



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES**

**ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO PARA EL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO PLUVIAL DEL CENTRO PARROQUIAL DE LA
PARROQUIA ZHIDMAD, PERTENECIENTE AL CANTÓN GUALACEO,
PROVINCIA DEL AZUAY**

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

Autor:

ANALÍ LARRIVA ARÉVALO

Director:

ING. JOSUÉ BERNARDO LARRIVA VÁSQUEZ

CUENCA – ECUADOR

2018

DEDICATORIA

El presente trabajo realizado con tesón y perseverancia, lo dedico a mis padres y hermanos, que han estado presentes en cada circunstancia de mi vida estudiantil y de este proyecto.

Analí Larriva Arévalo

AGRADECIMIENTOS

Fueron parte decisiva en el desarrollo de mi vida estudiantil, y del presente trabajo el Ing. Josué Larriva, y las ingenieras María Belén Arévalo y Andrea Soria, para los cuales expreso mi profundo agradecimiento.

Al Ing. José Vásquez director de la escuela de Ingeniería Civil y Gerencia de Construcciones y en su digna persona a cada uno de mis profesores, que hicieron posible llevar a feliz término la culminación de esta etapa de mi vida.

Contenido	
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	3
Antecedentes	9
Justificación	10
Objetivos	11
Objetivo general.....	11
Objetivos Específicos.....	11
Alcance	11
CAPITULO I	12
1. RECOPIACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	12
1.1. Descripción general de la zona	12
1.1.1. Ubicación Geográfica.	13
1.1.2. Área del proyecto.....	13
1.1.3. Clima.....	14
1.1.3.1. Temperatura	15
1.1.3.2. Precipitación	15
1.1.3.3. Humedad relativa (%)	16
1.1.4. Aspectos demográficos	17
1.2. Trabajos Topográficos	20
1.3. Aspectos Socioeconómicos.....	20
1.3.1. Descripción general	20
CAPÍTULO II.....	25
2. CRITERIOS PARA EL DISEÑO.....	25
2.1. Tipo de Sistema.....	25
2.2. Áreas de aportación.....	26
2.3. Crecimiento Poblacional	27
2.3.1. Población Actual	27
2.3.2. Población Futura	28
2.4. Parámetros de diseño	29
2.4.1 Tipos de suelo	29
2.4.2 Coeficiente de escorrentía.....	31
2.4.3 Profundidad.....	32
2.4.4 Velocidades.....	33
2.4.5 Diámetros de tubería	33

2.4.6 Tipos de Tubería	33
2.4.7 Periodo de Diseño	34
2.4.8 Tiempo de concentración inicial	34
2.4.9. Período de retorno	35
2.5. Caudales de diseño	35
2.5.1 Caudal Superficial	35
2.5.2. Relación existente en: Calado de agua / Diámetro de la tubería.....	36
2.5.3. Flujo de Tuberías a sección Llena	36
2.5.3. Flujo de tuberías parcialmente llena	37
2.6. Descargas	42
2.7. Pozos y Conexiones domiciliarias	43
2.7.1. Pozos de revisión	43
2.7.2. Conexiones domiciliarias.....	44
CAPITULO III.....	45
3. DISEÑO DE LA REDES DE ALCANTARILLADO.....	45
3.1. Trazado en planta y perfil	45
3.2 Diseño de pozos de revisión y descargas	46
3.3. Sistema de alcantarillado pluvial	47
3.3.1. Cálculos hidráulicos del alcantarillado pluvial	47
3.3.2. Cálculos del coeficiente de escorrentía ponderado	47
3.3.3. Tiempo de concentración inicial	48
3.3.4. Cálculo de la velocidad y caudal de la tubería.....	48
3.3.5. Cálculo de la pendiente del terreno y de la tubería	49
CAPITULO IV.....	50
4. PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES	50
4.1. Análisis de precios unitarios	50
4.3 Presupuesto referencial.	51
4.4. Especificaciones técnicas.....	53
4.5. Cronograma de actividades.....	53
BIBLIOGRAFÍA	56

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.1 Mapa de ubicación de la Parroquia Zhidmad.....	12
Figura 1.1.2.1 Área del proyecto parroquia de Zhidmad.....	13
Figura 1.1.3.1.1 Isotermas en la parroquia.....	14
Figura 1.1.3.2.1 Isoyetas en la parroquia.....	15
Figura 1.1.3.3.1 Humedad Relativa.....	16
Figura 1.1.4.4 Población parroquial según comunidades.....	18
Figura 1.3.1.1 Integrantes del grupo familiar.....	20
Figura 1.3.1.2 Tipo de edificación.....	20
Figura 1.3.1.3. Uso de la Edificación existente.....	21
Figura 1.3.1.4.Tenencia de vivienda.....	21
Figura 1.3.1.5.Tipo de trabajo que poseen los jefes de cada familia.....	22
Figura 1.3.1.6. Ingresos económicos.....	22
Figura 1.3.1.7 Instrucción del jefe del hogar.....	23
Figura 1.3.1.8 Tipos de vía.....	23
Figura 2.2.1 Esquema Áreas de aportación.....	25
Figura 2.5.3.1 Flujo de agua a sección parcialmente llena.....	35

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.4.1 Población según el sexo.....	16
Tabla 1.1.4.2 Distribución de la población por edad y sexo.....	17
Tabla 1.1.4.3 Población parroquial según comunidad.....	18
Tabla 1.1.4.5 Índice de analfabetismo.....	19
Tabla 2.3.2.1 Tasa de crecimiento poblacional.....	26
Tabla 2.3.2.2 Métodos y fórmulas para cálculo de Población futura.....	26
Tabla 2.4.1.1 Taxonomía de los suelos de la parroquia.....	28
Tabla 2.4.2.1 Coeficiente de escorrentía.....	29
Tabla 2.4.8.1 Valores adoptados para los factores de relación con los tiempos de concentración inicial de la escorrentía.....	33
Tabla 2.4.10.1 Períodos de retorno establecidos en función de las áreas de aporte.....	33
Tabla 2.5.3.2 Relaciones para coeficientes de rugosidad constantes.....	37
Tabla 2.4.6.1 Relaciones para coeficientes de rugosidad constantes y variables.....	38
Tabla 2.6.1 Factores F_{ac}	41
Tabla 2.7.1.1 Distancia máxima entre pozos de revisión.....	41
Tabla 2.4.6.2 Diámetros recomendados de pozos de revisión.....	42
Tabla 3.3.1.1 Rubros de alcantarillado pluvial.....	45
Tabla 3.3.2.1 Calculo coeficiente de escorrentía.....	46
Tabla 4.3.1 Presupuesto referencial del alcantarillado pluvial.....	49

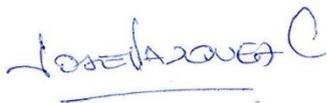
Actualización del estudio para el sistema de alcantarillado pluvial del centro parroquial de la parroquia Zhidmad, perteneciente al cantón Gualaceo, provincia del Azuay

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó la actualización del diseño del sistema de alcantarillado pluvial, para el centro parroquial de Zhidmad perteneciente al cantón Gualaceo, provincia del Azuay. Esta cabecera parroquial no cuenta con un sistema de evacuación de aguas lluvias por lo que en la época invernal se dificulta el tránsito en la misma, además de ser un requisito necesario para pavimentar las vías que componen el centro de Zhidmad. La actualización de los estudios incluye el presupuesto, análisis de precios unitarios, especificaciones y cronograma necesarios para la ejecución de las obras.

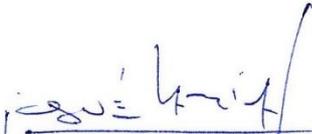
PALABRAS CLAVE:

Actualización, alcantarillado, residuales, pozos



Ing. José Fernando Vázquez Calero

DIRECTOR DE ESCUELA



Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



Analí Larriva Arévalo

TESISTA

**Update of the study for the storm sewer system for the center of Zhidmad parish from
Gualaceo Canton, province of Azuay.**

ABSTRACT

In this work, the design of the storm sewer system was updated for the center of Zhidmad from Gualaceo, province of Azuay. This parish center did not have a rainwater evacuation system, which made it difficult to traerse during the winter. This design is a necessary requirement to pave the roads of the center of Zhidmad. The update included the budget, analysis of unitary prices, specifications and schedule necessary for the execution of the works.

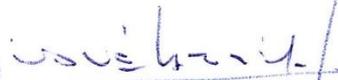
KEYWORDS:

Update, sewer, residual, wells.



Ing. José Fernando Vázquez Calero

FACULTY DIRECTOR



Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez

THESIS DIRECTOR



Analí Larriva Arévalo

AUTHOR

Antecedentes

El GAD Parroquial del cantón de Gualaceo, preocupado por la escasez de servicios básicos que tiene la población de la parroquia de Zhidmad, ha manifestado la existencia problemas de insalubridad por la falta de un adecuado e íntegro sistema de alcantarillado. Tomando en cuenta que la comunidad de Zhidmad pertenece al Cantón de Gualaceo, las principales fuentes de ingreso de la comunidad provienen de la ganadería, agricultura y las remesas de los migrantes, por medio del convenio con la Escuela de Ingeniería Civil y Gerencia de Construcciones perteneciente a la Universidad del Azuay, se ha requerido un proyecto de tesis que trate el problema mencionado, por lo que se asignó el tema *“Actualización del diseño de Alcantarillado Pluvial para la comunidad de la parroquia de Zhidmad, provincia del Azuay”* para la obtención del título de Ingeniería Civil y Gerencia de Construcciones.

Justificación

Al no contar con una adecuada evacuación de aguas provenientes de las lluvias es de vital importancia contar con un sistema de alcantarillado que garantice su correcto funcionamiento. Existe un elevado riesgo por la falta de un adecuado tratamiento que conduzca el agua proveniente de las lluvias, además de impactos en la salud y en el medio ambiente. El sistema de alcantarillado pluvial ayudará a que el agua no se acumule o cause daños y molestias, conduciéndola a sitios más seguros para su vertido.

Objetivos

Objetivo general

- Realizar el diseño del sistema de alcantarillado pluvial para la comunidad de Zhidmad, ubicado en el cantón de Gualaceo, destinado a la recolección de las aguas procedentes de la lluvia.

Objetivos Específicos

- Recopilar datos e información necesaria para la realización del diseño de alcantarillado pluvial y disposición final de aguas lluvias de la comunidad, mediante datos como estudios de topografía, diseño vial del centro parroquial y encuestas.
- Realizar el diseño del sistema, el mismo que cuenta con: redes de alcantarillado pluvial, pozos de revisión, sumideros y estructuras de descarga.
- Realizar el presupuesto referencial de la obra, análisis de precios unitarios, cronograma y las especificaciones técnicas del proyecto.

Alcance

- Se realizará el levantamiento de información: población, número de viviendas, encuestas.
- Se especificará el trazado de las líneas de conducción del sistema de alcantarillado pluvial siguiendo las vías existentes.
- Se diseñará el sistema de alcantarillado pluvial.
- Se realizará especificaciones técnicas, análisis de precios unitarios y presupuesto.

CAPITULO I

1. RECOPIACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

1.1. Descripción general de la zona

De acuerdo con los archivos del Equipo Técnico PDOT. Zhidmad (2015), la comunidad de Zhidmad se encuentra ubicada entre las parroquias: Santa Ana y Paccha del Cantón Cuenca; Jadán y San Juan del Cantón Gualaceo y San Bartolomé del Cantón Sígsig; al oriente del Cantón Cuenca y al occidente del Cantón Gualaceo (como se muestra en la Figura 1.1.1). A una distancia de 25 km de la ciudad de Cuenca, conserva una superficie de 44,27 km² y de altitud se encuentra entre los 2600 y 3000 m.s.n.m.

Se puede acceder a la parroquia mediante la carretera asfaltada hasta la parroquia Santa Ana, en donde existe un desvío de 5 km. por una vía lastrada al Centro Parroquial de Zhidmad. Desde Gualaceo se accede por la vía Gualaceo-Cahuazhún- “Y” de Jadán – El Carmen – Zhidmad, un recorrido de 38 km. por una vía de tercer orden lastrado. Zhidmad cuenta con el servicio de buses todos los días de la compañía Transprogreso S.A. abordados desde el Mercado 27 de febrero en la Ciudad de Cuenca.

