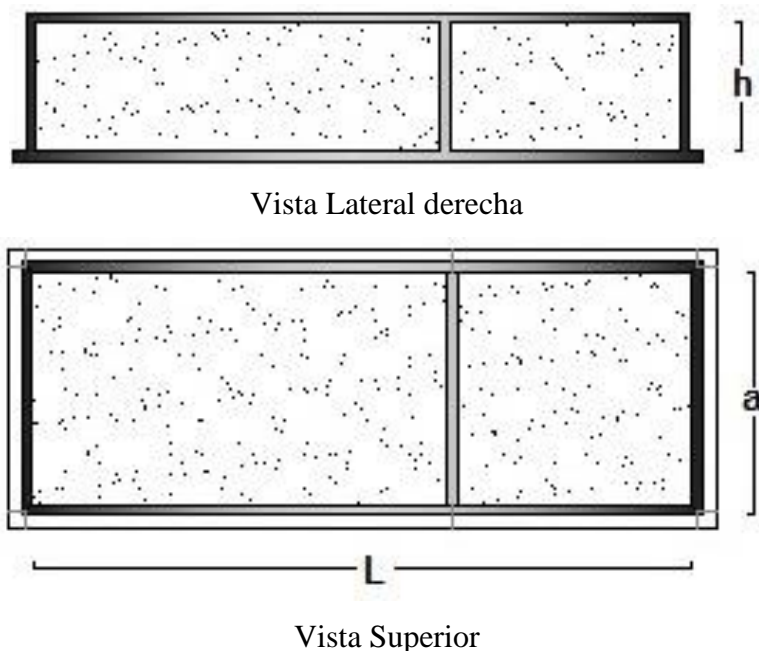


Figura 21: Dimensiones de la fosa séptica.
Fuente: Autor

5.5.2.1 Cargas de diseño.

Se consideró el estado más desfavorable de la estructura cuando la fosa séptica se encuentre llena de agua hasta 20 cm antes de llegar al tope de la altura, por lo que se determinaron las siguientes fuerzas:

$$Fuerza = F = \frac{1}{2} \gamma h^2 = \frac{1}{2} \left(1000 \frac{Kg}{m^3} \right) (1,75m)^2 = 1.531,25 \frac{Kg}{m}$$

$$Momento = M = F \left(\frac{1}{3} h \right) = \left(1.711,25 \frac{Kg}{m^3} \right) \left(\frac{1}{3} (1,75m) \right) = 893,23 \frac{Kg \cdot m}{m}$$

5.5.2.2 Cálculo estructural.

La estructura se encuentra conformada básicamente por dos losas (superior e inferior), dos muros laterales y tres muros transversales; en la siguiente figura se puede observar la disposición de cada uno de sus partes y la denominación de los ejes.

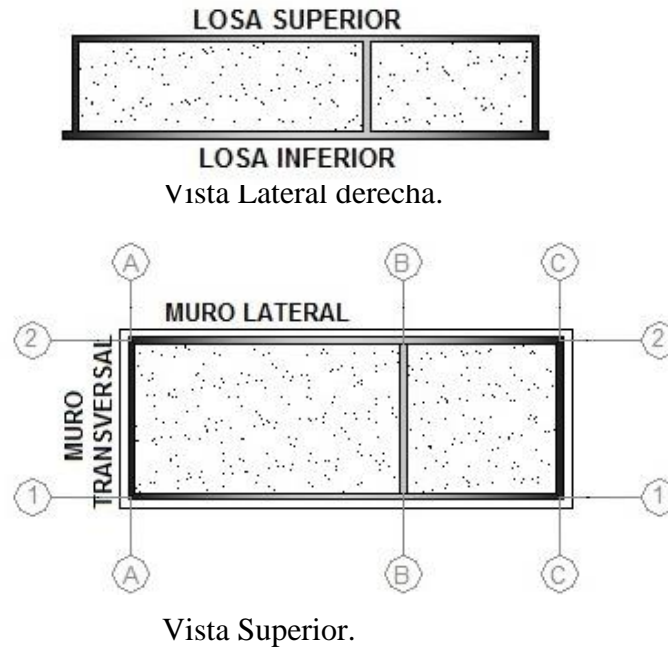


Figura 22: Elementos de la fosa séptica y denominación de sus elementos
Fuente: Autor.

Al tratarse de una carga viva, el momento de diseño es equivalente a 1,6 veces el momento ocasionado por efecto del agua, resultando un momento de $1.429,16 \text{ Kg m} = 142.916 \text{ Kg cm}$; al ser elementos de sección rectangular y considerando un recubrimiento de 4 cm , se obtienen los siguientes resultados:

$$Ru = \frac{Mu}{\phi b d^2} = \frac{Mu}{\phi b (h - e)^2} = \frac{142.916 \text{ Kg cm}}{0,9(100\text{cm})(15\text{cm} - 4\text{cm})^2} = 13,12 \text{ Kg cm}$$

$$\rho = \frac{0,85 f'c}{fy} \left(1 - \sqrt{1 - 2,36 \frac{Ru}{f'c}} \right) = \frac{0,85 \left(210 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right)}{\left(4.200 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right)} \left(1 - \sqrt{1 - 2,36 \frac{13,12 \text{ Kg cm}}{210 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}} \right)$$

$$= 0,0033$$

La cuantía mínima de acero para estructuras con sección rectangular es de $0,0033$, por lo que la estructura será diseñada con la cuantía mínima de acero, con lo cual resulta lo siguiente:

$$\text{Área}_{\text{acero}} = A_s = \rho b d = 0,0033(100\text{cm})(11\text{cm}) = 3,66\text{cm}^2$$

El área de una varilla de acero corrugada de 12 mm de diámetro es de 1,13 cm², por lo que será necesario colocar 1ϕ12mm c/20 cm.

| Elemento | Diseño |
|-------------|---|
| Losa N+0,00 | Acero longitudinal = 1ϕ12 mm c/20 cm Acero transversal = 1ϕ12 mm c/20 cm |
| Losa N+2,15 | Acero longitudinal = 1ϕ12 mm c/20 cm Acero transversal = 1ϕ12 mm c/20 cm |
| Muro B | Acero longitudinal = 1ϕ12 mm c/20 cm Acero transversal = 1ϕ12 mm c/20 cm |
| Muro A – C | Acero longitudinal = 1ϕ12 mm c/20 cm Acero transversal = 1ϕ12 mm c/20 cm |
| Muro 1 – 2 | Acero longitudinal = 1ϕ12 mm c/20 cm Acero transversal = 1ϕ12 mm c/20 cm |

5.5.3 Diseño de los elementos del filtro anaerobio.

El filtro biológico tendrá las siguientes dimensiones:

Largo = L = 6.0 m.

Ancho = a = 2.70 m.

Altura = h = 2,00 m.

Espesor de los elementos = e = 0,15 m.

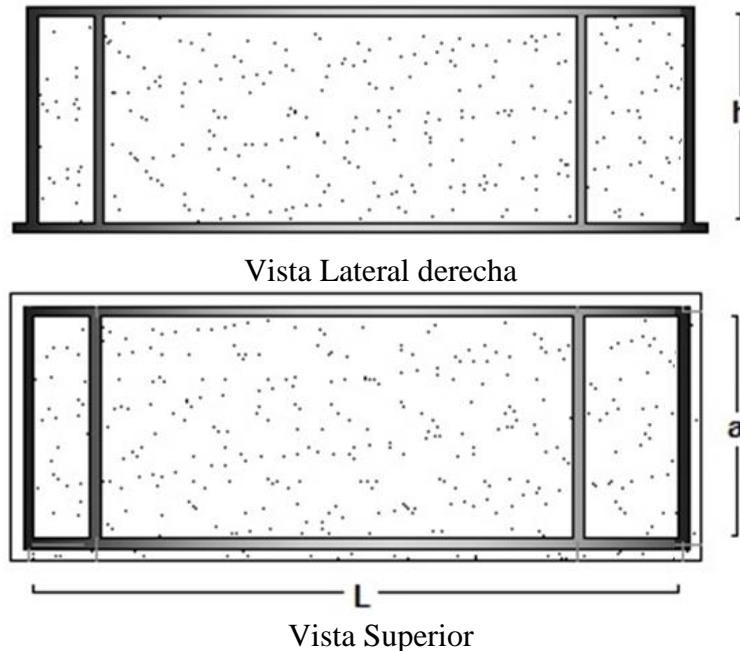


Figura 23: Dimensiones del filtro biológico.
Fuente: Autor.

5.5.3.1 Cargas de diseño.

Se consideró el estado más desfavorable de la estructura cuando el filtro biológico se encuentra con agua hasta un nivel de 2 m desde la base de la estructura de acuerdo con su diseño para un correcto funcionamiento hidráulico, por lo que se determinaron las siguientes fuerzas:

$$Fuerza = F = \frac{1}{2} \gamma h^2 = \frac{1}{2} \left(1000 \frac{Kg}{m^3} \right) (2,00m)^2 = 2.000,00 \frac{Kg}{m}$$

$$Momento = M = F \left(\frac{1}{3} h \right) = \left(2.000,00 \frac{Kg}{m^3} \right) \left(\frac{1}{3} (2,00m) \right) = 1.333,33 \frac{Kg \cdot m}{m}$$

5.5.3.2 Diseño estructural.

La estructura se encuentra conformada básicamente por dos losas (superior e inferior), dos muros laterales y cinco muros transversales; en la siguiente figura se puede observar la disposición de cada uno de sus partes y la denominación de los ejes.

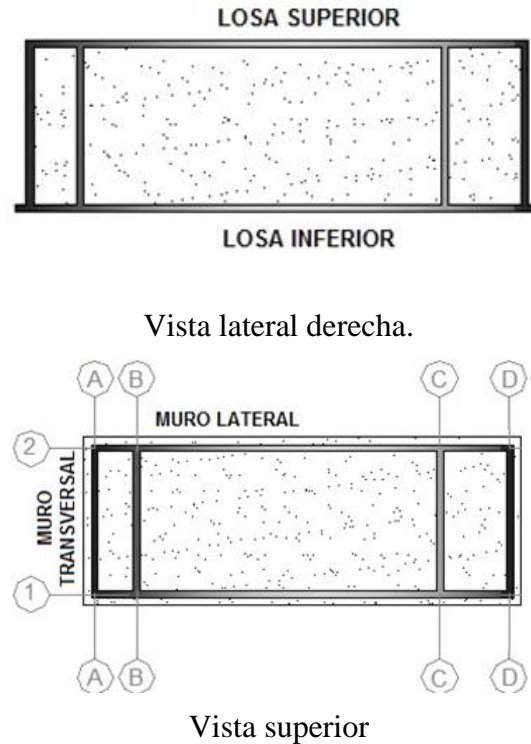


Figura 24: Elementos del filtro biológico y denominación de sus elementos.
Fuente: Autor.

Al tratarse de una carga viva, el momento de diseño es equivalente a 1,6 veces el momento ocasionado por efecto del agua, resultando un momento de $2.133,33 \text{ Kg m} = 213.333 \text{ Kg cm}$; al ser elementos de sección rectangular y considerando un recubrimiento de 4 cm, se obtienen los siguientes resultados:

$$Ru = \frac{Mu}{\phi b d^2} = \frac{Mu}{\phi b (h - e)^2} = \frac{213.333 \text{ Kg cm}}{0,9(100\text{cm})(15\text{cm} - 4\text{cm})^2} = 19,58 \text{ Kg cm}$$

$$\rho = \frac{0,85 f'c}{fy} \left(1 - \sqrt{1 - 2,36 \frac{Ru}{f'c}} \right) = \frac{0,85 \left(210 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right)}{\left(4.200 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right)} \left(1 - \sqrt{1 - 2,36 \frac{19,58 \text{ Kg cm}}{210 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}} \right)$$

$$= 0,0049$$

La cuantía mínima de acero para estructuras con sección rectangular es de 0,0033, por lo que la estructura será diseñada con la cuantía calculada, con lo cual resulta lo siguiente:

$$\text{Área}_{\text{acero}} = A_s = \rho b d = 0,0049(100\text{cm})(11\text{cm}) = 5,42\text{cm}^2$$

El área de una varilla de acero corrugada de 12 mm de diámetro es de 1,13 cm², por lo que será necesario colocar 1φ12mm c/20 cm.

| Elemento | Diseño |
|--------------------|---|
| Losa N+0,00 | Acero longitudinal = 1φ12 mm c/20 cm Acero transversal = 1φ12 mm c/20 cm |
| Losa N+2,15 | Acero longitudinal = 1φ12 mm c/20 cm Acero transversal = 1φ12 mm c/20 cm |
| Muro B | Acero longitudinal = 1φ12 mm c/20 cm Acero transversal = 1φ12 mm c/20 cm |
| Muro A – B – C – D | Acero longitudinal = 1φ12 mm c/20 cm Acero transversal = 1φ12 mm c/20 cm |
| Muro 1 – 2 | Acero longitudinal = 1φ12 mm c/20 cm Acero transversal = 1φ12 mm c/20 cm |

Para el diseño se utilizó las recomendaciones del Código Ecuatoriano de la Construcción.

El método de diseño aplicado es por última Resistencia y los coeficientes adoptados para determinar las cargas últimas son los especificados en el Código Ecuatoriano de la Construcción C.E.C.

5.6 Operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Para la operación del PTAR es necesaria un conjunto de acciones que garanticen que todos sus elementos funcionen continua y eficientemente, y para su mantenimiento se realizan acciones con el propósito de evitar o corregir posibles daños en los equipos e instalaciones.

5.6.1 Operación de la fosa séptica.

5.6.1.1 Arranque de la fosa séptica.

Cuando se empieza a utilizar la fosa séptica, es necesario verter lodos originarios de otro tanque con el propósito de acelerar el desarrollo de organismos patógenos.

5.6.1.2. Control de olores.

Cuando se tenga la presencia de malos olores en la PTAR es necesario agregar cal disuelta en agua. La fosa séptica debe contar con tuberías para que exista ventilación en ambas cámaras.

5.6.1.3. Protección e higiene personal.

Se debe dotar de todos los implementos de protección personal como: gorra, mascarilla, guantes, uniforme completo, botas de hule; para prevenir accidentes y la posible adquisición de enfermedades.

Una vez terminadas las labores, se debe bañar con jabón germicida para desinfectar y evitar enfermedades.

5.6.2 Mantenimiento de la fosa séptica.

5.6.2.1 Precauciones y recomendaciones:

- ✓ Abrir las tapas y retirarse a una distancia considerable para evitar respirar gases tóxicos.
- ✓ Esperar mínimo 30 minutos para que el tanque esté ventilado y no exponerse a gases tóxicos, que puedan perjudicar la salud.

