



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA
DE CONSTRUCCIONES**

**Diseño Del Sistema De Alcantarillado Combinado Para El
Sector Virgenpamba, Perteneciente A La Ciudad De
Azogues, Provincia Del Cañar.**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de
INGENIERO CIVIL CON ÉNFASIS EN GERENCIA DE CONSTRUCCIONES

Autor:

JOSSUÉ ENMANUEL NAULA VÁSQUEZ

Director:

JOSUÉ BERNARDO LARRIVA VÁSQUEZ

CUENCA – ECUADOR

2018

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación está dedicado a Dios en primer lugar por permitirme alcanzar una de mis metas, a mi familia de manera especial ya que siempre me han apoyado con esfuerzo y sacrificio para salir adelante; todo lo que he logrado es gracias a ustedes ya que siempre me han sabido regalar palabras de amor y me han acompañado a lo largo de mi vida dándome su cuidado, protección y aliento que hizo que valga la pena todo el esfuerzo por alcanzar esta meta, mil gracias por siempre estar conmigo y ser el motor en mi vida.

A mi abuelito Humberto(+), abuelita Mercedes(+), tía Rosa; por acompañarme siempre en la vida brindándome su cariño, amor y apoyo incondicional.

A mis familiares y amigos que siempre han estado pendientes de mi con su apoyo incondicional en este camino por alcanzar mi título profesional, para ustedes mi cariño y aprecio.

A todas las personas que ante las adversidades de la vida salen adelante y nos enseñan el mensaje importante de perseverancia y superación.

A todos ustedes dedico el fruto de mi esfuerzo.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por acompañarme y protegerme siempre, por rodearme de personas maravillosas para que día a día sea mejor y sobre todo por ayudarme en todas las decisiones que he tomado en mi vida.

A mi mamá Cecilia, por ser una madre ejemplar, por siempre brindarme su apoyo incondicional en mis buenas y malas decisiones; gracias por siempre regalarme palabras de aliento para continuar en la lucha en los momentos más difíciles, por su amor y cariño que fueron motor para continuar con más fuerza y dedicación.

A mi papá Manuel, por su apoyo, por brindarme sus enseñanzas para conseguir lo que quiero en la vida, por sus palabras que me daban impulso para continuar en el camino hacia mis metas.

A mis hermanos Nathaly e Ismael, por su enorme cariño y amor, por siempre estar a mi lado apoyándome y dándome consejos en los momentos que más lo he necesitado; con su existencia fueron, son y serán el motor para seguir intentando ser una mejor persona, para que se sientan orgullosos de mí.

A la Universidad del Azuay, carrera de Ingeniería Civil y a sus profesores por brindarme todo el conocimiento académico necesario para mi formación profesional, pero, de manera especial al Ing. Josué Larriva director de tesis, Ing. Belén Arévalo e Ing. Javier Fdez. De Córdova tribunal del presente trabajo de titulación muchas gracias por su apoyo, conocimientos y tiempo para la culminación satisfactoria de este trabajo, para ustedes mi gratitud y respeto, que Dios les pague.

A la EMAPAL EP, por ayudar a los estudiantes a desarrollarse profesionalmente y poder ampliar los conocimientos adquiridos en las aulas, sobre todo por su colaboración y apoyo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1
GENERALIDADES	2
Antecedentes	2
Objetivos	2
Alcance	3
Justificación	3
1. CAPÍTULO I: RECOPIACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	4
1.1. Descripción general de la zona	4
1.1.1. Ubicación geográfica.....	4
1.1.2. Temperatura	5
1.1.3. Clima	6
1.1.4. Precipitación	7
1.1.5. Vías de acceso	8
1.2. Aspectos demográficos	10
1.2.1. Porcentaje de habitantes que estudian en el sector Virgenpamba.....	11
1.2.2. Tipo de vía	11
1.2.3. Abastecimiento de agua	13
1.2.4. Tipo de agua que utiliza el sector	13
1.2.5. Evacuación de aguas servidas	14
1.2.6. Evacuación de aguas lluvia.....	14
1.2.7. Energía eléctrica.....	15
1.3. Aspectos socioeconómicos	15

1.3.1.	Tipos de edificaciones	15
1.3.2.	Uso de la edificación	16
1.3.3.	Tenencia de la vivienda	16
1.3.4.	Tipo de trabajo	17
1.3.5.	Ingresos económicos	18
1.3.6.	Consulta popular	19
2.	CAPÍTULO II: CRITERIOS PARA EL DISEÑO.....	20
2.1.	Tipo de sistema	20
2.2.	Áreas de aportación (área tributaria)	20
2.3.	Crecimiento poblacional	21
2.3.1.	Población.....	21
2.3.2.	Tasa de crecimiento poblacional	22
2.3.3.	Período de diseño	22
2.4.	Parámetros de diseño	22
2.4.1.	Dotación.....	22
2.4.2.	Densidad	24
2.4.3.	Pendientes	24
2.4.4.	Profundidades	25
2.4.5.	Velocidades	25
2.4.6.	Diámetros de tubería	27
2.4.7.	Tipos de material y rugosidad	27
2.5.	Caudales de diseño	28
2.5.1.	Caudal de diseño (QD).....	28
2.5.2.	Caudal máximo horario ($Q_{max.h}$)	29
2.5.3.	Caudal por aguas de infiltración (Q_{inf}).....	31
2.5.4.	Caudal por aguas ilícitas (Q_{ili})	32
2.5.5.	Caudal pluvial (Q_p).....	32
2.6.	Pozos de revisión, sumideros, conexiones domiciliarias y obras especiales	35
2.6.1.	Pozos de revisión	35
2.6.2.	Sumideros	37
2.6.3.	Conexiones domiciliarias.....	37
2.6.4.	Obras especiales: Pozo de derivación de caudales.....	38
3.	CAPÍTULO III: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO	40
3.1.	Diseño de la tubería (Hidráulica de alcantarillas).....	40

3.1.1.	Pendiente	40
3.1.2.	Caudal a sección llena	40
3.1.3.	Velocidad a sección llena	40
3.1.4.	Tiempo de concentración de flujo	41
3.1.5.	Datos hidráulicos.....	41
3.1.6.	Velocidad real	45
3.2.	Sistema de alcantarillado combinado	46
3.3.	Diseño de pozos de revisión, sumideros, conexiones domiciliarias y obras especiales	50
3.3.1.	Diseño para pozos de revisión	50
3.3.2.	Diseño para sumideros	54
3.3.3.	Diseño para pozo de inspección de las conexiones domiciliarias.....	56
3.3.4.	Diseño del pozo derivador de caudales	56
4.	CAPÍTULO IV: PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES	58
4.1.	Determinación de rubros	58
4.2.	Análisis de precios unitarios	59
4.3.	Presupuesto referencial.....	60
4.4.	Especificaciones técnicas.....	64
4.4.1.	Excavaciones	64
4.4.2.	Tuberías.....	65
4.4.3.	Relleno y desalojo	66
4.4.4.	Pozos de revisión de hormigón	70
4.5.	Cronograma valorado	71
6.	BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.....	77
7.	ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Límites del cantón Azogues	4
Figura 1.2: Ubicación del sector Virgenpamba.....	5
Figura 1.3: Isotermas del cantón Azogues	6
Figura 1.4: Tipos de clima del cantón Azogues.....	7
Figura 1.5: Isoyetas del cantón Azogues.....	8
Figura 1.6: Vías de acceso	9
Figura 1.7: Vías de acceso Google Maps.....	9
Figura 1.8: Población del sector Virgenpamba	10
Figura 1.9: Estudiantes en el sector Virgenpamba.....	11
Figura 1.10: Tipo de vía	11
Figura 1.11: Fotos de la vía de Virgenpamba	12
Figura 1.12: Abastecimiento de agua.....	13
Figura 1.13: Tipo de agua que utiliza el sector	13
Figura 1.14: Evacuación de aguas servidas.....	14
Figura 1.15: Evacuación de aguas lluvia.....	14
Figura 1.16: Energía eléctrica	15
Figura 1.17: Tipos de edificaciones	15
Figura 1.18: Uso de la edificación	16
Figura 1.19: Tenencia de la vivienda	16
Figura 1.20: Tipo de trabajo.....	17
Figura 1.21: Ingresos económicos	18
Figura 1.22: Consulta popular.....	19
Figura 2.1: Geometría de la distribución de áreas tributarias	21
Figura 2.2: Esquema para el derivador de caudales	38
Figura 3.1: Flujo de agua a sección parcialmente llena	43
Figura 3.2: Pozo de revisión	52
Figura 3.3: Pozo de salto.....	53
Figura 3.4: Tapa y brocal	54
Figura 3.5: Sumidero vista en planta.....	54
Figura 3.6: Sumidero corte B-B	55
Figura 3.7: Sumidero corte A-A.....	55

Figura 3.8: Pozo de inspección, conexión domiciliaria	56
Figura 3.9: Derivador de caudales vista en planta	56
Figura 3.10: Derivador de caudales vista de corte A-A y corte B-B	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Tasa de crecimiento poblacional.....	22
Tabla 2.2: Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos.....	23
Tabla 2.3: Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados.....	26
Tabla 2.4: Rugosidad según el material de la tubería	28
Tabla 2.5: Coeficiente de escorrentía (c) según tipo de superficie	33
Tabla 2.6: Datos utilizados para el cálculo de la intensidad	34
Tabla 2.7: Distancia máxima entre pozos de revisión.....	35
Tabla 2.8: Diámetros recomendados de pozos de revisión	36
Tabla 3.1: Cálculo del Alcantarillado Combinado de Virgenpamba	47
Tabla 4.1: Presupuesto	60
Tabla 4.2: Requisito de tubería	66
Tabla 4.3: Cronograma valorado.....	71

ÍNDICE DE ANEXOS

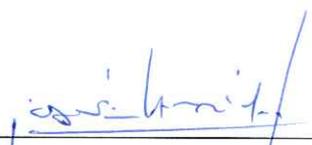
- Anexo 1: Encuestas Virgenpamba
- Anexo 2: Levantamiento topográfico
- Anexo 3: Cálculos hidráulicos del alcantarillado combinado de Virgenpamba
- Anexo 4: Diseño del alcantarillado de Virgenpamba
- Anexo 5: Plano ubicación geográfica
- Anexo 6: Plano perfil del alcantarillado 1
- Anexo 7: Plano perfil del alcantarillado 2
- Anexo 8: Plano de detalles constructivos
- Anexo 9: Cantidades de obra
- Anexo 10: Memoria técnica
- Anexo 11: Especificaciones técnicas
- Anexo 12: Presupuesto y análisis de precios unitarios
- Anexo 13: Cronograma valorado

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO PARA EL
SECTOR VIRGENPAMBA, PERTENECIENTE A LA CIUDAD DE
AZOGUES, PROVINCIA DEL CAÑAR.**

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se realizó el diseño de alcantarillado para la comunidad de Virgenpamba, ya que este sector no cuenta con infraestructura adecuada, lo que podría afectar la salud de los habitantes y perjudicar el medio ambiente. El presente proyecto de alcantarillado estará destinado a la eliminación de aguas servidas y simultáneamente del agua lluvia. Los diseños incluyen planos, presupuesto, análisis de precios unitarios, cronograma valorado, especificaciones técnicas.

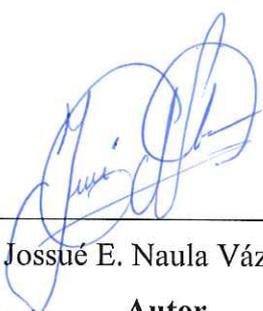
Palabras Clave: Saneamiento, infraestructura, aguas residuales, alcantarillado sanitario.



Ing. Josué Larriva Vázquez Mst.
Director de Tesis



Ing. José Vázquez Calero Mst.
Director de la Escuela



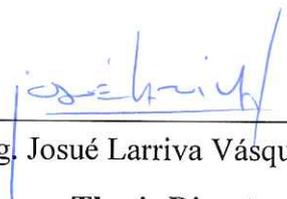
Jossué E. Naula Vázquez
Autor

**DESIGN OF THE COMBINED SEWER SYSTEM FOR THE
VIRGENPAMBA AREA OF AZOGUES, PROVINCE OF CAÑAR.**

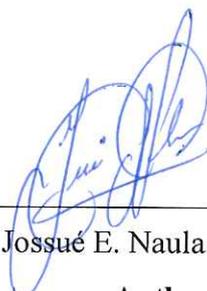
ABSTRACT

In the present degree work, the sewer design for the community of Virgenpamba has been developed since this sector does not have the adequate infrastructure. This lack affects the health of the inhabitants and harms the environment. This sewerage project was aimed at the elimination of sewage and rainwater simultaneously. The designs included blueprints, budgets, analysis of unitary prices, valued schedule and technical specifications.

Keywords: Sanitation, infrastructure, wastewater, sanitary sewage, excreta.


Ing. Josué Larriva Vásquez Mst.
Thesis Director


Ing. José Vázquez Calero Mst.
Faculty Director


Jossué E. Naula Vázquez
Author

Jossué Enmanuel Naula Vázquez

Trabajo de Graduación

Ing. Josué Bernardo Larriva Vázquez M. Sc.

Octubre, 2018

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO PARA EL
SECTOR VIRGENPAMBA, PERTENECIENTE A LA CIUDAD DE
AZOGUES, PROVINCIA DEL CAÑAR.**

INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo ha existido la necesidad de contar con sistemas de saneamiento adecuados debido a que la ausencia de los mismos genera problemas ambientales, enfermedades e infecciones.

Este estudio y diseño se lo realizará fundamentando una responsabilidad profesional, por lo que se deberá garantizar el ideal funcionamiento de esta obra civil y de igual manera su vida útil, teniendo en cuenta que ayudará al mencionado sector; para así mejorar la calidad de vida de los moradores.

Por tal motivo, la Empresa Pública Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Ambiental de la ciudad de Azogues (EMAPAL EP) preocupada por la falta de alcantarillado que evite las condiciones de insalubridad y contaminación estableció que se realice el diseño del alcantarillado combinado, el mismo que está enfocado a la recolección y conducción de aguas servidas y aguas lluvia promoviendo un manejo adecuado de dichas aguas en el sector Virgenpamba del cantón Azogues, provincia del Cañar.

GENERALIDADES

Antecedentes

La Empresa Pública de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Ambiental de la ciudad de Azogues EMAPAL EP, preocupada por mejorar la calidad de vida de los ciudadanos e incrementar la cobertura de los servicios básicos en zonas que no cuentan con los mismos, se encuentra en la obligación de construir y dotar de infraestructura sanitaria básica que evitará el vertido directo de aguas servidas hacia las quebradas existentes; generando riesgos de salud para los moradores aguas abajo.

Por lo cual, se realizó un convenio con la Universidad del Azuay, para realizar un proyecto de tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil con énfasis en Gerencia de Construcciones; asignando el tema “Diseño del sistema de alcantarillado combinado para el sector Virgenpamba, perteneciente a la ciudad de Azogues, provincia del Cañar”.

El sector Virgenpamba cuenta con una superficie aproximada de 1,20 km²; la mayoría de la superficie del sector se encuentra en la zona urbana del cantón Azogues, sin embargo, existe una parte menor que está considerado en la zona rural según los límites de la Municipalidad de Azogues y será donde se realice este proyecto. Es importante mencionar que en el sector Virgenpamba la EMAPAL EP ha estado dotando paulatinamente del servicio de alcantarillado, con el objetivo de servir a toda la zona.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar el sistema de alcantarillado para el sector Virgenpamba del cantón Azogues, provincia del Cañar; cumpliendo con la normativa nacional y los reglamentos básicos locales, con el fin de tener una solución viable para la mejor conducción de aguas servidas y aguas lluvia del sector.

Objetivos específicos

- Recopilar y levantar la información necesaria para la elaboración del proyecto.
- Realizar el diseño de los elementos que conforman la red del alcantarillado.
- Realizar un análisis de criterios y normas respectivas para el diseño del alcantarillado en el sector de Virgenpamba.
- Desarrollar el presupuesto, análisis de precios unitarios, cronograma y cantidades de obra para su construcción.

Alcance

La presente aplicación tiene como finalidad, obtener los estudios de alcantarillado combinado para el sector Virgenpamba del Cantón Azogues a nivel de diseños definitivos.

El horizonte del proyecto es el diseño integral del sistema de alcantarillado combinado, además la elaboración de los respectivos planos, especificaciones técnicas, cantidades de obra, presupuesto referencial, análisis de precios unitarios y cronograma valorado, necesarios para la ejecución del proyecto.

Este proyecto de titulación busca ayudar a la problemática planteada y ser usado como punto de partida para la construcción del sistema de alcantarillado.

Justificación

La construcción del alcantarillado combinado constituye un beneficio a la comunidad, porque ayudará a que los pobladores se puedan desarrollar en un área libre de contaminación ambiental; esto hace que la población viva libre de muchos organismos patógenos que se proliferan en las aguas residuales.

1. CAPÍTULO I: RECOPIACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

1.1. Descripción general de la zona

1.1.1. Ubicación geográfica

El proyecto de alcantarillado combinado que será tratado en este documento, se realizará en el cantón Azogues, Provincia del Cañar; ubicado al sur del Ecuador.

El cantón Azogues limita con las siguientes provincias como se observa en la figura 1.1:

Al Norte Cantón Alausí (Provincia de Chimborazo).

Al Oeste: Cantón Cañar, Biblián y Deleg (Provincia del Cañar).

Al Sur: Cantón Cuenca y Paute (Provincia del Azuay).

Al Este: Cantón Paute y Sevilla de Oro (Provincia del Azuay).

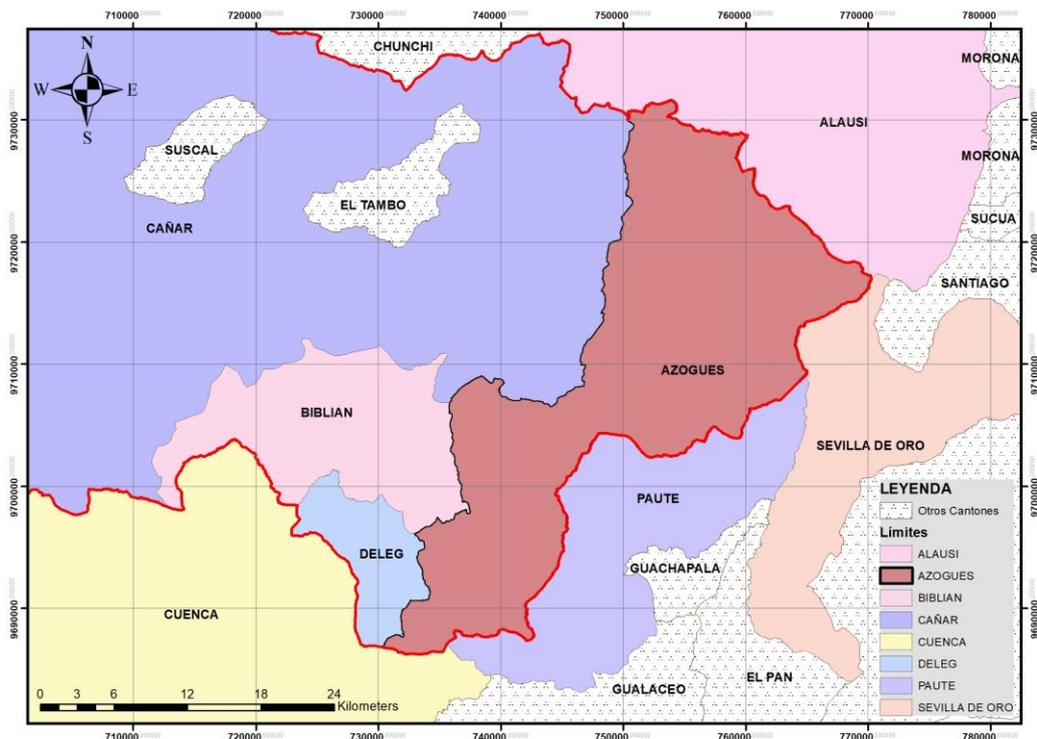


Figura 1.1: Límites del cantón Azogues

Fuente Datos: Instituto Geográfico Militar, Elaboración: Autor

El sector Virgenpamba según datos geográficos UTM, se encuentra en la zona 17S, Norte 9695134.00 m y abscisa 737966.00 m E; la misma está limitada al Norte con el sector Bolivia, al Sur con el sector Chabay, al Este con el sector San Pedro y al Oeste con la parroquia de Cojitambo como se muestra en la figura 1.2.