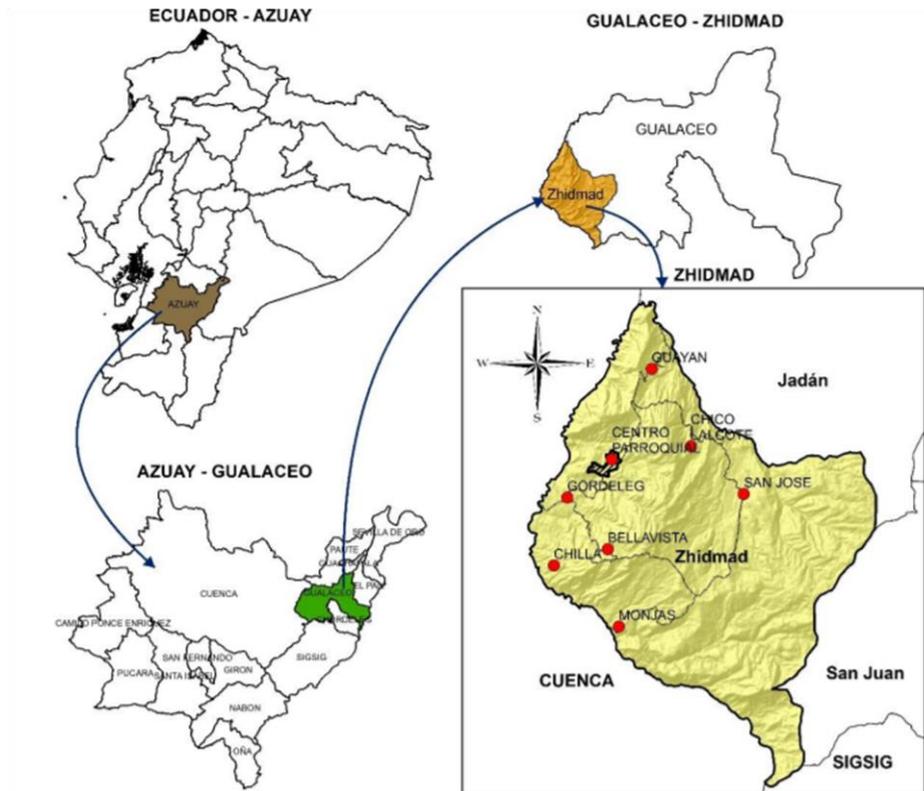


Figura 1.1.1. *Mapa de ubicación de la Parroquia Zhidmad.* Fuente (Cartografía temática IGM, 2010).

1.1.1. Ubicación Geográfica

La comunidad de Zhidmad perteneciente a la parroquia Zhidmad, localizada en el cantón Gualaceo, corresponde a la provincia del Azuay, se encuentra ubicado al Noreste de la Provincia del Azuay, de acuerdo con los datos geográficos WGS84 tomados con el GPS se encuentra en las siguientes coordenadas geográficas planas 733467.829m S, 9675280.729m N.

1.1.2. Área del proyecto

El área del proyecto es el área poblada para el alcantarillado pluvial (Figura 1.1.2) contando con una expansión futura, se encuentra desarrollada en un espacio de 25 hectáreas. El recorrido establecido en esta zona nos indica cómo se puede distribuir esta área para

beneficiar a toda la población y satisfacer a toda la población que se encuentra dentro esta superficie.

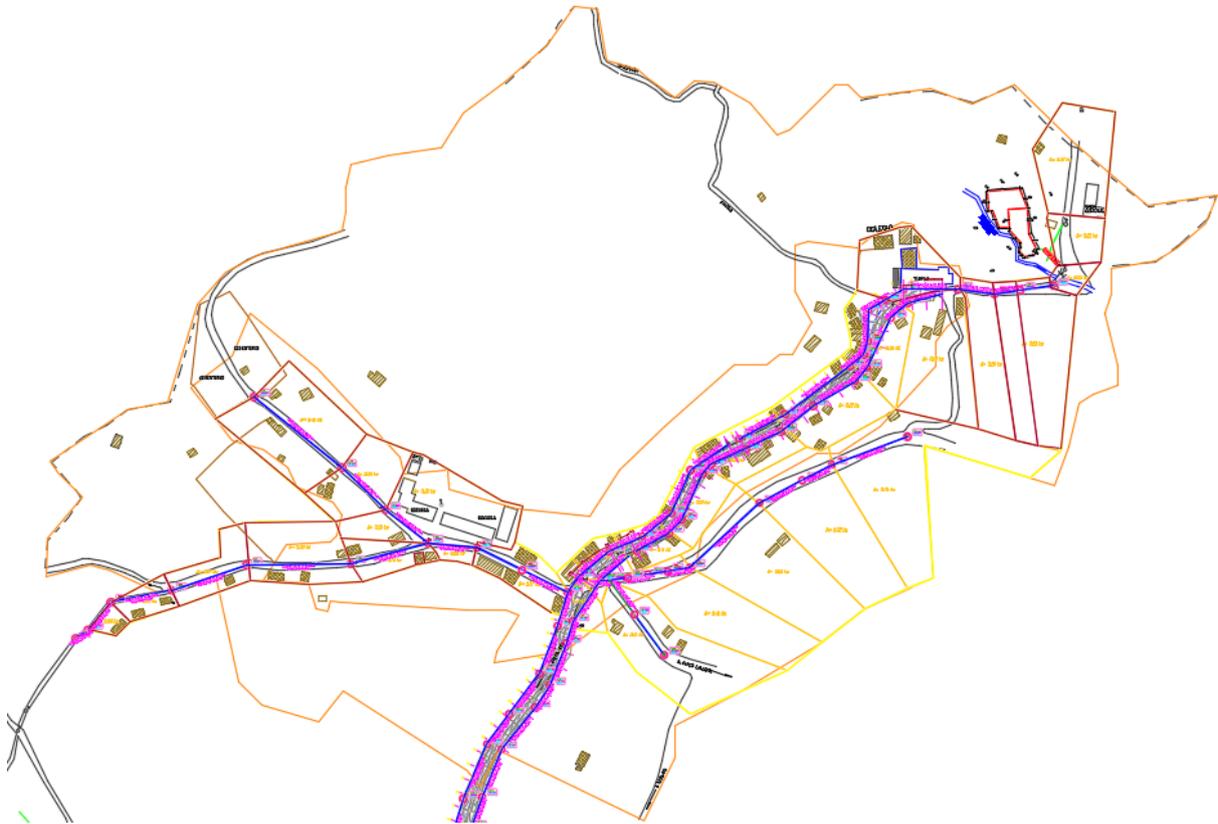


Figura 1.1.2. Área del proyecto parroquia de Zhidmad. Elaboración propia.

1.1.3. Clima

Las características climatológicas del Ecuador, al igual que en la región sur donde se encuentra Zhidmad, objeto de estudio, responden a una diversidad de factores que modifican su condición natural, tales como: latitud, geografía, altitud del suelo, dirección de las cadenas montañosas, vegetación, acercamiento y alejamiento del océano, corrientes marinas y los vientos. Ecuador está ubicado dentro del cinturón de bajas presiones atmosféricas donde se sitúa la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), por esta razón, ciertas áreas del país reciben la influencia alternativa de masas de aire con características de temperatura y humedad (INAMHI, 2011).

1.1.3.1. Temperatura

Isotermas

Las Isotermas es la medida del estado de calor o frío que presenta un determinado ambiente, varía según la localización geográfica, como se muestra en la Figura 1.1.3.1.1. La temperatura promedio anual de la parroquia es de 11.5°C

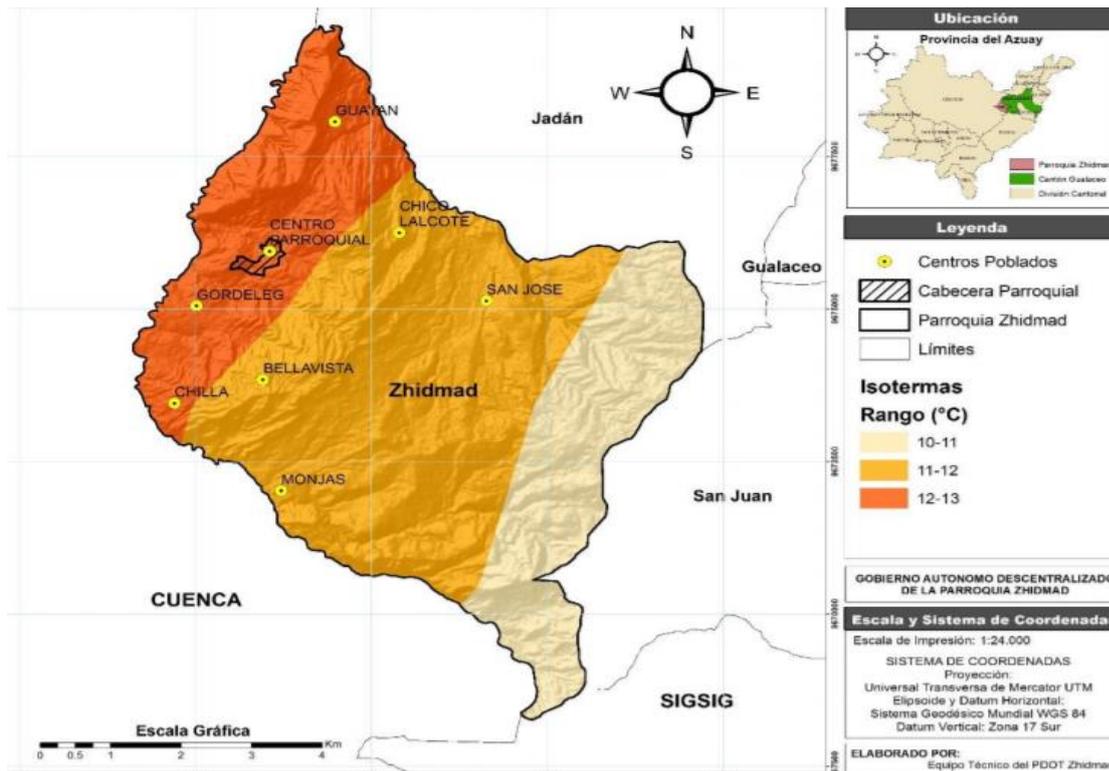


Figura 1.1.3.1.1. *Isotermas en la parroquia*. Fuente: (Equipo Consultor, PDYOT, 2015).

1.1.3.2. Precipitación

Isoyetas

Las precipitaciones se producen básicamente por el enfriamiento del aire cerca del punto de saturación, es decir la lluvia. El promedio anual de la parroquia es de 750 mm (Figura 1.1.3.2).

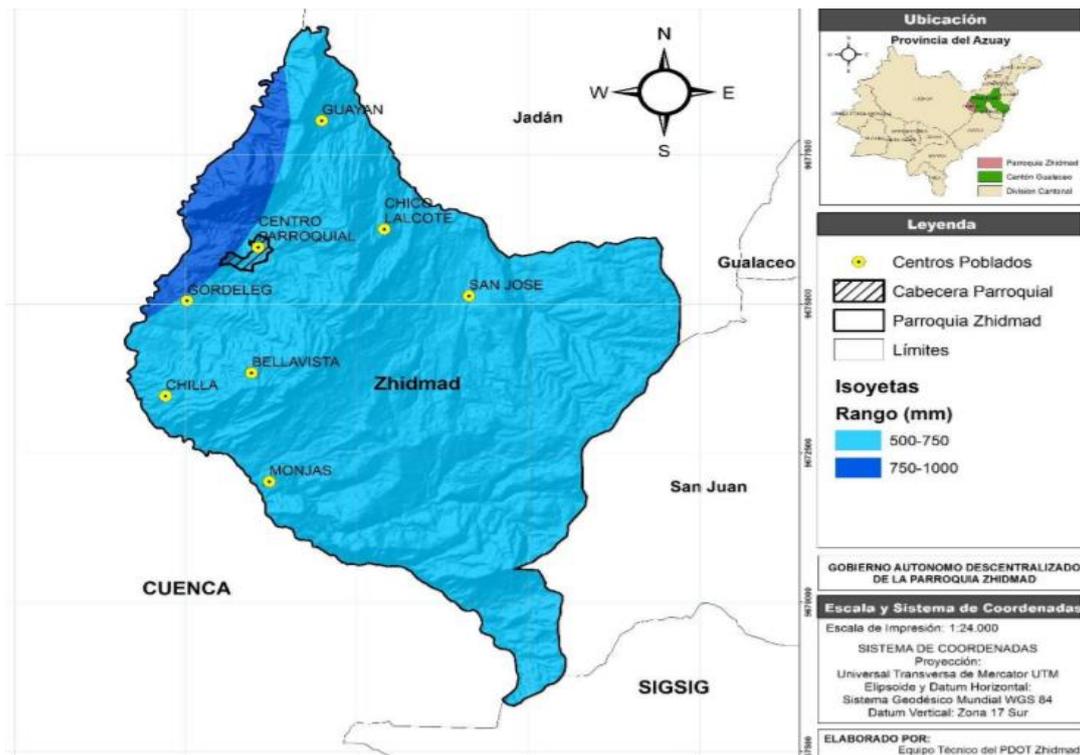


Figura 1.1.3.2. *Isoyetas en la parroquia.* Fuente (Equipo Consultor, PDYOT 2015).