- ✓ No utilizar ningún material que pueda generar fuego ya que podrían darse explosiones por la presencia de gases en la PTAR y no permanecer expuestos más de 30 minutos para no sufrir asfixia.
- ✓ Cuando se terminen las labores de inspección y/o limpieza del tanque se deben cerrar las tapas inmediatamente.

5.6.2.2 Impermeabilidad.

Es importante verificar que no existan filtraciones en las paredes y piso de la fosa séptica, para ello se debe medir el caudal de entrada y salida y verificar que estos sean iguales. En caso de posibles filtraciones, estas deben ser selladas lo más pronto posible.

5.6.2.3 Limpieza de los componentes de la fosa séptica.

Para que sea necesario extraer los lodos, su profundidad no debe ser igual o mayor que un tercio de la profundidad del agua, ya que si se deja llenar el tanque con demasiado lodo, comenzarán a pasar sólidos al sistema de infiltración provocando daños u obstrucciones.

Siempre es necesario dejar una cantidad determinada de lodos en el tanque para garantizar el correcto funcionamiento de sistema.

5.6.3 Retiro de lodos.

Al tratarse de una comunidad lejana y por la falta de equipos especiales en nuestro medio para realizar este tipo de trabajos, se propone el siguiente método para la extracción de lodos.

Utilizar un balde amarrado a una cuerda y método de transporte para el traslado del lodo hacia el lecho de secado.

Los lodos deben ser trasladados al sitio de disposición final en un lugar sanitariamente seguro.

Se debe dejar aproximadamente el 10% del volumen total de lodos para ayudar a la recuperación de la actividad biológica en la fosa cuando reinicie su operación.



Figura 25: Limpieza de lodos de una fosa séptica.

Fuente: Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua y Saneamiento en Zonas Rurales. Programa de Agua Potable y Alcantarillado, PROAGUA, Convenio Gobierno Perú - Alemania, 2002.

5.6.4 Operación y mantenimiento de filtros anaerobios.

El funcionamiento adecuado de los filtros anaerobios depende en gran medida de que el falso fondo, por el cual asciende el agua residual hasta el lecho del material filtrante, esté bien construido. El material de filtro debe cumplir lo estipulado en las especificaciones técnicas y estar libre de material fino como arcilla o limo.

El arranque de los filtros anaerobios no representa mayores problemas. Cuando ya esté en funcionamiento debe cuidarse que el material de filtro no se colme o se bloquee. Cuando ocurra esta situación, debe reducirse el caudal para permitir que la capa de organismos que rodea la material de filtro disminuya su volumen.

5.6.5 Análisis de costos de operación y mantenimiento del sistema.

5.6.5.1. Costos del proyecto.

Los costos de construcción del proyecto de acuerdo al presupuesto se puede observar a detalle en el siguiente cuadro.

| COSTO DEL PROYECTO | | |
|---------------------------|--------------------------|----------|
| A | COSTO DEL ALC. SANITARIO | 44898.08 |
| B | COSTO DEL ALC. PLUVIAL | 40886.01 |
| C | COSTO DEL PTAR | 32023.14 |
| D | MEDIDAS DE MITIGACION | 1225.00 |
| E | IVA | 14283.87 |

$$A + B + C + D + E = \$ 133316.10$$

| INVERSION | TOTAL |
|--|--------------|
| UNICAMENTE PARA SANEAMIENTO | 76921.22 |
| ALC. PLUVIAL PREVIO INFRAESTRUCTURA VIAL | 40886.01 |

| INDICADOR POR PERSONAL SANEAMIENTO | VALOR |
|---|--------------|
| COSTO DE INV. / BENEFICIARIO | 480.76 |
| COSTO DE INV. / CONEXIÓN | 2403.79 |

| INDICADOR POR PERSONAL ALC. PLUVIAL | VALOR |
|--|--------------|
| COSTO DE INV. / BENEFICIARIO | 255.54 |

El Banco de Desarrollo de América Latina indica que en el caso de conexión a la red de desagüe, en las pequeñas localidades rurales, la inversión per cápita puede ser hasta los 418 dólares con un biodigestor, considerando en todos los casos el tamaño promedio de una familia rural de cinco personas.

A pesar que nuestra inversión per cápita es mayor a la indica por El Banco de Desarrollo de América Latina, nuestro sistema cuenta con una PTAR y esta es una necesidad que tiene la comunidad en la actualidad.

Tanto la comunidad La Victoria como la parroquia San Antonio no cuentan con suficientes recursos por lo que el GAD municipal del cantón Limón Indanza tendrá que financiar el costo total del proyecto e implementar una tarifa para el servicio.

5.6.5.2. Costos de operación y mantenimiento.

Se consideran los siguientes costos de operación y mantenimiento:

- **Gastos Administrativos:** son todos aquellos necesarios para poder coordinar trabajos de operación y mantenimiento de la PTAR.

| GASTOS ADMINISTRATIVOS | |
|------------------------|-------------|
| CONCEPTO | VALOR (USD) |
| ARRIENDO | 10.00 |
| INSUMOS DE OFICINA | 2.00 |
| MANTENIMIENTO LOCAL | 3.00 |
| ENERGIA ELECTRICA | 2.50 |
| TELEFONIA | 3.75 |
| TRANPORTE | 2.50 |
| TOTAL MENSUAL | 23.75 |

- **Gastos personales:** se trata de la mano de obra necesaria para poder operar y mantener el PTAR trabajando en forma continua y eficiente.

| GASTOS PERSONALES | |
|-------------------|-------------|
| CONCEPTO | VALOR (USD) |
| OPERADOR | 38.60 |
| | |
| TOTAL MENSUAL | 38.60 |

- **Insumos generales:** se refiere a todos los materiales que son necesarios para el mantenimiento y operación de la PTAR, y para cualquier reparación en caso de ser necesario.

| INSUMOS GENERALES | | | |
|--------------------------|--------------|-------------|-------------|
| CONCEPTO | CANTIDAD | COSTO / AÑO | COSTO / MES |
| MATERIALES | GLOBAL | 75.00 | 6.25 |
| TUBERIA | GLOBAL | 100.00 | 8.33 |
| OTROS | GLOBAL | 50.00 | 4.17 |
| CAL | 10.00 Kg/mes | 36.00 | 3.00 |
| TOTAL | | 261.00 | 21.75 |

- **Costo total de operación y mantenimiento.**

| TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | | |
|--|-------------|------------|
| CONCEPTO | COSTO / MES | COSTO /AÑO |
| GASTOS ADMINISTRATIVOS | 23.75 | 285.00 |
| GASTOS PERSONALES | 38.60 | 463.20 |
| INSUMOS GENERALES | 21.75 | 261.00 |
| TOTAL | 84.10 | 1009.20 |

5.6.6 Recuperación de los costos de operación y mantenimiento.

Para realizar las labores de operación y mantenimiento del sistema de saneamiento se estimó que el presupuesto anual de los costos sería USD. 1,009.20, al respecto se deberá cobrar una tarifa mensual que garantice la sostenibilidad y permanencia en condiciones óptimas del servicio, dicha tarifa es de USD. 2.63 por mes y por conexión.

CAPÍTULO 6

ESTUDIO DE IMPACTOS AMBIENTALES, PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.1 Estudio de impactos ambientales.

6.1.1 Introducción.

El estudio de impactos ambientales nos sirve para establecer los diferentes efectos que se puedan producir durante la construcción, operación y cierre del proyecto, ya sean estos negativos o positivos, con la cual se pretende integrar medidas de prevención durante las diferentes etapas del proyecto como son; construcción, operación y cierre.

Para la ejecución del proyecto es necesario realizar un estudio técnico y de impacto ambiental para el sector, con el fin de identificar y minimizar todos los posibles daños a la flora y fauna, y maximizar los beneficios que conlleva su construcción.

La presente evaluación tiene como propósito identificar y evaluar los impactos ambientales dentro del área donde se implementará este proyecto, complementariamente se tomarán medidas preventivas para resolver principalmente los efectos negativos que se ocasionen en el medio ambiente durante su construcción.

6.1.2 Clasificación del proyecto.


El Ministerio del Ambiente (MAE) clasifica a los proyectos en distintas categorías dependiendo del tipo de obras a ejecutarse, para nuestro caso se realizará la construcción de alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y planta de tratamiento de aguas residuales, el cual se encuentra dentro de la Categoría II. Los proyectos que están dentro de esta categoría representan bajos

impactos ambientales negativos y los impactos ambientales positivos por la implementación de este tipo de proyectos son mucho más significativos que los impactos negativos; por tanto, es necesario un estudio preliminar de impactos ambientales mediante una ficha ambiental en donde se explican a detalle los impactos ambientales positivos y negativos.

6.1.3 Ficha Ambiental.

La ficha ambiental es un documento técnico en el cual se incluye información sobre la actividad, obra o proyecto, la identificación de impactos clave y la identificación de las posibles soluciones para los impactos negativos que pueden ser producidos durante construcción, operación y cierre del proyecto.

| | | | | |
|---|--|--|------------|----------------------------|
| Fecha: 28 de diciembre del 2017 | | | | |
| Código: 23.4.2.2.4 Construcción y operación de sistemas integrados de alcantarillado sanitario (alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales) | | | | |
| Versión: CATEGORIA II | | | | |
| Elaborado por: KLEVER LENIN PELÁEZ RUIZ | | | | |
| Revisado por: Ing. MSc. Vicente Aurelio González Borja | | | | |
| Aprobado por: Departamento de Obras Públicas, GAD Limón Indanza | | | | |
| 1. PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD. | | 2. ACTIVIDAD ECONÓMICA. | | |
| Sistema de saneamiento y alcantarillado pluvial de la comunidad La Victoria, cantón Limón Indanza. | | 23.4.2.2.4 Construcción y operación de sistemas integrados de alcantarillado sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales y drenaje pluvial. | | |
| 3. DATOS GENERALES. | | | | |
| Sistema de coordenadas UTM WGS84, Zona (correspondiente al Huso Horario) Centroides del proyecto, obra o actividad: | | | | |
| X: 793806 | | Y: 9660479 | | Altitud: 850 msnm |
| Estado del proyecto: | | Construcción: X | Operación: | Cierre: Abandono: |
| Dirección del proyecto, obra o actividad: | | | | |
| Cantón: Limón Indanza | | Ciudad: La Victoria | | Provincia: Morona Santiago |
| Parroquia: San Antonio Urbana: Rural: X | | Zona no delimitada: | | Periférico: |

| | | |
|---|--|------------------------|
| Datos del Promotor: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Limón Indanza | | |
| Domicilio del promotor: 10 de Agosto S/N y Av Ejército | | |
| Correo electrónico del promotor: Gadlimonindanza@hotmail.com | Teléfono: 072770146 | |
| CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA. | | |
| Área del proyecto (hectáreas): 3 hectáreas. | Infraestructura (residencial, industrial, u otros): Residencial. | |
| Mapa de ubicación: Hoja Topográfica (IGM), SIG (Arcgis), Google Earth. | | |
|  | | |
| EQUIPOS Y ACCESORIOS PRINCIPALES. | | |
| 1.- Cargadora con Retroexcavadora | 3.- Volquete | 5.- Herramienta menor. |
| 2.- Tubería de PVC | 4.- Compactador manual. | |
| DESCRIPCION DE LA MATERIA PRIMA UTILIZADA. | | |
| Tubería Termoplástica PVC y cemento, hierro, cemento, malla, tubos HG, arena, piedra, grava, madera y pétreos | | |
| REQUERIMIENTO DE PERSONAL. | | |
| Contratista, Fiscalizador, cuadrilla tipo de 10 personas, 2 operadores de maquinaria. | | |
| ESPACIO FÍSICO DEL PROYECTO. | | |
| Área Total (m ² , ha): 3 ha. | Área de Implantación (m ² , ha): | |
| Agua Potable: SI (x) NO() | Consumo de agua (m3): 80 m3 | |
| Energía Eléctrica: SI (X) NO() | Consumo de energía eléctrica (Kv): | |
| Acceso Vehicular: SI (X) NO () | Facilidades de transporte para acceso: Público | |
| | | |

| | |
|--|---|
| Topografía del terreno: Calles aperturadas y afirmadas con pendientes moderadas. | Tipo de Vía: Carrosable de tercer orden, lastrada. |
| Alcantarillado: SI () NO (X) | Telefonía: Móvil(X) Fija () Otra () |
| UBICACIÓN COORDENADAS DE LA ZONA DEL PROYECTO. | |
| Sistema de coordenadas UTM WGS84 Zona (correspondiente al Uso Horario) para la creación de un polígono de implantación. (mínimo cuatro puntos) | |
| Este (X): 793806 | Norte (Y): 9660479 |
| Altitud (msnm): 850 | |
| 4. MARCO LEGAR REFERENCIAL | |
| CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO, 2008 | La constitución Política de la República en sus artículos 14,15, 395, 396, 397, 398, 399 determinan la obligación del Estado relativa a la preservación del medio ambiente y la prevención de la contaminación ambiental, para lo cual se determinarán los procedimientos correspondientes. |
| TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL | Título IV, Reglamento a la Ley de Gestión ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental. Libro VI, Anexo I. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Libro VI, Anexo II. Norma de Calidad Ambiental para Recurso Suelo. Libro VI, Anexo IV. Norma de Calidad del Aire Ambiente. |
| Ley de Descentralización del Estado y Participación Social | Art. 9 literal i) dispone que es función y responsabilidad de los Municipios exigir a las personas naturales o jurídicas dedicadas a cualquier clase de actividad, la presentación de Estudios de Impacto Ambiental EIAs. |
| CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL AUTONOMÍAS Y DESCENTRALIZACIÓN (COOTAD) | Art. 137.- Las competencias de prestación de servicios públicos de alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos y actividades y actividades de saneamiento ambiental, en todas sus fases las ejecutaran los gobiernos autónomos descentralizados municipales con sus respectivas normativas. |
| EL CÓDIGO DE LA SALUD | Título I del Saneamiento Ambiental, Art. 12.- Ninguna persona podrá eliminar hacia el aire, el suelo o aguas, los residuos sólidos, líquidos o gaseosos sin previo tratamiento que los conviertan en inofensivos para la salud. |
| | Título I del Saneamiento Ambiental, Art. 56- Los lugares de trabajo deben reunir las condiciones de higiene y seguridad para su personal. La autoridad de salud dispondrá también que se adopten las medidas sanitarias convenientes en beneficio de los trabajadores que se empleen durante la construcción de una obra. |

5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD.

La comunidad no cuenta con servicio de alcantarillado sanitario ni alcantarillado pluvial y por lo mismo tampoco cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales. Siendo común que realicen sus necesidades a campo abierto, provocando la proliferación de focos de infección, en deterioro de la calidad de vida y autoestima de sus habitantes.