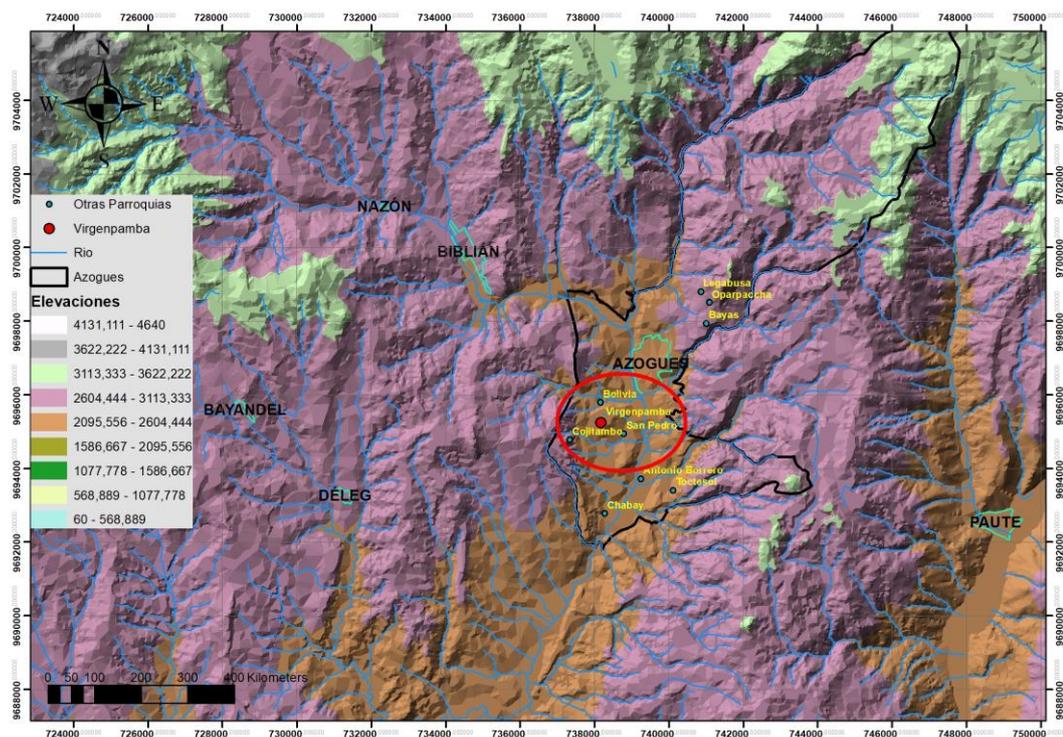


Figura 1.2: Ubicación del sector Virgenpamba
Fuente Datos: Instituto Geográfico Militar, Elaboración: Autor

1.1.2. Temperatura

En el mapa de isotermas que se presenta en la figura 1.3, se ubican cinco rangos de temperatura en el cantón Azogues, siendo tres los más significativos; de 10 a 12°C en la parte norte, de 12 a 14°C en la parte donde será emplazado el proyecto y de 14 a 16°C en la parte sur.

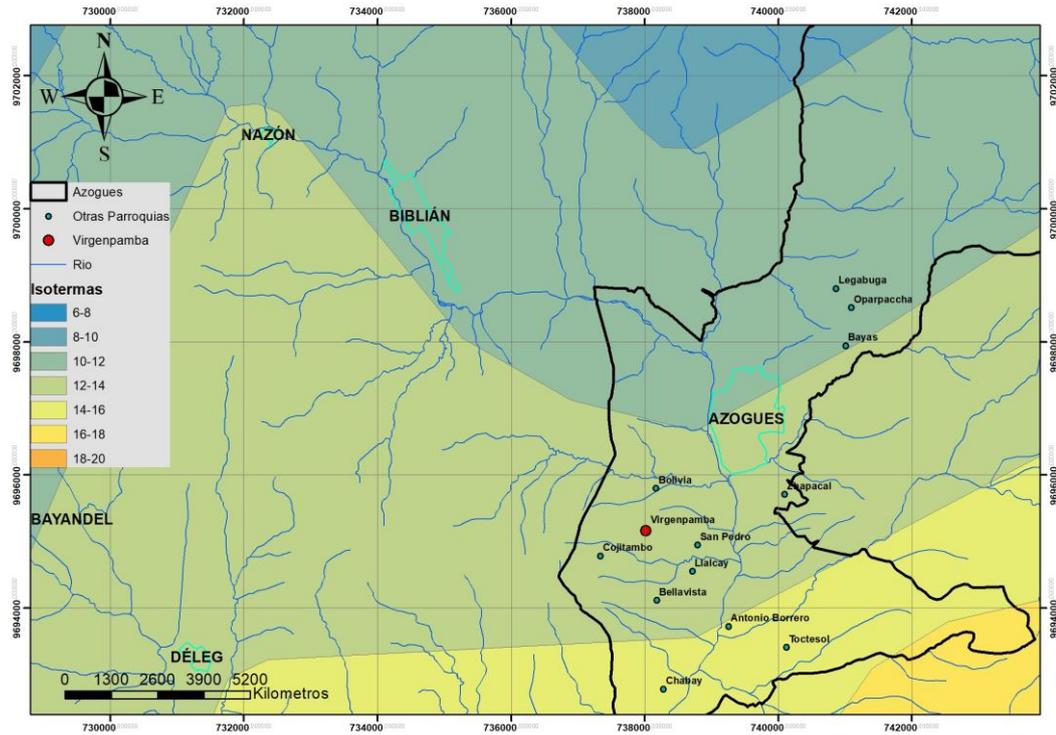


Figura 1.3: Isotermas del cantón Azogues

Fuente Datos: Instituto Geográfico Militar, Elaboración: Autor

1.1.3. Clima

En el cantón Azogues se identifican dos tipos de climas: clima ecuatorial de alta montaña y el clima ecuatorial mesotérmico semi-humedo es el que predomina el territorio y al cual está sometido el sector Virgenpamba como se observa en la figura 1.4.

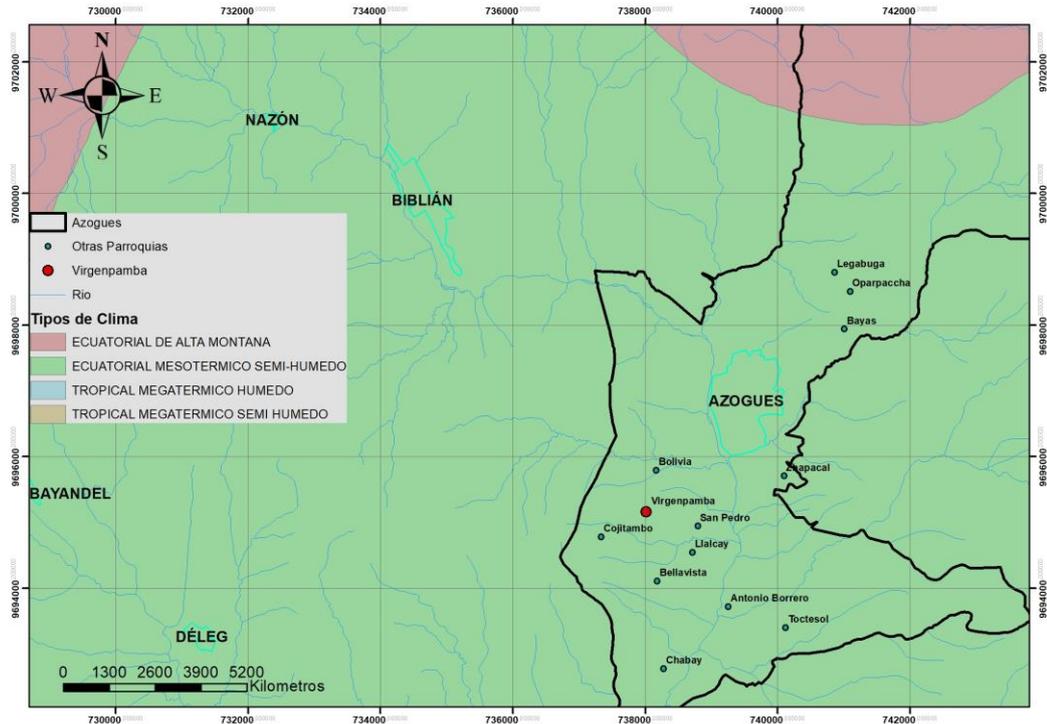


Figura 1.4: Tipos de clima del cantón Azogues
 Fuente Datos: Instituto Geográfico Militar, Elaboración: Autor

1.1.4. Precipitación

En la figura 1.5 se presenta la precipitación que existe en el cantón Azogues en la parte norte y sur oscila entre 500 a 700 mm; mientras que en la parte central donde se encuentra la ciudad de Azogues y el sector de Virgenpamba tiene un rango de precipitaciones de 750 a 1000 mm.

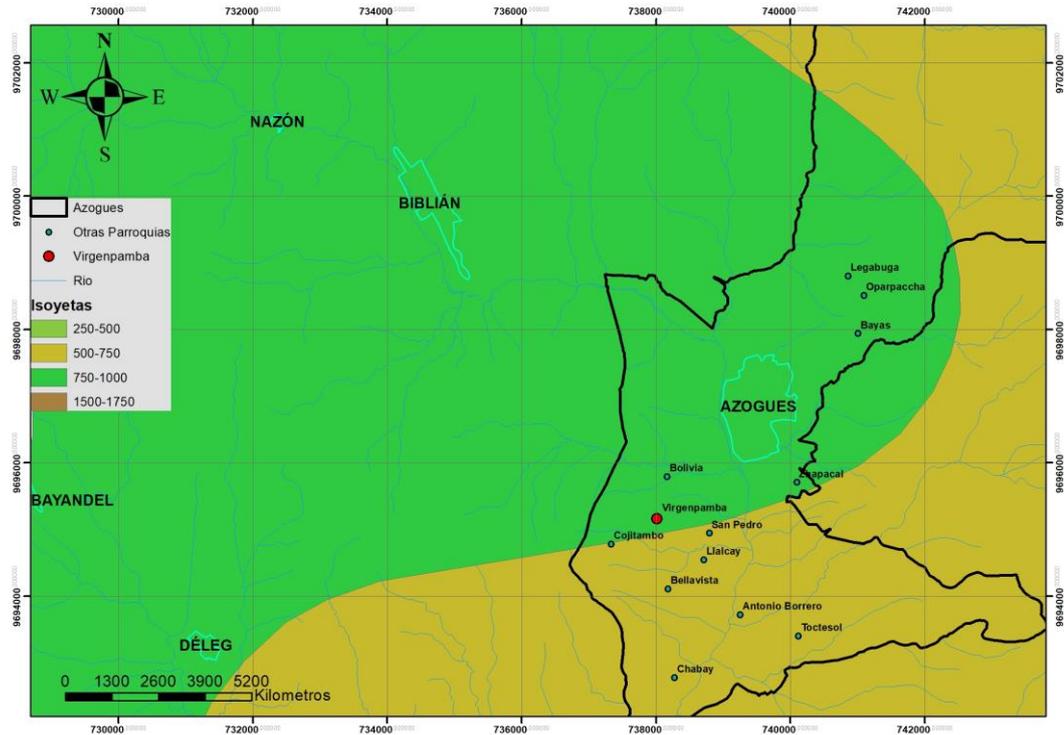


Figura 1.5: Isoyetas del cantón Azogues

Fuente Datos: Instituto Geográfico Militar, Elaboración: Autor

1.1.5. Vías de acceso

El sector cuenta con dos vías de acceso, las mismas que se originan en la autopista Azogues – Cuenca, la primera está a 0.8 km y la segunda a 2.1 km aproximadamente de la terminal terrestre de la ciudad de Azogues como se puede apreciar en la figura 1.6 y en la figura 1.7.

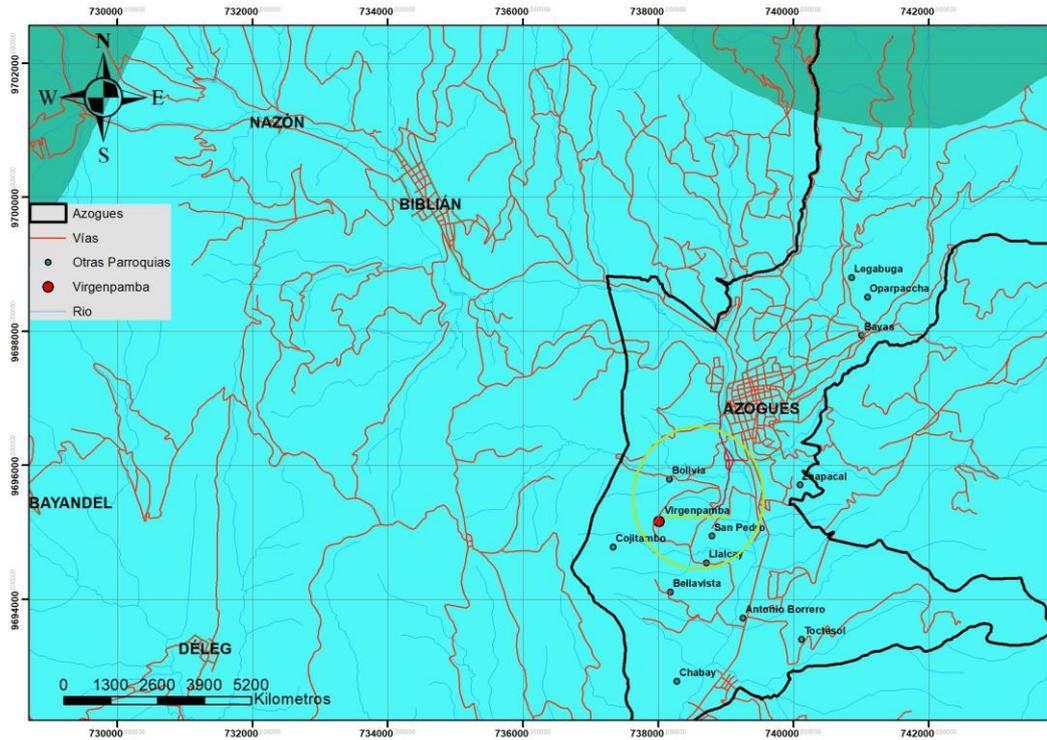


Figura 1.6: Vías de acceso

Fuente Datos: Instituto Geográfico Militar, Elaboración: Autor

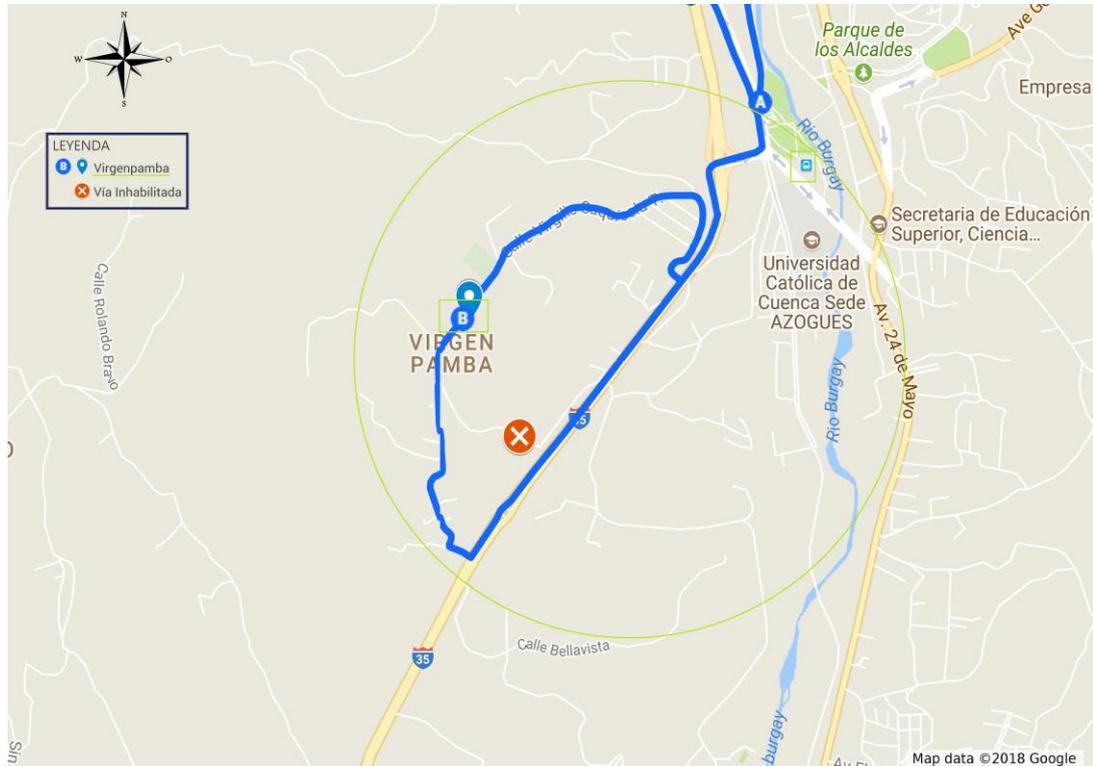


Figura 1.7: Vías de acceso Google Maps

Fuente: Google Maps

1.2. Aspectos demográficos

Con la ayuda de las encuestas realizadas en el sector (Anexo 1), se determinó que cuenta con 98 habitantes que serán beneficiados, esta población está conformada por:

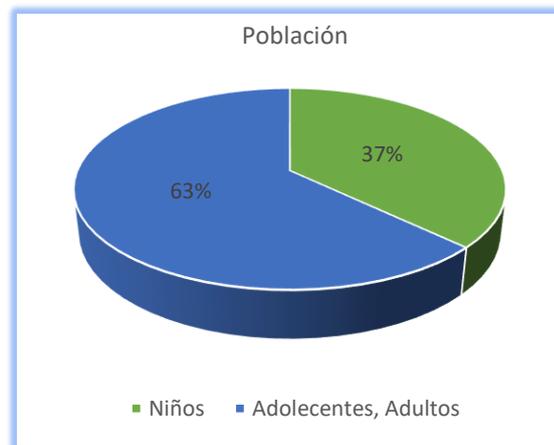


Figura 1.8: Población del sector Virgenpamba
Fuente: Autor

Como indica la figura 1.8 un 63% de los habitantes son adolescentes y adultos, mientras que el 37% son niños; se tuvo la consideración que, según el Código de la Niñez y Adolescencia (2003) del país se considera niño o niña a la persona que no ha cumplido doce años de edad, adolescente es la persona quien tiene edad entre doce y dieciocho años.

Esta población tiene como principales fuentes de ingreso económico la agricultura, el transporte, salarios de entidades públicas y migración.

1.2.1. Porcentaje de habitantes que estudian en el sector Virgenpamba



Figura 1.9: Estudiantes en el sector Virgenpamba

Fuente: Autor

En la zona a tratar existen los siguientes porcentajes, el 60% de personas no estudian, debido a que trabajan o son personas adultas que ya terminaron su vida estudiantil y son el sustento de la familia, mientras el 40% de las personas son estudiantes en su mayoría de escuela y colegio como se puede observar en la figura 1.9.

1.2.2. Tipo de vía



Figura 1.10: Tipo de vía

Fuente: Autor

Como se observa en la figura 1.10 y en la figura 1.11 Virgenpamba cuenta con una vía lastrada, la cual no es expedita en su totalidad, por esta razón cuando se realice el proyecto de alcantarillado, también se dará inicio al mejoramiento de la vía, colocando una carpeta asfáltica y proporcionando así al sector una vía que mejorará su calidad de vida y facilitará el transporte.



Figura 1.11: Fotos de la vía de Virgenpamba
Fuente: Autor

1.2.3. Abastecimiento de agua

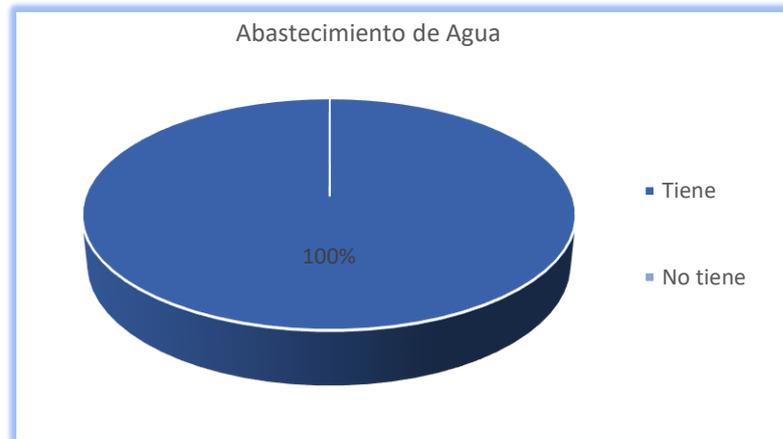


Figura 1.12: Abastecimiento de agua
Fuente: Autor

El servicio de la EMAPAL EP cubre todo el sector Virgenpamba, por lo que todos los domicilios disponen de agua potable como muestra la figura 1.12. Debido a esta razón la dotación, que es un dato para el cálculo del sistema de alcantarillado, la EMAPAL EP será la encargada de facilitar ese dato.