1.1.3.3. Humedad relativa (%)

La humedad y la temperatura son parámetros importantes en la formación de fenómenos meteorológicos. Según los datos de la estación meteorológica Gualaceo, la humedad relativa expone al mes de octubre con la más baja humedad y abril como el mes con la humedad más alta del año. La humedad promedio anual de la parroquia es de 79% (Figura 1.1.3.3.1).

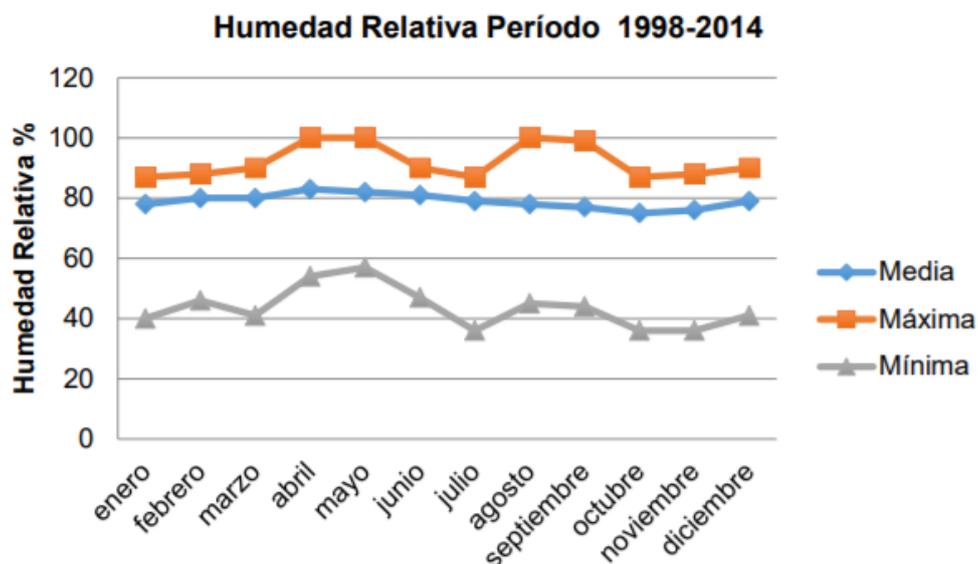


Figura 1.1.3.3.1. *Humedad relativa*. Fuente: (Estación Meteorológica Gualaceo)

1.1.4. Aspectos demográficos

Basados en el Censo Poblacional y Vivienda (INEC, 2010) el total de la población de la Parroquia Zhidmad es de 2.745 habitantes, que representan el 6,43% de la población total del cantón Gualaceo (42.709 habitantes), como se observa y desglosa en la Tabla 1.1.4.1. La población femenina 1.529 (55,70%) es mayor que la población masculina 1.216 (44,30%).

Tabla 1.1.4.1 *Población según el sexo*

SEXO	POBLACIÓN		
	CASOS	%	ACUMULADO %
Hombre	1216	44,3	44,3
Mujer	1529	55,7	100
TOTAL	2745	100	100

Fuente: (Censo INEC 2010 Elaborado por: Equipo Consultor, PDYOT 2015).

El rango de edad más representativo pertenece al grupo comprendido entre los 5 a 9 años con 392 habitantes, que representan el 14,28% de la población total; a continuación le sigue el grupo comprendido entre los 10 a 14 años con 364 habitantes, que representan el 13,26% y luego el grupo comprendido entre los 15 a 19 años con 310 habitantes, que representan el 11,29%. Estas cifras determinan una población joven, como podemos ver en la Tabla 1.1.4.2.

Tabla 1.1.4.2. *Distribución de la población por edad y sexo.*

DISTRIBUCION DE LA POBLACION POR EDAD Y SEXO						
Grupos de edad	Hombre		Mujer		Total	Total %
	Casos	%	Casos	%		
Menor de 1 año	24	1,97%	27	1,77%	51	1,84%
De 1 a 4 años	117	9,62%	122	7,98%	239	8,71%
De 5 a 9 años	182	14,97%	210	13,73%	392	14,28%
De 10 a 14 años	170	13,98%	194	12,69%	364	13,26%
De 15 a a 19 años	150	12,34%	160	10,46%	310	11,29%
De 20 a 24 años	100	8,22%	116	7,59%	216	7,87%
De 25 a 29 años	71	5,84%	90	5,89%	161	5,87%
De 30 a 34 años	52	4,28%	104	6,80%	156	5,68%
De 35 a 39 años	52	4,28%	77	5,04%	129	4,70%
De 40 a 44 años	51	4,19%	63	4,12%	114	4,15%
De 45 a 49 años	40	3,29%	71	4,64%	111	4,04%
De 50 a 54 años	32	2,63%	49	3,20%	81	2,95%
De 55 a 59 años	36	2,96%	45	2,94%	81	2,95%
De 60 a 64 años	39	3,21%	51	3,34%	90	3,28%
De 65 a 69 años	29	2,38%	46	3,01%	75	2,73%
De 70 a 74 años	29	2,38%	39	2,55%	68	2,48%
De 75 a 79 años	19	1,56%	25	1,64%	44	1,60%
De 80 a 84 años	12	0,99%	20	1,31%	32	1,17%
De 85 a 89 años	7	0,58%	12	0,78%	19	69,00%
De 90 a 94 años	3	0,25%	5	0,33%	8	29,00%
De 95 a 99 años	1	0,08%	2	0,13%	3	11,00%
De 100 años y más	0	0,00%	1	0,07%	1	4,00%
Total	1216	100,00%	1529	100,00%	2745	100,00%

Fuente: (Censo INEC 2010).

Los datos del Censo INEC 2010, indican que la comunidad más poblada es San José de Lalcote que tiene 661 habitantes, representando el 24,08% de la población total; la comunidad menos poblada es Chilla con 153 habitantes, representando el 5,57%; el centro parroquial posee 582 habitantes, lo que representa el 21,20% de toda la población. Lo podemos apreciar en la Tabla 1.1.4.3 y en la Figura 1.1.4.4 a continuación:

Tabla 1.1.4.3. *Población parroquial según comunidades.*

Población parroquial según comunidades			
Comunidades	Población		
	Casos	%	Acumulado %
Bellavista	162	5,90%	5,90%
Chici Lalcote	172	6,27%	12,17%
Chilla	153	5,57%	17,74%
Gordeleg	240	8,74%	26,48%
Zhidmad centro	582	21,20%	47,68%
Guayán	284	10,35%	58,03%
Monjas, Huasirrupanga	491	17,89%	75,92%
San José de Lalcote	661	24,08%	100,00%
Total	2745	100,00%	100,00%

Fuente: (Censo INEC 2010).

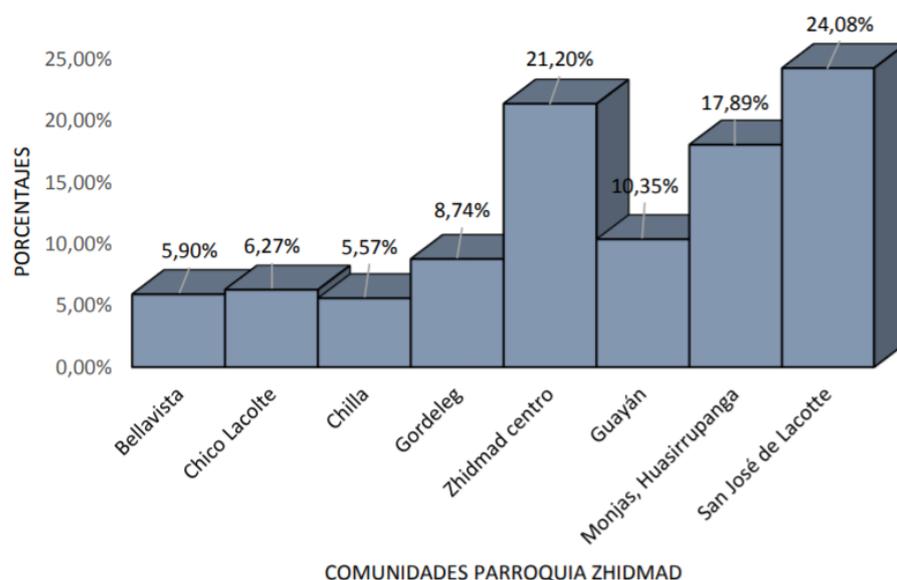


Figura 1.1.4.4. *Población parroquial según comunidades*. Fuente: (Censo INEC, 2010).

En el Ecuador el analfabetismo está relacionado a personas mayores de 15 años que no saben leer ni escribir. Además de limitar el desarrollo de los conocimientos y su desempeño en la sociedad, afecta también el entorno familiar, restringiendo el acceso a los beneficios del desarrollo y dificultando el goce de otros derechos. (CEPAL, 2010:15). En la tabla 1.1.4.5 podemos ver los porcentajes de analfabetismo.

Tabla 1.1.4.5. *Índice de analfabetismo*

Índice de analfabetismo			
Parroquia	Año 2001	Año 2010	Variación
Zhidmad	20,70%	16,24%	-4,46%

Fuente: (Equipo Consultor, PDYOT 2015).

1.2. Trabajos Topográficos

El primer trabajo que debe realizarse para un sistema de alcantarillado es la topografía del proyecto de estudio, la misma que fue facilitada por el GAD Parroquial de Zhidmad, por tratarse de una actualización del proyecto. Se realizó un levantamiento de datos con GPS, verificando las cotas de elevación y la concordancia a la información brindada y la determinada en el campo. Se estableció el incremento de la población y las modificaciones en el terreno.

1.3. Aspectos Socioeconómicos

Se realizó en la comunidad Zhidmad una encuesta mediante la cual se pudo conocer la situación económica en la que vive la población, sus costumbres, cultura, las necesidades básicas, esta encuesta se la planteó a cada familia y su respectivo jefe de hogar. ANEXO 1.

La encuesta obtuvo resultados muy semejantes a los datos obtenidos del INEC en el cual la principal fuente de ingreso es la: agricultura y ganadería, por lo cual es de vital importancia realizar este proyecto para mejorar la calidad de vida de los miembros de la población.

1.3.1. Descripción general

Fecha: Septiembre-Octubre 2017

Comunidad: Zhidmad

Parroquia: Zhidmad

Cantón: Gualaceo

En la comunidad de Zhidmad existe una población total de 582 habitantes, en su gran mayoría adultos considerándolos así desde los 12 años de edad (Figura 1.3.1.1).

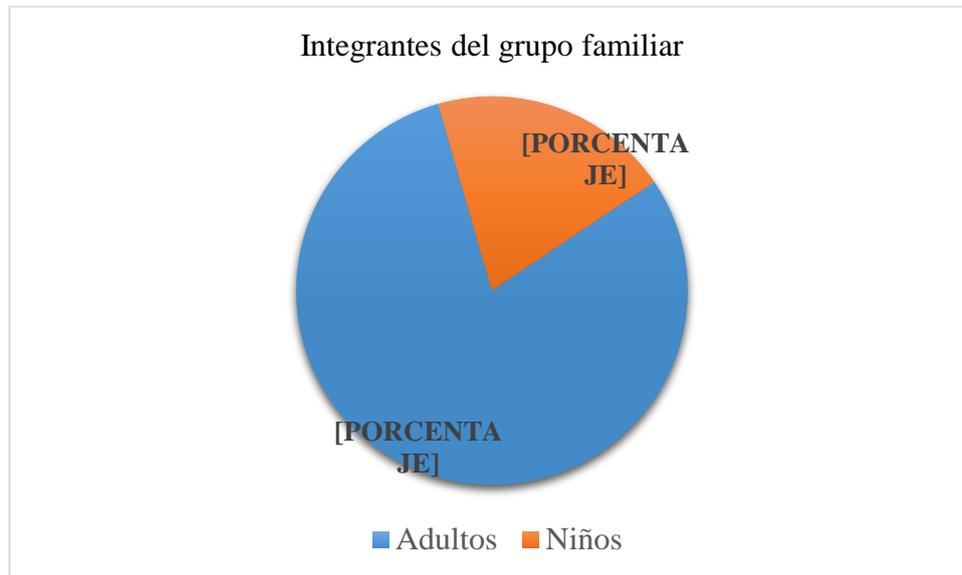


Figura 1.3.1.1 *Integrantes del grupo familiar* Elaboración propia.

Las edificaciones empleadas en la parroquia en su totalidad son viviendas de uso residencial y son de tenencia propia (Figura 1.3.1.3 y Figura 1.3.1.4)

Son edificaciones principalmente de dos plantas, en un porcentaje menor de una planta y multifamiliares (Figura 1.3.1.2).