La construcción del puente sobre el río Zamora en el año 2014, a cargo de la Prefectura de Morona Santiago, ha impulsado que el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal, realice estudios con el fin de mejorar el nivel de vida de sus habitantes, ya que en la actualidad es posible llegar hasta ella en cualquier tipo de vehículo, es así, que en el año 2015 se construyó el sistema de agua potable como primer servicio básico de saneamiento.

Los estudios y diseños del sistema de saneamiento están encaminados a concienciar y capacitar a la comunidad sobre la necesidad de implementar el servicio de saneamiento ambiental, y así mejorar la calidad de vida de sus familias y la comunidad en general, creando un ambiente sano, limpio y sin contaminación.

El proyecto consiste en el diseño de la red de alcantarillado sanitario en una longitud de 815.46m y pluvial en una longitud de 549.52m, y planta de tratamiento de aguas residuales. Para el diseño de alcantarillado sanitario se propone la construcción de un alcantarillado convencional con un diámetro mínimo de 200mm, para lo cual se realizó el trazado de la red de manera que se cubra el total de la población que se encuentra actualmente en la comunidad, determinando áreas de aporte que signifiquen futuras contribuciones a la red propuesta.

Para el alcantarillado pluvial se realiza el trazado de la red de tuberías con un diámetro mínimo de 300mm, únicamente donde se considera necesaria, y en las calles o tramos donde no se coloque tubería se propone que se recolecte las aguas de escorrentía pluvial por medio de cunetas que conduzcan el agua hasta sumideros ubicados estratégicamente. Para el alcantarillado pluvial no se consideran conexiones domiciliarias por lo que las casas tendrán que recoger las aguas pluviales y sacarlas hasta las cunetas para ser recolectadas y transportadas hasta su destino final.

La zona donde se va a implementar el servicio tiene un área de 3.0 hectáreas, para un periodo de diseño de 20 años con una población futura de 216 habitantes, el tipo de tubería a utilizar será de PVC.

| 6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO | | |
|---|--|--|
| Interacción en el Proceso. | | |
| Materiales, insumos, equipos | Fase del Proceso | Impactos Potenciales |
| Estudios preliminares para el diseño del sistema de saneamiento | Planificación | Falta de coordinación con el departamento de obras públicas del GAD Municipal. |
| Equipo topográfico, herramientas menores, maquinaria pesada para movimientos de Tierras y combustibles. | Replanteo y nivelación para red de alcantarillado, excavación de zanja con maquina en suelo sin clasificar. | Emisiones de gases y polvo, ruido, vibraciones, retiro de cubierta vegetal, alteración del suelo, cambio de uso, alteración del paisaje. |
| Herramientas manuales, material clasificado en obra, madera. Maquinaria pesada para movimientos de tierras y el material de relleno. | Limpieza y desbroce, excavación a mano en suelo sin clasificar, relleno Compactado de Zanja con material de sitio y de Mejoramiento, desalojo de Material. | Emisión de gases, ruido y alteración del paisaje. |
| Utilización de concretera, pétreos, empleo de hierro, cemento, material pétreo, madera, combustibles. | Construcción de los pozos de revisión, entibado discontinuo, construcción de la planta de tratamiento. | Ruido, polvo, alteración del paisaje y desechos de construcción. |
| Limpieza de sedimentos y lodos de la planta depuradora de aguas residuales. | Operación | Contaminación del cuerpo receptor. |

| |
|---|
| 7. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN |
| 7.1 Físico |
| Superficie del área de implantación: El área de intervención corresponde al centro urbano para la instalación de redes y una planta de tratamiento físico químico de aguas residuales de aproximadamente 202 m ² de área de implantación, que incluye el cerramiento perimetral. |
| Altitud: La zona del proyecto se encuentra en el centro urbano de la comunidad La Victoria de con una latitud media de 850 ms.n.m. |
| Clima: Las mesetas y valles de exuberante vegetación determinan pisos climáticos diferentes con temperaturas de entre 18 y 23 grados centígrados, de clima tropical y subtropical |
| Geología: El centro urbano de la comunidad presenta características de un suelo granular, según la clasificación AASHTO se trata de un suelo A-2-4. |
| Ocupación actual del área de implantación: Esta dedicada a la ganadería y agricultura. |
| Hidrología: el proyecto está ubicado dentro de la micro cuenca del rio Blanco que forma parte de la cuenca y sub- cuenca del rio Zamora formando parte del sistema hidrográfico del Santiago. Las lluvias se presentan entre los 2500 a 3000 mm/año de lluvia, con un promedio de precipitación de 2.292 mm lluvia al año. |
| Topografía: las calles de la comunidad poseen pendientes que varían hasta un 20%. |
| Aire: Dispone de un aire saludable. |
| 7.2 Biótico |
| Flora y Fauna básica asociada: En el lugar de la implantación del proyecto existe vegetación de pastos dedicados a la ganadería y en poca cantidad a cultivos, la fauna es muy reducida la mayoría son animales domésticos. |
| Medio perceptual: Es una zona rural, con amplias áreas de pasto y un bosque natural. |
| 7.3 Social |
| Descripción de los principales servicios: la comunidad dispone de energía eléctrica, agua potable, telefonía móvil, escuela hasta noveno año de educación básica no dispone de centro de salud. |
| Actividades socio-económicas: Las principales actividades de ingresos son la agricultura y ganadería. |
| Aspectos culturales: La Victoria Pertenece a la parroquia San Antonio del cantón Limón Indanza, con pobladores mestizos y de la etnia shuar por lo que su idioma es el castellano y shuar, se dedican principalmente a la ganadería, con ingresos mensuales un poco mayores al salario básico. Cuenta únicamente con una escuela y carecen de la mayoría de servicios básicos lo cual limita su desarrollo. Tienen una pequeña capilla para encuentros religiosos católicos. |

| 8 PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES. | | | |
|---|---|-------------------|--------------------------|
| ANÁLISIS DEL COMPONENTE AMBIENTAL | | | |
| IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES | | | |
| ETAPA DE CONSTRUCCIÓN | | | |
| ASPECTO AMBIENTAL | IMPACTO AMBIENTAL | POSITIVO/NEGATIVO | CATEGORIA DE IMPORTANCIA |
| <p>Las principales actividades e impactos en la construcción:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilización de transporte de equipos, maquinaria y materiales que generan impactos al aire, suelo, paisaje, flora, fauna y economía; - Obra básica Construcción de la Planta de tratamiento de aguas residuales, redes de alcantarillado y colectores de aguas servidas (Utilización de maquinaria, contratación de personal, realización de excavaciones, nivelación, remoción, relleno, traslado de tierras y escombros, cambio de la cobertura vegetal): generan impactos al aire, suelo, paisaje, flora, fauna y economía. | | | |
| Aire | Generación de gases, polución y ruidos en la movilización de materiales y equipos. | Negativo | Media |
| Paisaje | Alteración del paisaje debido a la presencia de una estructura ajena al entorno. (Planta de tratamiento) | Negativo | Media |
| Flora | Cambio total de la cobertura vegetal en el área de construcción de la planta de tratamiento. | Negativa | Media |
| Fauna | Retiro de la fauna debido al proceso de construcción del cerramiento perimetral, excavaciones, nivelación y obras complementarias. | Negativo | Baja |
| Suelo | Cambio de la estructura del suelo provoca inestabilidad en las zonas de excavación y nivelación para instalar el equipamiento. | Negativo | Media |
| Economía | Mejora en los ingresos de los pobladores de la zona por la generación de empleo (mejora la calidad de vida de los pobladores del lugar) | Positiva | Media-Alta |
| | Incremento en la plusvalía de los predios que cuentan con el servicio. | Positiva | Alta |

| | | | |
|------------|---|----------|------|
| Salud | Generación de accidentes leves durante la etapa de construcción | Negativa | Baja |
| | Deterioro de la salud de trabajadores por falta de uso de las medidas de seguridad industrial | Negativa | Baja |
| | Generación de desechos sólidos durante la etapa de construcción | Negativa | Baja |
| Percepción | Generación de conciencia social por el bienestar de la colectividad en la comunidad La Victoria | Positiva | Alta |

| ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO | | | |
|---|--|--------------------|-----------------------------|
| ASPECTO AMBIENTAL | IMPACTO AMBIENTAL | POSITIVO/ NEGATIVO | CATEGORÍA DE LA IMPORTANCIA |
| Las principales actividades e impactos en la operación y mantenimiento son: - Reposiciones, obstrucciones, instalación de nuevos clientes, tratamiento de vectores y olores en la planta, operación (Equipamiento y capacitación a los operadores): Aire, Percepción, Paisaje, Salud, Servicios y Economía | | | |
| Aire | Generación de malos olores por tratamiento inadecuado. | Negativo | Media |
| Percepción | Por parte de los moradores se ostenta una mejor calidad de vida por contar con un servicio básico y bien manejado. | Positivo | Alta |
| Salud | Disminuyen las enfermedades debido al control de vectores por el tratamiento de las aguas residuales | Positivos | Alta |
| Servicios | Tratamiento físico biológico de aguas residuales antes de ser emanadas a la quebrada más cercana. | Positivo | Alta |
| Paisaje | Alteración puntual del paisaje por las construcciones establecidas. | Negativo | Baja |

9 MEDIDAS DE MITIGACION.

9.1 Medidas durante la etapa de construcción.

- El material producto de las excavaciones que se realicen se deberá cubrir con plástico para poder rellenar la zanja con el mismo material y evitar que se dañe por motivos de lluvia.
- El material de sitio que se utilice para relleno deberá ser compactado.
- Se recomienda realizar el desalojo de los materiales consecuencia de la excavación para la implementación de las estructuras de una forma controlada y adecuada con la finalidad de evitar el arrastre de sedimentos.
- Se prohibirá el desalojo de los materiales sobrantes sobre lugares ambientales, ni en zonas expuestas a deslizamientos y a la implementación de escombreras de material en el lugar del proyecto de manera que se proteja el ecosistema.
- La mano de obra en su mayoría deberá ser de la localidad y se les debe proporcionar todo el equipo de protección personal (EPPS) tales como guantes, cascos, botas, ropa etc. y así garantizar su bienestar.
- Incentivar y propender a mejorar la calidad de vida de los pobladores a través de charlas que valoren y cuiden los proyectos de saneamiento ambiental, aunque ello acarree un costo por el servicio recibido.
- Se debe colocar letreros de señalización preventiva durante el proceso constructivo para la seguridad de los habitantes.

9.2 Medidas durante la etapa de operación y mantenimiento

- Evitar el colapso del sistema por mal manejo de los planes operativos a través de la capacitación constante de los operadores.
- Monitoreo de la calidad del agua de la quebrada donde se depositan las aguas residuales luego de su tratamiento.

7.3 Medidas durante la etapa de cierre

- Evitar el colapso del sistema por mal manejo de los planes operativos a través de la capacitación constante de los operadores.
- Monitoreo de la calidad del agua de la quebrada donde se depositan las aguas residuales luego de su tratamiento.

6.2 Presupuesto.

Se determinará el monto necesario para la construcción del sistema de saneamiento y drenaje pluvial para la comunidad La Victoria, ubicada en el cantón Limón Indanza.

El presupuesto sirve como base referencial del costo total del proyecto para el año en el cual fuese elaborado, ya que de no ser posible su inmediata construcción, dicho presupuesto variará para el año en que pueda ser construido, para lo cual, será necesario una actualización del precio de los materiales y mano de obra.

El presupuesto consiste en determinar precios unitarios para cada rubro y definir las cantidades de acuerdo a los planos y especificaciones técnicas.

6.2.1 Análisis de precios unitarios.

Los precios unitarios determinan el costo de cada rubro por unidad de medida, considerando el personal, transporte, materiales y equipos.

En el análisis de precios unitarios se consideran todos los aspectos únicos que se pueden presentar en cada proyecto, para nuestro caso se está considerando dentro del análisis de precios unitarios el costo de los materiales entregados en el sitio del proyecto.

Los análisis de precios unitarios no se adjuntan ya que se utilizó una base de datos con la que el GAD Municipal realiza presupuestos para este tipo de proyectos.

6.2.2 Costos indirectos.

Los costos indirectos hacen referencia a todos los aspectos que permiten una correcta ejecución del proyecto como son: equipo técnico, gastos administrativos, transporte de maquinarias, inversión publicitaria, vigilancia, insumos de oficina, lubricantes, combustibles, artículos de

limpieza e imprevistos que representan una inversión adicional al momento de construir el proyecto.

Para la elaboración de nuestro presupuesto utilizaremos un porcentaje de costos indirectos del 20%.

6.2.3 Especificaciones técnicas.

Estos documentos definen normas, exigencias y procedimientos que deben ser empleados y aplicados en la ejecución de todos los trabajos para la construcción de obras civiles. El documento base que se utilizó como referencia en nuestro proyecto es el siguiente: Empresa de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca (ETAPA), Especificaciones Técnicas Generales, Abril 2017.