1.2.4. Tipo de agua que utiliza el sector



Figura 1.13: Tipo de agua que utiliza el sector
Fuente: Autor

La manera de distribuir el líquido vital a los domicilios en el sector Virgenpamba, es por medio de tuberías de PVC en su totalidad, que están sometidas a presión para que puedan llegar a todos los puntos a los cuales se brinda el servicio según se puede observar en la figura 1.13.

1.2.5. Evacuación de aguas servidas

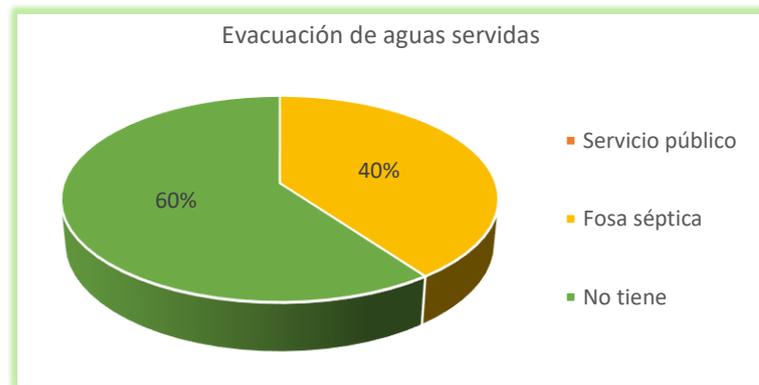


Figura 1.14: Evacuación de aguas servidas
Fuente: Autor

En Virgenpamba los moradores usan actualmente dos maneras de evacuar las aguas residuales como se observa en la figura 1.14: la primera son las fosas sépticas que tienen las casas de menor antigüedad, por otro lado, la mayoría de casas evacuan directamente a la quebrada o no cuentan con un método adecuado.

1.2.6. Evacuación de aguas lluvia



Figura 1.15: Evacuación de aguas lluvia
Fuente: Autor

De acuerdo con la figura 1.15 todas las casas en el sector no cuentan con un sistema íntegro para evacuar el agua lluvia.

El agua cae directamente de los techos al piso; en otras casas cuentan con canaletas con el objetivo de llevar el agua a un solo punto, ya sea jardines, huertas o cualquier zona del terreno.

1.2.7. Energía eléctrica

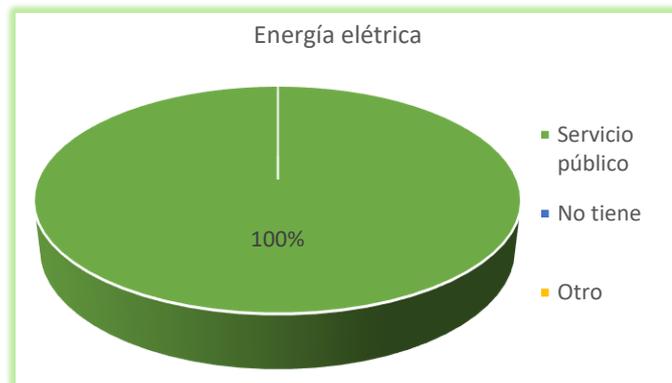


Figura 1.16: Energía eléctrica
Fuente: Autor

La energía eléctrica que utilizan los moradores, es de la Empresa Eléctrica Azogues es decir es un servicio público (Figura 1.16).

1.3. Aspectos socioeconómicos

En cuanto a lo económico en el sector de Virgenpamba, se podría analizar algunas preguntas de las encuestas realizadas (Anexo 1).

1.3.1. Tipos de edificaciones

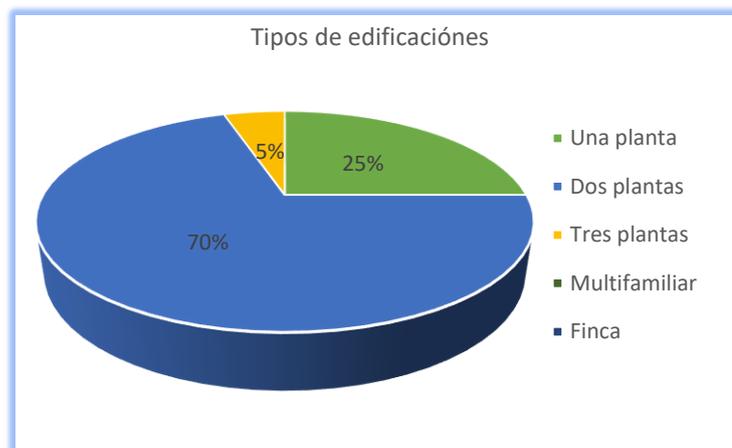


Figura 1.17: Tipos de edificaciones
Fuente: Autor

Como se puede observar en la figura 1.17, predomina con 70% las casas con dos plantas, mientras el 25% de las casas es de una planta y el 5% de los domicilios son de 3 plantas.

En el sector no existen edificaciones destinadas a ser multifamiliar ni tampoco fincas.

1.3.2. Uso de la edificación



Figura 1.18: Uso de la edificación

Fuente: Autor

Debido a que esta zona está ubicada en la periferia de la ciudad de Azogues no existe presencia de restaurantes o locales comerciales; las casas son netamente para un uso familiar, es decir, como vivienda como se muestra en la figura 1.18.

1.3.3. Tenencia de la vivienda



Figura 1.19: Tenencia de la vivienda

Fuente: Autor

Como reflejan los resultados de las encuestas en la figura 1.19, las personas que residen en el sector son dueños propietarios de las viviendas en su totalidad, las cuales serán beneficiadas por la red de alcantarillado.

1.3.4. Tipo de trabajo

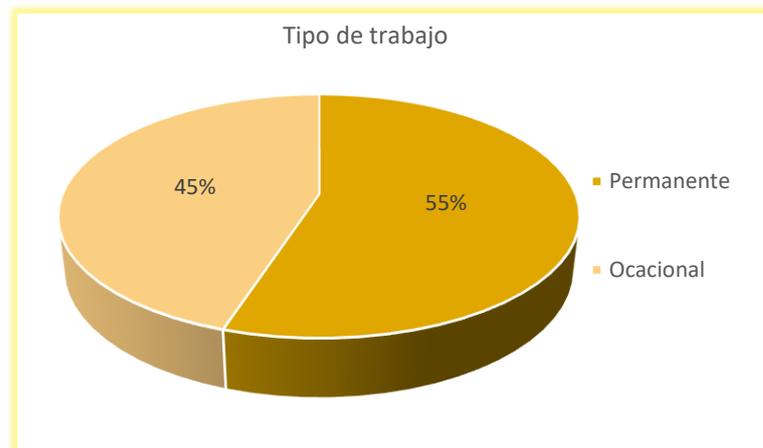


Figura 1.20: Tipo de trabajo
Fuente: Autor

Debido a que en Virgenpamba predomina la agricultura, transporte para el comercio y en menor medida los trabajos como la albañilería.

Las personas del sector dicen tener un trabajo permanente debido a que llevan haciendo la misma labor durante muchos años, esta es la razón por la que el 55% de los habitantes dicen tener trabajo permanente mientras el 45% tiene trabajos ocasionales (Figura 1.20).

1.3.5. Ingresos económicos

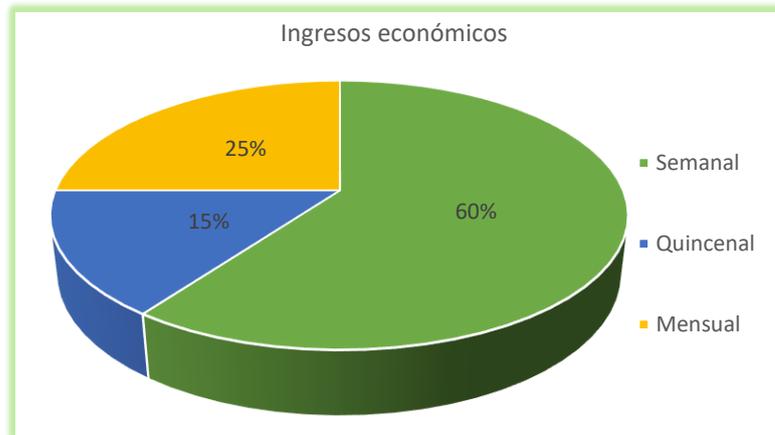


Figura 1.21: Ingresos económicos
Fuente: Autor

Ya que uno de los principales oficios al que se dedica la gente es la agricultura, los ingresos económicos se dan mediante la comercialización de los productos, que son cosechados en la zona y posteriormente son vendidos en los diferentes mercados de la ciudad de Azogues, teniendo ingresos familiares semanales. Por otro lado, el transporte pesado es otra fuente principal para algunas familias, teniendo ingresos semanales o quincenales; así como también existen obreros de la construcción que tienen ingresos algunos semanales o mensuales.

Las personas que trabajan para instituciones municipales perciben salarios quincenales mientras que las familias que cuentan con familiares en otros países son sostenidas por ingresos mensuales.

Por lo tanto, los resultados reflejados en la figura 1.21 de las encuestas realizadas son las siguientes:

El 60% de las familias entrevistadas tienen un ingreso familiar semanal por los motivos antes descritos.

Por otro lado, el 25% de las encuestas obtienen un ingreso familiar mensual.

Mientras que, el 15% de los domicilios encuestados se sustentan con ingresos familiares quincenales.

1.3.6. Consulta popular

¿Está de acuerdo con el proyecto de implementación del sistema de alcantarillado?

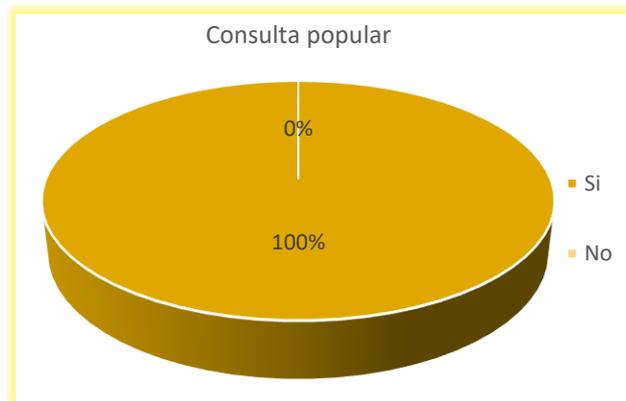


Figura 1.22: Consulta popular
Fuente: Autor

En la consulta se obtuvo un 100% de aceptación de los habitantes como se puede notar en la figura 1.22, debido a que la zona baja de Virgenpamba tuvo pequeños deslizamientos y los moradores desean evitar cualquier daño en sus domicilios y sobre todo desean mejorar su calidad de vida.

2. CAPÍTULO II: CRITERIOS PARA EL DISEÑO

2.1. Tipo de sistema

Existen dos tipos de sistemas de alcantarillado, el primero es el sistema combinado que sirve para evacuar el agua residual y el agua lluvia en un mismo conjunto de tuberías, el segundo tipo de sistema sería por separado la red de sistema de alcantarillado sanitario de la red de agua lluvia (DURADREN, 2008).

Al inicio se planteó dotar de un sistema de alcantarillado sanitario en su totalidad, el mismo que tiene la función de evacuar el agua residual doméstica.

Debido a que este trabajo es una ampliación del proyecto denominado Alcantarillado Combinado del sector Virgenpamba en la EMAPAL EP el mismo que es de tipo combinado, por esta razón se ha optado para el presente diseño el mismo tipo de alcantarillado.

Una vez finalizado el tramo de la vía e iniciado el tramo de la quebrada, se diseñará un derivador de caudales para así continuar con un menor diámetro en el sistema de alcantarillado, debido a que se anclará la tubería del alcantarillado al ármico que está en el cruce de la autopista Azogues – Cuenca aguas abajo aproximadamente a 350 metros de donde se ubicará el derivador de caudales.

2.2. Áreas de aportación (área tributaria)

Las llamadas áreas de aportación son usadas para zonificar en diferentes secciones el área que comprende el alcantarillado según la topografía, de esta manera cada aportación contribuirá con un determinado caudal sanitario y pluvial para cada sección del sistema de alcantarillado teniendo en cuenta que se debe incluir las zonas de futuro desarrollo (SENAGUA, 2014).

Para la acotación de las áreas de aporte se considerará las longitudes entre pozos de revisión, con un trazado sencillo debido a que el recorrido del alcantarillado es lineal, asignando un ancho de 25 metros a cada lado de la tubería, teniendo como resultado una franja de 50 metros la misma que es equivalente a todas las áreas tributarias.

Para los cálculos, la unidad de medida de estas áreas de aportación será la hectárea.

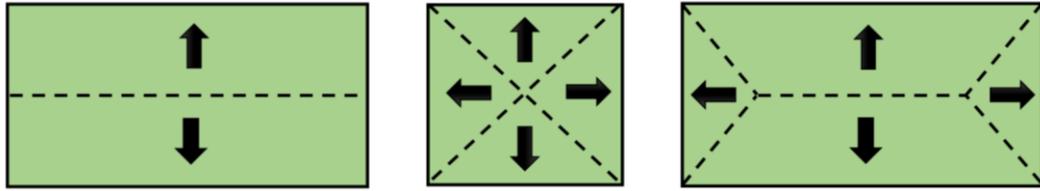


Figura 2.1: Geometría de la distribución de áreas tributarias
Fuente: Autor

La geometría que se muestra anteriormente en la figura 2.1 no siempre podrá ser efectiva, debido a que dependerá de la topografía y el recorrido que tenga la tubería.

2.3. Crecimiento poblacional

2.3.1. Población

La población actual que reside en el sector Virgenpamba es un dato fundamental para el diseño del alcantarillado, ya que con el mismo se podrá calcular la cantidad de agua residual que genera el sector en la actualidad y con una proyección se podrá pronosticar la población futura o también conocida como población de diseño, ya que el proyecto deberá ser diseñado para un período de diseño como marca la norma.

Por lo cual, contar con datos veraces y certeros es de suma importancia para este proyecto. Por consiguiente, se realizó un levantamiento de información en la zona de interés, mediante encuestas realizadas a los domicilios del sector se determinó que está conformado por 105 habitantes.

Según la SENAGUA (2014), para el cálculo de la población futura, se empleará el método geométrico descrito a continuación:

$$Pf = Pa * (1 + r)^n \quad (\text{Ecu. 1})$$

Donde:

Pf: Población Futura [hab]

Pa: Población actual [hab]

r: Tasa de crecimiento geométrico de la población [%]

n: Período de diseño [años]

2.3.2. Tasa de crecimiento poblacional

Conforme el INEN 5 (1997), para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional, se tomará uno de los índices de crecimiento geométrico que proporciona la norma:

Tabla 2.1: Tasa de crecimiento poblacional

Región Geográfica	r(%)
Sierra	1.0
Costa, Oriente y Galápagos	1.5

Fuente: (SENAGUA, 2016)

Por lo tanto, el índice (r) que se considerará para los cálculos es del 1% debido a que el sector Virgenpamba pertenece a la ciudad de Azogues ubicada en la región sierra.

2.3.3. Período de diseño

El periodo de diseño es el tiempo en el que una obra sanitaria funciona acorde a los estudios y cálculos realizados, sin necesidad que exista una modificación en su estructura.

De esta manera se dotará de un servicio eficiente y eficaz al sector donde se emplazó la estructura; el periodo mencionado según la secretaria del agua en la norma destinada para las zonas rurales es de 20 años (SENAGUA, 2014).

2.4. Parámetros de diseño

2.4.1. Dotación

La dotación es el caudal de agua asignado en los estudios de planeamiento y diseño de sistemas de agua potable para satisfacer el consumo de un habitante, se expresa en términos de litro por habitante por día (EMAAP-Q, 2009).

La norma brinda diferentes tipos de niveles de servicio según sea considerado los gastos que generará cada habitante de la zona. Las dotaciones oscilan en el clima frío de 25 a 75(L/hab*día), siendo estos parámetros los mínimos que se podrían adoptar al

diseñar un sistema de alcantarillado. Para este sistema de alcantarillado se seleccionará un nivel de servicio IIb que contempla lo siguiente:

Tabla 2.2: Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario
	EE	
Ia	AP	Grifos públicos
	EE	Letrinas sin arrastre de agua
Ib	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño
	EE	Letrinas sin arrastre de agua
IIa	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa
	EE	Letrinas con o sin arrastre de agua
IIb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa
	ERL	Sistema de alcantarillado sanitario
<p>Simbología utilizada:</p> <p>AP: Agua potable EE: Eliminación de excretas ERL: Eliminación de residuos líquidos</p>		

Fuente: (SENAGUA, 2016)

La EMAPAL EP con la ayuda de censos e información que recopilan de los usuarios, además con datos del caudal total que consume la ciudadanía del sistema de agua potable del cantón Azogues, ha podido determinar una dotación de 210(L/hab*día), mismo que, los diseñadores de la empresa adoptan para sus proyectos y será la dotación para el diseño de este alcantarillado.

2.4.2. Densidad

La densidad es el número de habitantes en un área determinada, expresada en habitante/hectáreas. Este parámetro dependerá de cuan agrupada están las personas o las residencias, es decir, la densidad será mayor en el sector urbano que en el sector rural.

$$Densidad = \frac{Pf}{Ap} \quad (Ecu. 2)$$

Donde:

Pf: Población futura de diseño [hab]

Ap: Área del proyecto [Ha]

2.4.3. Pendientes

En obras civiles que comprenden el movimiento de tierras, hacer que coincidan las pendientes del proyecto y del terreno conlleva a un ahorro importante del presupuesto, por ese motivo se procurará alcanzar ese resultado cuidando siempre que se cumplan las velocidades permisibles (López Piña & Juela Tello, 2016).

La SENAGUA recomienda lo siguiente:

La pendiente mínima estará siempre limitada por los valores mínimos de las velocidades establecidas en el literal 2.4.5., para asegurar la autolimpieza y evitar la acumulación de gases, procurando respetar las profundidades mínimas. Mientras que la pendiente máxima estará limitada por las velocidades máximas establecidas en el mencionado literal; para cumplir con todas las normativas, este parámetro debe cumplir también con los valores de las profundidades máximas establecidas en el literal 2.4.4.

Para las conexiones domiciliarias la pendiente mínima es del 1% para asegurar el desfogue de las aguas servidas.

Se procurará mantener una pendiente adecuada para evitar que el agua se estanque y por ende se fomente la acumulación de sólidos.

2.4.4. Profundidades

La altura a la cual se ubicará cada una de las tuberías será diseñada para lograr la correcta recolección de las aguas servidas y pluviales, considerando los domicilios que están en los puntos más bajos de cualquier lado de la vía (SSA & EX-IEOS, 2014).

Si existen tramos donde el alcantarillado siga la dirección de una vía la cual es transitada por vehículos, se deberá asegurar una profundidad mínima de relleno de 1,2 metros sobre la clave del tubo para evitar daños en la infraestructura por el peso de los vehículos (SSA & EX-IEOS, 2014). Mientras que para tramos donde transitarán solo personas la profundidad mínima es de 0.75m sobre la clave de la tubería, según la EMAPAL EP.

La profundidad máxima a la clave de la tubería estará alrededor de 5 metros, sin embargo, asegurando la zanja con puntales y revisando la calidad del suelo se podrán generar excavaciones más profundas según sea la necesidad y lo permita el brazo de la retroexcavadora (EMAAP-Q, 2009).

2.4.5. Velocidades

Las velocidades adoptadas para el diseño del sistema de alcantarillado son las siguientes según las especificaciones técnicas de la marca de los tubos que será utilizada por la empresa EMAPAL EP y la norma de la Secretaria del Agua (SSA & EX-IEOS, 2014):

Tabla 2.3: Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA m/s
Hormigón simple: Con uniones de mortero.	4
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	3,5 – 4
Asbesto cemento	4,5 – 5
Plástico	4,5

Fuente: (SSA & EX-IEOS, 2014)

- Velocidad mínima de autolimpieza: 0,45 m/s
- Velocidad mínima recomendable: 0,60 m/s
- Velocidad mínima para alcantarillado combinado 0,90 m/s
- Velocidad máxima para colectores de hormigón simple: 4,00 m/s
- Velocidad máxima para colectores de PVC, según las normas: 4.50 m/s
- Velocidad máxima para colectores de PVC, según especificaciones técnicas del fabricante: 9,00 m/s

Garantizando las velocidades mínimas recomendables se procurará impedir la acumulación de gas sulfhídrico en el sistema.

Las velocidades máximas y mínimas serán evaluadas a sección parcialmente llena con los caudales de diseño por sus condiciones reales de funcionamiento hidráulico de las tuberías.