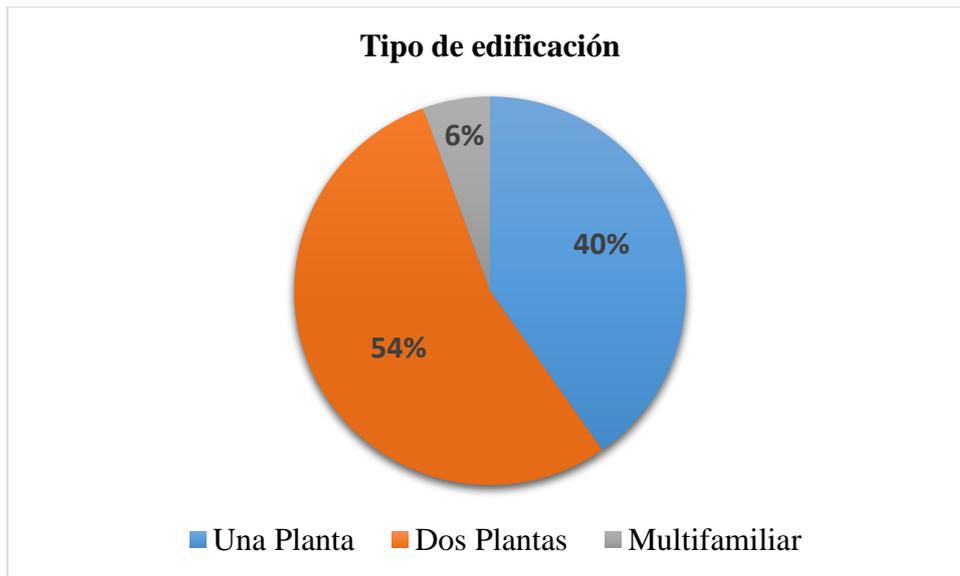


Figura 1.3.1.2 *Tipo de edificación*. Elaboración propia.

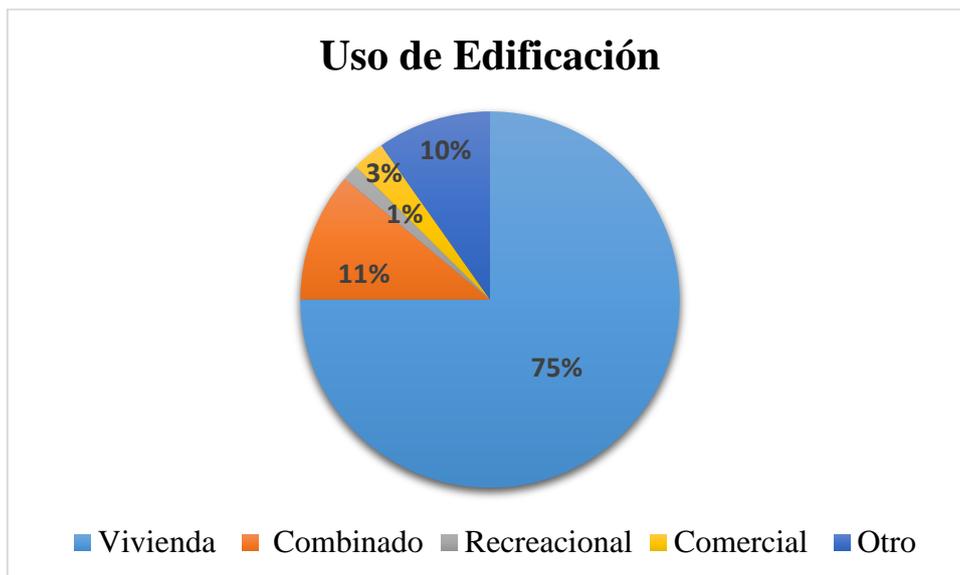


Figura 1.3.1.4. *Uso de la edificación existente*. Elaboración propia.

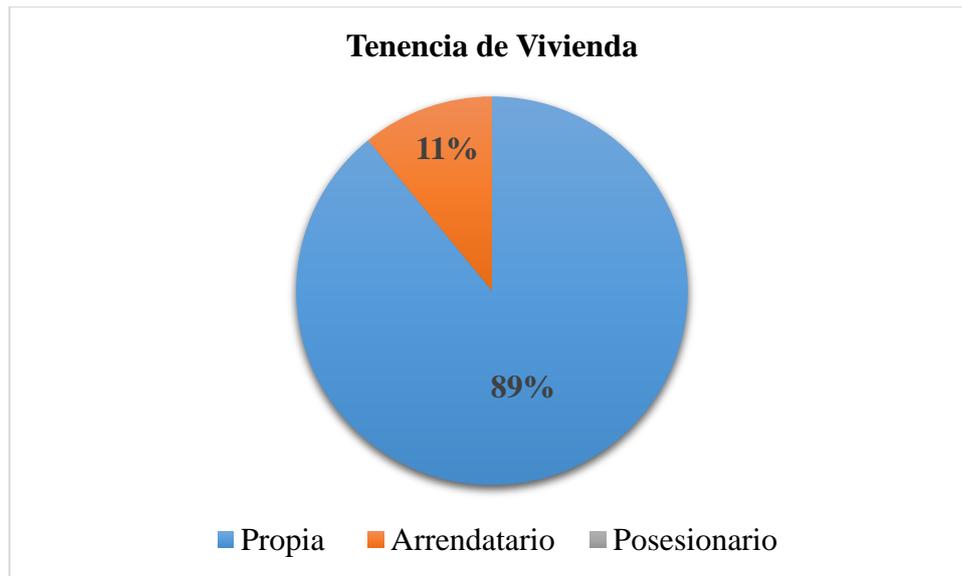


Figura 1.3.1.4 *Tenencia de vivienda*. Elaboración propia.

Los habitantes de esta comunidad en un porcentaje mayor cuentan con un trabajo permanente, por lo tanto sus ingresos son fijos (Figura 1.3.1.5 y Figura 1.3.1.6).

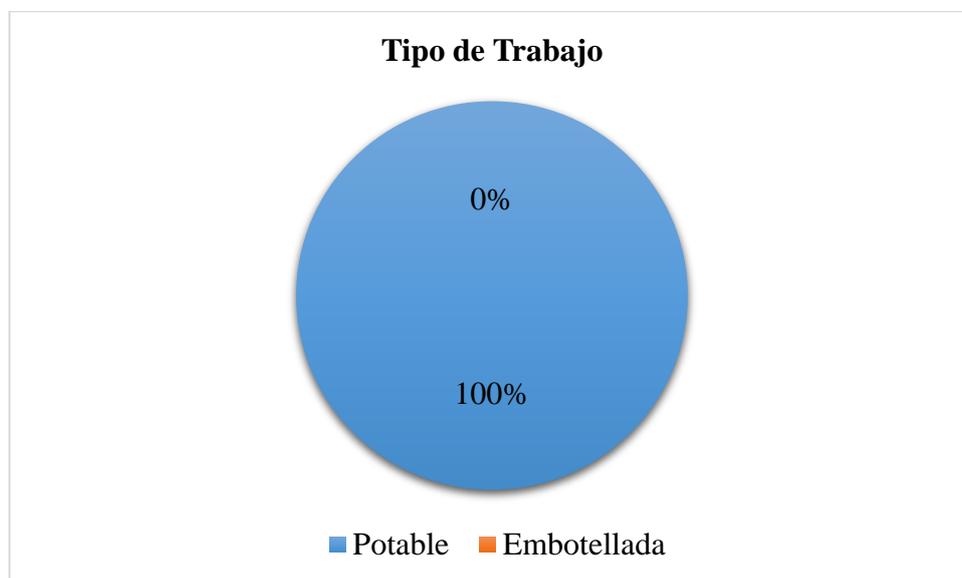
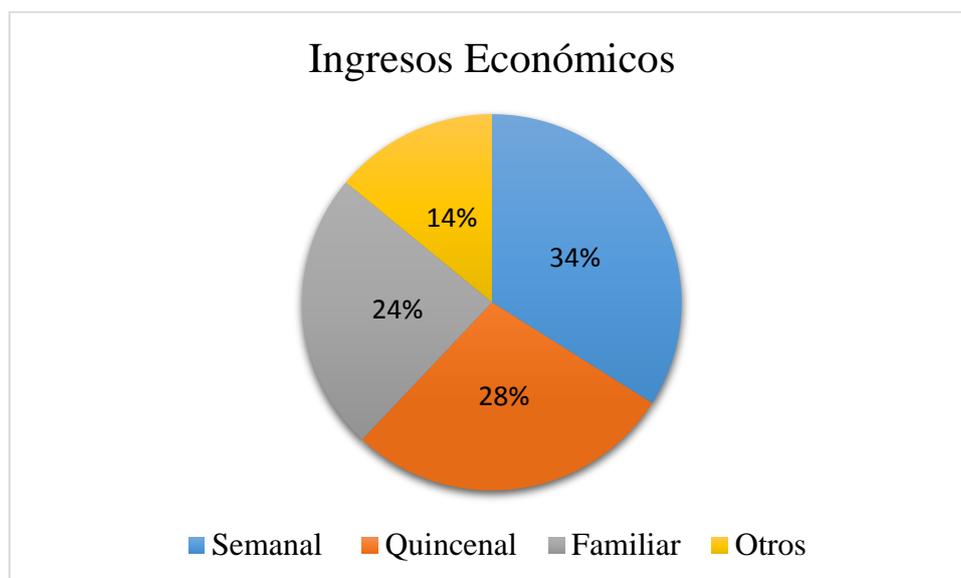
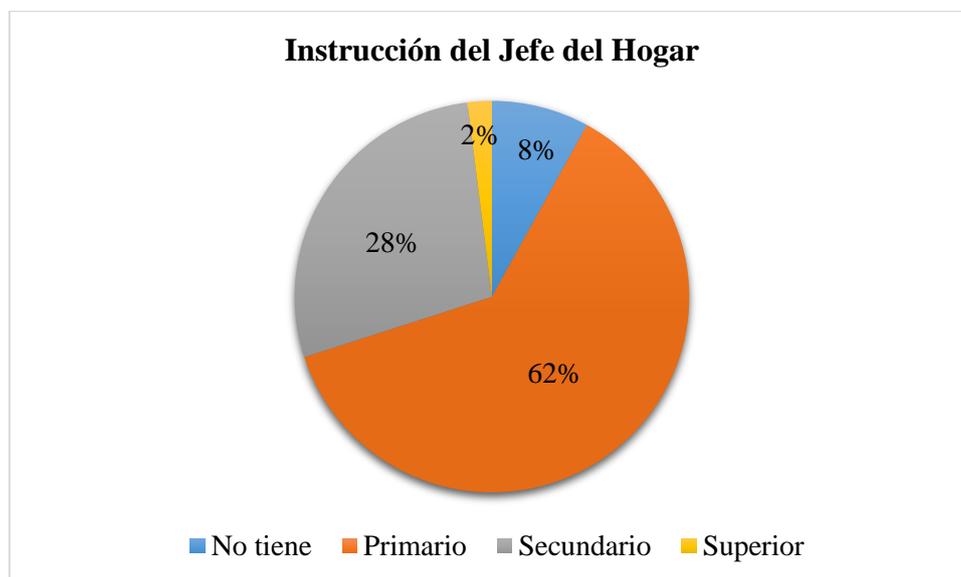


Figura 1.3.1.5. *Tipo de trabajo que poseen los jefes de cada familia.* Elaboración propia.Figura 1.3.1.6. *Ingresos económicos.* Elaboración propia.

En la comunidad de Zhidmad el jefe del hogar en su mayoría solo curso la educación primaria, en menor proporción la educación secundaria, y en un porcentaje casi nulo la educación superior (Figura 1.3.1.7).

Figura 1.3.1.7. *Instrucción del jefe del hogar.* Elaboración propia.

El tipo de vía existente en la comunidad de Zhidmad es de tierra, pero en un futuro van a asfaltar la vía, debido a eso se consideró diseñar el alcantarillado, colocando la tubería a cada lado de la vía en cuestión, para no tener inconvenientes posteriores (Figura 1.3.1.8).