SANEAMIENTO LA VICTORIA

Oferente:

Ubicación: CANTON LIMON INDANZA

Fecha: 01/11/2017

| PRESUPUESTO | | | | | | |
|-------------|--------|--|--------|----------|-------------|------------------|
| Ítem | Código | Descripción | Unidad | Cantidad | P. Unitario | P. Total |
| 1 | | ALCANTARILLADO SANITARIO | | | | 44,898.08 |
| 1,001 | 503007 | Replanteo y nivelación para alcantarillado | ml | 815.46 | 0.58 | 472.97 |
| 1,002 | 502022 | Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m | m3 | 1,712.45 | 2.26 | 3,870.14 |
| 1,003 | 502012 | Excavación manual en suelo sin clasificar 0<H>2m | m3 | 76.14 | 10.49 | 798.71 |
| 1,004 | 502069 | Rasanteo de zanja a mano | m2 | 801.96 | 0.89 | 713.74 |
| 1,005 | 502064 | Entibado discontinuo | m2 | 181.82 | 13.09 | 2,380.02 |
| 1,006 | 502040 | Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio | m3 | 1,467.86 | 5.17 | 7,588.84 |
| 1,007 | 502039 | Relleno compactado con vibroapisonador, material de mejoramiento | m3 | 244.64 | 15.35 | 3,755.22 |
| 1,008 | 501012 | Desalojo de material (cargado a máquina, 3 km) | m3 | 318.03 | 2.88 | 915.93 |
| 1,009 | 538010 | Pozo de vereda (500 mm), incluye tapa de 600mm | u | 32.00 | 92.23 | 2,951.36 |
| 1,010 | 521069 | Tubería sanitaria de PVC, serie 5, d= 200 mm | ml | 815.46 | 15.96 | 13,014.74 |
| 1,011 | 538005 | Pozo de revisión h = 2.00 a 4.00 m, incluye encofrado metálico y incluye tapa 700 mm, cerco y/o brocal | u | 4.00 | 567.02 | 2,268.08 |
| 1,012 | 538003 | Pozo de revisión h = 0.00 a 2.00 m, incluye encofrado metálico y tapa 700 mm, cerco y/o brocal | u | 11.00 | 378.59 | 4,164.49 |
| 1,013 | 521064 | Tubería sanitaria de PVC, serie 5, d= 175 mm | ml | 160.00 | 8.16 | 1,305.60 |
| 1,014 | 521065 | Sum. + Instal. Silla Yee PVC d=220 a 160 mm | u | 32.00 | 15.14 | 484.48 |
| 1,015 | 505003 | Hormigón Ciclópeo (40% H°S° f'c=180 kg/cm ² + 60% piedra) | m3 | 2.00 | 106.88 | 213.76 |
| 2 | | ALCANTARILLADO PLUVIAL | | | | 40,886.01 |
| 2,001 | 503007 | Replanteo y nivelación para alcantarillado | ml | 549.52 | 0.58 | 318.72 |
| 2,002 | 502022 | Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m | m3 | 1,099.04 | 2.26 | 2,483.83 |
| 2,003 | 502012 | Excavación manual en suelo sin clasificar 0<H>2m | m3 | 19.44 | 10.49 | 203.93 |
| 2,004 | 502069 | Rasanteo de zanja a mano | m2 | 549.52 | 0.89 | 489.07 |
| 2,005 | 521061 | Tubería sanitaria de PVC, serie 5, d= 335 mm | ml | 425.21 | 22.56 | 9,592.74 |
| 2,006 | 521063 | Tubería sanitaria de PVC, serie 5, d= 440 mm | ml | 124.31 | 36.92 | 4,589.53 |
| 2,007 | 502040 | Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio | m3 | 942.43 | 5.17 | 4,872.36 |
| 2,008 | 502039 | Relleno compactado con vibroapisonador, material de mejoramiento | m3 | 156.61 | 15.35 | 2,403.96 |
| 2,009 | 501012 | Desalojo de material (cargado a máquina, 3 km) | m3 | 203.59 | 2.88 | 586.34 |
| 2,010 | 538003 | Pozo de revisión h = 0.00 a 2.00 m, incluye encofrado metálico y tapa 700 mm, cerco y/o brocal | u | 11.00 | 378.59 | 4,164.49 |
| 2,011 | 538005 | Pozo de revisión h = 2.00 a 4.00 m, incluye encofrado metálico y incluye tapa 700 mm, cerco y/o brocal | u | 1.00 | 567.02 | 567.02 |
| 2,012 | 502064 | Entibado discontinuo | m2 | 36.00 | 13.09 | 471.24 |
| 2,013 | 505003 | Hormigón Ciclópeo (40% H°S° f'c=180 kg/cm ² + 60% piedra) | m3 | 2.00 | 106.88 | 213.76 |
| 2,014 | 500013 | Sumidero de calzada | U | 38.00 | 89.26 | 3,391.88 |
| 2,015 | 538010 | Pozo de vereda (500 mm), incluye tapa de 600mm | u | 38.00 | 92.23 | 3,504.74 |
| 2,016 | 521069 | Tubería sanitaria de PVC, serie 5, d= 200 mm | ml | 190.00 | 15.96 | 3,032.40 |

| 3 | | PLANTA DE TRATAMIENTO | | | | 32,023.14 |
|-----------------|--------|--|----|----------|--------|-------------------|
| 3,001 | 501016 | Desbroce y limpieza del terreno | Ha | 0.04 | 392.52 | 15.70 |
| 3,002 | 502022 | Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m | m3 | 404.00 | 2.26 | 913.04 |
| 3,003 | 501012 | Desalojo de material (cargado a máquina, 3 km) | m3 | 525.20 | 2.88 | 1,512.58 |
| 3,004 | 507001 | Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm ² , en varillas corrugadas | kg | 5,050.62 | 2.44 | 12,323.51 |
| 3,005 | 505011 | Enlucido 1:2 + Impermeabilizante | m2 | 125.60 | 10.16 | 1,276.10 |
| 3,006 | 505010 | Hormigón Simple 210 Kg/cm ² | m3 | 36.60 | 157.19 | 5,753.15 |
| 3,007 | 509014 | Sum. + Instal. tubo de cerramiento HG d=2" | m | 78.90 | 6.31 | 497.86 |
| 3,008 | 509013 | Sum.+ Instal. de malla de cerramiento h=2.00 m | m | 78.90 | 12.95 | 1,021.76 |
| 3,009 | 509012 | Sum. + Instal. puerta de malla para cerramiento | m2 | 3.00 | 58.20 | 174.60 |
| 3,010 | 514004 | Replanto de piedra h=20 cm | m2 | 65.22 | 11.51 | 750.68 |
| 3,011 | 538014 | Caja de Revisión 0.6x0.6m h= variable incluye tapa | u | 6.00 | 120.56 | 723.36 |
| 3,012 | 521062 | Tubería sanitaria de PVC, serie 5, d= 250 mm | ml | 38.47 | 15.96 | 613.98 |
| 3,013 | 551025 | Tubería PVC perforada para dren, d= 160 mm | ml | 18.00 | 10.03 | 180.54 |
| 3,014 | 538013 | sum. + instal. tapa tool 1/20" 0.70x0.70 cm antideslizante con refuerzo | u | 4.00 | 87.88 | 351.52 |
| 3,015 | 513034 | Sum. + coloc. piedra para filtro | m3 | 22.68 | 39.38 | 893.14 |
| 3,016 | 500006 | Sum.+ inst. valvula de espera PVC d=110 mm | u | 2.00 | 257.50 | 515.00 |
| 3,017 | 521068 | sum. + instal. tubería sanitaria de PVC, serie 5, d= 110 mm | ml | 5.00 | 6.36 | 31.80 |
| 3,018 | 510058 | Encofrado de madera recto (2 usos) | m2 | 245.00 | 8.64 | 2,116.80 |
| 3,019 | 502039 | Relleno compactado con vibroapisonador, material de mejoramiento | m3 | 25.00 | 15.35 | 383.75 |
| 3,020 | 510057 | Encofrado de madera para losas (2 usos) | m2 | 53.50 | 12.13 | 648.96 |
| 3,021 | 505003 | Hormigón Ciclópeo (40% H°S° f'c=180 kg/cm ² + 60% piedra) | m3 | 12.40 | 106.88 | 1,325.31 |
| | | | | | | |
| 4 | | MEDIDAS DE MITIGACION | | | | 1,225.00 |
| 4,001 | 541002 | Cobertura de plástico (5 usos) | m2 | 400.00 | 0.25 | 100.00 |
| 4,002 | 541013 | Señalización con cinta | ml | 500.00 | 0.25 | 125.00 |
| 4,003 | | Taller y charla sobre los beneficios del proyecto a la ciudadanía en general | u | 2.00 | 500.00 | 1,000.00 |
| SUBTOTAL | | | | | | 119,032.23 |
| IVA | | | | | | 12% |
| TOTAL | | | | | | 14,283.87 |
| | | | | | | 133,316.10 |

Son: CIENTO TREINTA Y TRES MIL TRES CIENTOS DIEZ Y SEIS CON 10/100 DÓLARES

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1 Conclusiones.

- Al construirse la red de alcantarillado sanitario de acuerdo al diseño propuesto se tendrá una cobertura del 100% de la población, mejorando las condiciones de vida de sus habitantes, disminuyendo la contaminación y controlando la proliferación de enfermedades.
- Al tener redes de alcantarillado sanitario y pluvial por separado nos permite dar un tratamiento eficaz a las aguas residuales, ya que el caudal de ingreso a la planta de tratamiento no se incrementa en épocas de lluvia y tendrá un mejor control que una red unitaria.
- El costo per cápita para la operación y mantenimiento de todo el sistema de saneamiento es de \$2.63, valor que los integrantes de la comunidad están en total capacidad de pago.
- La inversión para la construcción del sistema de saneamiento es de \$76,921.22, con un costo por conexión domiciliaria de \$480, valor que se encuentra dentro de los costos promedio para la región.
- La inversión para construir el sistema de drenaje pluvial asciende a \$40,886.01.01, que debe implementarse con la infraestructura vial.
- La PTAR en la comunidad permitirá reducir notablemente el nivel de contaminación de la quebrada 2 que tiene un caudal medio de 3.56 l/s, mantos freáticos, etc.

- Para la ubicación de la PTAR se debe coordinar con los pobladores de la comunidad para ver el lugar que presente las mejores condiciones para el emplazamiento de la misma, por ello, se ha procedido a realizar únicamente el diseño de la planta en un emplazamiento que cumple con condiciones favorables para este uso. Una vez que el Municipio elija el sitio para la ubicación de la PTAR, con un área estimada de 308.18 m², tendrá que expropiar dicho terreno.

7.2 Recomendaciones.

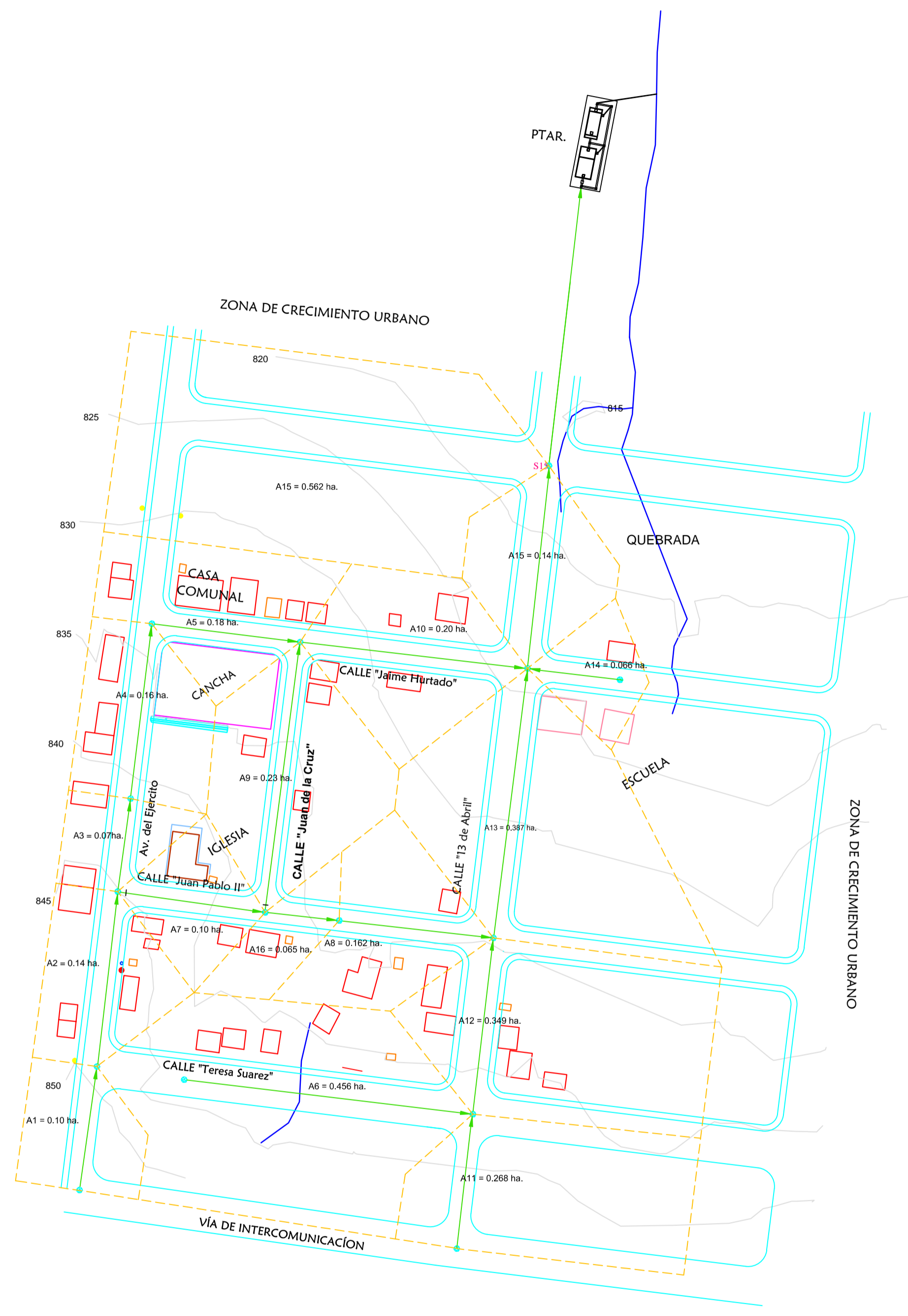
- Se aconseja para el alcantarillado sanitario respetar la profundidad de los pozos de revisión, profundidades que fueron determinadas a partir de una nivelación geométrica respecto de la ubicación de los baños que presentan cierta dificultad para la conexión al sistema.
- El alcantarillado pluvial será de gran utilidad siempre que se realicen cunetas que conduzcan el agua de escorrentía hacia los sumideros proyectados.
- Es importante efectuar charlas sobre las reglas de operación y mantenimiento para evitar el mal uso de las redes de alcantarillado y el funcionamiento de la planta de tratamiento.
- Se aconseja ejecutar un monitoreo periódico, con el fin diagnosticar el funcionamiento de la PTAR en función de los parámetros para el cual fue diseñada.
- El proceso de fundición de la fosa séptica y filtro biológico, debe realizarse monolíticamente toda la estructura, a fin de evitar grietas y fallas en las juntas.
- Es importante cumplir con el plan de operación y mantenimiento de la PTAR para garantizar el correcto funcionamiento de la misma, capacitar al operador y proveerle de todo sus implementos de salud y seguridad ocupacional.

- Es importante tomar en cuenta la predisposición de la gente para el establecimiento de una tarifa para la sostenibilidad del servicio, a pesar de contar con el servicio de agua potable por más de dos años aún no cuenta con tarifa y por esta situación todo este tiempo han subsistido con agua entubada; por lo que la implementación del servicio de alcantarillado se debe socializar y concientizar a la población sobre los principales beneficios de contar con un sistema integral de agua potable y saneamiento sostenible.