2.4.6. Diámetros de tubería

La SSA & EX-IEOS (2014), menciona que el diámetro interior de la tubería no deberá ser menor a 200 mm en el caso de ser un alcantarillado sanitario, mientras un alcantarillado pluvial no será menor a 250 mm.

Por otro lado, los diámetros de las tuberías destinadas para las conexiones domiciliarias no podrán ser menor de 100 mm para alcantarillado sanitario y 150 mm para alcantarillado pluvial. (SSA & EX-IEOS, 2014)

2.4.7. Tipos de material y rugosidad

Para la selección del material de la tubería para un alcantarillado, la CONAGUA (2009) indica que influyen parámetros como: resistencia mecánica, resistencia estructural del material, durabilidad, capacidad de conducción, características de los suelos y agua, economía, facilidad del manejo, colocación e instalación, flexibilidad y facilidad de mantenimiento y reparación.

Debido a los mencionados parámetros en la actualidad las tuberías de hormigón son poco utilizadas, debido a su fragilidad y corta vida útil; por lo tanto, las tuberías del presente sistema de alcantarillado serán de PVC (poli cloruro de vinilo), ya que cuenta con muchas características físicas, mecánicas y químicas, las cuales lo convierten en el mejor material para la construcción del alcantarillado.

El coeficiente de rugosidad de Manning denominado con la letra “n”, es la resistencia que generan las paredes de la tubería al flujo. Existen diferentes factores de los cuales depende este parámetro como: irregularidad de la tubería, alineamiento de la tubería, sedimentación y socavación, no obstante, el más importante es la aspereza en el interior del tubo que depende del material de la tubería (Chow, 1994).

Tabla 2.4: Rugosidad según el material de la tubería

Material	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
Hormigón simple: Con uniones de mortero.	0,013
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	0,013
Asbesto cemento	0,011
Plástico	0,011

Fuente: (SSA & EX-IEOS, 2014)

2.5. Caudales de diseño

2.5.1. Caudal de diseño (Q_D)

En base a la SSA & EX-IEOS (2014), el caudal de diseño a utilizarse para el correcto dimensionamiento del alcantarillado será el resultado de la suma de caudales: residuales domésticos e industriales los mismos que deberán ser afectados por los coeficientes de retorno y mayoración respectivamente, adicionalmente se sumarán los caudales de infiltración y por conexiones ilícitas. Los parámetros serán calculados para satisfacer el periodo de diseño.

Debido a que el presente alcantarillado es un sistema combinado, se contará con la presencia de caudal de aguas servidas antes descritas más el caudal producido por la escorrentía pluvial.

$$Q_D = Q_{max.h} + Q_{inf} + Q_{ili} + Q_p \quad (\text{Ecu. 3})$$

Donde:

Q_D : Caudal de diseño [l/s]

$Q_{max.h}$: Caudal máximo horario [l/s]

Q_{inf} : Caudal de infiltración [l/s]

Q_{ili} : Caudal de aguas ilícitas [l/s]

Q_p : Caudal de agua pluvial [l/s]

2.5.2. Caudal máximo horario ($Q_{max.h}$)

El caudal máximo horario es producto de multiplicar el caudal medio diario por un coeficiente de simultaneidad o mayoración (M) (EMAAP-Q, 2009):

$$Q_{max.h} = Q_{med} * M \quad (\text{Ecu. 4})$$

Este parámetro se deberá limitar por un valor mínimo, que sería procedente de la descarga de los inodoros, la ETAPA EP (2009) recomienda usar un valor de $2,2 \text{ l/s}$ es decir que se adoptará aquel valor si existen caudales inferiores en los tramos:

$$Q_{max.h} \geq 2,2 \text{ l/s} \quad (\text{Ecu. 5})$$

Mientras el caudal medio diario es la sumatoria de los siguientes caudales:

$$Q_{med} = Q_d + Q_i + Q_c + Q_{inst} \quad (\text{Ecu. 6})$$

Donde:

Q_d : Caudales domésticos [l/s]

Q_i : Caudales industriales [l/s]

Q_c : Caudales comerciales [l/s]

Q_{inst} : Caudales institucionales [l/s]

Por lo tanto, observando la ecuación (Ecu. 6) se podrá descartar la existencia de caudales industriales, comerciales e institucionales; el sector que es objeto de estudio no cuenta con ningún tipo de las edificaciones mencionadas. Por lo tanto:

$$Q_{med} = Q_d + Q_{\bar{t}} + Q_{\bar{\epsilon}} + Q_{\overline{inst}}$$

❖ Caudal de aguas residuales domésticas (Q_d)

Este caudal va a ser la aportación de las aguas servidas que produce la población durante un periodo de veinticuatro horas, este dato estará en función del consumo del agua potable ya que dependerá de la dotación que fue revisada anteriormente, este parámetro estará representado por la siguiente fórmula:

$$Q_d = \frac{P_f * C * D}{86400} \quad (\text{Ecu. 7})$$

Donde:

Q_d : Caudal de aguas residuales domesticas [l/s]

P_f : Población futura [hab]

C : Coeficiente de retorno de agua potable

D : Dotación media diaria, $D = 210_{l/hab*día}$

▪ Coeficiente de retorno (C)

López Piña & Juela Tello (2016), mencionan que para determinar este coeficiente se deberá considerar que no toda el agua que es consumida retorna al alcantarillado, por ejemplo regar los jardines, lavado de pisos, preparación de los alimentos, etc. Con la ayuda de este coeficiente se podrá castigar y así tener una aproximación más certera.

ETAPA EP (2009) recomienda usar un coeficiente de retorno de 80%.

Reemplazando la (Ecu. 6) en la (Ecu. 4), quedaría de la siguiente manera:

$$Q_{max.h} = Q_d * M$$

$$Q_{max.h} = \frac{P_f * C * D}{86400} * M \quad (\text{Ecu. 8})$$

- Coeficiente de simultaneidad o mayoración (M)

Para este factor la EMAPAL EP adopta la expresión proporcionada por la EMAAP-Q, siendo la siguiente:

$$M = \frac{2,228}{Q_{med}^{0,073325}} \quad (\text{Ecu. 9})$$

Donde:

M : Coeficiente de simultaneidad o mayoración

Rango de límites: $1,5 \leq M \leq 4$

Q_{med} : Caudal medio diario de aguas servidas [l/s]

2.5.3. Caudal por aguas de infiltración (Q_{inf})

La carga por la infiltración de las aguas en el caudal de diseño de un sistema de alcantarillado es ineludible, ya que siempre existirá ingreso de agua por fracturas en la tubería, uniones entre tubos, unión entre el tubo y los pozos de revisión, directamente en los pozos de revisión, etc. Para su estimación la empresa prestadora del servicio deberá realizar aforos en el sistema, ya que dependerá de muchos parámetros como: características del suelo, la topografía, el drenaje de la zona, la variabilidad del nivel freático, precipitaciones, etc (EMAAP-Q, 2009).

Mientras más impermeable sea la tubería y demás partes que se usarán en el sistema de alcantarillado, menor será la cantidad de agua infiltrada, es decir, la tubería de hormigón permitirá mayor ingreso de agua que la tubería de PVC por esta razón la EMAPAL EP ha recomendado usar la siguiente fórmula:

$$Q_{inf} = \frac{0,1_{l/s*km} * long_{(m)}}{1000} \quad (\text{Ecu. 10})$$

2.5.4. Caudal por aguas ilícitas (Q_{ili})

Así como existe un caudal que ingresa por infiltración, los sistemas de alcantarillado están sometidos a la presencia de un caudal por aguas ilícitas, este caudal es el encargado de considerar los aportes de agua generados por conexiones erróneas y mal realizadas las cuales son prohibidas y por seguridad deben ser consideradas. La EMAPAL EP sugiere utilizar el valor de $115_{l/hab*dia}$ para este alcantarillado combinado.

2.5.5. Caudal pluvial (Q_p)

Este caudal será producido por las precipitaciones que se generarán en la zona donde se ejecutará el proyecto, ya que en la calle principal se realizará el asfaltado de la vía, se necesita evacuar de manera primordial el agua que se generará sobre la calzada.

Para el cálculo del caudal de aguas lluvia se utilizaron los siguientes datos facilitados por la EMAPAL EP:

- Tiempo de concentración inicial (T)

EMAAP-Q (2009), dice que el tiempo de concentración está definido como el tiempo que se demora el agua lluvia en recorrer desde el punto de caída más alejado del área de desagüe de una cuenca hacia la sección que se está analizando.

$$T = 10 \text{ minutos}$$

- Coeficiente de escorrentía o escurrimiento (c)

Daza Orellana & Pérez León (2013), mencionan que el coeficiente de escorrentía es definido como la relación entre el volumen de agua escurrida superficialmente y el volumen de agua precipitada; puede depender de un solo episodio aislado de lluvia o a un periodo de tiempo dentro del cual existen más de una precipitación.

Mientras más se acerque este coeficiente a 1 significa que la superficie tiene un elevado grado de impermeabilidad, es decir, el coeficiente de escorrentía será mayor en la ciudad que en el campo.

Tabla 2.5: Coeficiente de escorrentía (c) según tipo de superficie

TIPO DE SUPERFICIE DRENANTE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)
Cubierta metálica o teja vidriada	0.95
Cubierta con teja ordinaria o impermeabilizada	0.90
Pavimentos asfálticos en buenas condiciones	0.85 - 0.90
Pavimentos de hormigón	0.80 - 0.85
Empedrados (juntas pequeñas)	0.75 - 0.80
Empedrados (juntas ordinarias)	0.40 - 0.50
Pavimentos de macadam	0.25 - 0.60
Superficies no pavimentadas	0.10 - 0.30
Parques y jardines	0.05 - 0.25

Fuente: (SSA & EX-IEOS, 2014)

Considerando los diferentes tipos de superficie que existe en la zona se deberá calcular un coeficiente de escorrentía ponderado, el mismo que es el equivalente a tomar en cuenta todas las áreas con su tipo de superficie. Se utilizará la siguiente expresión matemática:

$$c_{ponderado} = \frac{\sum(c_i * A_i)}{\sum A_i} \tag{Ecu. 11}$$

Donde:

$c_{ponderado}$: Coeficiente de escorrentía ponderado

Σ : Sumatoria

c_i : Valor del coeficiente de escorrentía por cada tipo de superficie

A_i : Área en donde actuará el coeficiente de escorrentía

- Intensidad (I)

La intensidad de las precipitaciones en el método racional corresponde a un hietograma rectangular de una intensidad (I) uniforme con una duración igual al tiempo de concentración (T) de la cuenca, dando como resultado una altura

de agua lluvia uniforme en toda la superficie (Daza Orellana & Pérez León, 2013).

Para el cálculo del parámetro (I) se utilizarán los siguientes datos y la siguiente ecuación:

Tabla 2.6: Datos utilizados para el cálculo de la intensidad

A	508,8
B	0,704
C	4,7

Fuente: (EMAPAL EP)

Fórmula de la intensidad:

$$I = \frac{A}{(T + C)^B} \quad (\text{Ecu. 12})$$

Donde:

I : Intensidad de precipitación [mm/h]

T : Tiempo de concentración [minutos]

A, B, C : Datos que se usaran de la Tabla 6

Con todos estos datos se podrá calcular el caudal pluvial con la siguiente ecuación:

$$Q_p = \frac{c_{ponderado} * I * A}{0,36} \quad (\text{Ecu. 13})$$

Donde:

Q_p : Caudal pluvial [l/s]

$c_{ponderado}$: Coeficiente de escorrentía ponderado [adimensional]

I: Intensidad de la lluvia [mm/h]

A: Área de drenaje [Ha]

2.6. Pozos de revisión, sumideros, conexiones domiciliarias y obras especiales

2.6.1. Pozos de revisión

La SSA & EX-IEOS (2014) en sus numerales menciona lo siguiente:

- Los pozos de revisión son estructuras que permiten el ingreso desde la superficie al interior del sistema de alcantarillado con el fin de controlar posibles obstrucciones, poder divisar daños en el sistema, para descargas directas de los sumideros en el caso del presente alcantarillado combinado; son construidos con hormigón simple u hormigón armado.
- Serán colocados en el inicio de tramos de cabecera del alcantarillado, en los cambios de dirección, en todos los cambios bruscos de pendiente y en las confluencias de los colectores.
- La distancia máxima entre pozos de revisión será:

Tabla 2.7: Distancia máxima entre pozos de revisión

DIÁMETRO DE LA TUBERIA (mm)	DIST. MÁXIMA ENTRE POZOS (m)
Menor a 350	100
400 – 800	150
Mayor a 800	200

Fuente: (SSA & EX-IEOS, 2014)

Para todos los diámetros de tubería, los pozos se podrán colocar a distancias mayores, cuando las características topográficas y urbanísticas del proyecto así lo requieran.

En el caso puntual del presente proyecto se obtuvo colectores menores a 350 mm, pero en el tramo donde se debe cruzar la autopista Azogues – Cuenca, la

distancia supera los 100 metros por lo que no existe manera de cumplir con la norma.

- La abertura del pozo será como mínimo de 0,6 metros. El cambio de diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la superficie se hará preferiblemente usando un cono excéntrico, para facilitar el descenso al interior del mismo.
El diámetro del cuerpo del pozo estará en función del diámetro de la tubería conectada:

Tabla 2.8: Diámetros recomendados de pozos de revisión

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

Fuente: (SSA & EX-IEOS, 2014)

- Los pozos se construirán con una resistencia a la compresión de $f'(c) = 210 \text{ kg/cm}^2$, encofrados y fundidos in situ; la resistencia de las tapas y brocales deberán ser de $f'(c) = 300 \text{ kg/cm}^2$ (López Piña & Juela Tello, 2016).

Para el caso de terrenos abruptos es decir de pendiente elevada, se deberá considerar la construcción de un pozo de salto el cual ayudará a salvar desniveles de gran dimensión; para poder controlar las velocidades y evitar posteriores problemas en el sistema.

La diferencia de alturas del tubo de llegada y salida deberá ser menor o igual a 1 metro para evitar abrasión en el fondo del pozo de salto.

2.6.2. Sumideros

ETAPA EP (2009), explica que los sumideros son estructuras que recolectan el agua lluvia que se genera en la calzada de una carrera y posteriormente las transportan hacia la red de alcantarillado. Se ubicarán en: puntos bajos donde se empoza el agua, en intersecciones de calles, acceso a puentes, pasos peatonales, etc.

Los sumideros estarán ubicados a los costados de la calle y serán conectados directamente a los pozos de revisión del alcantarillado. La tubería que se utilizará no podrá ser menor a 200mm con una pendiente mayor a 1,5% y menor a 30%.

Para el correcto mantenimiento en la caja de recolección se instalará una rejilla con bisagra para el ingreso de herramientas, para la correcta limpieza y se colocará al mismo nivel de la vía.

Están formados por los siguientes componentes: caja de recolección, pozo de revisión y la tubería de conexión hacia el sistema de alcantarillado.

2.6.3. Conexiones domiciliarias

Para las conexiones domiciliarias la SSA & EX-IEOS (2014) señala que el diámetro mínimo de sistemas sanitarios es de 100 mm mientras que en sistemas pluviales es de 150 mm, garantizando siempre una pendiente mínima del 1% hacia la tubería del alcantarillado.

Para realizar las conexiones a los colectores se deberá garantizar la correcta estanqueidad mediante piezas especiales de igual manera el flujo expedito dentro de la alcantarilla (SSA & EX-IEOS, 2014).

Dos casos puntuales que señala la EMAAP-Q (2009): La profundidad de la conexión en la línea de fábrica será de 0,60 m o mayor, mientras los empalmes de las conexiones domiciliarias con los colectores del alcantarillado se harán mediante ramales a 45° en el mismo sentido del flujo.

La conexión domiciliaria comenzará con una estructura llamada: caja de revisión, caja domiciliaria, pozo till o pozo de inspección, allí se conectará la tubería saliente de la conexión intra domiciliaria y saldrá la tubería que conecta al sistema de alcantarillado.

2.6.4. Obras especiales: Pozo de derivación de caudales

Información facilitada por la EMAPAL EP:

Los pozos de derivación son estructuras utilizadas en redes de alcantarillado combinado para cumplir dos objetivos:

- En estiaje desvían el caudal sanitario (Aguas servidas + Aguas de infiltración + Aguas ilícitas) hacia otros colectores denominados interceptores.
- En época de lluvia derivan una parte de las aguas diluidas (Caudal sanitario + Caudal de aguas lluvias) hacia los interceptores, parte que debe corresponder al caudal sanitario; mientras que la otra continúa su trayectoria hacia la descarga en el cuerpo receptor.

Los pozos de derivación constan de dos cámaras una de llegada y la otra de salida, en la primera se produce el desvío y derivación de los caudales y, en la segunda, la recolección del caudal sanitario o parte del diluido para descargarla en el interceptor.

Para el desvío o derivación de los caudales uno de los métodos utilizados es el “Orificio lateral de fondo”, en la figura 2.2 se puede observar un esquema:

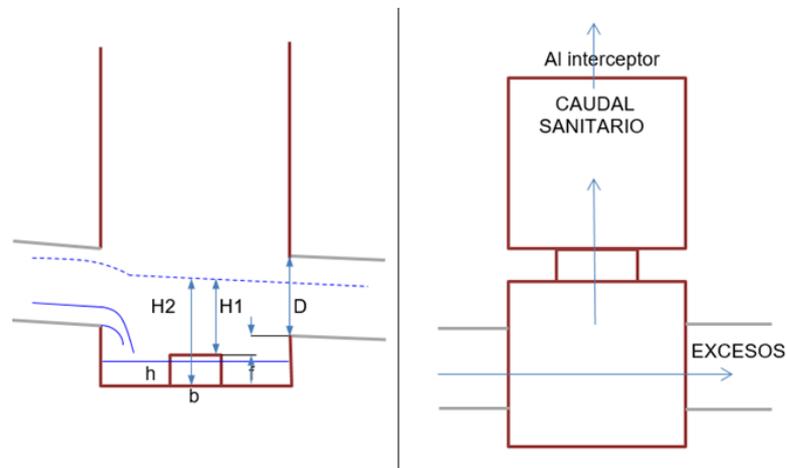


Figura 2.2: Esquema para el derivador de caudales
Fuente: EMAPAL EP, Editado: Autor

Para el diseño del derivador con orificio lateral, los cálculos hidráulicos del mismo se han realizado mediante la utilización de programas computacionales en hoja electrónica.

Para el cálculo se utilizará la expresión de orificio lateral, cuya fórmula se presenta a continuación:

$$Q = \frac{2}{3} \left[\mu * b \sqrt{2g \left(H_2^{\frac{3}{2}} - H_1^{\frac{3}{2}} \right)} \right] \quad (\text{Ecu. 14})$$

Donde:

μ = Coeficiente de contracción, $\mu= 0.62$

g = Aceleración de la gravedad, $g= 9.81 \text{ m/s}^2$

p = Porcentaje de altura de colector de descarga de aguas lluvias, $p= 75\%$

f = Factor de seguridad para descarga, $f = 0.1 \text{ m}$

h = Altura impuesta del orificio

b = Ancho impuesto del orificio

H_1 = Carga de agua sobre el borde superior del orificio $H_1= D \times p + f$

D = Diámetro de tubería de llegada, $D=0.3 \text{ m}$

H_2 = Carga de agua sobre el borde inferior del orificio $H_2= H_1 + h$

Q = Cálculo de caudal de paso

En épocas de lluvia en el interior de los pozos se producirán flujos supercríticos y las condiciones de calidad de las aguas residuales se mejoran sustancialmente, debido a que el factor de dilución es superior a 10, resultando aguas con valores de DBO_5 del orden de 20 mg/l condición que permite una descarga directa hacia cualquier afluente de agua, por lo tanto el entorno hidráulico bajo esta situación no es de importancia, sin embargo se comprueba el caudal que ingresaría al interceptor para un calado determinado.

El pozo de derivación está concebido para que en épocas de estiaje las aguas servidas no se viertan al río e ingresen en su totalidad hacia el interceptor.