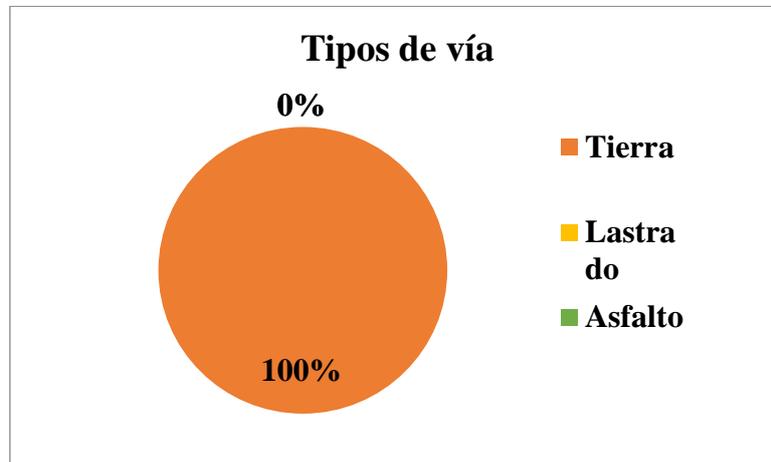


Figura 1.3.1.8. *Tipos de vía*. Elaboración propia.

La comunidad de Zhidmad cuenta con el servicio básico de agua potable y de recolección de los desechos sólidos, la recolección de basura se realiza mediante el servicio que brinda el GAD de Zhidmad, cumpliendo con el proceso de transportación al relleno sanitario.

CAPÍTULO II

2. CRITERIOS PARA EL DISEÑO

2.1. Tipo de Sistema

El principal objetivo de una red de alcantarillado pluvial es el manejo, control y conducción adecuada de las aguas lluvias, en forma separada de las aguas residuales, que serán llevadas a lugares donde no provoquen daños a los habitantes de la comunidad, con la finalidad de evitar enfermedades, concentración del agua, daños de la estructura, entre otras, mejorando la calidad de vida de los habitantes.

La ventaja que caracteriza al sistema de alcantarillado pluvial es que funciona por gravedad, por eso lo más conveniente es buscar la mejor manera de trazar el alcantarillado, y así evitar grandes excavaciones y diámetros de tuberías inadecuados.

Existen sistemas de alcantarillado individuales o combinados, que deben cumplir con algunos parámetros como son:

-Inversión del proyecto

-Características de las cuencas aportantes y del cuerpo receptor.

-Precipitaciones

-Posibles reúsos del agua. (CPE-INEN-005-9-1, 1992)

Esta red de alcantarillado será diseñada para uso doméstico, ya que en la comunidad la Zhidmad no existe ningún tipo de industria.

2.2. Áreas de aportación

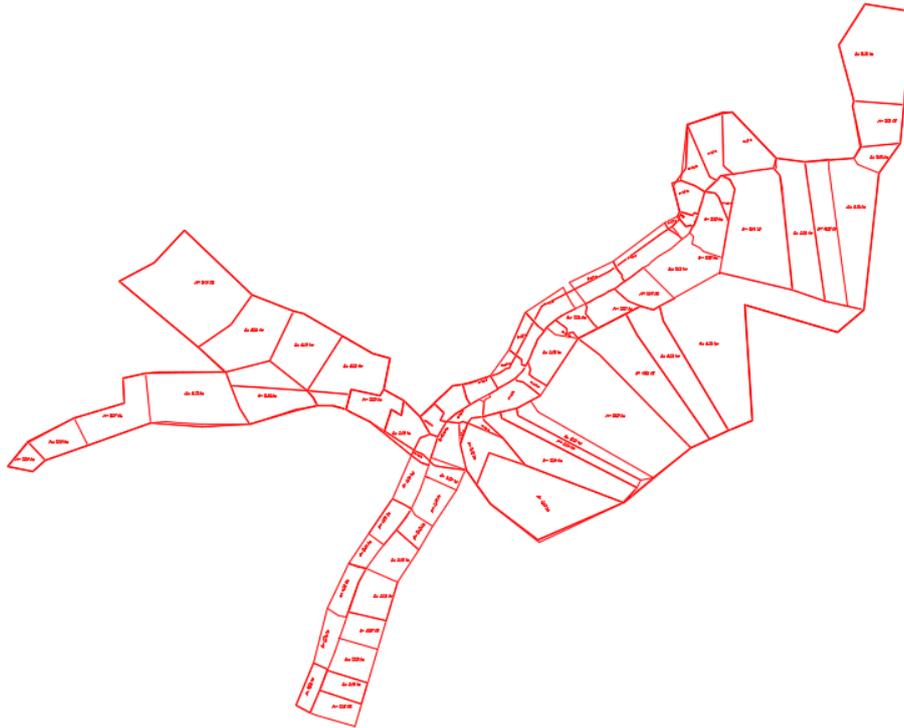


Figura 2.2.1. *Esquema áreas de aportación*. Elaboración propia.

2.3. Crecimiento Poblacional

Se realizó un análisis de la población futura beneficiada y su distribución, ya que el GAD de Zhidmad solicitó el mismo, con el fin de estimar los costes per cápita cuando se ejecuten las obras. Esta justificación de la población beneficiada es un requerimiento ante los organismos de financiamiento. Se tomará como dato fundamental la población existente siendo la base para comenzar con los diseños de ingeniería, y la población futura va a contribuir para el diseño del alcantarillado, al final del período del proyecto.

2.3.1. Población Actual

Para la obtención de la población actual se realizó una encuesta a cada representante de familia. Según las encuestas se obtuvo que la comunidad del centro de Zhidmad está formada por 340 adultos y 227 niños dando un total de 567.

2.3.2. Población Futura

La población futura es uno de los factores más importantes para el proyecto; el número de personas beneficiadas, la cual se determina estadísticamente con proyecciones a futuro, se pueden utilizar diferentes métodos como son: proyección aritmética, geométrica, incrementos diferenciales, entre otros.

Para los cálculos de la tasa de crecimiento poblacional, se utilizará como fuente los datos estadísticos realizados a través de los censos nacionales, la Norma recomienda al no haber datos de proyección geométrica e índices de crecimiento como se encuentra indicado en la Tabla 2.3.2.1.

Basados en el (INEN 5, 2000, pág. 18), se utilizará el índice “r” según la siguiente tabla:

Tabla 2.3.2.1 *Tasa de crecimiento poblacional*

Región Geográfica	r (%)
Sierra	1
Costa, Oriente y Galápagos	1,5

Fuente: (INEN 5, 2000)

El índice correspondiente a la zona central de Zhidmad según su región geográfica es 1% (Tabla 2.3.2.2).

Tabla 2.3.2.2 *Métodos y fórmulas para cálculo de Población futura*

Método	Fórmula
Proyección Aritmética	$PT = Po \times (1 + r \times t)$
Proyección Geométrica	$PT = Po \times (1 + r)^t$
Proyección Exponencial	$PT = Po \times e^{r \times t}$

Fuente: (CELADE, 2012)

Dónde:

Pt = Población el momento t

Po = Población al momento 0

r = Tasa de crecimiento

t = Periodo de tiempo ($t - 0$). (CELADE, 2012)

t	P_0	Año	Población al momento t			
			Geométrica $r= 1.5\%$	Aritmética $r= 1.5\%$	Exponencial $r= 1.5\%$	Promedio $r= 1.5\%$
0	567	2017	567	567	567	567
1	567	2018	575	575	576	575
2	567	2019	584	584	590	586
3	567	2020	592	592	599	594
4	567	2021	601	601	603	601
5	567	2022	610	609	612	610
6	567	2023	620	618	621	620
7	567	2024	629	626	633	629
8	567	2025	638	635	640	637
9	567	2026	648	643	650	647
10	567	2027	658	652	652	654
11	567	2028	667	660	666	664
12	567	2029	677	669	672	672
13	567	2030	688	677	689	684
14	567	2031	698	686	698	694
15	567	2032	708	94	700	700
16	567	2033	719	703	708	710
17	567	2034	730	711	713	718
18	567	2035	741	720	722	727
19	567	2036	752	728	728	736
20	567	2037	763	737	740	746

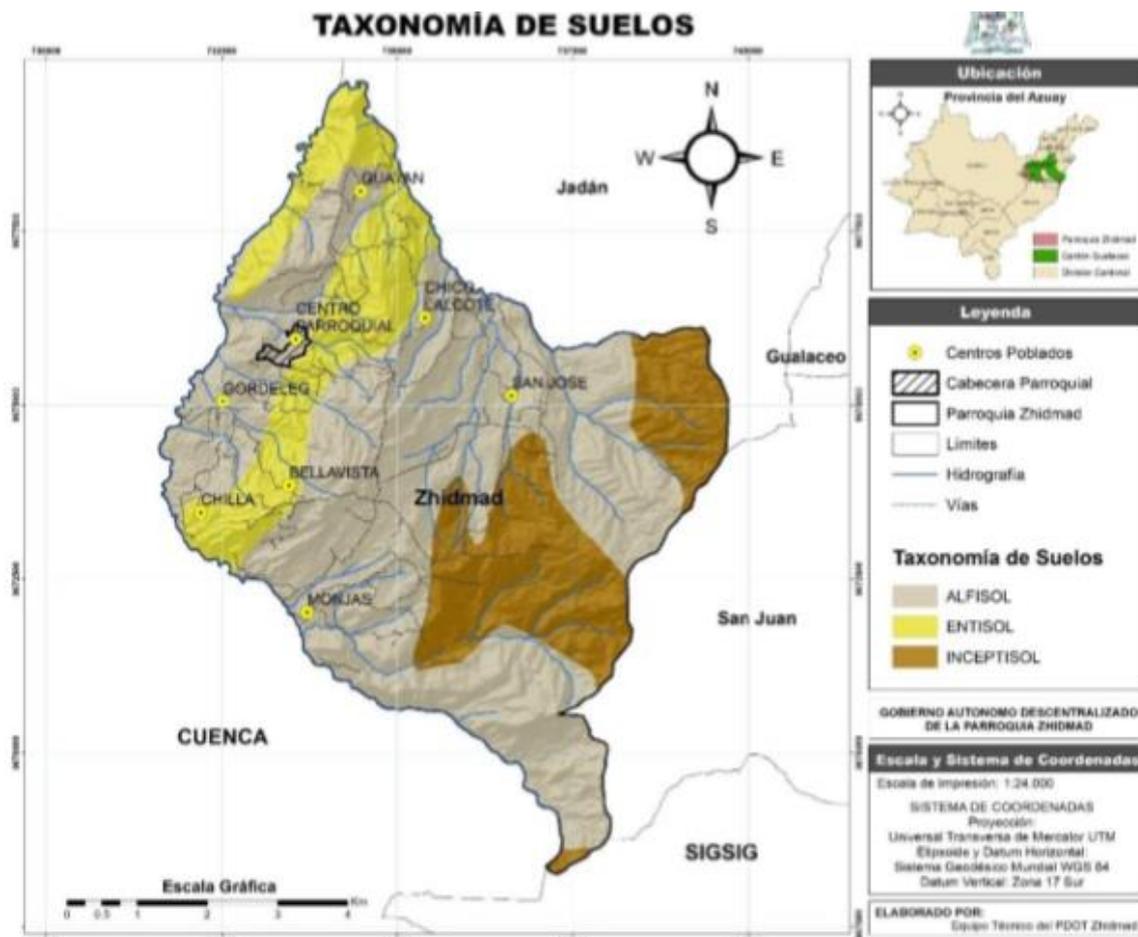
2.4. Parámetros de diseño

2.4.1 Tipos de suelo

El suelo es la capa que cubre la superficie del territorio y que sustenta la vida y las actividades humanas por lo que se analiza su capacidad de uso para actividades productivas agrícolas, pecuarias y ambientales, desde la información sintetizada en el PDYOT Cantonal.

Los tipos de suelos se clasifican de dos formas básicas, según las características que conservan, es decir, por su composición y su formación, y por la función que brindan. En la parroquia de Zhidmad se encuentran los siguientes tipos de suelo (Tabla 2.4.1.1):

Tabla 2.4.1.1 *Taxonomía de los suelos de la parroquia*



Fuente: SIGAGRO, 2003

Alfisolos: son suelos de zonas templadas, pero también pueden encontrarse sobre materiales zonas subtropicales y tropicales. Se caracterizan por ser suelos de una alta fertilidad esencial en terrenos jóvenes. Su constitución varía entre arenosa y arcillosa. Dentro de la parroquia ocupan un área de 2816,93 ha, que representan el 63,62% del total parroquial, siendo el tipo de suelo de mayor presencia en Zhidmad.

Entisoles: Estos son suelos de poca profundidad (< 40 cm) que se caracterizan por tener un solo horizonte y una alta fertilidad inherente. Posee una textura que varía entre arenosa y arcillosa, favorecen en la agricultura por lo que no necesitan fertilizante.

No son suelos aptos para obras de ingeniería civil, es decir construcción de casas, edificios, carreteras, etc. Ocupan un área de 727,52 ha, que equivalen al 16,43% del territorio parroquial.

Inceptisoles: Son suelos inmaduros derivados de ceniza volcánica con diferenciación entre horizontes poco desarrollados. Sus características salientes son: material litológico de capacidad resistentes; abundancia de ceniza volcánica; pendientes muy quebrados y valles; debido a estas características limitan el desarrollo del suelo. Esta unidad ocupa un área de 883,02 ha, que equivalen al 19,94% del territorio parroquial.

2.4.2 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía es la relación que existe entre la precipitación que circula en la superficie y la precipitación total, siendo la precipitación superficial menor que la total, debido a factores como la evaporación, evapotranspiración, etc. El valor del coeficiente de infiltración que se maneje puede ser obtenido de la Tabla 2.4.2.1 o VIII.3 de SSA Y EX-IEOS (1983).

Tabla 2.4.2.1 *Coeficiente de escorrentía*

TIPO DE SUPERFICIE DRENANTE	COEFICINETE 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 ordinarios)	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 Y EX-IEOS, 1983).

Basándonos en los valores sugeridos en la tabla y tomando en cuenta que en la parroquia de Zhidmad está previsto asfaltar las vías, la existencia de áreas verdes y las casas con cubierta metálica, se adoptará un coeficiente con un valor de $C=0,90$ para las áreas asfaltadas, $0,25$ para las áreas verdes y $0,95$ para la cubierta metálica.

Como existen diferentes tipos de superficies en la parroquia, su valor se obtendrá mediante la siguiente fórmula:

$$cponderado = \frac{\sum Ci * Ai}{\sum Ai} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

cponderado = Coeficiente de esorrentía ponderado

Ci = Valor del coeficiente de esorrentía para cada tipo de superficie a drenar.

Ai = Área en donde actúa cierto coeficiente de esorrentía.

2.4.3 Profundidad

Las tuberías de la red de alcantarillado pluvial se instalarán a cada lado de la vía, su instalación se debe considerar una profundidad de 1,2m con respecto a la calzada, si se realiza en zonas verdes o calles peatonales, esta puede disminuir a 0,75m. En lugares donde el terreno es plano se puede reducir a la profundidad mínima, sin afectar su seguridad estructural (López Cualla, 2004).

La distancia horizontal entre ellas debe ser igual o menor a 1.50m.(Báez, 2004).

2.4.4 Velocidades

Las velocidades destinadas en el proyecto dependen de la pendiente que tiene la topografía del terreno, es una consideración importante al momento de diseñar el sistema, ya que el mismo causará abrasión al material del tubo y el impacto que se genera en los elementos de descarga, el cambio de diámetro o usar elementos especiales de desembocadura ayudan a disminuir dicho impacto.

Las velocidades mínimas se deben controlar también ya que se debe evitar la sedimentación de sólidos de suspensión y auto limpieza de la tubería.

Según las consideraciones técnicas para la construcción de redes de alcantarillado las velocidades deben respetar los siguientes límites:

- Velocidad máxima 9m/s
- Velocidad mínima 0,6 m/s

2.4.5 Diámetros de tubería

Según las consideraciones técnicas para la construcción de redes de alcantarillado los diámetros mínimos que se deben usar son los siguientes:

- 0,20m para colectores de alcantarillado sanitario.
- 0,30m para colectores de alcantarillado pluviales.
- 0,10m para conexiones domiciliarias de los sistemas sanitarios.
- 0,15m para conexiones domiciliarias de los sistemas combinados y sumideros.

2.4.6 Tipos de Tubería

Las tuberías que se utilizarán en un sistema de alcantarillado forman parte fundamental de cualquier sistema de alcantarillado, por lo que es prioridad elegir adecuadamente para tener un buen funcionamiento. Existen diferentes tipos, calidades como son de cerámica,

hormigón, hierro fundido, fibra de vidrio entre otros, para este proyecto la tubería más adecuada es la de PVC.

Los Tubos (PVC) de cloruro de polivinilo, se instalan fácilmente, se transportan sin problemas, resisten los efectos de los productos químicos contenidos en las aguas residuales, la superficie del tubo de plástico es absolutamente lisa, lo que indica su rendimiento máximo

2.4.7 Periodo de Diseño

El período de diseño es el tiempo en que una obra o estructura funciona de manera eficiente sin necesidad de ampliaciones. Al culminar este período la obra pasa a colapsar por el deterioro parcial o total de sus elementos constitutivos o por falta de capacidad de la estructura para prestar un servicio adecuado. La durabilidad dependerá de los materiales y los equipos empleados, de la calidad de la construcción, de los factores externos, la corrosión, etc.

Se asumió como base los parámetros de diseño de la INEN 5 Parte 9,2 numeral 4.1 (Instituto Ecuatoriano De Normalización) para sistemas de agua potable, disposición de residuos líquidos, se recomienda un periodo de 20 años.

Las condiciones pueden variar dependiendo del crecimiento de la población, ampliación o sustituciones y la economía.

2.4.8 Tiempo de concentración inicial

Estudios similares en la ciudad de Cuenca (ETAPA, 2009), determinan que el tiempo de concentración inicial depende de distintos factores como: la pendiente del terreno, el tipo de cobertura promedio, caracterizado por el coeficiente de escorrentía, la distancia que debe recorrer el escurrimiento hasta llegar a los colectores.

Los valores adoptados se resumen en la Tabla 2.4.8.1:

Tabla 2.4.8.1 *Valores adoptados para los factores de relación con los tiempos de concentración inicial de la escorrentía*

SECTOR	DISTANCIA DE LOS APORTES (m)	GRADIENTE MEDIA DEL TERRENO (%)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA "C"	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (min)
Urbano	50	5%	0,5	10
Cab. Parroquial	75	15%	0,4	12
Rural	Igual a 150	Menor a 10%	0,28	15
	150	10%	0,28	20

Fuente: (ETAPA, 2009).

2.4.9. Período de retorno

Para establecer el período de retorno se utilizan criterios establecidos en (ETAPA, 2009), los cuales se aplican en función al área de aporte. En la tabla 2.4.10.1 podemos observar estos periodos en función del área.

Tabla 2.4.10.1 *Períodos de retorno establecidos en función de las áreas de aporte.*

RANGOS DE ÁREAS APORTANTES (Ha)	PERÍODO DE RETORNO (T)
Menor a 3	3
3 – 10	5
Mayor a 10	10

Fuente: (ETAPA, 2009).

2.5. Caudales de diseño

2.5.1 Caudal Superficial

Teniendo como referencia en SSA Y EX-IEOS (1983), se utilizará el Método Racional, se usa para áreas con una superficie inferior a 5km².

$$Q_{II} = (C_{ponderado} * A * i) / 0,36$$

Ecuación 2

Q_{II} = Caudal superficial (lt/s).

$C_{ponderado}$ = Coeficiente de escorrentía ponderado (adimensional).

I = Intensidad promedio de la lluvia (mm/h).

A = Área de drenaje.

2.5.2. Relación existente en: Calado de agua / Diámetro de la tubería

Según las especificaciones de ETAPA en la parte de la hidráulica de canales circulares, exponen que la máxima capacidad se establece cuando el calado de agua alcanza una relación con respecto al diámetro en un promedio de 0,8. (ETAPA, 2009)

2.5.3. Flujo de Tuberías a sección llena

El cálculo de flujo en las tuberías a sección llena se calcula empleando la pendiente, diámetro, caudal y velocidad, para la el procesamiento de datos, se utiliza la fórmula de Manning, el cual se expresa en la siguiente ecuación:

$$Q = V * A \quad \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

Q = Caudal tubería llena (m^3/s).

A = Área transversal. (m^2).

V = Velocidad de flujo (m/s).

|

La fórmula de Manning se utiliza para el cálculo de la velocidad:

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * So^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ecuación 4}$$

Dónde:

V = Velocidad de flujo (m/s).

n = Coeficiente de rugosidad (s/m).

R_h = Radio hidráulico (m).

S_o = Pendiente de gradiente hidráulico (m/m).

El Radio Hidráulico se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$R_h = \frac{D}{4} \text{ Ecuación 5}$$

Dónde:

D = Diámetro de la tubería (m).

2.5.3. Flujo de tuberías parcialmente llena

Analizando el comportamiento del flujo en la tubería apreciamos que a sección parcialmente llena tiene una conducta como en el flujo normalmente en conductos circulares de un alcantarillado y lo podremos valorar en la siguiente figura.

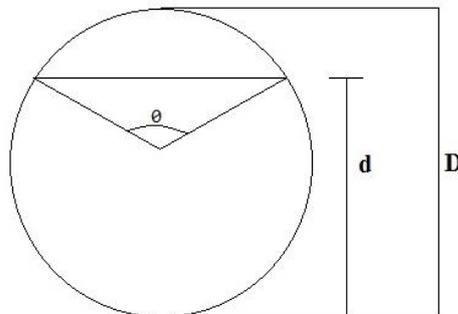


Figura 2.5.3.1.: Flujo de agua a sección parcialmente llena. Elaboración propia.

Según la figura anterior se establece las relaciones hidráulicas para estas secciones de:

$$\frac{d}{D} = 0,80 \text{ Ecuación 5}$$

Para el cálculo del ángulo central:

$$\theta = 2 \arccos \left(1 - \frac{2*d}{D} \right) \text{ Ecuación 6}$$

Para el Radio Hidráulico:

$$Rh = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360 * \sin \theta^\circ}{2 * \pi * \theta^\circ} \right) \text{ Ecuación 7}$$

Para calcular la velocidad:

$$V = \frac{0,397 * D^{\frac{2}{3}}}{n} \left(1 - \frac{360 * \sin \theta}{2 * \pi * \theta^\circ} \right) * S^{\frac{1}{2}} \text{ Ecuación 8}$$

Para el cálculo del caudal:

$$q = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7257,15 * n (2 * \pi * \theta^\circ)^{\frac{2}{3}}} (2 * \pi * \theta^\circ - 360 * \sin \theta^\circ) * S^{\frac{1}{2}} \text{ Ecuación 8}$$

Dando como resultado las siguientes relaciones:

$$\frac{v}{V} = \left(1 - \frac{360 * \sin \theta^\circ}{2 * \pi * \theta^\circ} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ Ecuación 9}$$

$$\frac{q}{Q} = \left(\frac{\theta^\circ}{360} - \frac{\sin \theta^\circ}{2 * \pi * \theta^\circ} \right) * \left(1 - \frac{360 * \sin \theta^\circ}{2 * \pi * \theta^\circ} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ Ecuación 10}$$

Los coeficientes de rugosidad están ligados directamente con el radio hidráulico, por eso es necesario tener presentes las relaciones anteriores para garantizar diseño óptimo. Tenemos siguiente cuadro que muestra las relaciones para su coeficiente de rugosidad.

Tabla 2.5.3.2: Relaciones para coeficientes de rugosidad constantes

d/D	N/n
0,1	0,82
0,2	0,795
0,3	0,78
0,4	0,79
0,5	0,8
0,6	0,82
0,7	0,85
0,8	0,89
0,9	0,93
1	1

Fuente: (Gomez Gavilanes, 2006).

Usando un gráfico de dispersión y trazando una línea de tendencia polinómica se obtiene una ecuación de variación N/n en función de d/D, con esos datos se logra una mayor exactitud en las relaciones de v/V y q/Q, como lo vemos en la siguiente ecuación:

$$\frac{v}{V} = \frac{N}{n} * \frac{rh^{\frac{2}{3}}}{Rh} \text{ Ecuación 11}$$

$$\frac{q}{Q} = \frac{N}{n} * \frac{a}{A} * \frac{rh^{\frac{2}{3}}}{Rh} \text{ Ecuación 12}$$

De esta manera se obtuvo los siguientes valores de v/V y q/Q para valores de n constante y variable, que se adjunta en la Tabla 2.4.6.1:

Tabla 2.4.6.1 *Relaciones para coeficientes de rugosidad constantes y variables*

d/D	n (constante)		N/n	n (variable)	
	v/V	q/Q		v/V	q/Q
0,00	0,000	0,000	0,889	0,000	0,000
0,01	0,089	0,000	0,879	0,078	0,000
0,02	0,141	0,001	0,870	0,122	0,001
0,03	0,184	0,002	0,862	0,158	0,001
0,04	0,222	0,003	0,854	0,190	0,003
0,05	0,257	0,005	0,847	0,218	0,004
0,06	0,289	0,007	0,841	0,243	0,006
0,07	0,319	0,010	0,835	0,267	0,008
0,08	0,348	0,013	0,830	0,289	0,011
0,09	0,375	0,017	0,825	0,309	0,014
0,10	0,401	0,021	0,820	0,329	0,017
0,11	0,426	0,025	0,816	0,348	0,021
0,12	0,450	0,031	0,813	0,366	0,025
0,13	0,473	0,036	0,809	0,383	0,029
0,14	0,495	0,042	0,806	0,399	0,034
0,15	0,517	0,049	0,803	0,415	0,039
0,16	0,538	0,056	0,801	0,431	0,044
0,17	0,558	0,063	0,799	0,445	0,050
0,18	0,577	0,071	0,796	0,460	0,056
0,19	0,597	0,079	0,795	0,474	0,063
0,20	0,615	0,088	0,793	0,488	0,069
0,21	0,633	0,097	0,791	0,501	0,076
0,22	0,651	0,106	0,790	0,514	0,084
0,23	0,668	0,116	0,789	0,527	0,092
0,24	0,684	0,126	0,788	0,539	0,100
0,25	0,701	0,137	0,787	0,551	0,108
0,26	0,717	0,148	0,786	0,563	0,116
0,27	0,732	0,159	0,785	0,575	0,125
0,28	0,747	0,171	0,785	0,586	0,134
0,29	0,762	0,183	0,785	0,598	0,144
0,30	0,776	0,196	0,784	0,609	0,154
0,31	0,790	0,209	0,784	0,619	0,164
0,32	0,804	0,222	0,784	0,630	0,174

0,33	0,817	0,235	0,784	0,641	0,184
0,34	0,830	0,249	0,784	0,651	0,195
0,35	0,843	0,263	0,784	0,661	0,206
0,36	0,855	0,277	0,785	0,671	0,218
0,37	0,868	0,292	0,785	0,681	0,229
0,38	0,879	0,307	0,785	0,691	0,241
0,39	0,891	0,322	0,786	0,700	0,253
0,40	0,902	0,337	0,787	0,710	0,265
0,41	0,913	0,353	0,788	0,719	0,278
0,42	0,924	0,368	0,789	0,728	0,290
0,43	0,934	0,384	0,790	0,738	0,303
0,44	0,944	0,400	0,791	0,747	0,316
0,45	0,954	0,417	0,792	0,756	0,330
0,46	0,964	0,433	0,793	0,765	0,343
0,47	0,973	0,450	0,795	0,773	0,357
0,48	0,983	0,466	0,796	0,782	0,371
0,49	0,991	0,483	0,798	0,791	0,385
0,50	1,000	0,500	0,799	0,799	0,400
0,51	1,008	0,517	0,801	0,808	0,414
0,52	1,016	0,534	0,803	0,816	0,429
0,53	1,024	0,551	0,805	0,825	0,444
0,54	1,032	0,568	0,807	0,833	0,459
0,55	1,039	0,586	0,809	0,841	0,474
0,56	1,046	0,603	0,812	0,849	0,489
0,57	1,053	0,620	0,814	0,857	0,505
0,58	1,060	0,637	0,816	0,865	0,520
0,59	1,066	0,655	0,819	0,873	0,536
0,60	1,072	0,672	0,822	0,881	0,552
0,61	1,078	0,689	0,824	0,889	0,568
0,62	1,084	0,706	0,827	0,896	0,584
0,63	1,089	0,723	0,830	0,904	0,600
0,64	1,094	0,740	0,833	0,911	0,616
0,65	1,099	0,756	0,836	0,919	0,632
0,66	1,104	0,773	0,839	0,926	0,648
0,67	1,108	0,789	0,842	0,933	0,664
0,68	1,112	0,806	0,845	0,940	0,681
0,69	1,116	0,821	0,848	0,947	0,697
0,70	1,120	0,837	0,851	0,953	0,713
0,71	1,123	0,853	0,855	0,960	0,729

0,72	1,126	0,868	0,858	0,966	0,745
0,73	1,129	0,883	0,861	0,972	0,761
0,74	1,131	0,898	0,865	0,979	0,776
0,75	1,133	0,912	0,869	0,984	0,792
0,76	1,135	0,926	0,872	0,990	0,807
0,77	1,137	0,939	0,876	0,996	0,823
0,78	1,138	0,953	0,880	1,001	0,838
0,79	1,139	0,965	0,883	1,006	0,853
0,80	1,140	0,977	0,887	1,011	0,867

Fuente: (Gómez Gavilanes, 2006).

2.6. Descargas

Las descargas se diseñarán de tal manera que no causen socavación en el sitio de la salida de las aguas lluvias como se describe en ETAPA (2009) que las descargas que existan hacia la fuente natural de agua deben tener un ángulo no mayor a 60° y proteger la salida con un cabezal para evitar el deterioro de la tubería. Para determinar las dimensiones de la estructura de descarga aplicaremos las siguientes fórmulas:

$$B = D = \sqrt{\left(\frac{Q}{3,65}\right)} \quad \text{Ecuación 12}$$

$$V = \frac{Q}{B * D} \quad \text{Ecuación 13}$$

$$FR = \frac{V}{\sqrt{D * g}} \quad \text{Ecuación 14}$$

$$W = fac * D \quad \text{Ecuación 15}$$

$$L = \left(\frac{4}{3}\right) * W \quad \text{Ecuación 16}$$

$$H = \frac{3}{4} * W \quad \text{Ecuación 17}$$

$$a = \frac{w}{2} \quad \text{Ecuación 18}$$

$$f = \frac{w}{6} \quad \text{Ecuación 19}$$

$$e = \frac{w}{12} \quad \text{Ecuación 20}$$

Tabla 2.5.1: Factores f_{ac} .

FR	f_{ac}
1	3
1,5	3,65
2	4,25
2,5	4,75
3	5,4
3,5	5,8
4	6,3
4,5	6,75
5	7,2

Elaboración propia

2.7. Pozos y Conexiones domiciliarias

2.7.1. Pozos de revisión

Los pozos de son estructuras que se construyen con hormigón simple u hormigón armado, permiten el acceso desde la calle al interior del sistema de alcantarillado pluvial SSA y EX-IEOS (1983), define que los pozos de revisión se ubiquen al inicio de tramos de cabecera, en los cambios de pendiente, cambios de dirección y en la confluencia de los colectores.

Los pozos se construirán de hormigón simple con una resistencia de 210 kg/cm^2 , encofrados y fundidos en sitio, también pueden ser prefabricados. La distancia entre pozos dependerá del diámetro de la tubería (Tabla 2.4.6.1).

Tabla 2.4.6.1 *Distancia máxima entre pozos de revisión*

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

Fuente: (SSA y EX-IEOS, 1983).

La abertura superior del pozo es de 0,6 m, el cambio desde el cuerpo del pozo hasta la superficie se lo hará con un tronco de cono excéntrico, para facilitar el descenso al interior del pozo y el diámetro estará en función de la máxima tubería que se conecta con el mismo (Tabla 2.4.6.2).

Tabla 2.4.6.2 *Diámetros recomendados de pozos de revisión*

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (mm)	DIÁMETRO DEL POZO (m)
Menor o igual a 550	0,9
600–800	1,2
Mayor a 800	Diseño especial

Fuente: (SSA y EX-IEOS, 1983)

En ETAPA (2009) se detalla que el brocal y la tapa son estructuras elaboradas de hormigón armado $f'(c)=300 \text{ kg/cm}^2$ que se colocan sobre el cono del pozo. El diámetro mínimo de las tapas será de 0,7 m. Méndez Flores (2011) sugiere que se utilicen cuando la cota de la tubería de llegada con relación al fondo del pozo es mayor a 0,9m, los pozos son colocados con el fin de evitar la erosión y facilitar la inspección del personal de mantenimiento.

2.7.2. Conexiones domiciliarias

Es un sistema que permite evacuar las aguas servidas desde las viviendas hacia la red de alcantarillado público. SSA y EX-IEOS (1983), indica que el diámetro mínimo de la tubería para las conexiones no sea menor a 100mm con una pendiente mínima de 1%. El pozo de revisión domiciliaria es de hormigón simple, 500mm de diámetro y su profundidad será la necesaria para cada caso.

CAPITULO III

3. DISEÑO DE LA REDES DE ALCANTARILLADO

3.1. Trazado en planta y perfil

El diseño de la red del alcantarillado pluvial incluye la determinación de la geometría de la red, el perfil y trazo en planta, los cálculos de diámetro, pendientes de cada tramo y la magnitud de las caídas necesarias en los pozos.

La geometría de la red se inicia con la ubicación de los posibles sitios de vertido y el trazo de colectores. Para ello, hay que basarse en la topografía del sitio de estudio y el trazo urbano de la localidad. Por lo general, se aplican las reglas siguientes:

- 1) Las tuberías de mayor diámetro se ubican en las calles más bajas para facilitar el drenaje de las zonas altas con atarjeas o tuberías de menor diámetro.
- 2) El trazo de la tubería se lo debe realizar, evitando su cruce con edificaciones. Su trazo debe ser lo más recto posible evitando en lo posible las curvas.
- 3) La red de alcantarillado pluvial debe trazarse buscando el camino más corto al sitio de vertido.
- 4) El sistema debe funcionar a gravedad. Se tratará de evitar las conducciones con bombeo.

Durante el diseño se lleva a cabo el cálculo hidráulico del conjunto de tuberías a fin de revisar que los diámetros y pendientes propuestos sean suficientes para cubrir las necesidades de cada tramo. Además, es importante tomar en cuenta las restricciones que sirven para disminuir los costos de construcción y evadir tanto fallas por razones estructurales como excesivos trabajos de mantenimiento.

Para disminuir costos, el trazo de una red de alcantarillado debe tender a ser una réplica subterránea del drenaje superficial natural.

Una vez definido esto, se traza la red de atarjeas. En ambos casos, pueden elegirse varias distribuciones.

Se puede apreciar que el dimensionamiento de las tuberías depende principalmente del tamaño del área a la que va a beneficiarse, de su coeficiente de escurrimiento, de la intensidad de la lluvia de diseño, y del periodo de diseño.

3.2 Diseño de pozos de revisión y descargas

Los pozos de revisión deben cumplir con las especificaciones máximas y mínimas, como se indica en el numeral 2.6.1. respectivamente. La profundidad de los pozos de cabecera se impone cumpliendo con lo establecido en el numeral 2.6.1. la profundidad final varía en función de la longitud y pendiente de la tubería, siendo la profundidad final el inicio para el siguiente tramo.

$$h_{final} = cota_{fin.} - ((cota_{ini.} - h_{ini.}) - (long * \tan((So. tubería)))$$

Se puede dar saltos en algunos pozos, debido a que convergen varias tuberías en el mismo pozo y no se puede llegar con todas a la misma profundidad, debido a que esto incrementa el costo.

La CPE-INEN- 005-9-1 (1992) recomienda para el diseño de los pozos:

- Colocar pozos de revisión en cambios de dirección, menos en las alcantarillas curvas y confluencias de los colectores, evitando de esta manera el ingreso de escorrentía.
- Colocar en todos los cambios de pendientes.
- En el caso de no evitar la escorrentía pluvial, se diseñarán tapas herméticas.

- La distancia máxima entre pozos de revisión para diámetros menores a 350 mm deberá ser cada 100 metros.
- Si las tuberías tienen diámetros entre 400 mm y 800 mm, la distancia entre pozos será de 150 m y para diámetros mayores a 800 mm será 200 m.
- La apertura de los pozos de revisión será como mínimo 0,6 m.

3.3. Sistema de alcantarillado pluvial

Como el objetivo principal para la comunidad de Zhidmad es recolectar aguas provenientes de la escorrentía superficial y aguas provenientes del techo de las casas. La conducción de la red de alcantarillado será por las vías existentes, para después trasladarlas a un vertedero seguro.

3.3.1. Cálculos hidráulicos del alcantarillado pluvial

Tabla 3.3.1.1 *Rubros para el alcantarillado pluvial*

NUMERAL EN EL QUE SE ESPECIFICA	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
1.1.2.	Área de aporte	25	Ha.
2.4.10	Período de retorno	5	Años
2.4.9	Tiempo de concentración inicial	10	min.
2.4.4	Velocidad máxima	9	m/s
2.4.4	Velocidad mínima	0,6	m/s
2.4.5	Diámetro mínimo	300	mm
2.4.3	Profundidad mínima	1,5	m

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Cálculos del coeficiente de escorrentía ponderado

Para obtener el coeficiente aplicamos la ecuación de la escorrentía indicada anteriormente, cumpliendo con las especificaciones expuestas la tabla 2.4.2.1, donde están los valores del coeficiente para cada superficie a drenar (Tabla 3.3.2.1).

$$C_{ponderado} = \frac{\sum C_i * A_i}{\sum A_i} \text{ Ecuación 21}$$

Tabla 3.3.2.1 *Cálculo coeficiente de escorrentía*

DESCRIPCIÓN	C	Área	A*C
Techo	0,8	2240,7	1792,56
Área Verde	0,3	1897	569,1
Vías	0,85	155119,5	131851,6
	Σ	159257,2	134213,2

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Tiempo de concentración inicial

El tiempo de concentración está vinculado con el *Cponderado* y para determinar el tiempo revisamos la tabla 2.4.8.1.

Para los tiempos consecutivos aplicamos la siguiente fórmula:

$$t_j = t_i + \left(\frac{L}{60 * V_{real}} \right) \text{ Ecuación 22}$$

t_j = Tiempo del tramo actual (min).

t_i = Tiempo del tramo anterior (min).

L = Longitud del tramo actual (m).

V_{real} = velocidad del tramo anterior (m/s).

3.3.4. Cálculo de la velocidad y caudal de la tubería

Tomando como referencia el tipo de material, el diámetro y la pendiente de la tubería, podemos obtener la velocidad de circulación del agua y el caudal que transportará, para ello, emplearemos las siguientes fórmulas:

$$V = \frac{1}{n} * R h^{2/3} * S_o^{1/2} \quad \text{Ecuación 23}$$

$$R h = D/4 \quad \text{Ecuación 24}$$

$$Q = \frac{V * \pi * D^2}{4} * 1000 \quad \text{Ecuación 25}$$

3.3.5. Cálculo de la pendiente del terreno y de la tubería

Para calcular la pendiente del terreno S_o , se utilizará la ecuación 26, que nos sirve de referencia para la pendiente de la tubería, esta puede variar de acuerdo a los parámetros que se explicaron anteriormente.

$$S_o \text{ terreno} = \frac{\text{Cota inicial} - \text{Cota final}}{\text{longitud del tramo}} \quad \text{Ecuación 26}$$

Para la cota inicial y final se toma como referencia el tramo que se está diseñando, siendo la cota inicial donde empieza y la cota final donde termina.

El diseño del alcantarillado pluvial se encuentra en el ANEXO 2.

CAPITULO IV

4. PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES

La determinación de los rubros, permite saber claramente el grupo de actividades, operaciones, materiales y servicios, necesarios para concluir la obra sin ningún inconveniente, cumpliendo con las especificaciones establecidas y optimizando costos innecesarios, la obra se divide con fines de pago y medición.

4.1. Análisis de precios unitarios

El presupuesto del sistema de alcantarillado de la comunidad de Zhidmad, de la parroquia de Zhidmad cantón Gualaceo, servirá como un costo estimado para el proyecto a ejecutarse a futuro.

Este análisis de presupuesto está formado por el costo de los rubros ya sean directos e indirectos. Se realiza un análisis de los precios unitarios, hemos tomado como referencia los valores usados en la ciudad de Cuenca, realizando a través del programa informático INTERPRO.

La herramienta CIVILCAD favoreció a la obtención de las cantidades de obra en excavación y relleno. En las zanjas para realizar el análisis de las cantidades de obra se utilizó como referencia 65cm para el emplazamiento de la tubería; para las conducciones su profundidad mínima es de 1.20 bajo la rasante del suelo.

Los detalles constructivos de los pozos de revisión y su dimensionamiento se encuentran detallados en el ANEXO 3, el cálculo del pozo puede variar de dependiendo del lugar donde se encuentra ubicado y la topografía del terreno, para ello se calcula el área y se multiplica por la altura de cada pozo.

4.3 Presupuesto referencial

Tabla 4.3.1 *Presupuesto referencial del alcantarillado pluvial*

ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANTID	P.UNIT	P. TOTAL
1,00	ALCANTARILLADO SANITARIO				112.230,53
1,01	Replanteo de 0 a 1 km	Km	1,73	534,59	924,84
1,02	Nivelación	M	1.726,36	0,26	448,85
1,03	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	408,3	11,51	4.699,53
1,04	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	17	13,63	231,71
1,05	Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	408,3	14,22	5.806,03
1,06	Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	17	20,45	347,65
1,07	Abatimiento del nivel freático	Hora	80	6,53	522,4
1,08	Excavación mecánica en roca de 0 a 2 m, de profundidad,	m3	81,7	23,08	1.885,64
1,09	Excavación mecánica en roca de 2 a 4 m, de profundidad,	m3	3,4	23,87	81,16
1,1	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad,	m3	1.143,10	3,89	4.446,66
1,11	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 2 a 4 m de profundidad,	m3	47,5	4,6	218,5
1,12	Excavación mecánica en suelo de alta consolidación de 0 a 2 m de profundidad,	m3	81,7	14,29	1.167,49
1,13	Excavación mecánica en suelo de alta consolidación de 2 a 4 m de profundidad,	m3	3,4	16,18	55,01
1,14	Excavación mecánica en suelo de alta consolidación de 4 a 6 m de profundidad,	m3	0	18,04	0
1,15	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	1.143,10	2,82	3.223,54
1,16	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 2 a 4 m de profundidad,	m3	47,5	3	142,5

1,17	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 4 a 6 m de profundidad,	m3	0	3,19	0
1,18	Relleno compactado	m3	2.851,40	4,39	12.517,65
1,19	Tapado de zanjas con maquina	m3	285,1	1,77	504,63
1,2	Tapado manual de zanjas	m3	31,7	4,38	138,85
1,21	Cargada de material a mano	m3	202,9	7,58	1.537,98
1,22	Cargada de Material a maquina	m3	1.825,90	1,14	2.081,53
1,23	Transporte de material hasta 5km	m3	2.028,80	2,42	4.909,70
1,24	Entibado Discontinuo	m2	378,54	9,97	3.774,08
1,25	Ins, Tubos de Hormigón D=300 mm, Tubería prefabricada	M	1.492,00	3,33	4.968,36
1,26	Ins, Tubos de Hormigón D=400 mm, Tubería prefabricada	M	235	4,15	975,25
1,27	Pozo de revisión de h=0 a 2,0 m, Tapa y Brocal tipo A	U	30	347,5	10.425,00
1,28	Pozo de revisión de h=0 a 2,5 m, Tapa y Brocal tipo A	U	5	411,45	2.057,25
1,29	Pozo de revisión de h=0 a 3,0 m, Tapa y Brocal tipo A	U	1	471,68	471,68
1,3	Sum, Tubo de hormigón D=300 mm, Clase 1	M	1.492,00	14,16	21.126,72
1,31	Sum, Tubo de hormigón D=400 mm, Clase 1	M	235	23,6	5.546,00
1,32	Material de Reposición (Incluye esponjamiento)	m3	1.425,70	11,92	16.994,34
2	SUMIDEROS				16.509,25
2,01	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	73,92	11,51	850,82
2,02	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad,	m3	73,92	3,89	287,55
2,03	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	63,36	2,82	178,68
2,04	Relleno compactado	m3	183,29	4,39	804,64
2,05	Tapado de zanjas con maquina	m3	18,33	1,77	32,44
2,06	Tapado manual de zanjas	m3	2,04	4,38	8,94
2,07	Cargada de material a mano	m3	14,22	7,58	107,79
2,08	Cargada de Material a maquina	m3	142,18	1,14	162,09

2,09	Transporte de material hasta 5km	m3	156,4	2,42	378,49
2,1	Material de Reposición (Incluye esponjamiento)	m3	101,83	11,92	1.213,81
2,11	Sum, Tubo de hormigón D=200 mm, Clase 1	M	320	5,9	1.888,00
2,12	Ins, Tubos de Hormigón D=200 mm, Tubería prefabricada	M	320	2,83	905,6
2,13	Pozo con tubo de Ho D=600 mm	U	40	120,17	4.806,80
2,14	Sum,-Ins, Rejilla Hierro (Sumidero 0,70 x 0,40 m)	U	40	62,43	2.497,20
2,15	Caja de Revisión para sumidero	U	40	59,66	2.386,40
3	SEÑALIZACION				4.931,28
3,01	Trampa de sedimentos	U	8	93,2	745,6
3,02	Paso peatonal	M	12	36,49	437,88
3,03	Suministro de Señales	U	20	130,78	2.615,60
3,04	Suministro de Cintas	M	2.000,00	0,06	120
3,05	Suministro de Conos	U	20	26,21	524,2
3,06	Suministro de Malla de seguridad	M	200	2,44	488
	SUBTOTAL				133.671,06
	12 % DEL IVA				16.040,53
	TOTAL PRESUPUESTO				149.711,59

4.4. Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas del alcantarillado pluvial están detalladas en el ANEXO 5.

4.5. Cronograma de actividades

El cronograma se encuentra detallado en el ANEXO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- **CONCLUSIONES**

En el presente trabajo se realizó la actualización de los diseños de la red de alcantarillado pluvial para la comunidad de Zhidmad, de la parroquia de Zhidmad, perteneciente al cantón de Gualaceo, provincia del Azuay. A lo largo del documento se citan criterios técnicos utilizados, se muestran cálculos realizados, en donde se justifican todos los parámetros adoptados y las dimensiones obtenidas.

Se recopiló y levantó información de campo necesaria para la elaboración del proyecto, la misma que se muestra en el capítulo uno. Esta incluye las características de las comunidades, encuestas socioeconómicas, datos topográficos, diseño vial y levantamiento geo referenciado de los usuarios del proyecto.

Se realizó el diseño de los elementos de las redes de alcantarillado pluvial, acogiendo los criterios técnicos de normativa vigente, los que se describen en el capítulo dos, así como el dimensionamiento de cada uno de los componentes del sistema, que se indica en el capítulo tres del presente documento y sus anexos.

La actualización del diseño realizado con anterioridad, beneficiará para que las estructuras que se construyan a futura no se deterioren, logrando evitar que el agua se empoce o se infiltre, causando asentamientos en la vía.

Para poder mantener un adecuado estado de conservación del sistema de alcantarillado pluvial, se podría elaborar un plan de mantenimiento, siendo necesario contar con los planos actualizados, en donde este detallado profundidades, diámetros, ubicación de las descargas, etc.

Finalmente en el capítulo cuatro se muestra el presupuesto referencial y se anexa al mismo las especificaciones técnicas, análisis de precios unitarios, y el cronograma para la construcción del proyecto.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda tomar en consideración todos los parámetros de cálculo indicados en el presente documento en caso de requerirse cualquier rediseño que signifique una extensión del proyecto, cambios en el trazado, o cambios en el emplazamiento de la red de alcantarillado pluvial.
- Se recomienda actualizar los precios unitarios y cronograma en caso de no poder ejecutarse las obras en el presente año.
- Finalmente se recomienda ejecutar el proyecto con el fin de atender a la comunidad de Zhidmad con el servicio de alcantarillado pluvial, y que pueda asegurarse de esta forma la salud de las personas que viven en estos lugares.

BIBLIOGRAFÍA

- Athayde, F. (1982). En *Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (2da ed)*. Río de Janeiro.
- Báez, J. (2004). *Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales*. Barranquilla.
- CELADE. (2012). Centro Latinoamericano de Demografía.
- CONSTRUCCIÓN, E. T. (2009). *ETAPA, E. P.* Cuenca.
- CPE-INEN-005-9-1. (1992). *Código ecuatoriano de la construcción, Normas para el estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*.
- CPE-INEN-005-9-2. (1997). Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. En CPE-INEN-005-9-2.
- ETAPA, E. P. (2009). *Especificaciones técnicas para la construcción de redes de alcantarillado grupo 2*. Cuenca.
- Gomez Gavilanes, J. P. (2006). *CD-0178 diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la comunidad huaycopungo*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/162/1/CD-0178.pdf>
- INEC, I. N. (2010). *Población por área, según provincia, cantón y parroquia de empadronamiento*.
- López Cualla, R. A. (2004). En R. A. López Cualla, *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Metcalf & Eddy. (1995). *Tratamiento y Depuración de las aguas residuales*. Barcelona.
- MIDUVI. (2008). *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Sistema*. Ecuador.
- NB688-01. (2001). *Norma Boliviana de Alcantarillado Sanitario*. La Paz.
- NBR, 7. (1992). En *ABNT-Asociación Brasileña de Normas Técnicas Diseño, construcción y operación de Fosas Sépticas*. Río de Janeiro.
- Norma CO 10.7 -601. (2010). *Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias*.
- Programa de Agua y Saneamiento. (2001). *Sistemas condominiales de alcantarillado*. El Alto-Bolivia.
- Rengel, .. (2000). *Tratamiento de aguas residuales*. Cuenca.
- Romero Rojas, J. A. (2008). En *Tratamiento de Aguas Residuales Teoría y principios de diseño*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Ruiz, P. R. (2008). *Hidráulica de Canales*. Mexico.
- SENPLADES. (2013). *Plan Nacional de Desarrollo*.
- SNI. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial "el carmen de pijilí" - camilo ponce enríquez - azuay - ecuador parroquial rural el carmen de pijilí*. Carmen de pijilí.
- Tchobanoglous., C. y. (2000). *Sistemas de Manejo de Aguas Residuales para Núcleos Pequeños y Descentralizados*. Colombia: Mc Graw Hill.