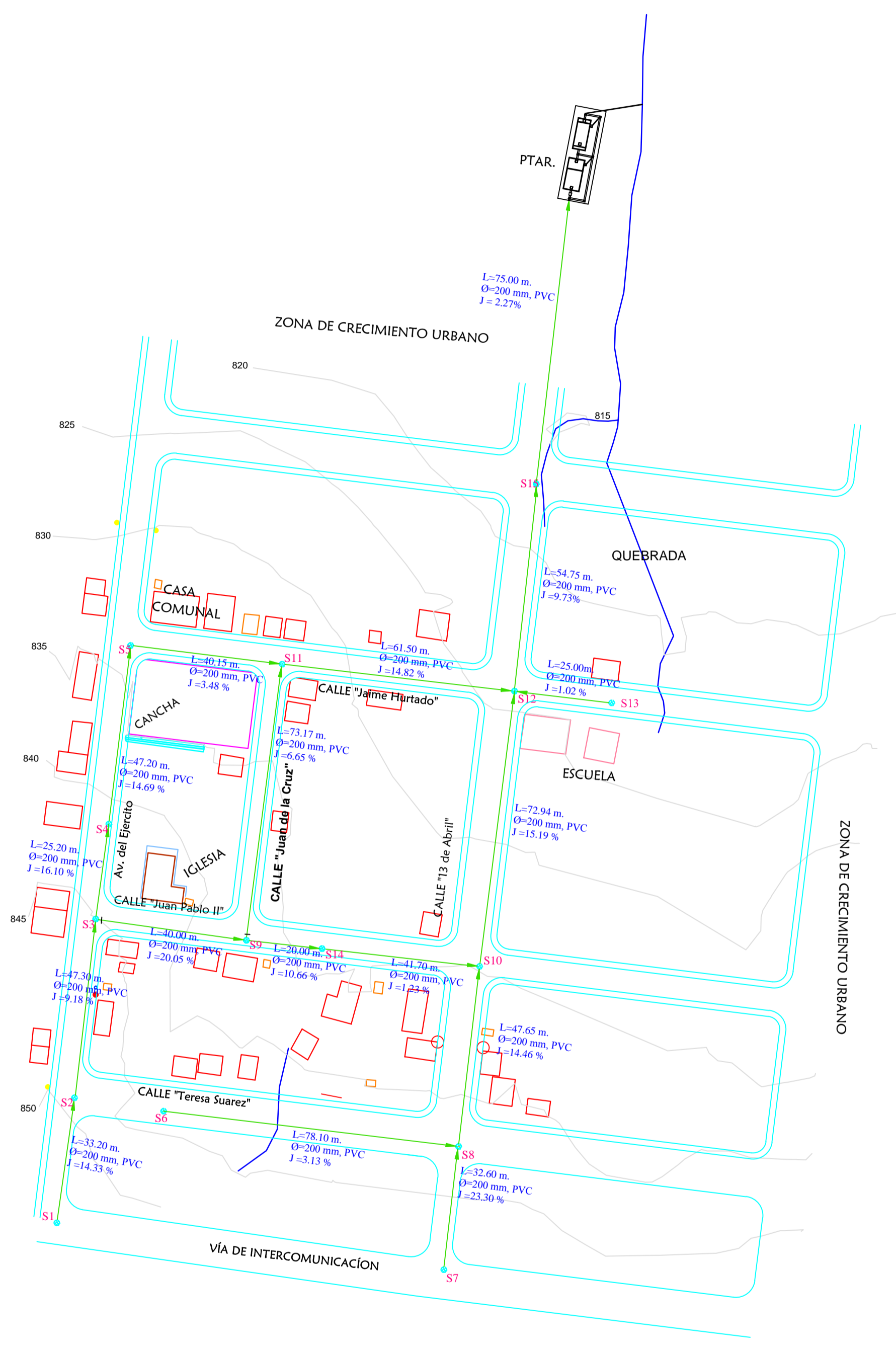
BIBLIOGRAFÍA

1. Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias e Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, IEOS.
2. SUBSECRETARÍA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL (SSA). 2002.: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua.
3. Normas de Diseño de sistemas de alcantarillado de EPM, Medellín 2009.
4. Convenio Gobierno Perú – Alemania, 2002, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua y Saneamiento, Programa de Agua Potable y Alcantarillado PROAGUA.
5. Carmona, R.,(2013), diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial, y drenaje en carreteras, Bogotá, Colombia: Ecoe ediciones.
6. Marín, R.,(2012), procesos fisicoquímicos de depuración de aguas: teoría, práctica y problemas resueltos, Colombia.
7. Romero, J.,(2013), tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, Bogotá, Colombia: Editorial Escuela colombiana de ingeniería.
8. Saldarriaga, J.,(2013), métodos de diseño en redes de alcantarillado, Bogotá, departamento de ingeniería y ambiente, universidad de los Andes.
9. González, Vicente. Apuntes de materia " Sanitaria II", Cuenca. UCACUE, 2016.
10. Aldás Juan. Tesis de grado Diseño del alcantarillado sanitario y pluvial y tratamiento de aguas servidas de 4 lotizaciones unidas (varios propietarios), del cantón el Carmen. PUCE 2011
11. Instituto Ecuatoriano de Normalización. INEN.
12. Código ecuatoriano de la Construcción. CEC.