3. CAPÍTULO III: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

3.1. Diseño de la tubería (Hidráulica de alcantarillas)

Todas las fórmulas y parámetros serán extraídos de la metodología de cálculo de la EMAPAL EP:

3.1.1. Pendiente

$$S = \frac{CF_i - CF_f}{L_{tramo}} * 100 \quad (\text{Ecu. 15})$$

Donde:

S : Pendiente de la tubería [%]

CF_i : Cota de fondo inicial [m]

CF_f : Cota de fondo final [m]

L_{tramo} : Longitud del tramo [m]

3.1.2. Caudal a sección llena

$$Q = \frac{0,311 * D^{2,67} * S^{0.5}}{n} * 1000 \quad (\text{Ecu. 16})$$

Donde:

Q : Caudal a sección llena [l/s]

D : Diámetro de la tubería [m]

S : Pendiente

n : Coeficiente de fricción

3.1.3. Velocidad a sección llena

$$V = \frac{Q}{A} \quad (\text{Ecu. 17})$$

Donde:

V : Velocidad a sección llena

Q : Caudal a sección llena [m³/s]

A : Área del tubo [m²]

3.1.4. Tiempo de concentración de flujo

En el numeral 2.5.5. se habló del tiempo de concentración inicial, por lo que en cada tramo aumentará este tiempo de concentración y se calculará con la siguiente fórmula:

$$T_{Flujo} = \frac{L_{tramo}}{60 * V} \quad (\text{Ecu. 18})$$

Donde:

T_{Flujo} : Tiempo de concentración del flujo [minutos]

L_{tramo} : Longitud del tramo [m]

V : Velocidad a sección llena [m/s]

3.1.5. Datos hidráulicos

- Relación q/Q

Esta es la relación entre el caudal de diseño y el caudal a sección llena; la operación matemática no es más que dividir ambos términos.

- Relación v/V

Según la metodología de cálculo de la EMAPAL EP existen 5 condiciones para seleccionar la ecuación que sirve para determinar este parámetro:

1. Si $\frac{q}{Q} \leq 0,05$

$$\frac{v}{V} = 0,8865 * \left(\frac{q}{Q}\right)^{0,228} \quad (\text{Ecu. 19})$$

$$2. \text{ Si } 0,05 < \frac{q}{Q} \leq 0,23$$

$$\frac{v}{V} = 0,434 * e^{2,029 * \frac{q}{Q}} \quad (\text{Ecu. 20})$$

$$3. \text{ Si } 0,23 < \frac{q}{Q} < 0,60$$

$$\frac{v}{V} = 0,5633 + 0,5644 * \frac{q}{Q} \quad (\text{Ecu. 21})$$

$$4. \text{ Si } 0,60 \leq \frac{q}{Q} \leq 0,88$$

$$\frac{v}{V} = 0,665 + 0,397553 * \frac{q}{Q} \quad (\text{Ecu. 22})$$

$$5. \text{ Si } 0,88 < \frac{q}{Q} \leq 1,012$$

$$\frac{v}{V} = 0,8365 + 0,2029 * \frac{q}{Q} \quad (\text{Ecu. 23})$$

- Relación d/D

Esta relación es llamada también Calado de agua/Diámetro, ETAPA EP determina que la capacidad máxima de los canales circulares está limitada en un valor de 0,8 a la relación de calado de agua respecto al diámetro de la tubería (Figura 3.1).

Este parámetro está definido por la siguiente ecuación:

$$\frac{d}{D} = \frac{\theta - \sin(\theta)}{8 * \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)} \quad (\text{Ecu. 24})$$

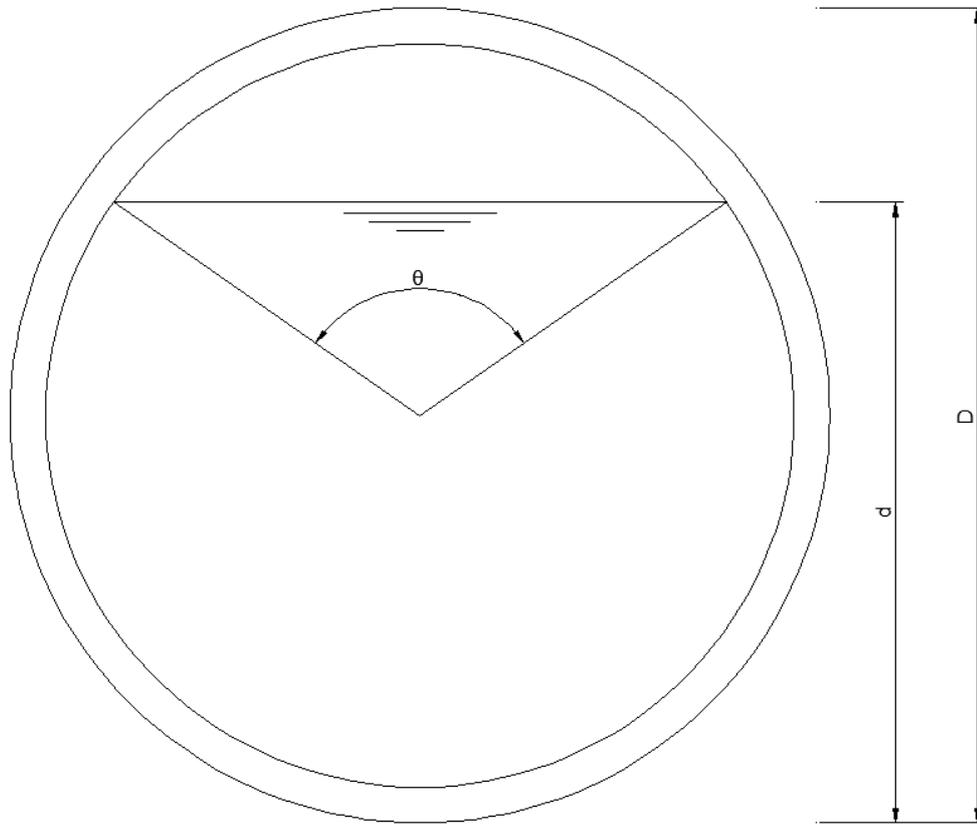


Figura 3.1: Flujo de agua a sección parcialmente llena
Fuente: Autor

El ángulo θ en este documento será calculado mediante la herramienta de Excel llamada solver la cual encontrará un ángulo que produzca el mismo valor del caudal de diseño, mediante el siguiente método:

Para la utilización de solver se necesita tener una función objetivo, en este caso:

$$Q_{diseño} - Q_{f(\theta)} = 0 \quad (\text{Ecu. 25})$$

- El nuevo caudal a calcular estará en función del ángulo teta y será resultado de la utilización de la fórmula de Manning:

$$Q_{f(\theta)} = \frac{(A_{f(\theta)})^{\frac{5}{3}} * (S)^{\frac{1}{2}}}{n * (P_{f(\theta)})^{\frac{2}{3}}} * 1000 \quad (\text{Ecu. 26})$$

Donde:

$Q_{f(\theta)}$: Caudal en función del ángulo teta [l/s]

$A_{f(\theta)}$: Área en función del ángulo teta [m²]

S : Pendiente geométrica del colector [m/m]

n : Coeficiente de rugosidad

$P_{f(\theta)}$: Perímetro mojado en función del ángulo teta [m]

θ : Ángulo teta [grados]

- Para el área en función del ángulo teta se utilizará la siguiente fórmula:

$$A_{f(\theta)} = \frac{\theta - \sin(\theta)}{8} * (D)^2 \quad (\text{Ecu. 27})$$

Donde:

$A_{f(\theta)}$: Área en función del ángulo teta [m²]

θ : Ángulo teta [grados]

D : Diámetro [m]

- En el caso del perímetro mojado en función del ángulo teta la fórmula es:

$$P_{f(\theta)} = \frac{\theta * D}{2} \quad (\text{Ecu. 28})$$

Donde:

$P_{f(\theta)}$: Perímetro mojado en función del ángulo teta [m]

θ : Ángulo teta [grados]

D : Diámetro [m]

Con estas ecuaciones y utilizando la función solver de Excel se encontraría el ángulo teta que es producido por el caudal de diseño.

3.1.6. Velocidad real

Es el resultado de multiplicar la relación v/V calculada en el numeral 3.1.5. por la velocidad a sección llena; la velocidad real es la que se produce con los parámetros influenciados del periodo de diseño.

3.2.Sistema de alcantarillado combinado

Datos para el diseño de la Red de Alcantarillado:

Periodo de diseño	20	años.
Área de cobertura	3,06	Ha.
Población actual	105	Hab.
Tasa de crecimiento	1%	%
Población Futura	129	Hab.
Densidad futura	42	Hab/ha

<u>Densidad Impuesta=</u>	<u>45</u>	Hab/ha
---------------------------	-----------	---------------

Tabla 1: Tasas de crecimiento poblacional

Región Geográfica	r(%)
Sierra	1.0
Costa, Oriente y Galápagos	1.5

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

DOTACION=	210	l/hab/dia
C(retorno)=	0,8	
n=	0,011	
DENSIDAD=	45	hab/Ha

A=	508,8	
C=	4,7	
B=	0,704	
T=	10	min
c=	0,27	rugosidad

	Area (m2)	C	A*C
Pavimento	0,38	0,85	0,32
Techos	0,13	0,9	0,12
Vegetacion	2,55	0,15	0,38
Area Total=	3,06	C*Atotal=	0,82

Cponder=	0,27
----------	------

Tabla 3.1: Cálculo del Alcantarillado Combinado de Virgenpamba

TRAMOS	AGUAS LLUVIAS										AGUAS SERVIDAS								DI SEÑO DE LA TUBERIA										
	POZO	ABSCISA	AREA	TEMPO DE	COEF. DE	AREA EQUIVALEN.		CAUDAL	POBLACION		FACTOR	CAUDALES		INFILTRACION		AGUAS SERVIDAS		q TOTAL	LLENA				TEMPO DE	DATOS HIDRAULICOS					
		LONGITUD	PARCIAL	CONCENT.	ESCORR.	PARCIAL	ACUM.	q'	M-X	Q m³/s	ACUM.	q²	PARCIAL	ACUM.	PARCIAL	ACUM.	q²	DESENO	D	S	V	Q	FLUJO	q/Q	v/V	v	d.D		
	m	A Ha	EN MN	C	A°C	L/S	L/S	PARCIAL	ACUM.	M-X	Q m³/s	q'	q²	PARCIAL	ACUM.	PARCIAL	ACUM.	q²=q²+q²+q²+q²	mm	‰	m/s	l/s	L/S	L/S	L/S	L/S	L/S		
	PC1																												
Tramo 1	PR1	51,50	0,26	10,00	0,27	0,07	0,07	213,04	14,81	12	12	2,94	0,066	0,066	2,20	0,005	0,01	0,02	0,02	17,03	200,0	1,07	1,27	39,83	0,68	0,43	0,80	1,01	0,35
	PR1																												
Tramo 2	PR2	54,00	0,27	10,68	0,27	0,07	0,14	206,39	29,39	12	24	2,79	0,066	0,132	2,20	0,005	0,01	0,02	0,03	31,64	200,0	1,64	1,57	49,33	0,57	0,64	0,92	1,44	0,48
	PR2																												
Tramo 3	PR3	32,00	0,16	11,25	0,27	0,04	0,19	201,14	37,34	7	31	2,74	0,038	0,171	2,20	0,003	0,01	0,01	0,04	39,59	200,0	3,20	2,19	68,85	0,24	0,58	0,89	1,95	0,44
	PR3																												
Tramo 4	PR4	43,00	0,22	11,49	0,27	0,06	0,24	199,01	48,49	10	41	2,68	0,050	0,221	2,20	0,004	0,02	0,01	0,05	50,77	200,0	4,99	2,74	85,94	0,26	0,59	0,90	2,46	0,45
	PR4																												
Tramo 5	PR5	35,50	0,18	11,76	0,27	0,05	0,29	196,77	57,38	8	49	2,65	0,041	0,262	2,20	0,004	0,02	0,01	0,06	59,66	200,0	8,50	3,57	112,13	0,17	0,53	0,86	3,07	0,41
	PR5																												
Tramo 6	PR6	69,00	0,35	11,92	0,27	0,09	0,38	195,39	75,18	16	64	2,60	0,078	0,341	2,20	0,007	0,03	0,02	0,09	77,49	200,0	9,67	3,81	119,62	0,30	0,65	0,92	3,50	0,48
	PR6																												
Tramo 7	PR7	49,50	0,25	12,22	0,27	0,07	0,45	192,93	87,12	11	75	2,57	0,056	0,396	2,20	0,005	0,03	0,01	0,10	89,45	300,0	2,80	2,69	189,98	0,31	0,47	0,83	2,23	0,37
	PR7																												
Tramo 8	PR8	44,50	0,22	12,53	0,27	0,06	0,51	190,50	97,47	10	85	2,54	0,049	0,446	2,20	0,004	0,04	0,01	0,11	99,82	300,0	5,44	3,75	264,80	0,20	0,38	0,78	2,92	0,32
	PR8																												
Tramo 9	PR9	36,30	0,18	12,73	0,27	0,05	0,56	188,97	105,95	8	93	2,52	0,040	0,486	2,20	0,004	0,04	0,01	0,12	108,31	300,0	4,66	3,47	245,06	0,17	0,44	0,81	2,81	0,36

3.3. Diseño de pozos de revisión, sumideros, conexiones domiciliarias y obras especiales

Todos los esquemas se encuentran en el Anexo 8: Plano de detalles constructivos

3.3.1. Diseño para pozos de revisión

TRAMOS	POZO	SALTO	TERRENO	PROYECTO	H (Pozo)
	PC1		2581,68	2580,18	1,50
Tramo 1					
	PR1		2582,13	2579,63	2,50
	PR1		2582,13	2579,63	2,50
Tramo 2					
	PR2		2582,24	2578,74	3,50
	PR2		2582,24	2578,74	3,50
Tramo 3					
	PR3		2581,72	2577,72	4,00
	PR3		2581,72	2577,72	4,00
Tramo 4		1,00			
	PR4		2578,57	2575,57	3,00
	PR4		2578,57	2574,57	4,00
Tramo 5		1,00			
	PR5		2573,56	2571,56	2,00
	PR5		2573,56	2570,56	3,00
Tramo 6					
	PR6		2565,38	2563,88	1,50
	PR6		2565,38	2563,88	1,50
Tramo 7		1,00			
	PR7		2564,00	2562,50	1,50
	PR7		2564,00	2561,50	2,50
Tramo 8					
	PR8		2560,58	2559,08	1,50
	PR8		2560,58	2559,08	1,50
Tramo 9					
	PR9		2558,89	2557,39	1,50
	PR9		2558,89	2557,39	1,50
Tramo 10					
	PR10		2555,86	2554,36	1,50
	PR10		2555,86	2554,36	1,50
Tramo 11		1,00			
	PR11		2553,42	2551,42	2,00
	PR11		2553,42	2550,42	3,00
Tramo 12		1,00			
	PR12		2549,31	2547,31	2,00
	PR12		2549,31	2546,31	3,00
Tramo 13		1,00			
	PR13		2546,60	2545,10	1,50
	PR13		2546,60	2544,10	2,50
Tramo 14		1,00			
Derivador	PR14		2545,01	2542,01	3,00

	PR14		2545,01	2541,01	4,00
Tramo 15					
	PR15		2539,44	2537,44	2,00
	PR15		2539,44	2537,44	2,00
Tramo 16		1,00			
	PR16		2536,79	2533,79	3,00
	PR16		2536,79	2532,79	4,00
Tramo 17		1,00			
	PR17		2532,59	2529,59	3,00
	PR17		2532,59	2528,59	4,00
Tramo 18					
	PR18		2528,65	2526,15	2,50
	PR18		2528,65	2526,15	2,50
Tramo 19					
	PR19		2527,92	2522,92	5,00
	PR19		2527,92	2522,92	5,00
Tramo 20					
	PR20		2520,46	2516,46	4,00
	PR20		2520,46	2516,46	4,00
Tramo 21					
	PR21		2514,28	2512,65	1,63
Autopista i	PR21		2514,28	2512,65	1,63
Tramo 22		1,13			
Autopista f	PR22		2508,82	2507,96	0,87
	PR22		2508,82	2506,83	2,00
Tramo 23		0,50			
	PR23		2506,49	2504,49	2,00
	PR23		2506,49	2503,99	2,50
Tramo 24					
	PR24		2502,73	2500,73	2,00
	PR24		2502,73	2500,73	2,00
Tramo 25					
	PR25		2503,21	2498,71	4,50
	PR25		2503,21	2498,71	4,50
Tramo 26					
	PR26		2500,84	2496,84	4,00
	PR26		2500,84	2496,84	4,00
Tramo 27					
	PR27		2498,28	2495,78	2,50

- La figura 3.2 muestra el esquema de los pozos de revisión:

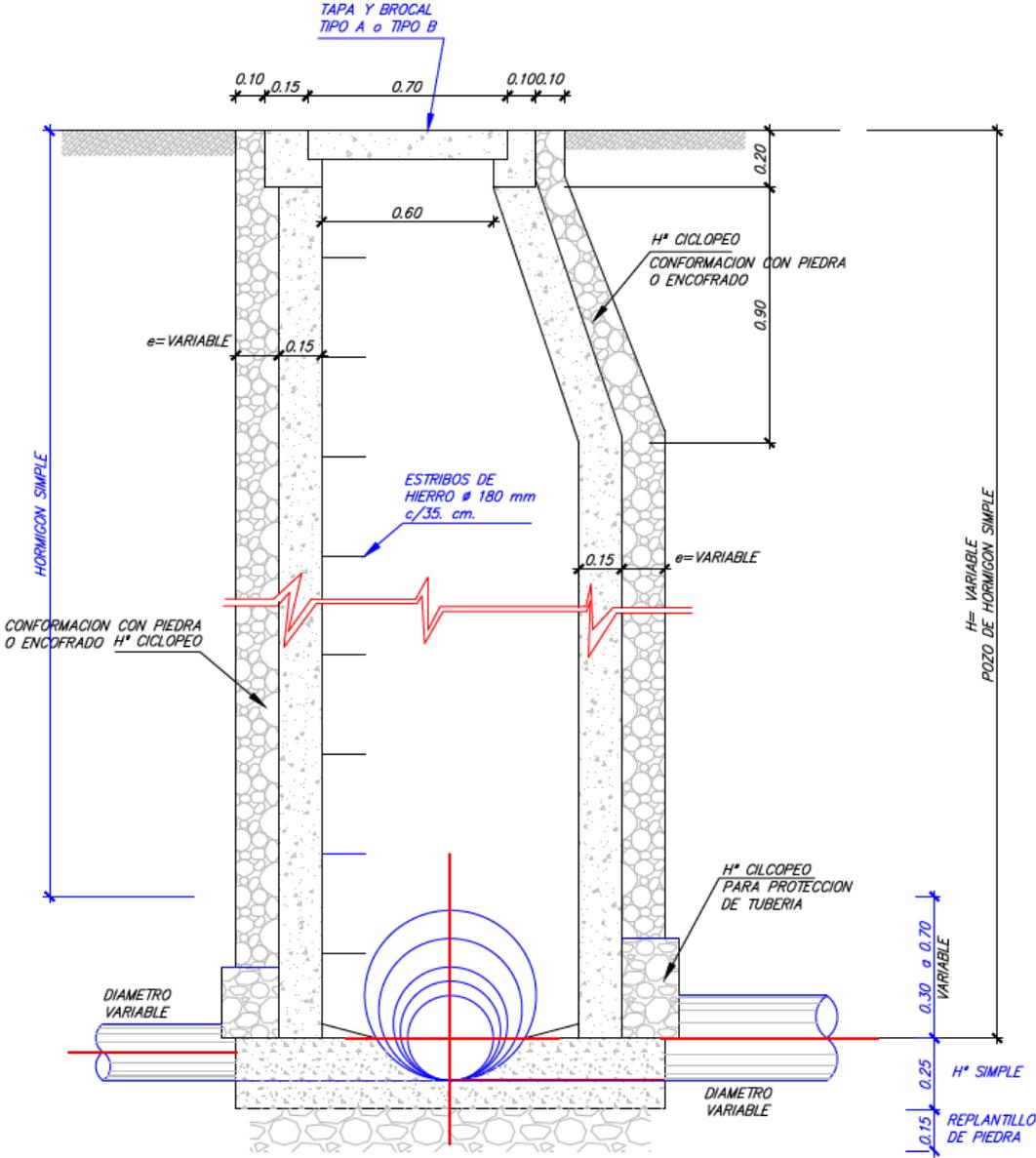


Figura 3.2: Pozo de revisión
Fuente: EMAPAL EP, Editado: Autor

- La figura 3.4 muestra el esquema para la tapa y brocal:

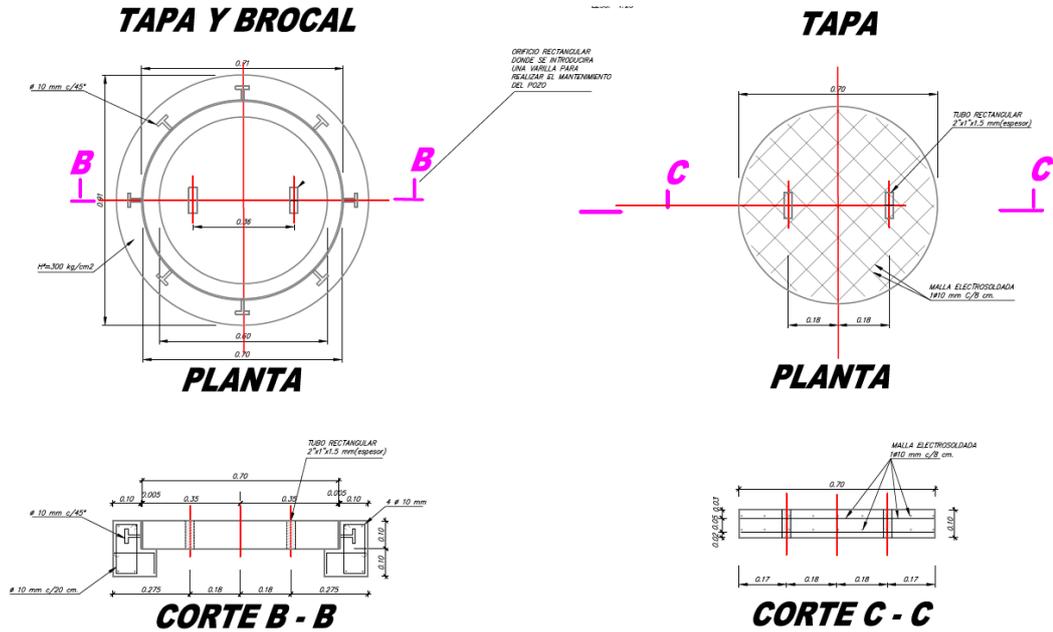


Figura 3.4: Tapa y brocal
Fuente: EMAPAL EP, Editado: Autor

3.3.2. Diseño para sumideros

De la figura 3.5 a la figura 3.7 se presenta el diseño para los sumideros:

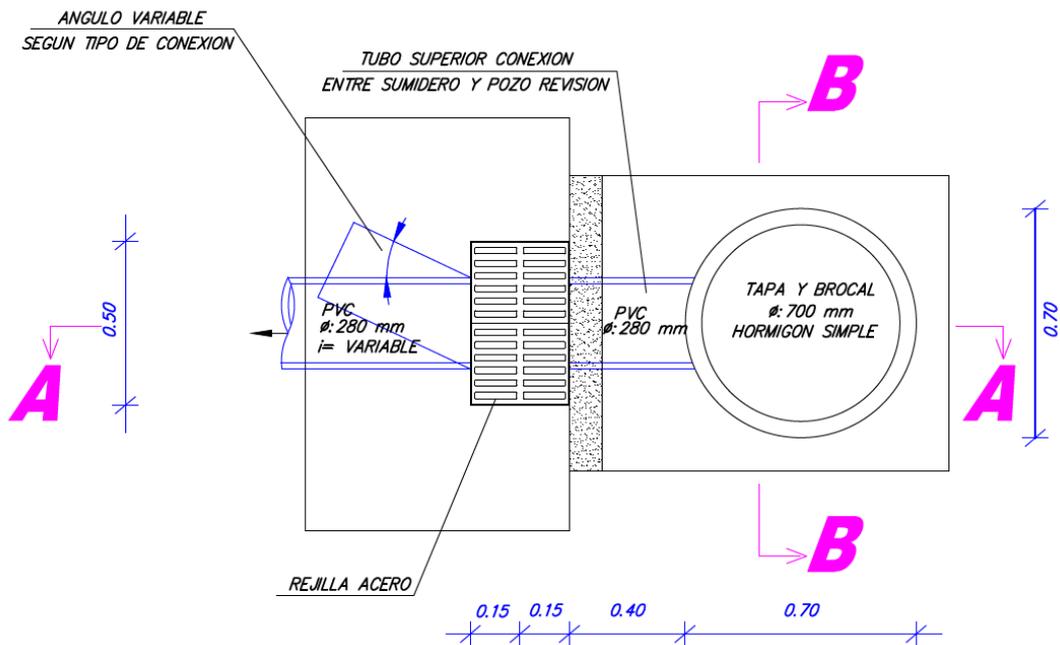


Figura 3.5: Sumidero vista en planta
Fuente: EMAPAL EP, Editado: Autor

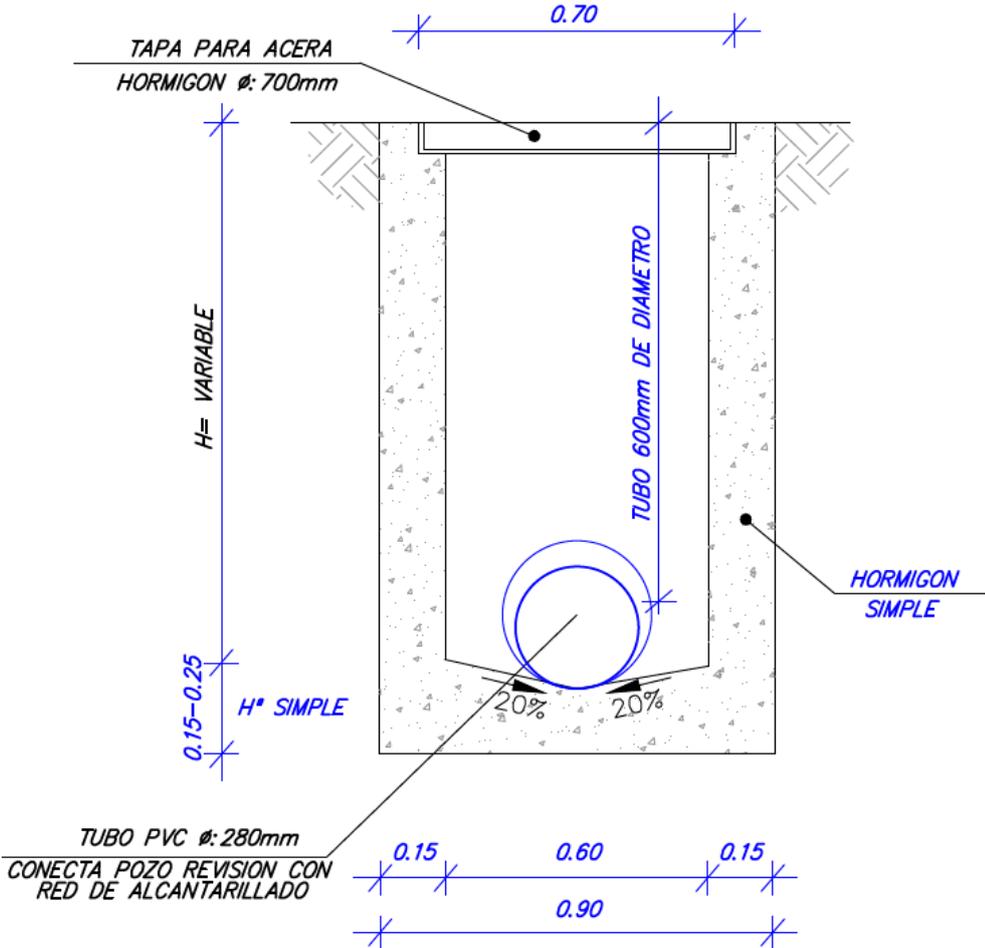


Figura 3.6: Sumidero corte B-B
Fuente: EMAPAL EP, Editado: Autor

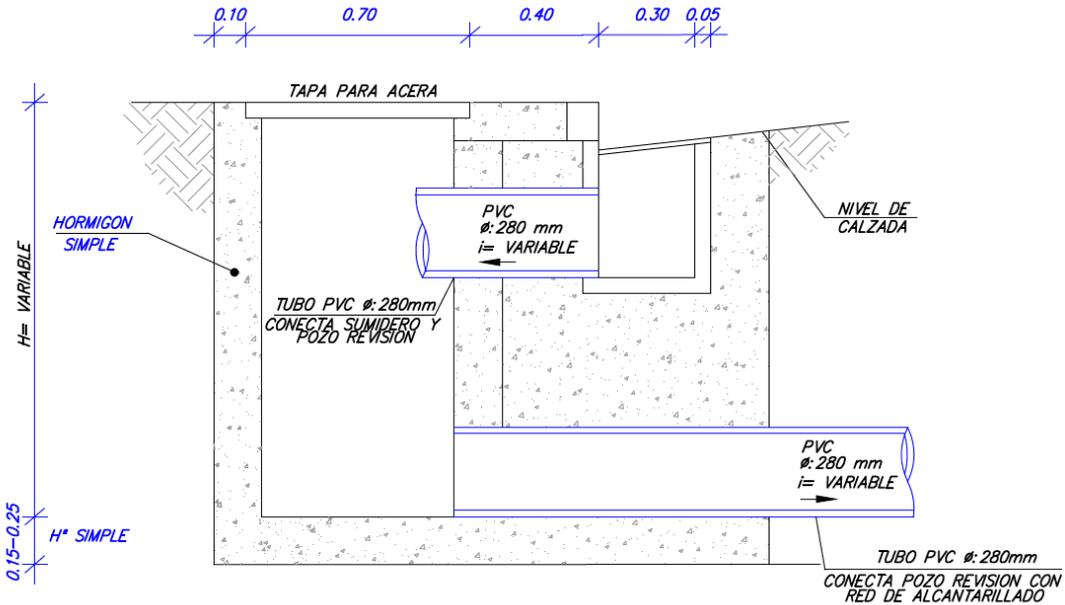


Figura 3.7: Sumidero corte A-A
Fuente: EMAPAL EP, Editado: Autor

3.3.3. Diseño para pozo de inspección de las conexiones domiciliarias

En la figura 3.8 se observa el esquema del elemento mencionado:

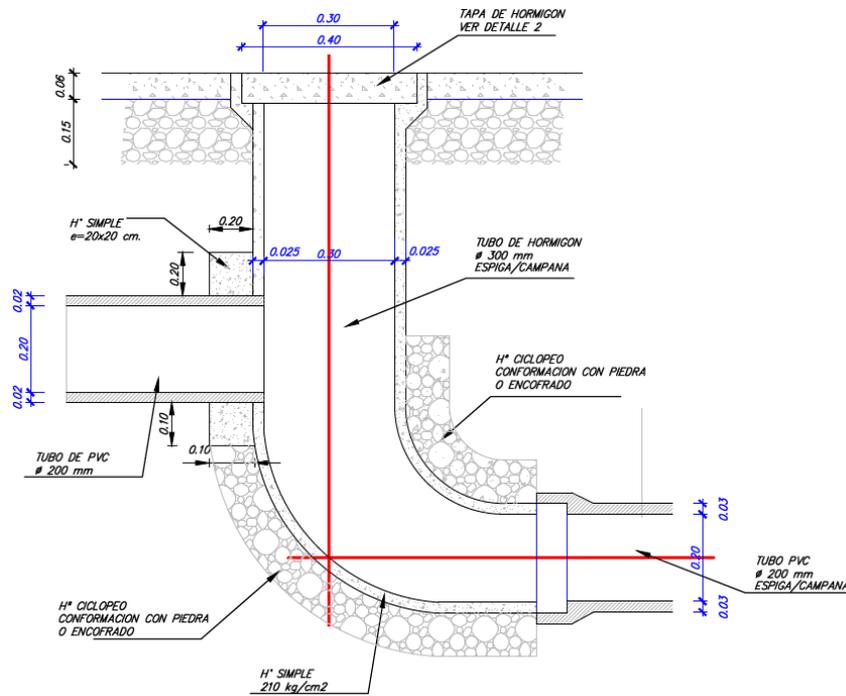


Figura 3.8: Pozo de inspección, conexión domiciliaria

Fuente: EMAPAL EP, Editado: Autor

3.3.4. Diseño del pozo derivador de caudales

Las figuras 3.9 y 3.10 muestran el detalle del derivador de caudales:

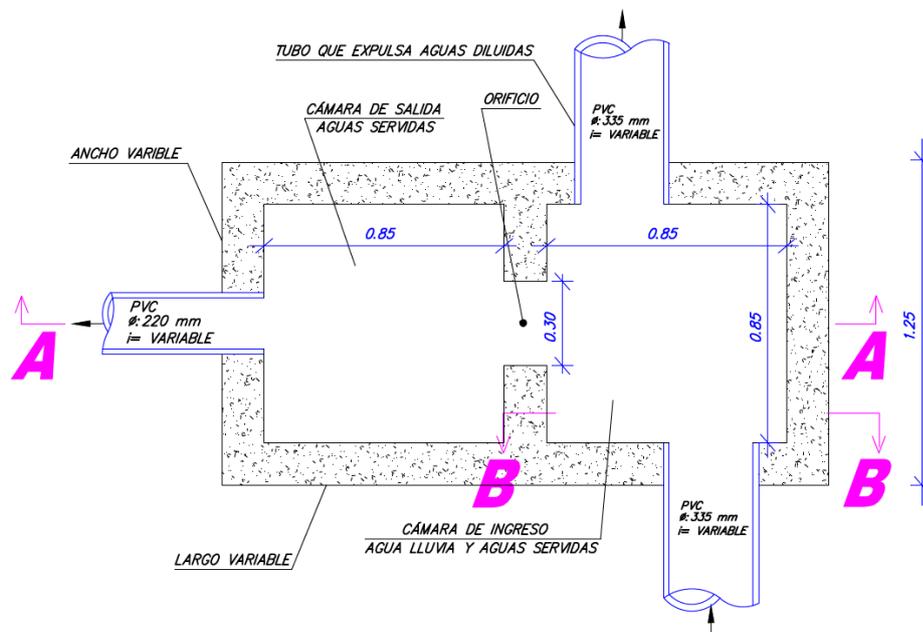


Figura 3.9: Derivador de caudales vista en planta

Fuente: Autor

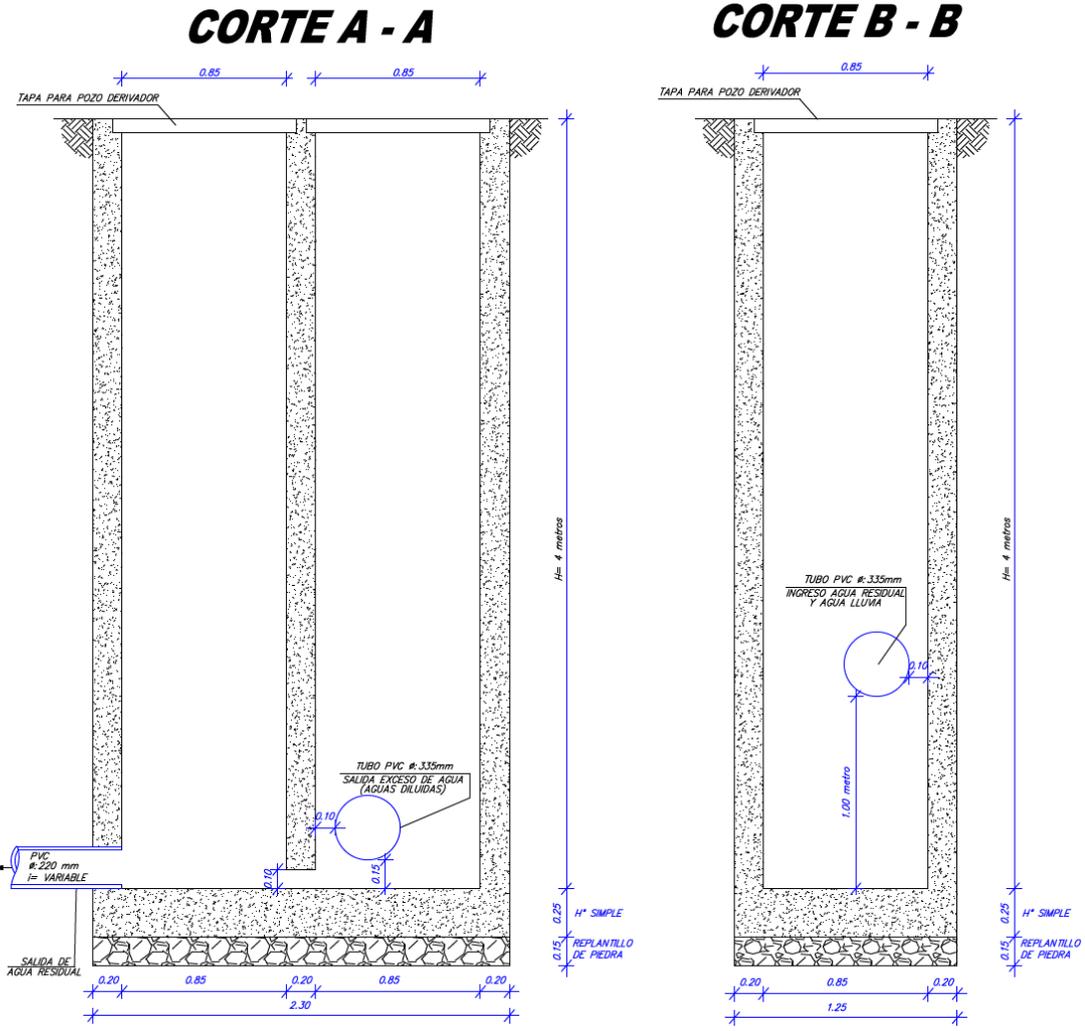


Figura 3.10: Derivador de caudales vista de corte A-A y corte B-B
Fuente: Autor

4. CAPÍTULO IV: PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES

4.1. Determinación de rubros

Los rubros fueron determinados según los trabajos que se necesiten realizar en el sistema de alcantarillado:

- Obras Preliminares: Replanteo y nivelación
- Excavaciones: Engloba excavaciones a mano, a máquina, en suelo clasificado y sin clasificar; en rangos de profundidades; el suelo considerado se corresponde con el tramo inicial del proyecto y con la información facilitada por la EMAPAL EP.
- Entibados y apuntalamientos: Donde se puede encontrar entibados continuos y discontinuos, así como los apuntalamientos en zanja.
- Tubería: Comprende la preparación de la zanja (colchón de arena), suministro de tubo de PVC con diámetros exteriores de 220 mm y 335 mm; ya que se deberá atravesar una atarjea se ha incluido la rotura de hormigón. Mientras para cruzar el armico ubicado en la autopista se necesitará placas, pernos, tornillos y tacos de anclaje.
- Cruce de quebrada: Un gran tramo del alcantarillado está dirigido por una quebrada de la zona, por lo que existen dos puntos por los cuales se atraviesa el alcantarillado, debido a este motivo se necesita construir dos dados de hormigón los cuales anclen y protejan de daños a la tubería.
- Rellenos y desalojos: Incorpora los rellenos con material clasificado en obra y con material de mejoramiento; también cargada de material a mano y a máquina; así como el transporte del material a distancias hasta 5 km y mayores a 5 km.
- Pozos de revisión: Incluye la construcción de pozos de revisión de diferentes profundidades, incluyendo brocal y tapa.

- Derivador de caudal: Esta incluido los materiales de construcción de pozo como hormigón, encofrado recto, replantillo y acero de refuerzo.
- Acometidas domiciliarias: Abarca todo lo antes mencionado para la infraestructura del alcantarillado; con pozos till y tapa.
- Sumideros: Contempla el suministro de las rejillas metálicas para los sumideros, pozo de revisión de 600 mm con la respectiva tapa con cerco metálico, caja para sumidero y las demás tareas que corresponden a los trabajos en la estructura y preparación del terreno.
- Mitigación ambiental: Rubro el cual contiene pasos peatonales, vallas metálicas de advertencia, señalización con cinta, señalización con malla plástica, parante de madera con base de hormigón, catastro de alcantarillado.

4.2. Análisis de precios unitarios

Debido a la cantidad de ítems que existe en el análisis de precios unitarios no se podrá incluir en este documento, sin embargo todos los precios unitarios con su debido análisis y cálculo se encuentra en el Anexo 12: Presupuesto y análisis de precios unitarios; el cual fue desarrollado en el programa INTERPRO gracias a una licencia facilitada en las oficinas de EMAPAL EP.

4.3. Presupuesto referencial

Tabla 4.1: Presupuesto

PRESUPUESTO						
Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		OBRAS PRELIMINARES				503,23
1.001	597001	Replanteo y Nivelación para Red de Alcantarillado	m2	774,20	0,65	503,23
2		EXCAVACIONES				11.197,92
2.001	592001	Excavación de zanja a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	94,94	13,18	1.251,31
2.002	592004	Excavación de zanja a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	63,29	17,57	1.112,01
2.003	592008	Excavación de zanja a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	31,70	16,69	529,07
2.004	592011	Excavación de zanja a Mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	21,13	26,35	556,78
2.005	598001	Excavación de zanja con máquina en suelo sin clasificar 0 - 2 m de profundidad	m3	854,46	3,47	2.964,98
2.006	598003	Excavación de zanja con máquina en suelo conglomerado 0 a 2 m de profundidad	m3	569,64	4,34	2.472,24
2.007	598002	Excavación de zanja con máquina en suelo sin clasificar 2 - 4 m de profundidad	m3	285,30	4,14	1.181,14
2.008	598009	Excavación de zanja con máquina en suelo conglomerado 2 a 4 m de profundidad	m3	190,20	5,84	1.110,77
2.009	597006	Abatimiento a nivel freático	Hora	3,00	6,54	19,62
3		ENTIBADOS Y APUNTALAMIENTOS				3.224,19
3.001	596003	Entibado Discontinuo de Paredes de zanja	m2	283,19	4,88	1.381,97
3.002	596004	Entibado Continuo de Paredes de zanja	m2	141,60	6,76	957,22
3.003	596001	Apuntalamiento de paredes de zanja	m2	141,60	6,25	885,00
4		TUBERÍAS				29.063,24
4.001	597018	Preparación de Fondo de Zanja, e=10cm	m2	966,65	0,91	879,65
4.002	5AD007	Suministro y Tendido de cama de arena e=10cm	m2	966,65	3,22	3.112,61
4.003	530005	Rotura Hormigón, espesor 30 cm,	m2	0,03	17,22	0,52
4.004	500017	Sum - Ins. Tubo PVC Alcantarillado D=335mm U/E	m	612,00	22,00	13.464,00
4.005	500015	Sum - Ins. Tubo PVC Alcantarillado D=220mm U/E	m	678,00	13,07	8.861,46
4.006	5A9052	Sum - Ins. Codo PVC Desagüe D=220mm 90 grados	u	2,00	21,24	42,48
4.007	512007	Sum - Ins. Placa de Anclaje	kg	63,70	1,56	99,37

4.008	5A0020	Sum - Ins. Pernos de Anclaje 1/4"	u	208,00	1,18	245,44
4.009	5A0021	Sum - Ins. Tornillo y Taco de Anclaje	u	208,00	0,70	145,60
4.001		CRUCE DE QUEBRADA				2.212,11
4.001.001	508001	Replantillo de Piedra, e=15 cm	m2	12,60	10,31	129,91
4.001.002	5A2002	Encofrado Recto (Dos usos)	m2	28,00	14,39	402,92
4.001.003	506014	Hormigón Simple 240 Kg/cm2	m3	12,00	139,94	1.679,28
5		RELLENOS Y DESALOJOS				27.520,99
5.001	595002	Relleno Compactado de Zanja con mat. Clasificado en Obra	m3	1.431,67	6,28	8.990,89
5.002	595001	Relleno Compactado de Zanja con mat. de Mejoramiento	m3	613,57	23,41	14.363,67
5.003	513001	Cargada de material a mano	m3	88,27	4,57	403,39
5.004	513007	Cargada de material a maquina	m3	794,45	1,19	945,40
5.005	513002	Transporte de Material hasta 5km	m3	882,72	2,96	2.612,85
5.006	513008	Transporte de Material mas de 5km	m3-km	706,17	0,29	204,79
6		POZOS DE REVISIÓN				15.856,39
6.001	503001	Pozo de Revisión de h= 0 a 2 m, Incluye Brocal y Tapa	u	9,00	455,03	4.095,27
6.002	503002	Pozo de Revisión de h= 0 a 4 m, Incluye Brocal y Tapa	u	16,00	634,85	10.157,60
6.003	503034	Pozo de Revisión de h= 0 a 6 m, Incluye Brocal y Tapa	u	2,00	801,76	1.603,52
7		DERIVADOR DE CAUDAL				3.033,02
7.001	506014	Hormigón Simple 240 Kg/cm2	m3	5,72	139,94	800,46
7.002	5A2002	Encofrado Recto (Dos usos)	m2	57,30	14,39	824,55
7.003	508001	Replantillo de Piedra, e=15 cm	m2	3,28	10,31	33,82
7.004	5A0001	Acero de Refuerzo fy=4200kg/cm2 (incluye corte y doblado)	kg	660,67	2,08	1.374,19
8		ACOMETIDAS DOMICILIARIAS				5.316,46
8.001	597001	Replanteo y Nivelación para Red de Alcantarillado	m2	71,68	0,65	46,59
8.002	592001	Excavación de zanja a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	22,91	13,18	301,95
8.003	592004	Excavación de zanja a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	15,28	17,57	268,47
8.004	598001	Excavación de zanja con máquina en suelo sin clasificar 0 - 2 m de profundidad	m3	15,28	3,47	53,02
8.005	598003	Excavación de zanja con máquina en suelo conglomerado 0 a 2 m de profundidad	m3	10,18	4,34	44,18

8.006	597018	Preparación de Fondo de Zanja, e=10cm	m2	71,68	0,91	65,23
8.007	5AD007	Suministro y Tendido de cama de arena e=10cm	m2	71,68	3,22	230,81
8.008	5A9046	Sum - Ins. Tubo PVC Alcantarillado D=175mm	m	119,47	7,86	939,03
8.009	503004	Pozo TILL D = 300 mm (No incluye tapa)	u	34,00	47,24	1.606,16
8.010	503007	Sum - Ins. Tapa de Hormigón Armado con Cerco Metálico D= 400 mm	u	34,00	8,58	291,72
8.011	595002	Relleno Compactado de Zanja con mat. Clasificado en Obra	m3	21,44	6,28	134,64
8.012	595001	Relleno Compactado de Zanja con mat. de Mejoramiento	m3	39,81	23,41	931,95
8.013	513001	Cargada de material a mano	m3	32,93	4,57	150,49
8.014	513007	Cargada de material a maquina	m3	21,95	1,19	26,12
8.015	513002	Transporte de Material hasta 5km	m3	54,88	2,96	162,44
8.016	513008	Transporte de Material mas de 5km	m3-km	219,50	0,29	63,66
9		SUMIDEROS				3.790,25
9.001	597001	Replanteo y Nivelación para Red de Alcantarillado	m2	28,80	0,65	18,72
9.002	599002	Caja para sumidero en calles	u	8,00	50,46	403,68
9.003	599001	Sum - Ins.Rejilla Metálica para Sumidero	u	8,00	39,50	316,00
9.004	599003	Pozo de Revisión con Tubo de Hormigón Simple D=600 mm, sin Tapa para Sumidero	u	8,00	64,54	516,32
9.005	503028	Sum - Ins. Tapa de Hormigón Armado con Cerco Metálico D= 700 mm	u	8,00	66,50	532,00
9.006	500016	Sum - Ins. Tubo PVC Alcantarillado D=280mm U/E	m	48,00	15,78	757,44
9.007	592001	Excavación de zanja a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	8,64	13,18	113,88
9.008	592004	Excavación de zanja a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	5,76	17,57	101,20
9.009	598001	Excavación de zanja con máquina en suelo sin clasificar 0 - 2 m de profundidad	m3	12,96	3,47	44,97
9.010	598003	Excavación de zanja con máquina en suelo conglomerado 0 a 2 m de profundidad	m3	8,64	4,34	37,50
9.011	597018	Preparación de Fondo de Zanja, e=10cm	m2	28,80	0,91	26,21
9.012	5AD007	Suministro y Tendido de cama de arena e=10cm	m2	28,80	3,22	92,74
9.013	595002	Relleno Compactado de Zanja con mat. Clasificado en Obra	m3	12,60	6,28	79,13
9.014	595001	Relleno Compactado de Zanja con mat. de Mejoramiento	m3	23,40	23,41	547,79
9.015	513001	Cargada de material a mano	m3	12,17	4,57	55,62
9.016	513007	Cargada de material a maquina	m3	18,25	1,19	21,72
9.017	513002	Transporte de Material hasta 5km	m3	30,42	2,96	90,04

9.018	513008	Transporte de Material mas de 5km	m3-km	121,68	0,29	35,29
10		MITIGACIÓN AMBIENTAL				1.918,94
10.001	593029	Pasos Peatonales con cantonera (5usos)	u	18,00	5,36	96,48
10.002	593032	Valla Metálica de Advertencia de Obras y Desvío	u	3,00	96,00	288,00
10.003	593003	Señalización con Cinta	m	1.290,34	0,46	593,56
10.004	593030	Señalización con Malla Plastica (3 usos)	m	215,06	1,52	326,89
10.005	593004	Parante de Madera con Base de Hormigón (2usos)	u	52,00	6,70	348,40
10.006	580036	Catastro de Alcantarillado	km	1,29	170,58	220,05
10.007	580034	Ficha EMAPAL para Domiciliaria de Agua Potable y Alcantarillado	u	34,00	1,34	45,56
SUBTOTAL						101.424,63
IVA						12%
TOTAL						113.595,59
Son: CIENTO TRECE MIL QUINIENTOS NOVENTA Y CINCO CON 59/100 DÓLARES						

Anexo 12: Presupuesto y análisis de precios unitarios

4.4. Especificaciones técnicas

El documento donde están contempladas todas las especificaciones técnicas se encuentran en el Anexo 11: Especificaciones técnicas, sin embargo se incluirán en breves rasgos pocos rubros pero de mayor importancia en lo económico.

Todo lo descrito a continuación fue realizado por el autor con la dirección de la EMAPAL EP:

4.4.1. Excavaciones

Definición: En este ítem se trata sobre la ejecución de las excavaciones necesarias para las obras permanentes de este Proyecto. Se entenderá por excavación a mano o mecánica los cortes de terreno para conformar plataformas, taludes o zanjas para alojar tuberías, cimentar estructuras u otros propósitos y, la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para construir las obras o instalar las tuberías.

Especificaciones: Cualquier daño, resultante de las operaciones del Contratista durante la excavación, incluyendo daños a la fundación misma, a las superficies excavadas y/o cualquier estructura existente, o a las propiedades adyacentes, será reparado por el Contratista a su costo y a entera satisfacción de la Fiscalización.

Las excavaciones deberán ejecutarse de acuerdo a las alineaciones, pendientes, rasantes y dimensiones que se indican en los planos o que ordene la Fiscalización. De preferencia el Contratista utilizará sistemas de excavación mecánicos, debiendo los sistemas elegidos originar superficies uniformes, que mantengan los contornos de excavación tan ajustados como sea posible a las líneas indicadas en los planos, reduciendo al mínimo las sobre excavaciones. La excavación a mano se empleará básicamente para obras y estructuras menores, conformar el fondo de las excavaciones hechas a máquina, o donde la excavación mecánica no pueda ser ejecutada o pueda deteriorar las condiciones del suelo, o cuando por condiciones propias de cada obra la Fiscalización así lo disponga.

Medición y formas de pago: La medición de las excavaciones a mano o mecánica será establecida por los volúmenes delimitados por la línea del terreno antes de iniciar las excavaciones y por los anchos teóricos definidos en estas especificaciones, o definidas con el debido sustento por la Fiscalización. Se medirá y pagará por metro cúbico excavado, sin considerar deslizamientos, desprendimientos o derrumbes que se consideren errores o negligencia del Contratista.

En ningún caso serán objeto de pago, las excavaciones que el Contratista realice por conveniencia propia, los cuales se consideran incluidos en los costos indirectos de la obra.

No será objeto de pago las excavaciones, cuyos anchos zanjas sean mayores a los descritos en estas especificaciones, y que no sean autorizadas por fiscalización.

4.4.2. Tuberías

Definición: Comprende el suministro, instalación y prueba de la tubería plástica para alcantarillado la cual corresponde a conductos circulares provistos de un empalme adecuado, que garantice la hermeticidad de la unión, para formar en condiciones satisfactorias una tubería continua.

Especificaciones: La tubería plástica a suministrar deberá cumplir con las siguientes normas:

INEN 2059 CUARTA REVISIÓN "TUBOS DE PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA Y ACCESORIOS PARA ALCANTARILLADO."

El oferente presentará su propuesta para la tubería plástica, siempre sujetándose a la NORMA INEN 2059 4ta revisión, tubería de pared estructurada, en función de cada serie y diámetro, a fin de facilitar la construcción de las redes, y EMAPAL-EP optimice el mantenimiento del sistema de alcantarillado.

Tabla 4.2: Requisito de tubería

REQUISITO	NORMA DE ENSAYO
Espesor nominal de paredes	INEN 499
Resistencia a la presión interna	INEN 503
Resistencia al impacto	INEN 504
Reversión longitudinal	INEN 506
Longitud de acoplamiento	INEN 1331
Temperatura de ablandamiento (Vicat)	INEN 1367

La superficie interior de la tubería deberá ser lisa. La Empresa exigirá certificados de calidad de las tuberías y eventualmente podrá realizar ensayos para verificar sus características.

Medición y forma de pago: Las tuberías efectivamente colocadas en obra, se medirán en metros lineales, de conformidad al diámetro, clase y tipo. La longitud será medida en tramos completos, entre las paredes interiores de los pozos de revisión. Su pago se realizará una vez que los tramos hayan cumplido satisfactoriamente los ensayos y las pruebas a entera satisfacción de la Fiscalización.

4.4.3. Relleno y desalojo

Relleno:

Definición: En esta parte se definen las actividades que se realizan para seleccionar, preparar y colocar material compactado o no, en las zanjas, desde el nivel del plano de asentamiento hasta el nivel original o el definido en los planos, y su mantenimiento hasta la terminación de las obras.

Los materiales de rellenos cumplirán todo lo especificado en “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES”, sección MATERIAL DE REPOSICIÓN PARA RELLENOS.

Especificaciones: Todo el material aprovechable de las excavaciones será utilizado en el relleno posterior. Cualquier material excedente o inadecuado que hubiese, será desechado y desalojado.

El material utilizado para la construcción de los rellenos básicamente deberá estar libre de troncos, ramas, y en general de todo material vegetal o inapropiado. Al efecto, Fiscalización aprobará previamente el material o los bancos de préstamo cuyo material vaya a ser utilizado para ese fin.

El material de relleno se clasifica en relleno sin compactar, relleno compactado a mano y relleno compactado a máquina.

El Contratista someterá a la aprobación de la Fiscalización, los procedimientos y medios que ha previsto para la ejecución de los rellenos. No se efectuará el relleno de excavaciones si antes no se cuenta con la aprobación –constante en el libro de obra– por parte de la Fiscalización y la calificación del material a utilizar, de lo contrario, la Fiscalización, podrá ordenar si así lo creyera conveniente, la extracción del material utilizado en los rellenos no aprobados. El Constructor no tendrá derecho a retribución económica ni compensación alguna por este trabajo.

No se autorizará la colocación del material de relleno en condiciones de saturación o sobresaturación, ni permitir que el exceso de agua ceda por filtración. Los rellenos se realizarán de manera que se evite la segregación de modo que los resultados sean lo más homogéneos. Se evitará la contaminación entre diversos tipos de materiales.

Medición y forma de pago: La preparación y colocación de material (ya sea de banco o de la propia excavación) para conformar los rellenos en las condiciones indicadas en este ítem, se medirá en metros cúbicos debidamente compactados según las líneas y niveles definidos en los planos (valores teóricos) o lo señalado por escrito en el libro de obra por la Fiscalización.

No se reconocerá pago adicional por preparación del terreno ni por relleno de depresiones menores. Tampoco se reconocerá pago alguno por los materiales ni por la elaboración de muros de confinamiento necesarios para conformar estos rellenos, dichos costos se encuentran incluidos en el precio unitario del relleno.

Los costos de control de calidad que realizará la Fiscalización, serán por cuenta del Contratista. El Contratista puede realizar ensayos adicionales para demostrar la calidad de los trabajos y adelantar la ejecución de los mismos. Los laboratorios para el control de rellenos compactados deberán ser previamente calificados por la Fiscalización y aprobado por la I. Municipalidad de Azogues.

En caso de relleno con suministro de material de mejoramiento, el Contratista considerará en su análisis el transporte, desperdicios y esponjamiento del material a suministrar, ya que para su pago este se medirá una vez colocado y compactado según estas especificaciones.

El suministro y transporte de agua necesaria para dar la humedad óptima que requieran los terraplenes para su compactación, serán suministrados sin costo adicional por el Constructor.

Desalojo:

Definición: Se entenderá por desalojo de material producto de excavación y no apto para relleno, la operación consistente en el cargado y transporte de dicho material hasta los bancos de desperdicio o de almacenamiento que señale el proyecto y/o el ingeniero Fiscalizador.

Especificaciones: El transporte de material de desalojo producto de excavación se deberá realizar por medio de equipo mecánico en buenas condiciones, sin ocasionar la interrupción del tráfico de vehículos, ni causar molestias a los habitantes. Para el efecto, los volquetes que transporten el material deberán disponer de una carpa cobertora que evite el derrame del material por efectos del viento o el movimiento mismo del vehículo.

El desalojo incluye el transporte y manejo o acondicionamiento del botadero de disposición final de los desechos y residuos (regado, tendido y compactado) durante y al final de ejecutada la obra, ya sean estos manejados por el Ilustre Municipio de Azogues o por el Contratista.

No se incluyen en la cuantificación de estos volúmenes, los materiales provenientes de restos de materiales, desperdicios y demás sobrantes o residuos de obra generados

en la obra, cuyo manejo, recogida, cargado, transporte, descarga y demás actividades relacionadas, que son de responsabilidad del Contratista.

No se podrá desalojar materiales fuera de los sitios definidos por la Fiscalización y autorizados por el I. Municipio de Azogues. Para esto, la Fiscalización implementará un mecanismo de control para la entrega de materiales mediante una boleta de recibo-entrega.

Para que se considere efectuado el rubro de desalojo, la Fiscalización constatará que el sitio de la obra y la zona de influencia de la misma, presente una condición de orden y limpieza. No se aceptará como rubro terminado si los desperdicios o restos de material se han colocado al borde de la vía o en un entorno inmediato en terrenos de particulares.

Los sitios de desalojo serán ubicados por el Contratista y previo a su uso, serán autorizados por el Fiscalizador quien valorará y coordinará con el I. Municipio de Azogues la conveniencia de dicho sitio. La gestión de estos botaderos -conformación, adecuación final, etc- estará a cargo del Contratista, lo que deberá estar considerado en el precio unitario del desalojo. Para iniciar el proceso de recepción provisional, la Fiscalización deberá emitir un certificado de aceptación de las condiciones finales del botadero.

Mediciones y forma de pago: El contratista se impondrá, para la elaboración y presentación de su oferta el factor de esponjamiento, de acuerdo a su experiencia y al conocimiento del proyecto. La ruta para el transporte de materiales de desalojo lo establecerá el Fiscalizador.

Para cuando el botadero sea gestionado por el Municipio, el Contratista reconocerá a éste, el pago por concepto del manejo del botadero, cuyo costo deberá incluirse en los costos indirectos de los rubros de los que forma parte.

EMAPAL-EP no reconocerá pago adicional alguno al Contratista por concepto del manejo de botaderos.

La ruta para el transporte de materiales de desalojo lo establecerá el Fiscalizador.

Como requisito para el pago de los rubros señalados en este numeral, el contratista deberá presentar la factura de pago al Municipio por concepto de la tasa señalada; en

caso de que el botadero sea manejado por el Contratista, la Fiscalización certificará que el mismo está siendo manejado de acuerdo al diseño aprobado previo a su utilización.

4.4.4. Pozos de revisión de hormigón

Definición: Se entenderán por pozos de revisión, las estructuras diseñadas y destinadas para permitir el acceso al interior de las tuberías o colectores de alcantarillado, especialmente para limpieza. En este rubro se considerará que el pozo de revisión incluye brocal y tapa de hormigón armado.

Especificaciones: Los pozos de revisión serán construidos en donde señalen los planos y/o el Ingeniero Fiscalizador durante el transcurso de la instalación de tuberías o construcción de colectores.

No se permitirá que existan más de 100 metros de tubería o colectores instalados, sin que oportunamente se construyan los respectivos pozos.

Los pozos de revisión se construirán de acuerdo a los planos del proyecto, tanto los de diseño común como los de diseño especial.

La construcción de la cimentación de los pozos de revisión, deberá hacerse previamente a la colocación de la tubería o colector, para evitar que se tenga que excavar bajo los extremos.

Los pozos de revisión serán construidos de hormigón simple de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y de acuerdo a los diseños del proyecto. En la planta de los pozos de revisión se realizarán los canales de media caña correspondientes, debiendo pulirse y acabarse perfectamente de acuerdo con los planos.

Mediciones y forma de pago: La construcción de pozos de revisión será medida en unidades, determinándose en obra el número construido de acuerdo al proyecto y órdenes del Ingeniero Fiscalizador, en función de altura.

4.5. Cronograma valorado

El cronograma valorado se define como la descripción específica y gráfica de las actividades con sus respectivos valores de ejecución, destinado a determinar los tiempos para cada actividad que se deberá realizar en el presente proyecto, en el Anexo 10: Memoria Técnica se determinó un tiempo aproximado de realización del proyecto, definiéndolo en 90 días laborables.

Anexo 13: Cronograma valorado refleja todo lo explicado anteriormente:

Tabla 4.3: Cronograma valorado

							CRONOGRAMA VALORADO											
Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total	1ra Semana	2da Semana	3ra Semana	4ta Semana	5ta Semana	6ta Semana	7ma Semana	8va Semana	9na Semana	10ma Semana	11ma Semana	12ma Semana
1		OBRAS PRELIMINARES				503,23												
1.001	597001	Replanteo y Nivelación para Red de Alcantarillado	m2	774,20	0,65	503,23	503,23 100%											
2		EXCAVACIONES				11.197,92												
2.001	592001	Excavación de zanja a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	94,94	13,18	1.251,31	112,6179 9%	150,1572 12%	300,3144 24%		225,2358 18%	312,8275 25%	150,1572 12%					
2.002	592004	Excavación de zanja a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	63,29	17,57	1.112,01	100,0809 9%	133,4412 12%	278,0025 25%	111,201 10%	166,8015 15%	233,5221 21%	88,9608 8%					
2.003	592008	Excavación de zanja a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	31,70	16,69	529,07	126,9768 24%	84,8512 16%	132,2675 25%	52,907 10%	132,2675 25%							
2.004	592011	Excavación de zanja a Mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	21,13	26,35	556,78	133,6272 24%	89,0848 16%			167,034 30%	83,517 15%	83,517 15%					
2.005	598001	Excavación de zanja con máquina en suelo sin clasificar 0 - 2 m de profundidad	m3	854,46	3,47	2.964,98	266,8482 9%	355,7976 12%	296,498 10%	415,0972 14%	444,747 15%	296,498 10%	444,747 15%	444,747 15%				
2.006	598003	Excavación de zanja con máquina en suelo conglomerado 0 a 2 m de profundidad	m3	569,64	4,34	2.472,24	222,5016 9%	296,6688 12%	370,836 15%		494,448 20%	618,06 25%	469,7256 19%					
2.007	598002	Excavación de zanja con máquina en suelo sin clasificar 2 - 4 m de profundidad	m3	285,30	4,14	1.181,14	283,4736 24%	188,9824 16%	118,114 10%	59,057 5%	236,228 20%	118,114 10%	177,171 15%					
2.008	598009	Excavación de zanja con máquina en suelo conglomerado 2 a 4 m de profundidad	m3	190,20	5,84	1.110,77	266,5848 24%	177,7232 16%	55,5385 5%	166,6155 15%		111,077 10%	222,154 20%	111,077 10%				
2.009	597006	Abatimiento a nivel freático	Hora	3,00	6,54	19,62			9,81 50%					9,81 50%				
3		ENTIBADOS Y APUNTALAMIENTOS				3.224,19												
3.001	596003	Entibado Discontinuo de Paredes de zanja	m2	283,19	4,88	1.381,97		138,197 10%	138,197 10%	345,4925 25%	110,5576 8%	207,2955 15%	165,8364 12%	276,394 20%				
3.002	596004	Entibado Continuo de Paredes de zanja	m2	141,60	6,76	957,22			143,583 15%	191,444 20%	95,722 10%	239,305 25%	287,166 30%					
3.003	596001	Apuntalamiento de paredes de zanja	m2	141,60	6,25	885,00		88,5 10%	88,5 10%	221,25 25%	132,75 15%	132,75 15%	221,25 25%					

							CRONOGRAMA VALORADO											
Item	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total	1ra Semana	2da Semana	3ra Semana	4ta Semana	5ta Semana	6ta Semana	7ma Semana	8va Semana	9na Semana	10ma Semana	11ma Semana	12ma Semana
4		TUBERÍAS				29.063,24												
4.001	597018	Preparación de Fondo de Zanja, e=10cm	m2	966,65	0,91	879,65	79,1685 9%	87,965 10%	131,9475 15%	70,372 8%	52,779 6%	175,93 20%	105,558 12%	175,93 20%				
4.002	5AD007	Suministro y Tendido de cama de arena e=10cm	m2	966,65	3,22	3.112,61	280,1349 9%	311,261 10%	466,8915 15%	249,0088 8%	186,7566 6%	622,522 20%	373,5132 12%	622,522 20%				
4.003	530005	Rotura Hormigón, espesor 30 cm.	m2	0,03	17,22	0,52							0,26 50%	0,26 50%				
4.004	500017	Sum - Ins. Tubo PVC Alcantarillado D=335mm U/E	m	612,00	22,00	13.464,00				6058,8 45%	7405,2 55%							
4.005	500015	Sum - Ins. Tubo PVC Alcantarillado D=220mm U/E	m	678,00	13,07	8.861,46	1329,219 15%	1063,3752 12%	1506,4482 17%			886,146 10%	1772,292 20%	1063,3752 12%	1240,6044 14%			
4.006	5A9052	Sum - Ins. Codo PVC Desagüe D=220mm 90 grados	u	2,00	21,24	42,48							42,48 100%					
4.007	512007	Sum - Ins. Placa de Anclaje	kg	63,70	1,56	99,37							99,37 100%					
4.008	5A0020	Sum - Ins. Pernos de Anclaje 14"	u	208,00	1,18	245,44							245,44 100%					
4.009	5A0021	Sum - Ins. Tornillo y Taco de Anclaje	u	208,00	0,70	145,60							145,6 100%					
4.001		CRUCE DE QUEBRADA				2.212,11												
4.001.001	508001	Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	12,60	10,31	129,91						64,955 50%			64,955 50%			
4.001.002	5A2002	Encofrado Recto (Dos usos)	m2	28,00	14,39	402,92						201,46 50%			201,46 50%			
4.001.003	506014	Hormigón Simple 240 Kg/cm2	m3	12,00	139,94	1.679,28						839,64 50%			839,64 50%			
5		RELLENOS Y DESALOJOS				27.520,99												
5.001	595002	Relleno Compactado de Zanja con mat. Clasificado en Obra	m3	1.431,67	6,28	8.990,89		1798,178 20%	2697,267 30%	1348,6335 15%	899,089 10%	2247,7225 25%						
5.002	595001	Relleno Compactado de Zanja con mat. de Mejoramiento	m3	613,57	23,41	14.363,67		1436,367 10%	2872,734 20%	2154,5505 15%	1436,367 10%	2154,5505 15%	1436,367 10%	2872,734 20%				
5.003	513001	Cargada de material a mano	m3	88,27	4,57	403,39			121,017 30%	60,5085 15%	161,356 40%	60,5085 15%						
5.004	513007	Cargada de material a maquina	m3	794,45	1,19	945,40			189,08 20%	141,81 15%	236,35 25%	94,54 10%		283,62 30%				
5.005	513002	Transporte de Material hasta 5km	m3	882,72	2,96	2.612,85			783,855 30%			1045,14 40%		783,855 30%				
5.006	513008	Transporte de Material mas de 5km	m3-km	706,17	0,29	204,79			61,437 30%			81,916 40%		61,437 30%				
6		POZOS DE REVISIÓN				15.856,39												
6.001	503001	Pozo de Revisión de h= 0 a 2 m, Incluye Brocal y Tapa	u	9,00	455,03	4.095,27	163,8108 4%	286,6689 7%	409,527 10%	655,2432 16%	614,2905 15%	1023,8175 25%	532,3851 13%	409,527 10%				
6.002	503002	Pozo de Revisión de h= 0 a 4 m, Incluye Brocal y Tapa	u	16,00	634,85	10.157,60	1117,336 11%	1726,792 17%	1218,912 12%	812,608 8%	1015,76 10%	2031,52 20%	711,032 7%	507,88 5%	1015,76 10%			
6.003	503034	Pozo de Revisión de h= 0 a 6 m, Incluye Brocal y Tapa	u	2,00	801,76	1.603,52					1603,52 100%							

							CRONOGRAMA VALORADO											
Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total	1ra Semana	2da Semana	3ra Semana	4ta Semana	5ta Semana	6ta Semana	7ma Semana	8va Semana	9na Semana	10ma Semana	11ma Semana	12ma Semana
7		DERIVADOR DE CAUDAL				3.033,02												
7.001	506014	Hormigón Simple 240 Kg/cm2	m3	5,72	139,94	800,46				800,46								
						100%												
7.002	5A2002	Encofrado Plecto (Dos usos)	m2	57,30	14,39	824,55				824,55								
						100%												
7.003	508001	Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	3,28	10,31	33,82				33,82								
						100%												
7.004	5A0001	Acero de Refuerzo fy=4200kg/cm2 (incluye corte y doblado)	kg	660,67	2,08	1.374,19				1.374,19								
						100%												
8		ACOMETIDAS DOMICILIARIAS				5.316,46												
8.001	597001	Replanteo y Nivelación para Red de Alcantarillado	m2	71,68	0,65	46,59								18,636	27,954			
						40%								40%	60%			
8.002	592001	Excavación de zanja a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	22,91	13,18	301,95								120,78	90,585	90,585		
						40%								40%	30%	30%		
8.003	592004	Excavación de zanja a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	15,28	17,57	268,47								107,388	80,541	80,541		
						40%								40%	30%	30%		
8.004	598001	Excavación de zanja con máquina en suelo sin clasificar 0 - 2 m de profundidad	m3	15,28	3,47	53,02								21,208	15,906	15,906		
						40%								40%	30%	30%		
8.005	598003	Excavación de zanja con máquina en suelo conglomerado 0 a 2 m de profundidad	m3	10,18	4,34	44,18								17,672	13,254	13,254		
						40%								40%	30%	30%		
8.006	597018	Preparación de Fondo de Zanja, e=10cm	m2	71,68	0,91	65,23								6,523	26,092	29,3535	3,2615	
						10%								10%	40%	45%	5%	
8.007	5AD007	Suministro y Tendido de cama de arena e=10cm	m2	71,68	3,22	230,81								23,081	92,324	103,8645	11,5405	
						10%								10%	40%	45%	5%	
8.008	5A9046	Sum - Ins. Tubo PVC Alcantarillado D=175mm	m	119,47	7,86	939,03								187,806	234,7575	281,709	234,7575	
						20%								20%	25%	30%	25%	
8.009	503004	Pozo TILL D = 300 mm (No incluye tapa)	u	34,00	47,24	1.606,16								160,616	642,464	401,54	401,54	
						10%								10%	40%	25%	25%	
8.010	503007	Sum - Ins. Tapa de Hormigón Armado con Cerco Metálico D= 400 mm	u	34,00	8,58	291,72									116,688		175,032	
						40%									40%		60%	
8.011	595002	Relleno Compactado de Zanja con mat. Clasificado en Obra	m3	21,44	6,28	134,64								33,66	33,66	33,66	33,66	
						25%								25%	25%	25%	25%	
8.012	595001	Relleno Compactado de Zanja con mat. de Mejoramiento	m3	39,81	23,41	931,95								232,9875	232,9875	232,9875	232,9875	
						25%								25%	25%	25%	25%	
8.013	513001	Cargada de material a mano	m3	32,93	4,57	150,49									90,294		60,196	
						60%									60%		40%	
8.014	513007	Cargada de material a maquina	m3	21,95	1,19	26,12									15,672		10,448	
						60%									60%		40%	
8.015	513002	Transporte de Material hasta 5km	m3	54,88	2,96	162,44									97,464		64,976	
						60%									60%		40%	
8.016	513008	Transporte de Material mas de 5km	m3-km	219,50	0,29	63,66									38,196		25,464	
						60%									60%		40%	
9		SUMIDEROS				3.790,25												
9.001	597001	Replanteo y Nivelación para Red de Alcantarillado	m2	28,80	0,65	18,72									18,72			
						100%									100%			
9.002	599002	Caja para sumidero en calles	u	8,00	50,46	403,68										100,92	100,92	201,84
						25%									25%	25%	50%	

Item	Codigo	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total	1ra Semana	2da Semana	3ra Semana	4ta Semana	5ta Semana	6ta Semana	7ma Semana	8va Semana	9na Semana	10ma Semana	11ma Semana	12ma Semana		
9.003	599001	Sum - Ins.Rejilla Metálica para Sumidero	u	8,00	39,50	316,00										47,4 15%	94,8 30%	173,8 55%		
9.004	599003	Pozo de Revisión con Tubo de Hormigón Simple D=600 mm, sin Tapa para Sumidero	u	8,00	64,54	516,32										180,712 35%	335,608 65%			
9.005	503028	Sum - Ins. Tapa de Hormigón Armado con Cerco Metálico D= 700 mm	u	8,00	66,50	532,00										186,2 35%	345,8 65%			
9.006	500016	Sum - Ins. Tubo PVC Alcantarillado D=280mm UE	m	48,00	15,78	757,44										416,532 55%	340,848 45%			
9.007	592001	Excavación de zanja a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	8,64	13,18	113,88										56,94 50%	56,94 50%			
9.008	592004	Excavación de zanja a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	5,76	17,57	101,20										50,6 50%	50,6 50%			
9.009	598001	Excavación de zanja con máquina en suelo sin clasificar 0 - 2 m de profundidad	m3	12,96	3,47	44,97										22,485 50%	22,485 50%			
9.010	598003	Excavación de zanja con máquina en suelo conglomerado 0 a 2 m de profundidad	m3	8,64	4,34	37,50										18,75 50%	18,75 50%			
9.011	597018	Preparación de Fondo de Zanja, e=10cm	m2	28,80	0,91	26,21										10,484 40%	15,726 60%			
9.012	5AD007	Suministro y Tendido de cama de arena e=10cm	m2	28,80	3,22	92,74										37,096 40%	55,644 60%			
9.013	595002	Relleno Compactado de Zanja con mat. Clasificado en Obra	m3	12,60	6,28	79,13											55,391 70%	23,739 30%		
9.014	595001	Relleno Compactado de Zanja con mat. de Mejoramiento	m3	23,40	23,41	547,79											383,453 70%	164,337 30%		
9.015	513001	Cargada de material a mano	m3	12,17	4,57	55,62										16,686 30%	38,934 70%			
9.016	513007	Cargada de material a maquina	m3	18,25	1,19	21,72										6,516 30%	15,204 70%			
9.017	513002	Transporte de Material hasta 5km	m3	30,42	2,96	90,04											63,028 70%	27,012 30%		
9.018	513008	Transporte de Material mas de 5km	m3-km	121,68	0,29	35,29										14,116 40%	21,174 60%			
10		MITIGACIÓN AMBIENTAL				1.918,94														
10.001	593029	Pasos Peatonales con cantonera (5usos)	u	18,00	5,36	96,48	8,6832 9%	11,5776 12%	7,7184 8%	8,6832 9%	7,7184 8%	7,7184 8%	12,5424 13%	8,6832 9%	7,7184 8%	7,7184 8%	7,7184 8%	7,7184 8%		
10.002	593032	Valla Metálica de Advertencia de Obras y Desvío	u	3,00	96,00	288,00	23,04 8%	34,56 12%	23,04 8%	25,92 9%	23,04 8%	23,04 8%	40,32 14%	25,92 9%	23,04 8%	23,04 8%	23,04 8%	23,04 8%		
10.003	593003	Señalización con Cinta	m	1.290,34	0,46	593,56	47,4848 8%	71,2272 12%	47,4848 8%	53,4204 9%	47,4848 8%	47,4848 8%	53,4204 9%	53,4204 9%	77,1628 13%	47,4848 8%	47,4848 8%	47,4848 8%		
10.004	593030	Señalización con Malla Plastica (3 usos)	m	215,06	1,52	326,89	26,1512 8%	39,2268 12%	26,1512 8%	29,4201 9%	26,1512 8%	26,1512 8%	29,4201 9%	29,4201 9%	39,2268 12%	29,4201 9%	26,1512 8%	26,1512 8%		
10.005	593004	Parante de Madera con Base de Hormigón (2usos)	u	52,00	6,70	348,40	27,872 8%	41,808 12%	27,872 8%	31,356 9%	41,808 12%	31,356 9%	31,356 9%	31,356 9%	27,872 8%	27,872 8%	27,872 8%	27,872 8%		
10.006	580036	Catastro de Alcantarillado	km	1,29	170,58	220,05	17,604 8%	26,406 12%	17,604 8%	19,8045 9%	17,604 8%	17,604 8%	19,8045 9%	19,8045 9%	22,005 10%	24,2095 11%	17,604 8%	17,604 8%		
10.007	580034	Ficha EMAPAL para Domiciliaria de Agua Potable y Alcantarillado	u	34,00	1,34	45,56				15,946 35%		11,39 25%		11,39 25%		6,834 15%				
SUBTOTAL						101.424,63														
<i>MONTO PARCIAL OBRA</i>							<i>5136,45</i>	<i>8638,62</i>	<i>12540,65</i>	<i>13299,15</i>	<i>15074,09</i>	<i>16448,08</i>	<i>17961,85</i>	<i>18733,52</i>	<i>19427,00</i>	<i>20115,47</i>	<i>20799,04</i>	<i>21482,51</i>	<i>22166,08</i>	
<i>PORCENTAJE PARCIAL OBRA</i>							<i>5%</i>	<i>8%</i>	<i>12%</i>	<i>13%</i>	<i>15%</i>	<i>16%</i>	<i>18%</i>	<i>19%</i>	<i>20%</i>	<i>21%</i>	<i>22%</i>	<i>23%</i>	<i>24%</i>	
MONTO ACUMULADO OBRA							5136,45	13775,06	26315,71	39614,86	58628,94	72677,02	80638,87	89372,39	94799,39	97414,86	100833,90	101424,63		
PORCENTAJE ACUMULADO OBRA							5%	14%	26%	39%	58%	72%	80%	88%	93%	96%	99%	100%		

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- La falta de alcantarillado en el sector Virgenpamba, ha generado a través del tiempo contaminación y malestar para sus habitantes, por lo que es necesaria la construcción del sistema para dar solución al tema de la contaminación, así como para mejorar la calidad de vida de todos sus pobladores.
- Se realizó el diseño del presente sistema de alcantarillado conforme a la normativa actual y reglamentos que rige la EMAPAL EP; obteniendo un proyecto viable y adecuado para la eliminación de aguas servidas y pluviales.
- El levantamiento de información en campo ayudó para obtener datos reales y así conseguir un diseño con la población futura asegurando una vida útil del alcantarillado de 20 años.
- El presente documento refleja en sus anexos el diseño de todos los elementos necesarios para el correcto funcionamiento, a más de eso, muestra un presupuesto aproximado conforme a las cantidades de obra que fueron obtenidas.

Recomendaciones:

- Se recomienda que de lo posible se respete en su totalidad el diseño para así obtener los resultados que se espera, de la misma manera, se pedirá cumplir sin excepción con todas las especificaciones técnicas.
- Se sugiere realizar el mantenimiento respectivo para evitar un mal funcionamiento y alargar la vida útil.
- Luego del periodo de diseño contemplado en los cálculos de este proyecto, se recomienda hacer una evaluación para cerciorarse del estado actual del alcantarillado.
- Se requerirá que al momento de ejecutar la obra los trabajadores cuenten con todos los implementos de seguridad y que en todas las excavaciones se aseguren con entibados o apuntalamientos.
- Se recomienda usar tubería de PVC de presión del diámetro que corresponda en tramos que cruzan la quebrada y al cruzar la autopista ya que en estos casos la tubería tiene mayor riesgo de daño, por lo cual, la tubería de presión posee mayor resistencia.

6. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- Chow, V. Te. (1994). *Hidraulica de canales abiertos* (Nomos S. A). Santafé de Bogotá, Colombia.
- CONAGUA. (2009). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario*. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ed.). Coyoacán, México, D.F. Recuperado a partir de www.conagua.gob.mx
- Daza Orellana, M. J., & Pérez León, P. A. (2013). Estudio para determinar la variación del coeficiente de escorrentía y su impacto en la capacidad de la red de alcantarillado en los colectores de las calles Arirumba e Imbabura. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/handle/123456789/4540>
- DURADREN. (2008). *Criterios de diseño para redes de alcantarillado empleando tubería de PVC* (Primera Ed). Recuperado a partir de https://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_alcantarillado.pdf
- EMAAP-Q. (2009). *Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q. Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable*. (Primera Ed). Quito-Ecuador. Recuperado a partir de http://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/08/NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP.pdf
- ETAPA EP. (2009). *Especificaciones técnicas para la construcción de redes de alcantarillado grupo 2* (Primera Ed). Cuenca-Ecuador.
- INEN 5. (1997). *Código de practica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural* (Primera Ed). Quito-Ecuador. Recuperado a partir de http://181.112.149.204/buzon/normas/cpe_inen_5 Parte_9-2.pdf
- López Piña, N. L., & Juela Tello, J. C. (2016). *Diseño de alcantarillados sanitario y pluvial y planta de tratamiento de aguas residuales, para la comunidad Metzankin del cantón Limón Indanza, provincia de Morona Santiago*. Universidad del Azuay.

SENAGUA. (2014). *Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural*. Secretaria del Agua (Primera Ed). Quito-Ecuador. Recuperado a partir de https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_rural_para_estudios_y_disenos.pdf

SSA, & EX-IEOS. (2014). *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes* (Primera Ed). Quito-Ecuador. Recuperado a partir de https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_urbana_para_estudios_y_disenos.pdf

7. ANEXOS