ANEXOS



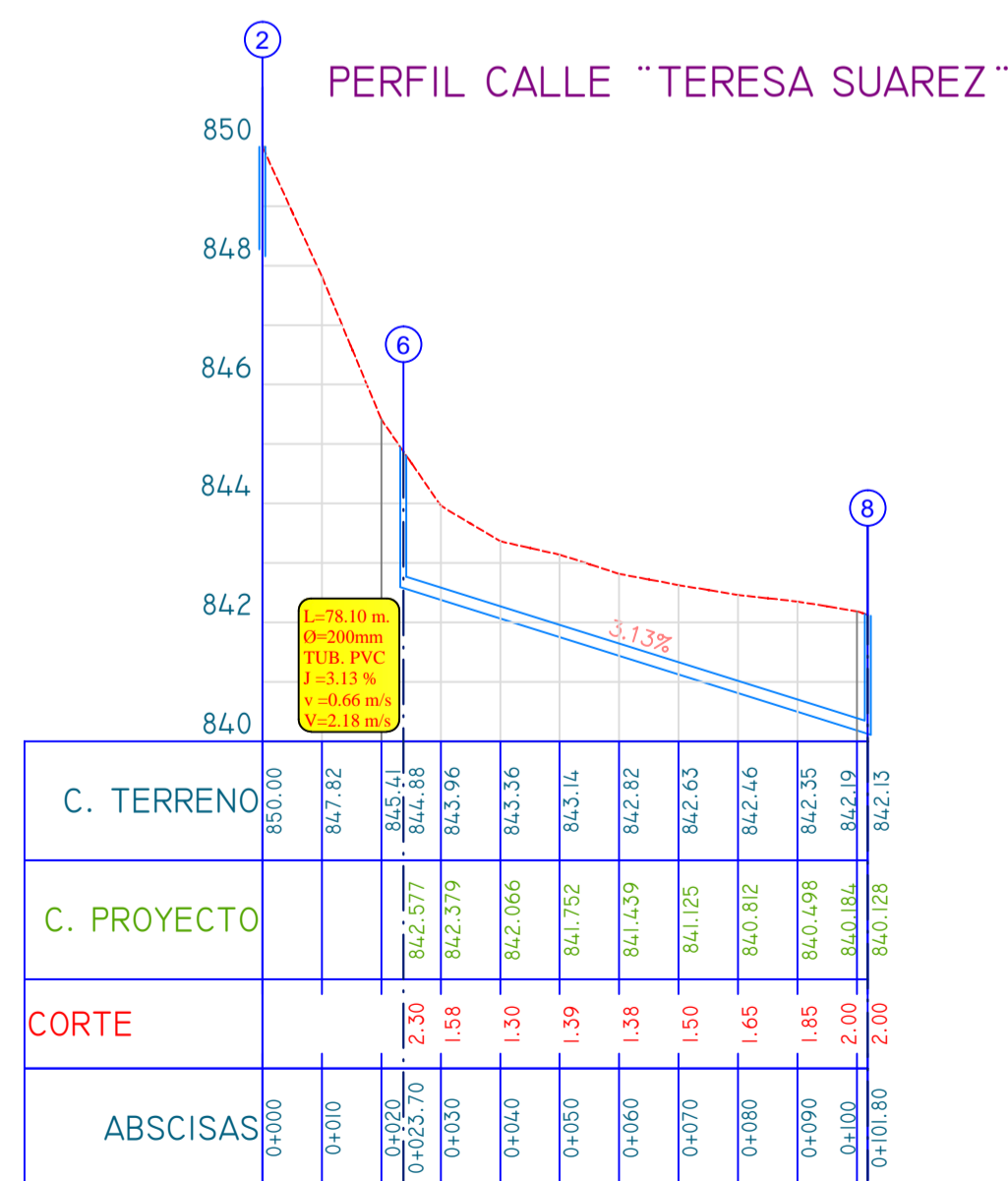
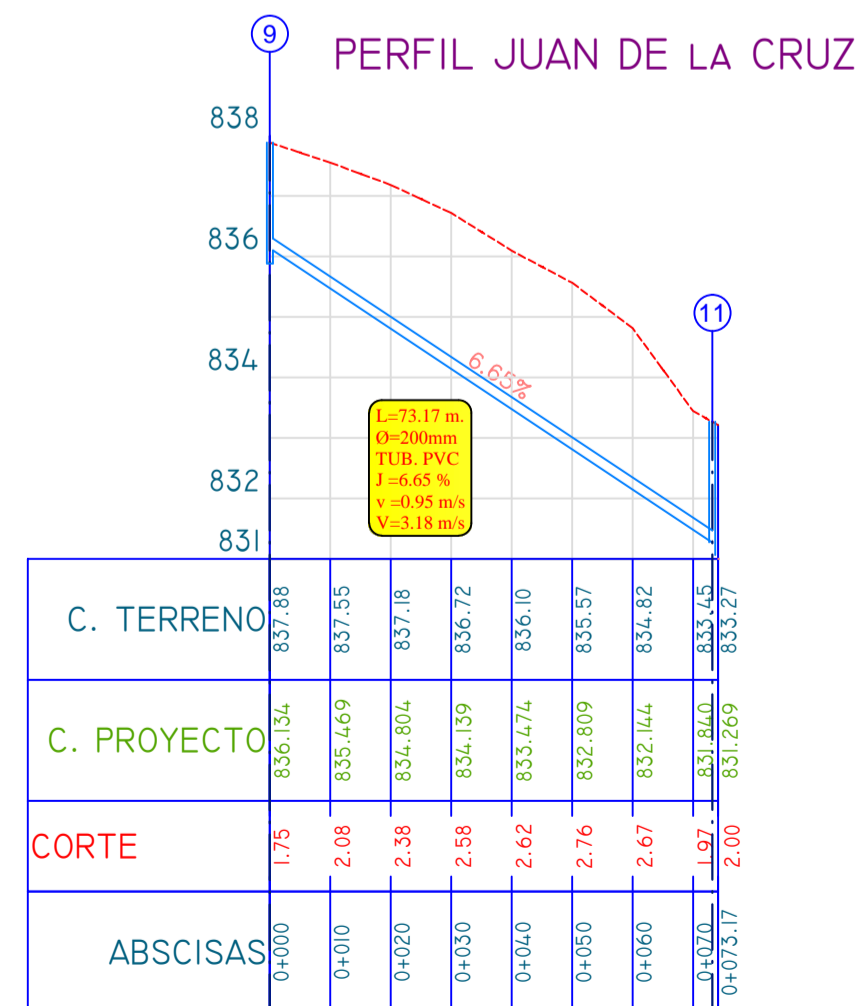
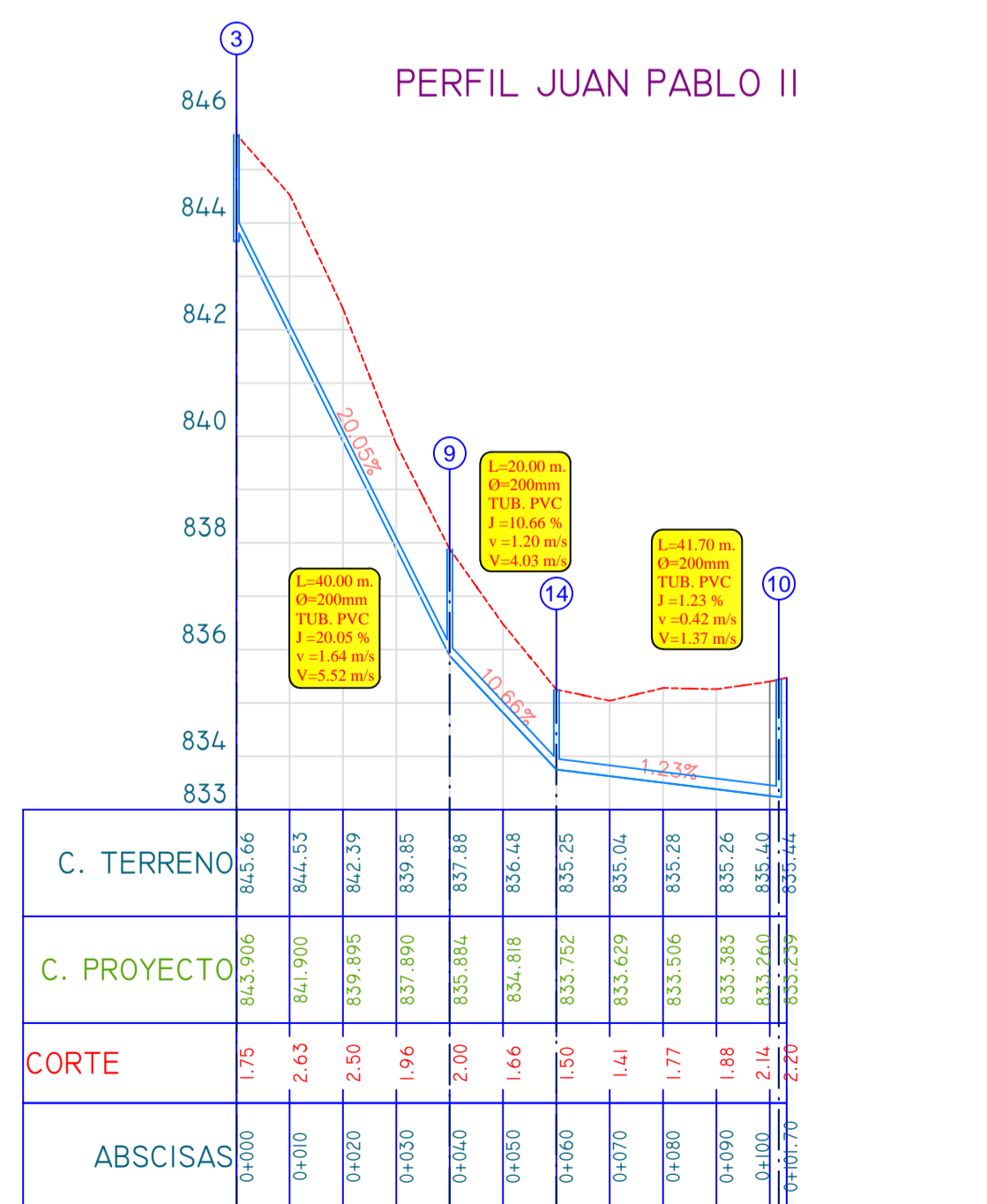
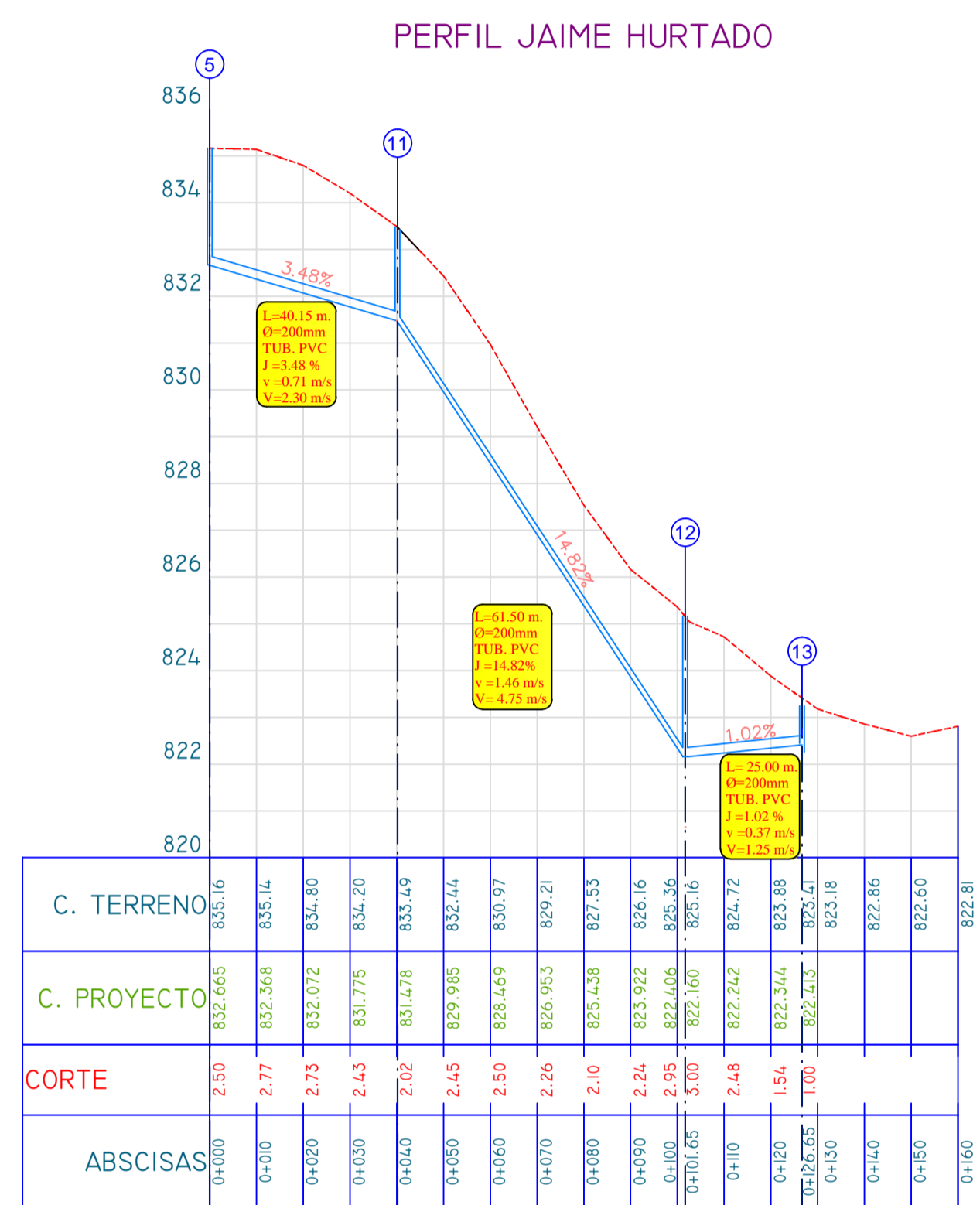
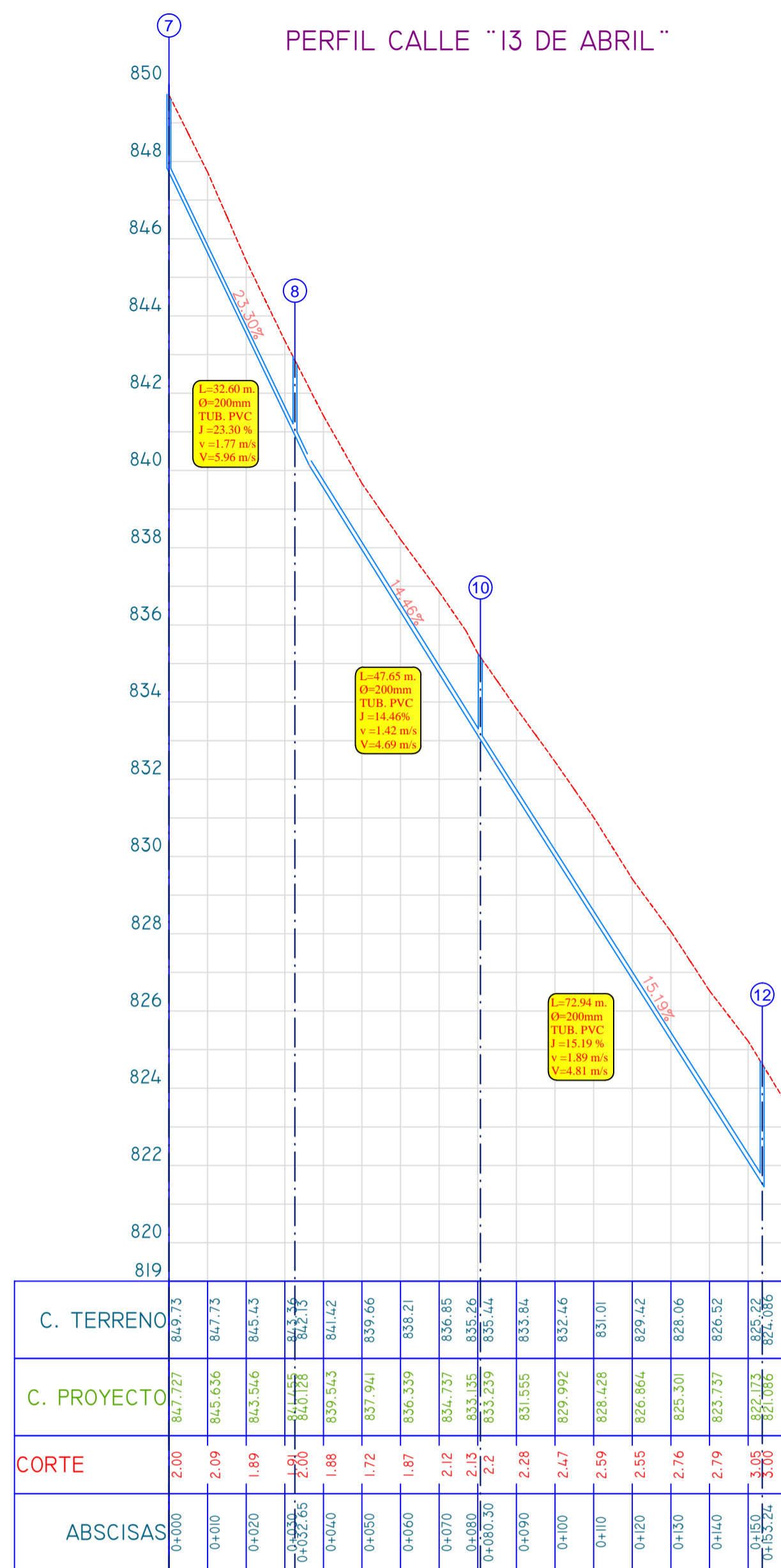
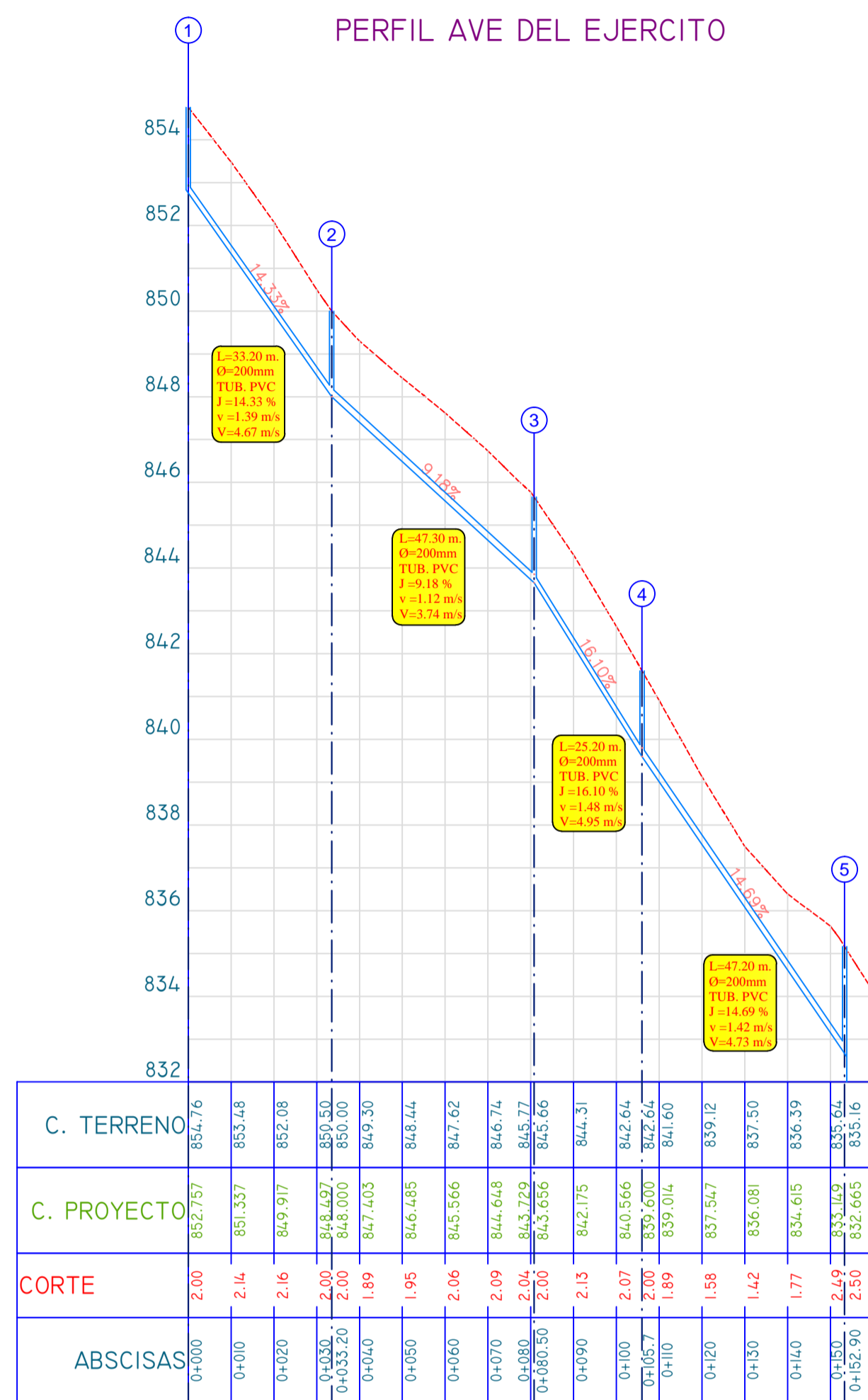
DETALLE ÁREAS DE APORTE



DETALLE CÁLCULOS HIDRÁULICOS

| SIMBOLOGIA | |
|------------|----------------------------|
| | RED DE ALC. SANITARIO |
| | LIMITE AREAS DE APORTACION |
| | VEREDA |
| | QUEBRADA |
| | CASA, CASETA |
| | POZO DE REVISION |
| | ESCUELA |
| | GRADERIO |
| | BAÑO |
| | IGLESIA |
| | S4 NÚMERO DE POZO |

| | | | |
|---|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| | | UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA | |
| PROYECTO: ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO Y ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA COMUNIDAD LA VICTORIA, CANTÓN LIMÓN INDANZA. | | | HOJA: 1 DE 5 |
| CONTIENE: TRAZADO DE LAS ÁREAS DE APORTE Y RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO | | | ESCALA: 1 : 1000 |
| SECTOR: LA VICTORIA | PARROQUIA: SAN ANTONIO | CANTÓN: LIMÓN INDANZA | PROVINCIA: MORONA SANTIAGO |
| ELABORADO POR: EST. LENIN PELÁEZ RUIZ | | | FECHA: ENERO / 2018 |
| APROBADO POR: ING. VICENTE GONZÁLEZ BORJA, M.Sc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN | | | DIBUJO: LENIN PELÁEZ |

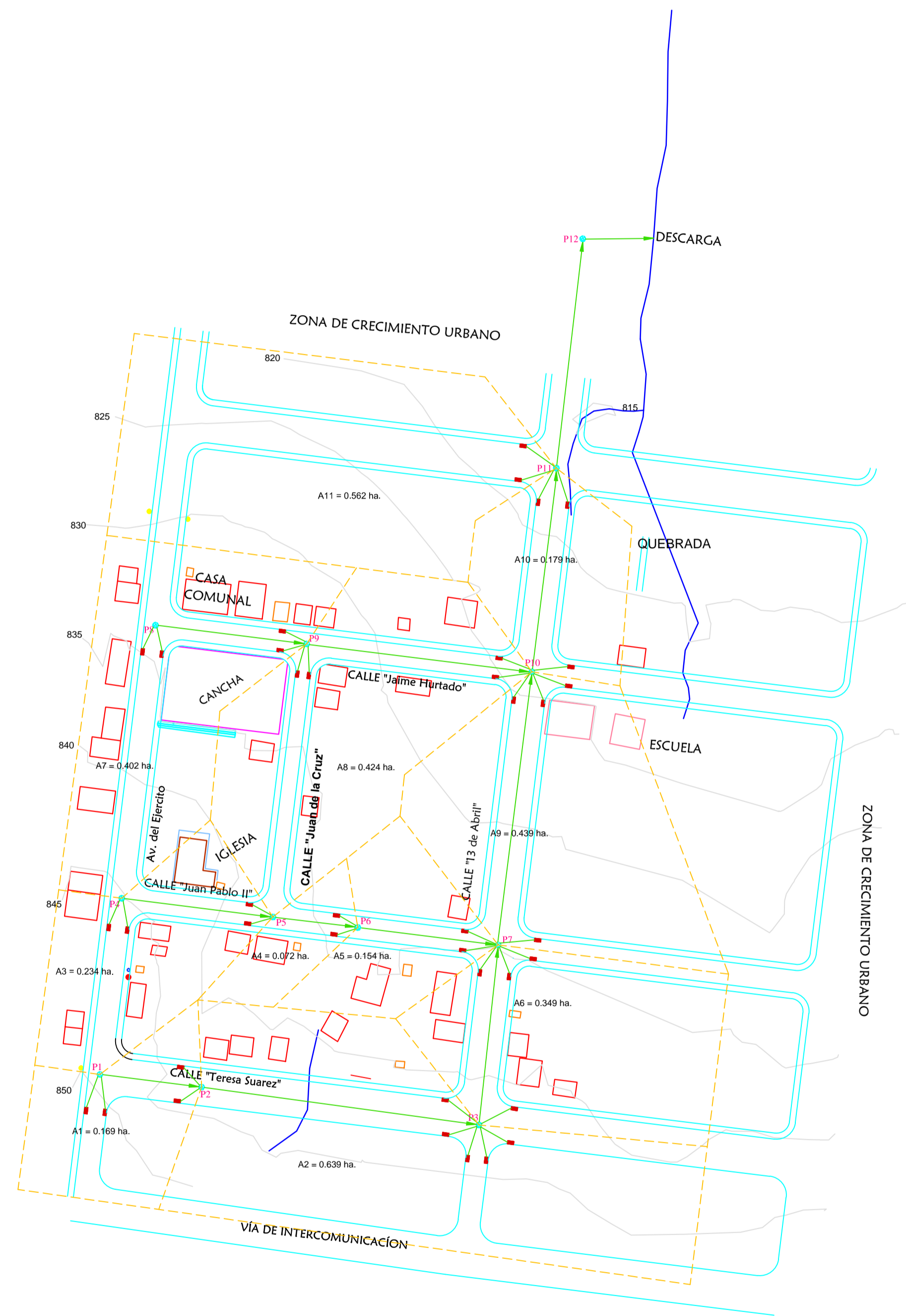


ESCALA VERTICAL 10
ESCALA HORIZONTAL : 1

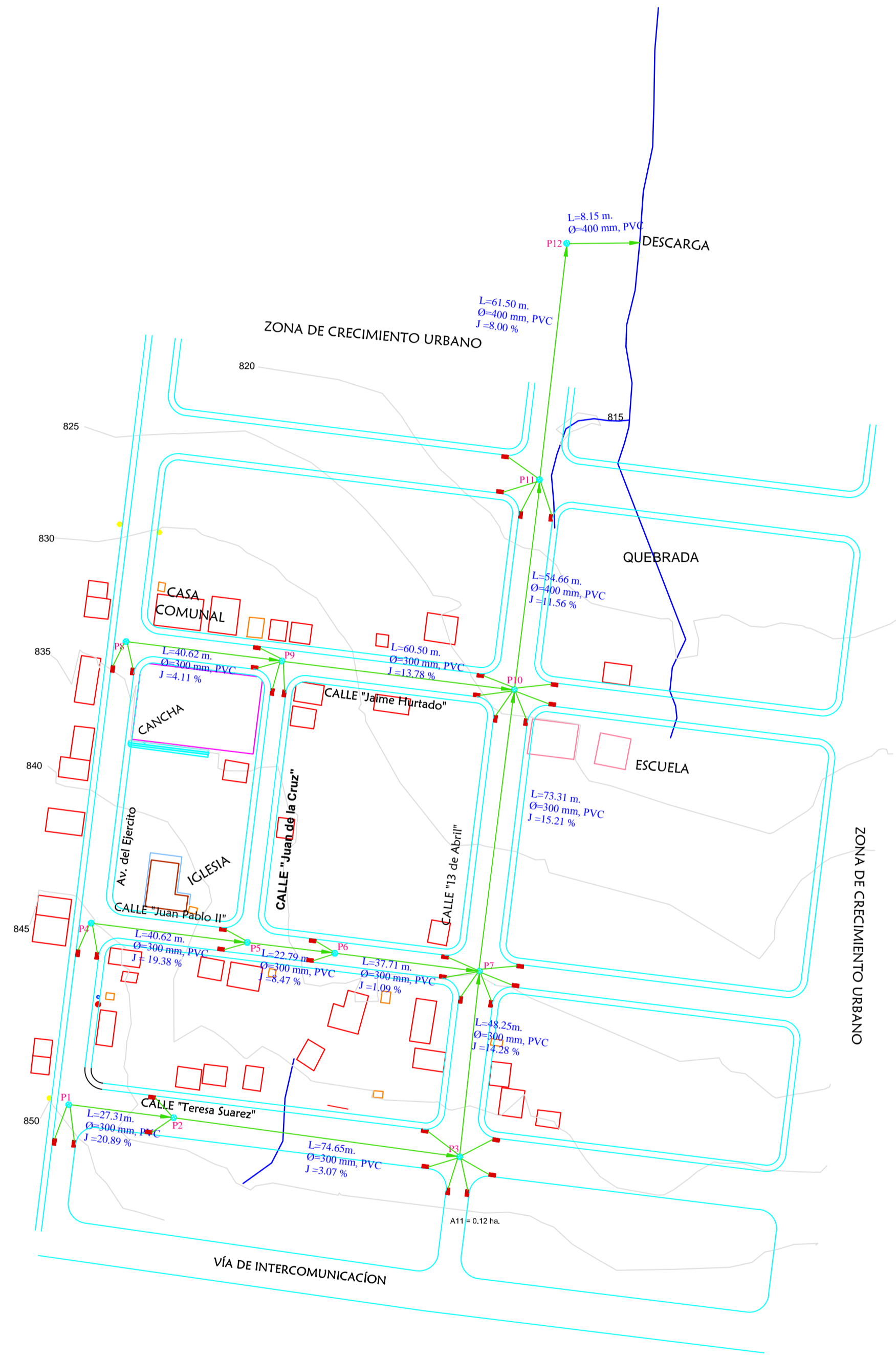


UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

| | | | | |
|---|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--|
| PROYECTO: ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO Y ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA COMUNIDAD LA VICTORIA, CANTÓN LIMÓN INDANZA. | | | | HOJA: 2 DE 5 |
| CONTIENE: PERFILES DE LAS CALLES Y DISEÑO VERTICAL DEL ALC. SANITARIO | | | | ESCALA: GRÁFICA |
| SECTOR: LA VICTORIA | | | | FECHA: ENERO / 2018 |
| PARROQUIA: SAN ANTONIO | CANTÓN: LIMÓN INDANZA | PROVINCIA: MORONA SANTIAGO | DIBUJO: LENIN PELÁEZ | |
| ELABORADO POR: EST. LENIN PELÁEZ RUIZ | | | | APROBADO POR: ING. VICENTE GONZÁLEZ BORJA, M.Sc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN |



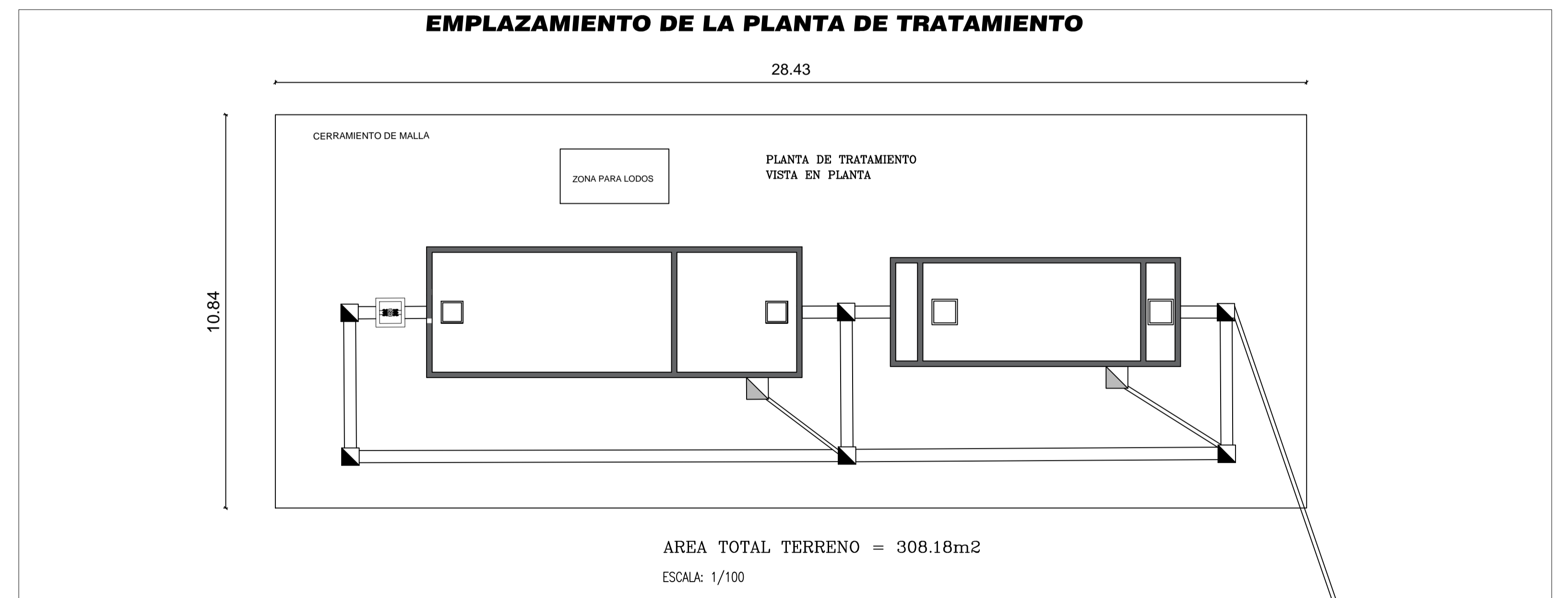
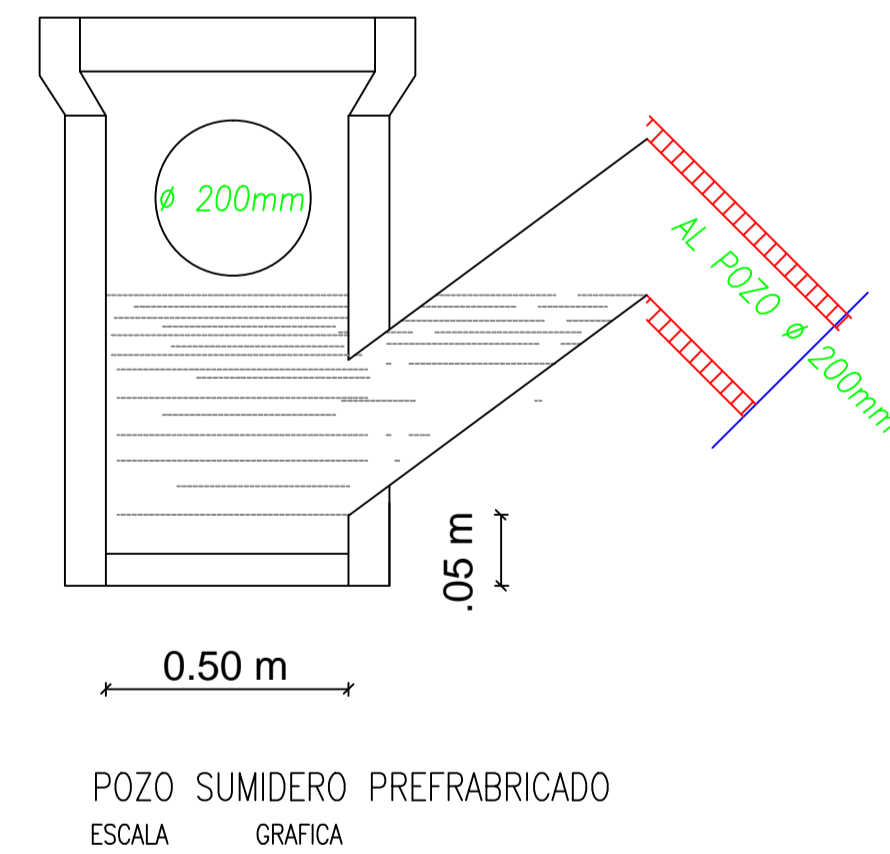
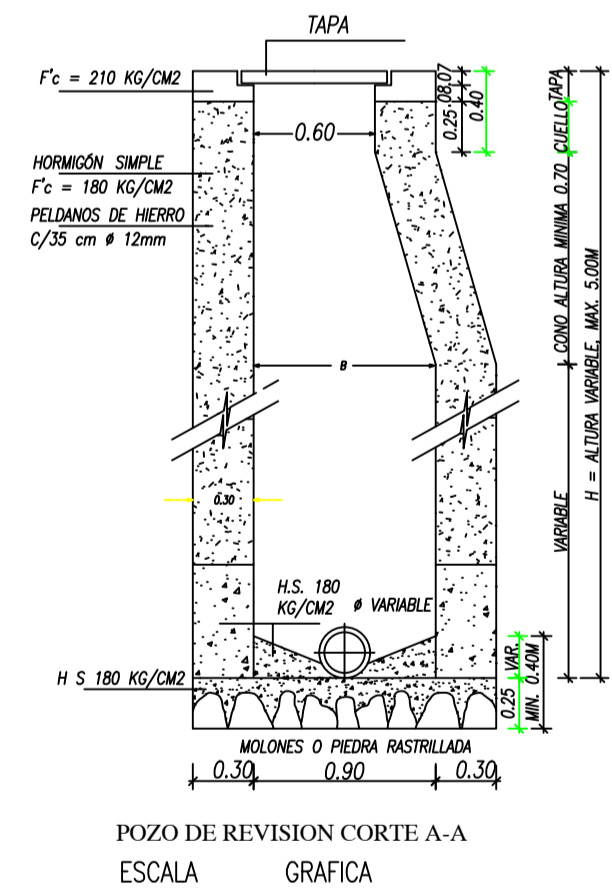
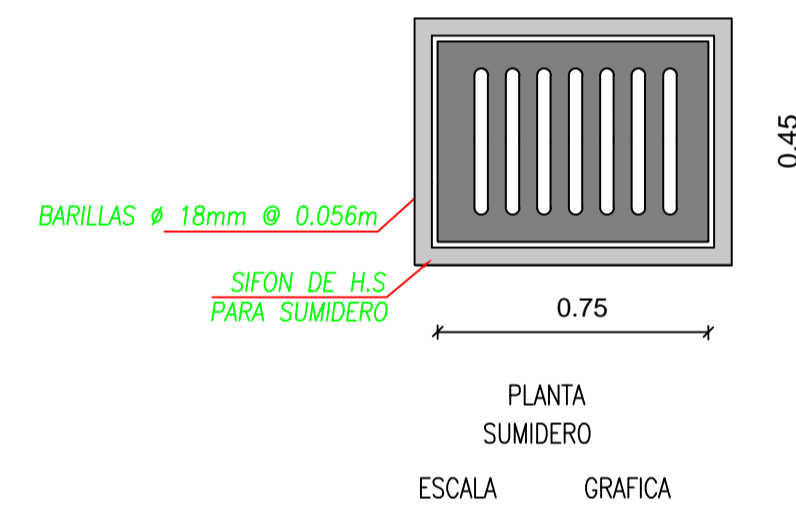
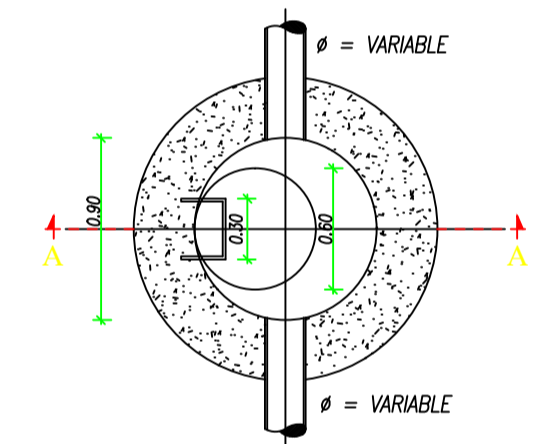
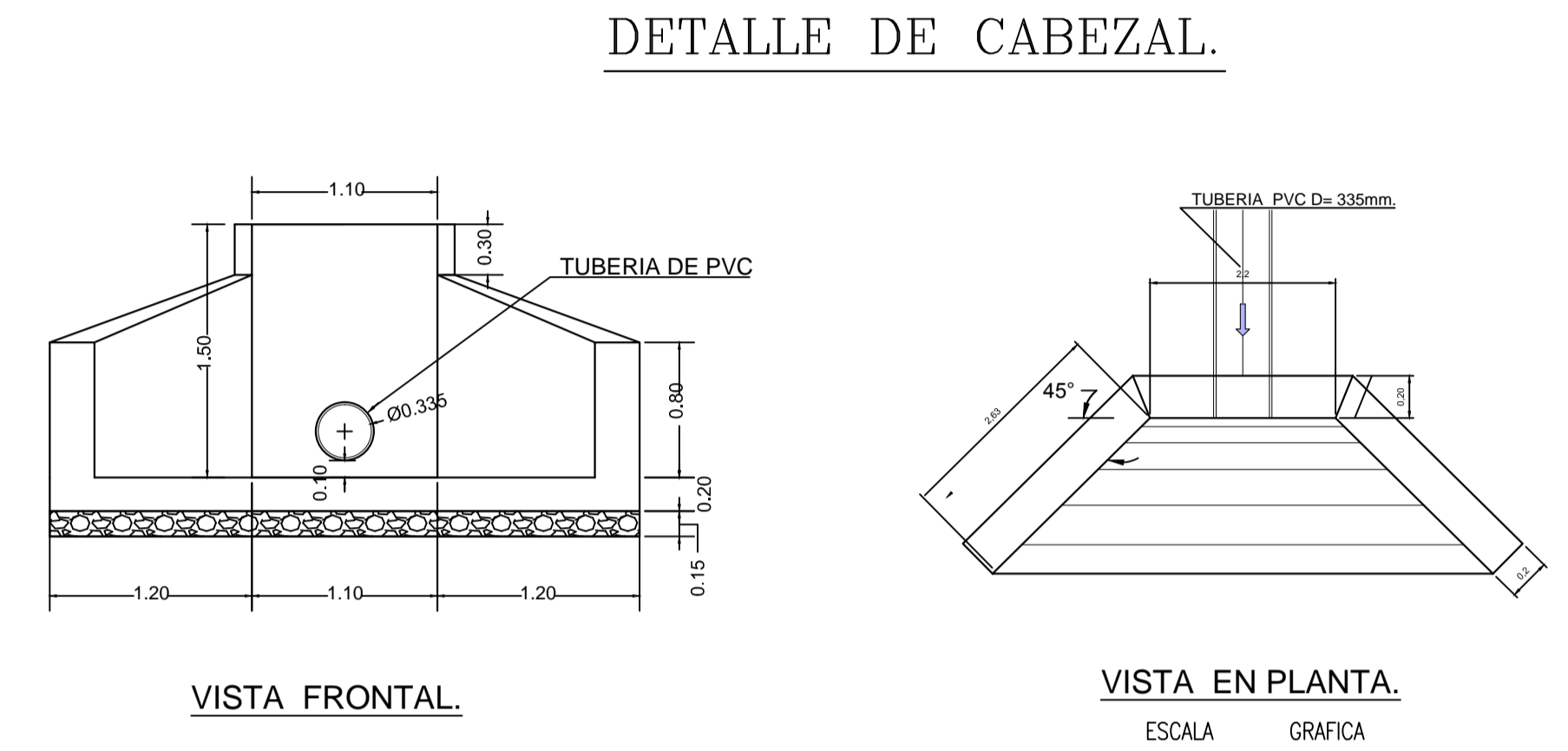
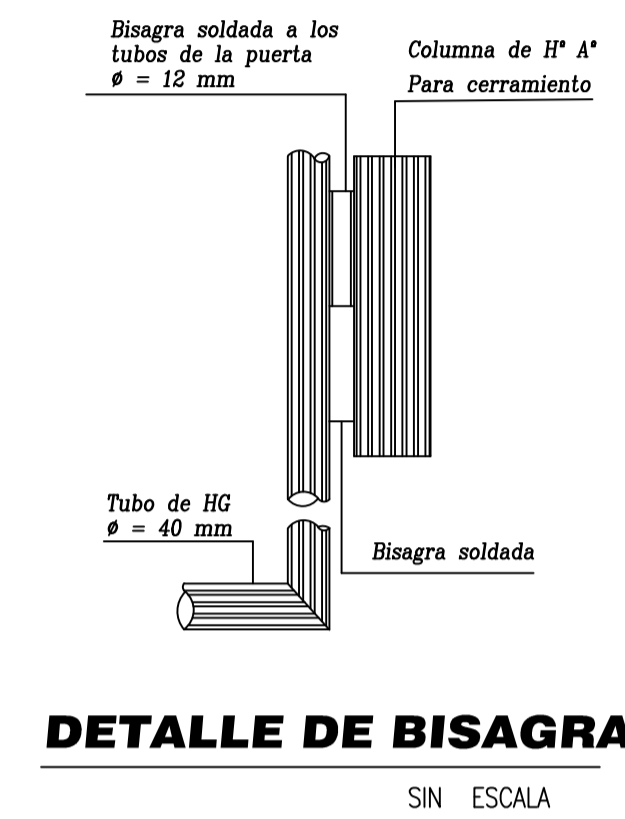
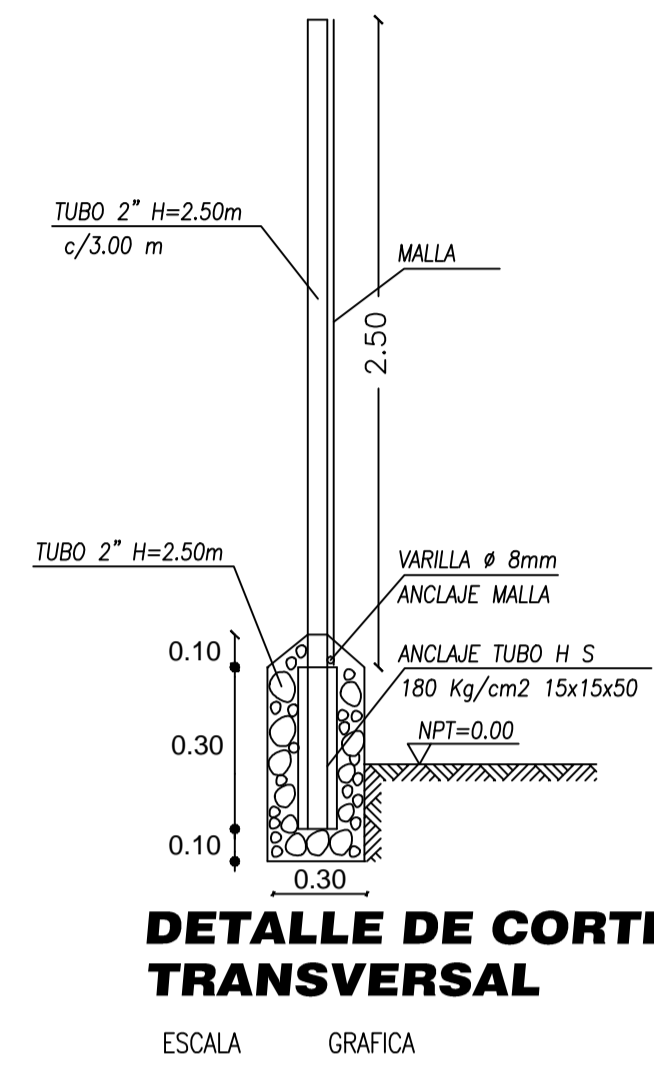
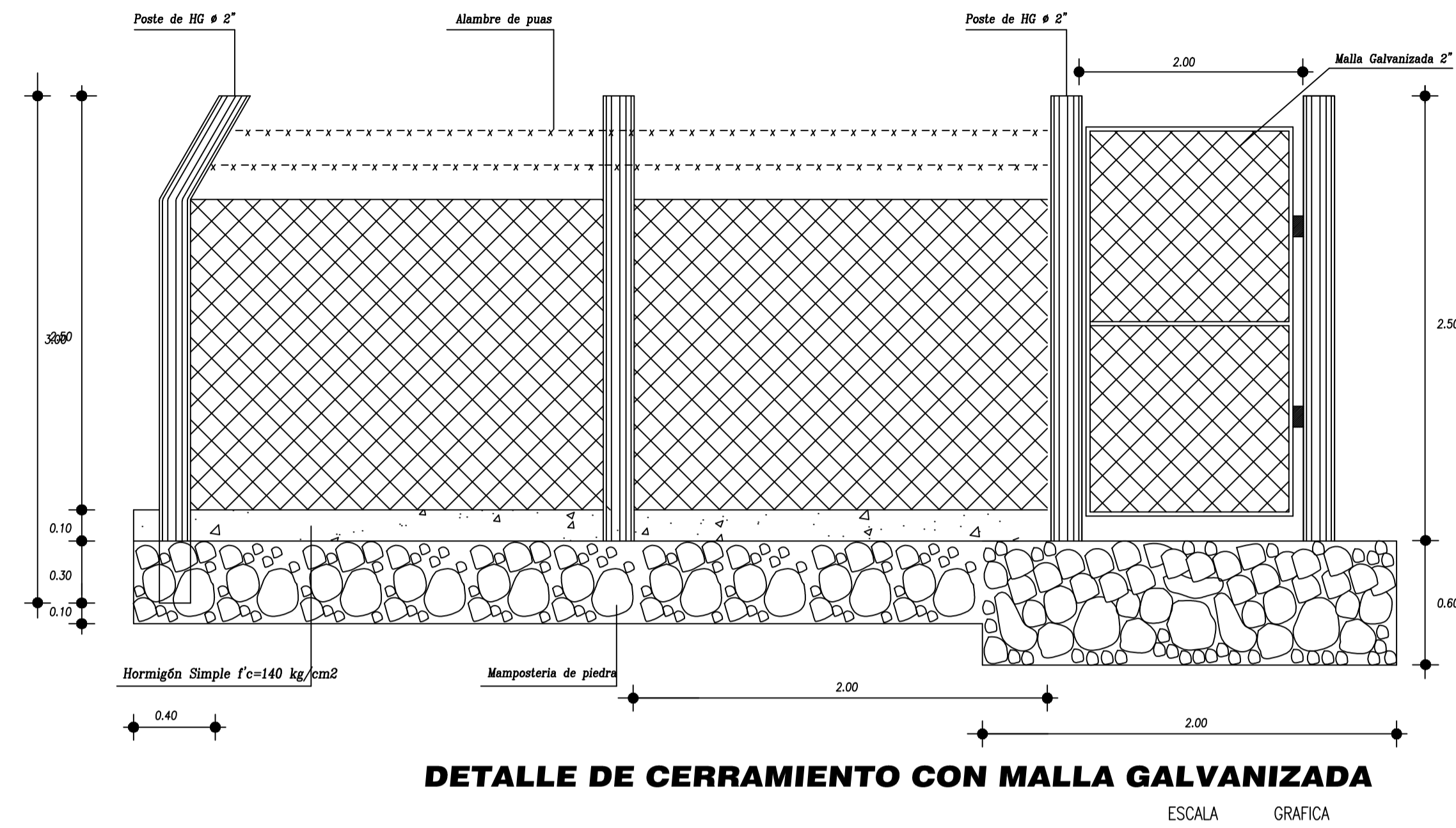
DETALLE ÁREAS DE APORTE



DETALLE CÁLCULOS HIDRAÚLICOS

| SIMBOLOGIA | |
|------------|------------------------|
| | RED DE ALC. PLUVIAL |
| | LÍMITE ÁREAS DE APORTE |
| | VEREDA |
| | QUEBRADA |
| | CASA, CASETA |
| | POZO DE REVISION |
| | ESCUELA |
| | BAÑO |
| | IGLESIA |
| | SUMIDERO |
| | NÚMERO DE POZO |

| | | | |
|---|----------------------------------|--|--------------------------------------|
| | | UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA | |
| PROYECTO: ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO Y ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA COMUNIDAD LA VICTORIA, CANTÓN LIMÓN INDANZA. | | | HOJA: 3 DE 5 |
| CONTIENE: TRAZADO DE LAS ÁREAS DE APORTE Y RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL | | | ESCALA: 1 : 1000 |
| SECTOR: LA VICTORIA | PARROQUIA: SAN ANTONIO | CANTÓN: LIMÓN INDANZA | PROVINCIA: MORONA SANTIAGO |
| FECHA: ENERO / 2018 | | | DIBUJO: LENIN PELÁEZ |
| ELABORADO POR: EST. LENIN PELÁEZ RUIZ | | APROBADO POR: ING. VICENTE GONZÁLEZ BORJA, M.Sc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN | |



| | | | |
|---|----------------------------------|--|-------------------------------------|
|  | | UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA | |
| PROYECTO: ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO Y ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA COMUNIDAD LA VICTORIA, CANTÓN LIMÓN INDANZA. | | | HOJA: 5 DE 5 |
| CONTIENE: DETALLES CONSTRUCTIVOS GENERALES | | | ESCALA: LAS INDICADAS |
| SECTOR: LA VICTORIA | PARROQUIA: SAN ANTONIO | CANTÓN: LIMÓN INDANZA | FECHA: ENERO / 2018 |
| | | | DIBUJO: LENIN PELÁEZ RUIZ |
| ELABORADO POR: EST. LENIN PELÁEZ RUIZ | | APROBADO POR: ING. VICENTE GONZÁLEZ BORJA, M.Sc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN | |