



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES

**INFORME FINAL DEL PROYECTO PROFESIONAL DE GRADO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO ACADÉMICO DE INGENIERO CIVIL.**

TEMA

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO DE LOS SECTORES TRES ESQUINAS,
LA DOLOROSA Y JERUSALEN BAJO DE LA PARROQUIA JERUSALEN, DEL
CANTON BIBLIAN**

AUTOR

JUAN CARLOS CARANGUI RAMIREZ

TUTOR

ING. PAÚL ESTEBAN ILLESCAS CÁRDENAS.

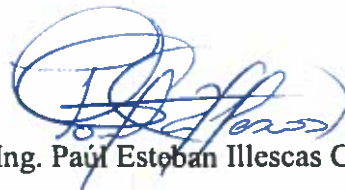
FEBRERO DEL 2018.

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de grado, presentado por el Sr. Juan Carlos Carangui Ramírez para optar por el título de INGENIERO CIVIL, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Azogues, a los 26 días del mes de febrero del 2018.

Firma:



Ing. Paúl Esteban Illescas Cárdenas

0301531653

CERTIFICADO DE AUTORÍA

El presente trabajo investigativo de proyecto profesional de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, cuyo tema es “Diseño De La Red De Alcantarillado De Los Sectores Tres Esquinas, La Dolorosa Y Jerusalén Bajo De La Parroquia Jerusalén, Del Cantón Biblián” , corresponden al trabajo de investigación del autor, además certifico que he cumplido con todas las observaciones realizadas por el tribunal evaluador.

Estudiante:



Juan Carlos Carangui Ramírez.

0301529061

DEDICATORIA

Con todo el afecto y cariño esto va para mi padre Gonzalo mi madre Isabel mi hermana Ma.

Eugenia y mi sobrina Maya Rafaela este logro es para ustedes.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, hermana, abuelos y tíos maternos por el apoyo y cariño brindado en el transcurso de esta etapa.

A la facultad de Ingeniería Urbanismo y Construcción de la Universidad Católica de Cuenca, por todo el apoyo brindado en expandir mis conocimientos científicos, técnicos y éticos.

A mis amigos, la banda de los monotes y compañeros por formar parte de una etapa muy especial a lo largo de todo este periodo.

A las personas que durante todo este transcurso de tiempo estuvieron en las buenas y en las malas

RESUMEN

El presente trabajo de graduación se enfoca objetivamente en el estudio y diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la evacuación de aguas residuales en tres sectores de la parroquia de Jerusalén, las excretas son tratadas por medio de fosas sépticas, el resto es descargado directamente a quebradas cercanas. Las aguas provenientes del uso doméstico tienen como punto de descarga las calles, generando un ambiente propicio para la proliferación de epidemias, produciendo mal aspecto visual y malos olores en la zona. En época de invierno el problema tiende a acrecentar, ya que, al no contar con un adecuado sistema de alcantarillado sanitario, el deterioro es prematuro en la red vial de la zona.

Este proyecto se complementa con las especificaciones técnicas necesarias para el correcto funcionamiento, y la elección de procesos constructivos y materiales adecuados.

Palabras Clave: estudio, diseño, alcantarillado, aguas residuales, materiales.



CENTRO DE IDIOMAS

ABSTRACT

This research is objectively focused on the study and design of the sanitary sewer system for the evacuation of wastewater in three sectors of the parish of Jerusalén, the excreta is treated using septic tanks, the rest is discharged directly to nearby ravines. The wastewater from domestic use is discharged to the streets, generating a suitable environment for the proliferation of epidemics, producing poor optical appearance and unpleasant odors in the area. In winter season, the problem tends to increase, since the lack of an adequate sanitary sewer system leads to premature deterioration in the road network of the area.

This project is complemented with the necessary technical specifications for the correct operation, and the constructive processes choice and suitable materials.

Keywords: study, design, sewerage, wastewater, materials

Azogues, 26 de febrero de 2018

EL CENTRO DE IDIOMAS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES, CERTIFICA QUE EL DOCUMENTO QUE ANTECEDE FUE TRADUCIDO POR PERSONAL DEL CENTRO PARA LO CUAL DOY FE Y SUSCRIBO.


LCDA. GABRIELA ESTRELLA G. MST.
COORDINATOR



INDICE DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
CERTIFICADO DE AUTORÍA.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT	VII
INDICE DE CONTENIDO	VIII
CAPITULO I. GENERALIDADES	12
1.1 INTRODUCCIÓN	12
1.2 JUSTIFICACIÓN	12
1.3 HIPÓTESIS.....	13
1.4 OBJETIVO GENERAL	13
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.6 Línea Base.....	14
1.6.1 Localización geográfica	14
1.6.2 Área de influencia	15
1.6.3 Características Climáticas de la Zona	15
1.6.3.1 Clima	15
1.6.4 Principal Actividad Económica.....	15
1.6.5 Servicios Públicos	16
1.6.5.1 Centros Hospitalarios y de Salud.....	16
1.6.5.2 Detalles de la Red Vial	16
1.6.6 Servicios de Agua Potable y Alcantarillado.....	17
1.6.6.1 Agua Potable	17
1.6.6.2 Alcantarillado	18
1.7 Metodología	19
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	20

2.2 Ingeniería Básica.....	20
2.2.1 Topografía:.....	20
2.2.2. Levantamiento Topográfico.....	20
2.2.3 Red de Alcantarillado.....	21
2.3 Componentes de una red de alcantarillado.....	22
2.3.1 Tuberías.....	22
2.3.1.1 Tuberías de hormigón.....	23
2.3.1.2 Tuberías de PVC.....	23
2.3.2 Ventajas de las tuberías PVC.....	25
2.3.3 Pozos de Revisión.....	25
2.3.4 Caja de Revisión.....	28
2.3.5 Conexión Domiciliaria.....	28
2.3.6 Cunetas y Sumideros.....	29
CAPITULO III. DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO.....	31
3.1 Bases De Diseño.....	31
3.1.1 Periodo De Diseño.....	31
3.1.2 Población Futura.....	31
3.1.3 Método Aritmético.....	32
3.1.4 Método Geométrico.....	33
3.1.5 Método Logarítmico.....	33
3.1.6 Calculo de la Población Futura.....	33
3.1.7 Población de Diseño.....	36
3.2 Dotación de agua.....	36
3.3 Áreas de aporte.....	38
3.4 Densidad poblacional.....	39
3.5 Coeficiente de retorno o aporte de aguas servidas (C).....	39
3.6 Caudales de diseño.....	40
3.6.1 Caudal medio de aguas domesticas.....	40
3.6.1 Caudal máximo instantáneo.....	40
3.6.2 Caudal de infiltración.....	42
3.6.3 Caudal de aguas lluvias o ilícitas.....	42
3.6.4 Caudal Sanitario.....	43
3.7 Red de tuberías y colectores.....	43
3.7.1 Características hidráulicas para tuberías plásticas.....	44
3.7.2 Características físicas para tuberías plásticas.....	44
3.7.3 Características químicas para tuberías plásticas.....	44
3.8 Velocidades de diseño.....	44
3.8.1 Condiciones hidráulicas.....	44

3.8.2 Velocidad mínima de auto limpieza.....	45
3.8.3 Velocidad máxima para colectores de PVC.....	45
3.8.4 Coeficiente de rugosidad para colectores de material PVC.....	45
3.9 Diámetro mínimo	45
3.10 Diseño Hidráulico.....	45
3.10.1 Flujo en tuberías con sección llena	47
3.10.2 Velocidad	47
3.10.3 Continuidad	47
3.10.4 Caudal.....	47
3.10.5 Flujo en tuberías con sección parcialmente llena.....	48
3.10.5.1 Área mojada.....	48
3.10.5.2 Perímetro Mojado	48
3.10.5.3 Radio Hidráulico.....	48
3.10.5.4 Ec. De Continuidad.....	48
3.10.5.5 Remplazando las ecuaciones en la fórmula de Manning.....	49
3.11 Pozos de revisión	50
3.12 Profundidades mínimas y máximas de colocación.....	50
3.13 Pendientes mínimas y máximas	50
3.13.1 Pendiente mínima.....	50
3.13.1 Pendiente Máxima.....	50
3.15 Calculo de la red de Alcantarillado Sanitario	51
3.15.1 Periodo de diseño	51
3.15.2 Poblaciones de diseño	51
3.15.3 Dotación de agua.....	51
3.15.4 Aporte de aguas servidas.....	51
3.15.5 Material de la tubería.....	51
3.15.6 Caudal de Infiltración.....	51
3.15.7 Caudal de Aguas lluvias o ilícitas	52
3.16 Diseño Hidráulico.....	52
3.17 Planos de la Red de Alcantarillado.....	52
3.18 Presupuesto.....	52
CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
4.1 CONCLUSIONES.....	53
4.2 RECOMENDACIONES	54
BIBLIOGRAFÍA.....	55

Índice de Tablas

Tabla 1: Censo Poblacional	199
Tabla 2: Tasas de crecimiento poblacional	32
Tabla 3: Metodos	344
Tabla 4: Población Futura	36
Tabla 5: Niveles de servicio de abastecimiento	37
Tabla 6: Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio	388
Tabla 7: Distancias máximas entre pozos de revisión	500

Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i> Aguas Residuales	13
<i>Figura 2.</i> Localización Geográfica.....	14
<i>Figura 3.</i> Actividad Económica	16
<i>Figura 4.</i> Vías.....	17
<i>Figura 5.</i> Planta de Agua Potable.....	18
<i>Figura 6.</i> Alcantarillado Colapsado	19
<i>Figura 7.</i> Topografía	20
<i>Figura 8.</i> Levantamiento Topográfico	21
<i>Figura 9.</i> Tubería de Hormigón	23
<i>Figura 10.</i> Tubería PVC (para alcantarillado)	24
<i>Figura 11.</i> Pozo de Revisión	27
<i>Figura 12.</i> Pozo de Revisión (corte vertical)	27
<i>Figura 13.</i> Caja de Revisión.....	28
<i>Figura 14.</i> Conexión Domiciliaria	29
<i>Figura 15.</i> Sumidero	30
<i>Figura 16.</i> Áreas de Aporte.....	39
<i>Figura 17.</i> Angulo Central θ	48

CAPITULO I. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

La Parroquia Jerusalén tiene como acción primordial de mejorar la calidad de vida de los habitantes, por lo que es importante que cuente con el sistema de alcantarillado el cual es un servicio básico primordial por salubridad evitando contaminación en la zona.

En el plan de desarrollo que ha realizado el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Jerusalén consta como una necesidad básica la realización de la red de alcantarillado, en los sectores las tres esquinas, la dolorosa, y Jerusalén bajo, que son sectores importantes de la Parroquia Jerusalén y no cuenta con este servicio.

La elaboración del plan de saneamiento básico permite determinar e identificar las alternativas para la solución de los problemas de higiene en los sectores afectados, promoviendo un adecuado manejo de aguas residuales.

Por este motivo se ha visto la necesidad de realizar una propuesta de diseño de una red de alcantarillado para estos sectores.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La implementación de una mejor calidad de vida de la localidad hace necesaria la construcción de un sistema de saneamiento de agua residual, en la actualidad se dispone de las aguas residuales en fosas sépticas, las cuales en un 50% no cumplen con el adecuado funcionamiento debido a que cumplieron con su vida útil, por lo que el agua circula de manera incorrecta hacia pastizales, cultivos y las distintas vías, donde se genera focos de contaminación e infecciones de los mantos freáticos subterráneos y cuerpos receptores superficiales.

Debido a la falta del sistema de alcantarillado el impacto negativo generado es evidente en las zonas detalladas, se hace necesaria y básica la implementación de este proyecto para evitar la contaminación.



Figura 1. Aguas Residuales
Fuente: Investigación directa (Autor)

1.3 HIPÓTESIS

Los habitantes de los tres sectores de la Parroquia de Jerusalén están de acuerdo con la realización del proyecto, porque la contaminación ambiental se evitaría de manera segura para el bienestar de los moradores, evitando plagas como la de mosquitos, malos olores y roedores, que se desarrollan por el agua residual, el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario es viable para los distintos sectores descritos, al ser la topografía factible para este tipo de proyecto.

1.4 OBJETIVO GENERAL

Diseño de la red de alcantarillado, analizando todos los factores que inciden en el desarrollo del proyecto, de los sectores Tres Esquinas, La Dolorosa y Jerusalén Bajo, de la Parroquia Jerusalén cantón Biblián, para tener la sustentabilidad necesaria y funcionalidad adecuada durante toda la vida útil del servicio, garantizando una mejor calidad de vida.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener datos actuales necesarios de la zona para el óptimo diseño de la red de alcantarillado (Censos, Planos urbanísticos)
- Recopilación de los datos topográficos en los sectores donde se realizará el diseño de la red de alcantarillado que permita la elaboración de planos de acuerdo a la normativa.
- Calculo y diseño de la red de alcantarillado para los tres sectores de la parroquia Jerusalén.

1.6 Línea Base

1.6.1 Localización geográfica



Figura 2. Localización Geográfica

Fuente: Plan de Ordenamiento Urbano de la Cabecera Parroquial de Jerusalén

La Parroquia Jerusalén está situada en la cuenca del Río Burgay, localizada en la provincia del cañar al norte del cantón Biblián, a una altura que parte de los 2.720 msnm hasta los 4.160 msnm, tiene una extensión territorial de 63,9 Km² que representa el 31,13% del total del cantón Biblián (GAD PARROQUIAL DE JERUSALEN, 2015).

“La Parroquia Jerusalén limita al Norte con la Parroquia Honorato Vázquez y

Chorocopte, al Sur y Oeste por la Parroquia Nazón y al Este por la Cabecera Cantonal Biblián” (GAD PARROQUIAL DE JERUSALEN, 2015).

1.6.2 Área de influencia

El área comprende los sectores detallados a continuación:

- Las Tres esquinas
- La Dolorosa
- Jerusalén Bajo

1.6.3 Características Climáticas de la Zona

1.6.3.1 Clima

El clima es Templado y variable, en las zonas más altas de la Parroquia están entre 4°C a 6°C, en las más bajas y se encuentra en entre los 10°C a 15°C normalmente templado; mientras tanto que en la cabecera Parroquial esta varía en un rango de 10°C a 12°C (GAD PARROQUIAL DE JERUSALEN, 2015).

1.6.4 Principal Actividad Económica

La actividad económica de mayor influencia en la Parroquia Jerusalén es la ganadería y la agricultura de acuerdo al último censo realizado, el 69,70 % de la población se dedica a la misma, mientras que el restante 30.3% de la población está dividida en las siguientes actividades, construcción, comercio al mayor y por menor, elaboración de productos alimenticios, bebidas e industrias manufactureras (GAD PARROQUIAL DE JERUSALEN, 2015).



Figura 3. Actividad Económica
Fuente: Investigación directa (Autor)

1.6.5 Servicios Públicos

1.6.5.1 Centros Hospitalarios y de Salud

La Parroquia Jerusalén cuenta con un subcentro de salud que es aprovechado por todos los habitantes de la zona, ubicada al Noroeste del centro de la misma, es de régimen público, el local es de tenencia propia y esta tiene todos los requerimientos necesarios (servicios básicos) para el correcto funcionamiento del mismo (GAD PARROQUIAL DE JERUSALEN, 2015).

1.6.5.2 Detalles de la Red Vial

“Un tema primordial es sin lugar a duda es el sistema vial, ya que es importante en cuanto se refiere al desarrollo de un territorio, para que se permita vincular las distintas actividades con eficiencia (económicas, sociales, recreativas)” (GAD PARROQUIAL DE JERUSALEN, 2015).



Figura 4. Vías

Fuente: Investigación directa (Autor)

“La mayor parte de vías que conforman la parroquia Jerusalén están diseñadas para permitir el libre acceso a los predios; el 85% de ellas posee una capa de rodadura de lastre en estado regular” (GAD PARROQUIAL DE JERUSALEN, 2015).

El estado actual en el que se mantienen las diferentes vías de la parroquia permitirá partir con nuevos proyectos y renovar las condiciones actuales de la parroquia, donde la población de la zona tienen una mejor calidad de vida, la arteria principal es la que pasa por el centro Parroquial encontrándose en su mayor extensión en estado regular (con pavimento rígido) (GAD PARROQUIAL DE JERUSALEN, 2015).

1.6.6 Servicios de Agua Potable y Alcantarillado

1.6.6.1 Agua Potable

El agua potable para esta parroquia se encuentra administrado bajo la “Junta Administrativa de Agua Potable de Jerusalén” la que está conformada por representantes que habitan en la zona y de la junta parroquial, la planta tiene un periodo de diseño de 20 años, el sistema de agua potable recibe su respectivo mantenimiento, garantizando así el apto consumo del agua para los habitantes de la parroquia, también existen lugares en donde no cuentan con el servicio debido a factores particulares en la zona, como por la topografía del lugar, distancia

prolongada 100m entre tubería matriz y viviendas. Este es el único sistema existente y lleva funcionando aproximadamente 12 años (GAD PARROQUIAL DE JERUSALEN, 2015).



Figura 5. Planta de Agua Potable
Fuente: Investigación directa (Autor)

1.6.6.2 Alcantarillado

Es considerado un servicio básico que está formado por un sistema de estructuras y tuberías tales como: matrices residenciales, pozos y colector principal respectivamente, empleadas esencialmente para la recolección y transporte de las aguas residuales generadas por los habitantes desde el lugar donde estas aguas se generan hasta el sitio en que se vierten al medio natural o planta de tratamiento (GAD PARROQUIAL DE JERUSALEN, 2015).

La Parroquia cuenta con el sistema de alcantarillado alojando aguas del centro Parroquial y algunos barrios aledaños (como La Carmela, Hondoturo) a las calles principales, algunas personas no tienen acceso a la red por diferentes motivos, en algunos casos el impedimento principal es el lugar en la que se encuentra situada la vivienda (GAD PARROQUIAL DE JERUSALEN, 2015).



Figura 6. Alcantarillado Colapsado
Fuente: Investigación directa (Autor)

La red de alcantarillado en la actualidad no cuenta con mantenimientos periódicos, ya que solo se los realiza cuando por descuido de los usuarios el sistema se obstruye o colapsa, sin embargo, el mantenimiento es necesario para su correcto funcionamiento (GAD PARROQUIAL DE JERUSALEN, 2015).

Tabla 1:

Censo Poblacional

NUMERO DE VIVIENDAS						POBLACIÓN SERVIDA			
Con Servicio			Sin Servicio			Con Servicio		Sin Servicio	
N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
118	79,19	17	11,41	14	9,4	356	83,37	71	16,63

Fuente: INEC Censo poblacional y vivienda 2010.

1.7 Metodología

El diseño de la red de alcantarillado estará regido a normas establecidas en cada región en este caso aplicado a la región sierra, también será necesario contar con el levantamiento topográfico de la zona donde se implantará el proyecto, conocer los aspectos sociales, económicos y culturales de la población teniendo en cuenta las características necesarias del lugar en donde se realizará el diseño de la red de alcantarillado.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.2 Ingeniería Básica

2.2.1 Topografía:

Es la ciencia que tiene como función, obtener los puntos sobre la superficie terrestre con sus respectivas posiciones relativas o absolutas en el planeta Tierra, para realizar la representación gráfica de una porción limitada de terreno en un plano; estudia las formas y técnicas adecuadas para realizar mediciones de forma apropiada de un terreno y a su vez obtener una representación gráfica o analítica con una escala requerida (ALCANTARA GARCIA, 2014).

La Parroquia Jerusalén cuenta con una topografía variada e irregular teniendo pendientes entre el 2% y 65 % en los diferentes sectores de la Parroquia. El área de la zona de estudio presenta una topografía irregular.



Figura 7. Topografía

Fuente: Investigación directa (Autor)

2.2.2. Levantamiento Topográfico

“Es un conjunto de operaciones realizadas en campo (terreno), con los instrumentos adecuados (estación total, GPS, prismas) donde vamos obtener mediciones, triangulaciones, requeridas para conseguir la información imprescindible al momento de efectuar un proyecto determinado.” (ALCANTARA GARCIA, 2014)

En la realización del levantamiento topográfico para la red de alcantarillado, se requiere tener en cuenta; las características naturales del terreno, accidentes geográficos, ríos, pendientes, para así obtener; la característica transversal de la vía, curvas verticales (puntos relevantes), detalles como curvas de nivel, eje de la vía, puntos de referencia y las abscisas del proyecto.



Figura 8. Levantamiento Topográfico
Fuente: Investigación directa (Autor)

2.2.3 Red de Alcantarillado

La red de alcantarillado está conformada por un grupo de tuberías, conexiones de los domicilios, pozos y algunos elementos complementarios esenciales para el acopio y transporte de las aguas residuales generadas por los habitantes en una zona determinada. Al no existir estas redes la recolección de aguas residuales, se estaría exponiendo la salud de los moradores de las zonas afectadas por estar expuestas directamente al riesgo de padecer enfermedades epidemiológicas que se producen por las aguas residuales al no ser evacuadas de una manera correcta y apropiada (LÓPEZ CUALLA, 2004, p. 341).

Origen de las aguas residuales:

- Aguas residuales domésticas son las que se generan dentro del domicilio y se originan en cocinas, lavaderos, inodoros, entre otros.

- Aguas residuales industriales. Generadas en plantas donde existen procesos industriales, por su compleja composición, pueden contener elementos tóxicos (plomo, mercurio, níquel, cobre) y otros.
- Aguas lluvias. Producidas por la precipitación pluvial las cuales arrastran sedimentos por la acción de arrastre que producen las mismas, pueden llegar a tener un alto contenido de sólidos en suspensión (LÓPEZ CUALLA, 2004, p. 341).

2.3 Componentes de una red de alcantarillado

2.3.1 Tuberías

La tubería de alcantarillado compuesta por una longitud estandarizada y conexiones acoplados mediante un sistema de unión (abrazaderas, tipo espiga campana) tiene como función primordial el acopio y transporte de las aguas residuales. Para la selección del material de la tubería de alcantarillado, existen consideraciones a tomar en cuenta como: resistencia mecánica, resistencia del material, vida útil, capacidad de conducción, características del agua, economía, maniobrabilidad, fácil emplazamiento, ductilidad en su diseño y que sea de fácil manteniendo y reparación (AGUA C. N., 2009).

Tuberías que conforman la red de alcantarillado:

- Laterales o iniciales: es la tubería que recibe la descarga de los desagües que sale de la edificación al sistema de alcantarillado.
- Secundarias: tubería que recibe las descargas sanitarias de las tuberías laterales, y los conduce hasta las tuberías secundarias.
- Colectores secundarios: tubería que conduce el agua residual de las tuberías secundarias a la tubería matriz.
- Colector principal: tubería que recibe el agua residual de las tuberías secundarias.
- Emisario final: tubería que tiene como punto final de descarga del agua residual en la planta de tratamiento.

- Interceptor: colector tendido paralelamente a lo largo del río o canal (LÓPEZ CUALLA, 2004, p. 343).

2.3.1.1 Tuberías de hormigón

Las tuberías de hormigón están fabricadas con una mezcla con un elevado porcentaje de cemento hidráulico para luego ser colocado en moldes de metal de distintos diámetros, las tuberías de hormigón para alcantarillado suelen ser fabricados de varias maneras, entre los más conocidos tenemos; vibración simple, centrifugación, giro-compresión, vibro compresión. Ventajas de las tuberías de hormigón; pueden ser fabricadas de varias de resistencias, tienen la posibilidad de ser fabricado en el mismo lugar de la obra, bajo coeficiente de rugosidad $n = 0.013$, no presentan problemas de flotación (COMISION NACIONAL DEL AGUA, 2009).



Figura 9. Tubería de Hormigón
Fuente: Investigación directa (Autor)

2.3.1.2 Tuberías de PVC

Denominad así al policloruro de vinilo, que no es más que un plástico que surge de la polimerización del monómero de cloro etileno, el PVC en estado natural es un polvo amorfo (que toma cualquier forma) y de coloración blanquecina, que sometido a procesos industriales obtenemos como resultado un plástico el cual se puede utilizar de distintas maneras, y con este elemento se pueden fabricar distintos objetos con características flexibles o rígidas como las

tuberías de alcantarillado (COMISION NACIONAL DEL AGUA, 2009).

“Una de las propiedades en particular que resulta ser de mucha importancia del PVC es que es termoplástico: cuando es expuesta al calor es moldeable y puede tomar la forma requerida con facilidad, y al bajar la temperatura esta es rígida nuevamente y no pierde su nueva fisonomía.” (COMISION NACIONAL DEL AGUA, 2009)



Figura 10. Tubería PVC (para alcantarillado)
Fuente: Investigación directa (Autor)

En el diseño propuesto se utilizará tuberías de PVC que según las especificaciones técnicas del fabricante (Novafort plastigama), soportan velocidades de hasta 8m/s. (NOVAFORT PLASTIGAMA, 2014)

(Ver Anexo A)

La red de alcantarillado está constituida por otras estructuras hidráulicas diseñadas y construidas para el eficiente funcionamiento de la red de alcantarillado detalladas a continuación:

- Pozos de revisión.
- Cámaras de caída.
- Colectores.
- Cajas de revisión.

- Sumideros y rejillas.
- Conexiones domiciliarias (LÓPEZ CUALLA, 2004, p. 347).

En el medio actual la mayor demanda es la tubería de PVC, esta posee ventajas (fácil colocación, tiempo de colocación), generando facilidades en la ejecución del proyecto.

2.3.2 Ventajas de las tuberías PVC

- Aproximadamente 50 años de vida útil.
- Bajos Costos de transporte.
- No padece de corrosión y es de muy buena resistencia a los gases que se producen en las redes de alcantarillado.
- Alta resistencia al desgaste por abrasión.
- Los desperdicios que se producen por rotura cuando son transportadas es mínimo, también es de fácil manipulación a la hora de ser colocada e instalada.
- Al momento de la instalación no requiere la utilización de equipo pesado.
- El mantenimiento y limpieza se lo puede realizar con facilidad (PLASTIGAMA, 2017)

2.3.3 Pozos de Revisión

Los pozos de revisión, elementos estructurales los cuales cumplen y permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de Alcantarillado, además facilitan la unión de dos o más tuberías y los cambios de diámetro, dirección y pendiente, también para las aplicaciones, reparaciones, de las tuberías incidentes (de diferente material o tecnología.). Estos pozos de revisión pueden ser prefabricados o contruidos en sitio de la obra (COMISION NACIONAL DEL AGUA, 2009).

En las redes de alcantarillado se producen cambios de pendientes por lo que se colocarán pozos de revisión, también en los cambios de dirección y confluencias de los colectores. La distancia máxima que debe de existir entre pozos en este diseño será de 100m

Se podrán colocar a distancias mayores dependiendo de las características topográficas del proyecto, teniendo en cuenta la consideración de distancia máxima entre pozos de acuerdo al diámetro de la tubería utilizada y no exceda a la requerida para los equipos de limpieza (AGUA S. D., 2010).

“Los pozos de revisión en una red de alcantarillado sanitario tendrán que estar bien ubicados para evitar el flujo de esorrentía pluvial de lo contrario se diseñaran tapas herméticas evitando de esta manera la filtración de la esorrentía superficial” (AGUA S. D., 2010).

“El ancho superior tendrá como dimensión mínima 0.60m. Para el cambio de diámetro a lo largo del pozo se realizará utilizando un tronco de cono excéntrico, para que el ingreso al interior del pozo no sea dificultoso” (AGUA S. D., 2010).

En cuanto al fondo de los pozos de revisión tendrán cuantos canales sean necesarios garantizando el adecuado flujo del agua a través del mismo. Los canales tienen que ser lo más continuos posible a la tubería de entrada y la que sale del mismo; así se garantiza tener una sección transversal en forma de U (AGUA S. D., 2010).

La descarga libre tendrá como altura máxima 0.60 m. Si la altura es superior a la máxima, el diámetro del pozo se agrandará y se colocará una tubería dentro del mismo, el cual recoja el chorro de agua y lo lleve hasta el fondo evitando el contacto directo a la pared del pozo. El diámetro máximo de la tubería de salto será 300 mm (AGUA S. D., 2010, p. 291-292).

Cuando existan altas velocidades en la red de alcantarillado mayores a 8 m/s (NORMA INEN p.27). En las tuberías, se aplicarán saltos de transición los cuales tienen como propósito disminuir la velocidad del agua residual en la red de alcantarillado (AGUA S. D., 2010, p. 291-292).

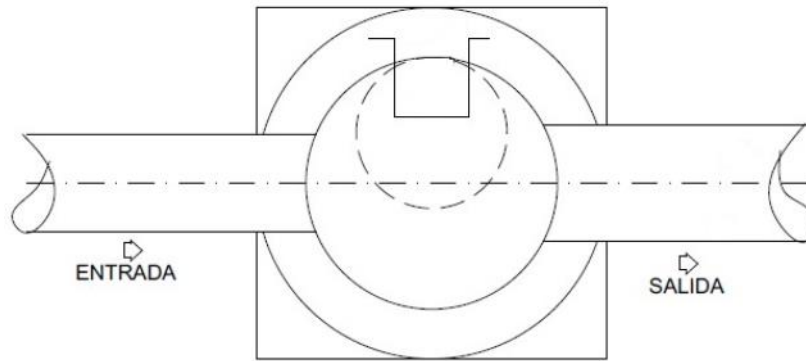


Figura 11. Pozo de Revisión

Fuente: Comisión Nacional del Agua - Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (2009)

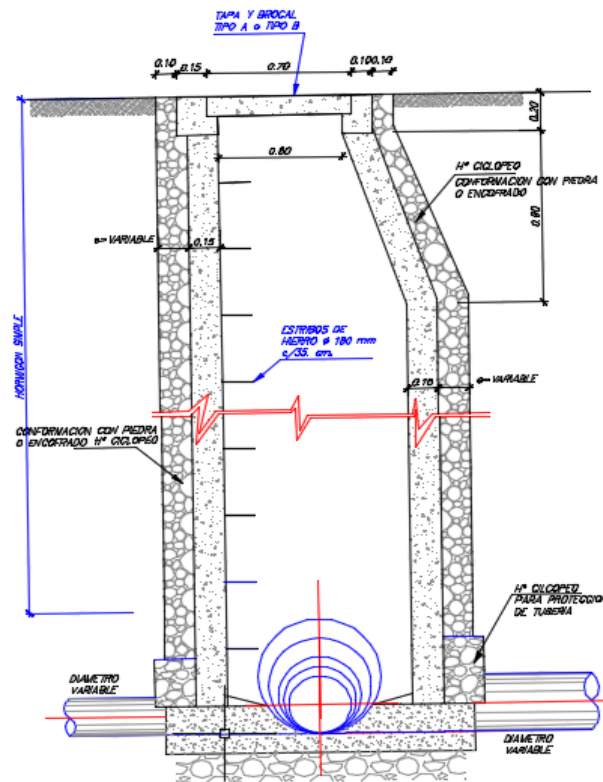


Figura 12. Pozo de Revisión (corte vertical)

Fuente: Investigación directa (Autor)

2.3.4 Caja de Revisión

La caja de revisión es una estructura con la que empieza la conexión domiciliaria hacia el colector principal, con el objetivo de permitir la limpieza adecuada de la misma por lo que en su diseño se tendrá que tener en cuenta este propósito, la sección mínima estará en 0.60m x 0.60m y la profundidad la adecuada en cada caso (AGUA S. D., 2010, p. 293).

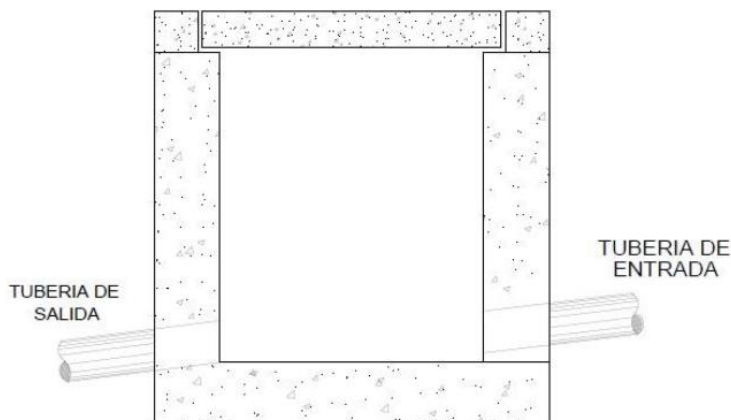


Figura 13. Caja de Revisión

Fuente: Comisión Nacional del Agua - Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (2009)

2.3.5 Conexión Domiciliaria

Es la descarga domiciliaria o (albañal) que es la tubería encargada en dar paso a las aguas servidas desde el interior del domicilio a la tubería principal o pozo de revisión, la conexión entre la tubería principal y el albañal debe ser hermética, si la tubería de interconexión es de 10 cm de diámetro debe tener una pendiente mínima de 2%. (COMISION NACIONAL DEL AGUA, 2009).

El albañal o conexión domiciliaria en la red de alcantarillado tendrán un diámetro mínimo de 0.10 m para sistemas sanitarios, 0.15 m para sistemas pluviales o combinados y una pendiente mínima del 1%, teniendo en cuenta que la entrada forme un ángulo de 45 grados respecto del eje de la tubería principal.

La conexión de las descargas domiciliares en el colector se realizará: mediante una pieza

especial (silleta) la cual garantiza la estanqueidad de la unión y el flujo adecuado en la tubería (AGUA S. D., 2010, p. 293).

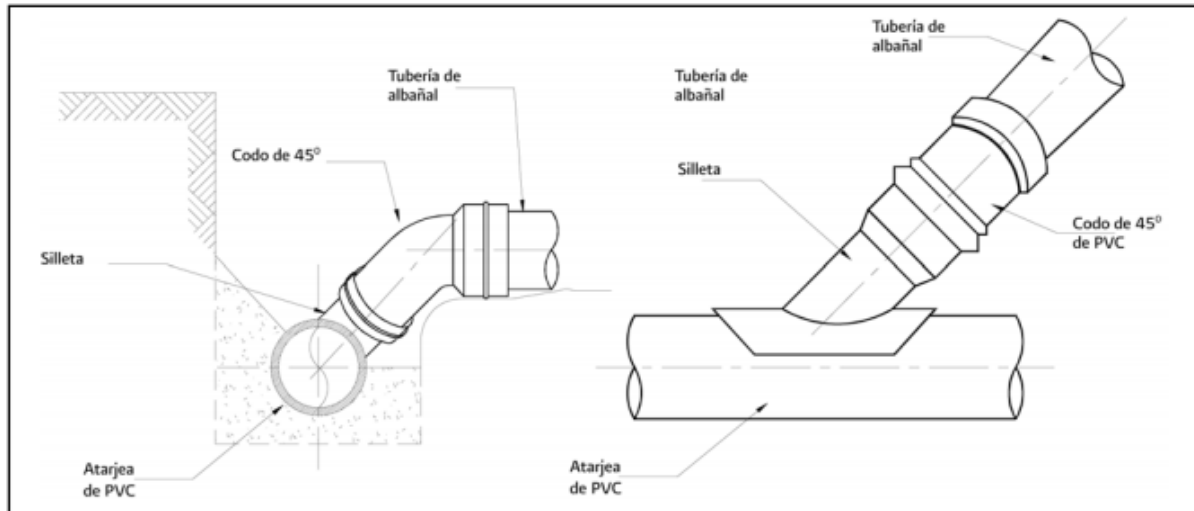


Figura 14. Conexión Domiciliar

Fuente: Comisión Nacional del Agua - Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (2009)

2.3.6 Cunetas y Sumideros

Los sumideros son estructuras que como finalidad tienen la de recolectar el agua de la escorrentía superficial de las vías y depositarla en la red de alcantarillado ubicados en los lados de la vía, antes del cruce peatonal en cada bloque de casas y en todos los puntos bajos de las vías (COMISION NACIONAL DEL AGUA, 2009).

“Se puede obtener un drenaje eficiente al tomar como referencia la pendiente mínima del 4% en las cunetas, se podrán utilizar pendientes menores si es que la situación así lo amerita” (AGUA S. D., 2010).

Los sumideros deben instalarse:

- Cuando el agua supera la capacidad de las cunetas.
- En los puntos bajos, donde se acumula el agua de la escorrentía.
- Otros puntos, donde la disposición de vías y manzanas lo haga necesario.

Para el diseño del sumidero deberá considerarse la pendiente de la cuneta, el caudal del

proyecto, la distancia, tipo de pavimento, las posibilidades de obstrucción y las interferencias con el tráfico vehicular (AGUA S. D., 2010).

La descarga del agua que ingresa a los sumideros se la conduce a los pozos de revisión. En tramos donde las vías superan las distancias de (25m a 30m), o pendientes muy pronunciadas, se incrementarán el número de sumideros o caso contrario se cambiarán las medidas de los mismos (AGUA S. D., 2010, p. 294).



Figura 15. Sumidero

Fuente: Investigación directa (Autor)

CAPITULO III. DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

3.1 Bases De Diseño

Los parámetros de diseño adoptados para el dimensionamiento de la red de alcantarillado sanitario están basados de acuerdo a las Normas de Diseño de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y el INEN parte 9.2:1997 - 2011 donde estas nos conllevan de una manera adecuada y segura a un diseño optimo y funcional el cual nos permite garantizar el correcto funcionamiento de la red de alcantarillado en la zona a realizarse (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION; INEN NORMAS , 1997-2011).

3.1.1 Periodo De Diseño

La Norma Inen (1997 - 2011) presenta las siguientes especificaciones:

- El periodo de diseño es de 20 años.
- Considerar la vida útil de los equipos que se utilizaran respectivamente al momento del diseño.
- Se tomará el periodo de diseño distinto solo cuando la población es mayor en valor de 1,35 veces la población actual, por lo que se tomara un periodo de diseño menor al detallado inicialmente.
- El periodo de diseño es el factor con el cual se determinará el tamaño del proyecto el mismo que está basado en la población la cual se beneficiará. (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION; INEN NORMAS , 1997-2011, p. 18)

3.1.2 Población Futura

Para el cálculo de la población futura se tiene en cuenta la población actual determinada, para este diseño utilizaremos tres métodos:

- Método Aritmético
- Método Geométrico

- Método Logarítmico

(INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION; INEN NORMAS, 1997-2011)

“Cuando se realiza el cálculo para la tasa de crecimiento poblacional, se tendrá en cuenta como base los datos estadísticos obtenidos en los censos nacionales y recuentos sanitarios” (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION; INEN NORMAS, 1997-2011).

A falta de datos, se adoptará para la proyección geométrica, los índices de crecimiento indicados en la tabla siguiente:

Tabla 2:

Tasas de crecimiento poblacional.

REGIÓN GEOGRÁFICA	r (%)
Sierra	1,0
Costa, oriente y Galápagos	1,5

Fuente: INEN parte 9.2, pág. 18.

3.1.3 Método Aritmético

Para el cálculo poblacional con el método aritmético se utiliza la siguiente fórmula:

$$P_f = P_a (1 + r \cdot n) \quad (3.1)$$

En donde:

P_f = Población futura (hab)

P_a = Población actual (hab)

n = Número de años a proyectar

r = Tasa de crecimiento anual

3.1.4 Método Geométrico

Para el cálculo de la población con el método geométrico se utiliza la siguiente fórmula:

$$P_f = P_a (1 + r)^n \quad (3.2)$$

En donde:

P_f = Población futura (hab)

P_a = Población actual (hab)

n = Número de años a proyectar

r = Tasa de crecimiento anual

3.1.5 Método Logarítmico

Para el cálculo de la población con el método logarítmico se utiliza la siguiente fórmula:

$$P_f = P_a e^{r \cdot n} \quad (3.3)$$

En donde:

P_f = Población futura (hab)

P_a = Población actual (hab)

n = Número de años a proyectar

r = Tasa de crecimiento anual

3.1.6 Calculo de la Población Futura

Mediante los 3 métodos indicados anteriormente se procedió a calcular la población futura para los tres sectores:

- Las Tres Esquinas
- La Dolorosa
- Jerusalén bajo.

La población actual que van a ser servidas en las 3 comunidades con el sistema de alcantarillado son las siguientes:

- Las Tres Esquinas: 65 hab
- La Dolorosa: 80 hab
- Jerusalén Bajo: 65 hab

Estos datos fueron obtenidos del censo que se realizó para el desarrollo del “PLAN DE ORDENAMIENTO PARROQUIAL DE JERUSALEN”

Obteniendo un total de 210 habitantes que es la población actual de los sectores designados para el diseño de la red de alcantarillado, teniendo en cuenta que es una sola red para los tres sectores.

Tabla 3: Métodos

METODO GEOMETRICO

$$P_f = P_a (1 + r)^n$$

$P_a =$	210	hab
$r =$	1.0%	
$n =$	20	años
$P_f =$ 256 hab		

METODO ARITMETICO

$$P_f = P_a (1 + r.n)$$

$P_a =$	210	hab
$r =$	1.0%	
$n =$	20	años
$P_f = 252 \text{ hab}$		

METODO LOGARITMICO

$$P_f = P_a e^{r.n}$$

$P_a =$	210	hab
$r =$	1.0%	
$n =$	20	años
$P_f = 257 \text{ hab}$		

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: El Autor

3.1.7 Población de Diseño

Tabla 4.

Población futura

Zonas	Población futura
Las tres Esquinas, La Dolorosa y Jerusalén bajo	252 hab

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: El Autor

3.2 Dotación de agua

La dotación de agua se basa en:

- Definir la dotación de agua por habitante
- El consumo de agua a nivel de cada domicilio
- Clima
- Tamaño de la población
- Características económicas, culturales
- Consumo medio de la zona

A falta de datos la dotación de agua será dependiendo de los diferentes niveles de servicio que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4:

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 económicas del usuario.
	DE	
Ia	AP	Grifos públicos.
	DE	Letrinas sin arrastre de agua
Ib	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño.
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua.
IIa	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua
IIb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa.
	DRL	Sistema al alcantarillo sanitario.
Simbología utilizada: AP: agua potable DE: disposiciones de excretas DRL: disposición de residuos líquidos.		

Fuente: INEN, parte 9.2, p19.

Donde:

Nivel Ia: Es adecuado para localidades pequeñas, dispersas que disponen de fuentes alternas para lavado de ropa y baño,

Nivel Ib: Apropiado para localidades concentradas en pequeñas áreas, que no disponen de fuentes adecuadas y de fácil acceso para baño y lavado de ropa.

Nivel IIa: Este nivel es conveniente para localidades más desarrolladas, con capacidad económica para mantener un sistema con conexiones domiciliarias al nivel de patio, y con capacidad organizativa para administrar la operación y mantenimiento del sistema. El tipo de letrina con o sin arrastre de agua, se seleccionará a base de las preferencias de los usuarios y de las condiciones del suelo.

Nivel Il**b**: Apropiado para localidades desarrolladas, en las que las viviendas prevén varios puntos de abastecimiento de agua (baños, inodoros, lavabos, fregadero de cocina, etc.). Dado el volumen de aguas residuales a producirse, en este caso se requiere de un sistema de alcantarillado sanitario para su evacuación (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION; INEN NORMAS, 1997-2011,p.33-34).

Tabla 5:

Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRÍO (L/hab*día)	CLIMA CÁLIDO (l/hab*día)
Ia	25	30
Ib	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

Fuente: INEN, parte9.2, p19.

De acuerdo a la tabla 5 para niveles de servicio, nos basamos en la descripción, luego escogemos la de sistemas de alcantarillado sanitario y el tipo de sistema DRL: disposición de residuos líquidos, en donde se obtuvo que el nivel de servicio es (IIb).

Para la obtención de la dotación dada en la tabla 5 y de acuerdo al nivel de servicio y el tipo de clima se eligió una dotación $D = 75$ l/hab*día para los tres sectores.

3.3 Áreas de aporte

El área de aportación a cada colector se consigue de acuerdo al plano topográfico, entonces el área bruta a cada colector se obtiene generando las diagonales a lo largo del proyecto y multiplicando por la densidad poblacional.

Al realizar la delimitación de las áreas hay que tomar en cuenta el trazado de los colectores, con base en la topografía del terreno estipulando áreas a lo largo de la tubería tomando como base limite la distancia entre pozo y pozo de acuerdo a las figuras geométricas que existen en el trazado (LÓPEZ CUALLA, 2004)



Figura 16. Áreas de Aporte
Fuente: Investigación directa (Autor)

3.4 Densidad poblacional

La densidad poblacional obtenemos dividiendo el número de habitantes que existen y el área que ocupan los mismos, lo que indica el grado de concentración de personas en el territorio.

$$D_p = \frac{P_f}{A_p} \quad (3.4)$$

Donde:

D_p = densidad poblacional (Hab/Ha)

P_f = Población futura

A_p = Área del proyecto

3.5 Coeficiente de retorno o aporte de aguas servidas (C)

El coeficiente de retorno es la relación entre el volumen de agua residual que llega a las alcantarillas y el volumen de agua abastecida.

El coeficiente de aporte de aguas servidas esta entre el 70 y 80 % de la dotación de agua potable.

Por lo tanto, para el cálculo se tomará en cuenta el 80% de la dotación de agua potable, es por ello que el valor de $C = 0.80$. (LÓPEZ CUALLA, 2004)

3.6 Caudales de diseño

Para el cálculo del caudal de diseño se considera:

- La sumatoria del caudal de aguas residuales o domésticas
- Un caudal de infiltración
- Un aporte de aguas lluvias o ilícitas.

3.6.1 Caudal medio de aguas domesticas

El caudal medio de aguas domesticas se estima utilizando la siguiente expresión:

$$q_m = \frac{C.P.D}{86400} \quad (3.4)$$

En donde:

q_m : Caudal medio diario de aguas domésticas (l/s).

C : Coeficiente de retorno o aporte de aguas servidas.

D = Dotación de agua potable en (l/hab/día).

P = Población servida (hab).

INEN, parte 9.2, p19, 20.

3.6.1 Caudal máximo instantáneo

Para obtener el caudal máximo instantáneo se lo realiza multiplicando el caudal medio por el factor de mayoración M :

Donde:

3.6.1.1 Para poblaciones menores a mil habitantes el factor de mayoración está dado por la siguiente fórmula:

$$\mathbf{M} = \frac{\mathbf{5}}{\mathbf{P^{0.2}}} \quad (\text{Ec. de Babbit}) \quad \mathbf{(3.5)}$$

(LÓPEZ CUALLA, 2004, p. 393).

3.6.1.2 Para poblaciones entre mil y un millón de habitantes el factor de mayoración está dado por la siguiente formula:

$$\mathbf{M} = \left[\frac{\mathbf{18 + \sqrt{P}}}{\mathbf{4 + \sqrt{P}}} \right] \quad (\text{Ec. de Harmon}) \quad \mathbf{(3.6)}$$

(LÓPEZ CUALLA, 2004, p. 393).

En donde:

M: Factor de mayoración

P: Población en miles de habitantes

El caudal máximo instantáneo de aguas servidas es:

$$\mathbf{q_{max} = q_m \cdot M} \quad (\text{Caudal máximo instantáneo}) \quad \mathbf{(3.7)}$$

(INEN, parte9.2, p.20)

En donde:

q_{max} : Caudal máximo de aguas residuales domésticas en l/s.

q_m : Caudal medio de aguas residuales en l/s.

M : Factor de mayoración.

3.6.2 Caudal de infiltración

Es el caudal que se genera por deficiencia en los diferentes elementos (uniones con mal sellado entre tuberías, cajas y pozos de revisión defectuosos entre otros) de la red de alcantarillado que al contener anomalías permiten que el agua existente en el suelo ingrese a las tuberías y otros elementos de la red de alcantarillado (OPS/CEPIS, 2005)

Para este caudal se tiene en consideración lo siguiente:

- Cuanto más arriba está el nivel freático de la tubería.
- Precaución al momento de construir los pozos de revisión basándose en las medidas y el tipo de los mismos.
- La unión utilizada y el material de la que está constituida la tubería (OPS/CEPIS, 2005,p.20).

Entonces se podrá adoptar una tasa equivalente a 1,0 l/s/Km como caudal de infiltración, para tuberías de hormigón y 0,1 l/s/km para tubería plástica PVC.

Para el presente diseño de red de alcantarillado la tasa de infiltración será igual a cero “0” ya que se trabajará con tubería PVC con unión con sellado elastomérico.

3.6.3 Caudal de aguas lluvias o ilícitas

Caudales que provienen de las malas conexiones, conexiones domesticas clandestinas que se incorporan a la red de alcantarillado. En donde el caudal generado a causa de las malas conexiones varía en un porcentaje entre el (5% al 10%) del caudal máximo horario de aguas residuales (OPS/CEPIS, 2005).

Se puede estimar un valor que se encuentra entre 0.001 y 0.003 lt/s/hab, en este diseño consideraremos un valor de 0.002 lt/s/hab para el cálculo.

$$Q_{ilicinas} = 0.002 \text{ lt/s/hab} * \# \text{ Hab} \quad (3.8)$$

(OPS/CEPIS,2005, p.21).

3.6.4 Caudal Sanitario

El caudal sanitario total, el mismo que se utilizara para el dimensionamiento del sistema de recolección es igual:

Al caudal máximo simultáneo de aguas servidas más el caudal de infiltración y más el caudal de aguas lluvias o ilícitas:

$$Q_{san} = q_{max} + q_{inf} + q_{ilic} \quad (3.9)$$

Donde: $q_{inf}=0$ (explicado en 3.6.2)

(INEN, parte 9.2, p. 26)

En el diseño de un sistema de alcantarillado es recomendable emplear un caudal mínimo, (2.2 l/s) especialmente en las que se encuentran en tramos iniciales o donde no se disponga información para los cálculos. Es decir, se debe emplear la ecuación (3.9) para calcular el caudal sanitario pero sujeto a un mínimo valor especificado. (OPS/CEPIS, 2005)

3.7 Red de tuberías y colectores

El diseño de la nueva red de alcantarillado se lo realizará tratando de seguir en lo posible la pendiente del terreno natural.

El modelo ah emplearse va estar en función de criterios y parámetros de diseño como: velocidades máximas, tasas de infiltración, coeficiente de rugosidad, en nuestro medio los tipos de colectores más empleados en la construcción son los de (PVC) (COMISION NACIONAL DEL AGUA, 2009).

Luego de realizar un análisis detallado obtenemos que los colectores de PVC presentan mejores ventajas técnicas en relación a los de hormigón con una menor rugosidad, mayor

impermeabilidad y aptitud para conducir flujos a mayores velocidades, lo cual se traduce en una mayor capacidad hidráulica para un mismo diámetro real. (COMISION NACIONAL DEL AGUA, 2009)

3.7.1 Características hidráulicas para tuberías plásticas

- Menor pérdida de carga, debido a la lisura de su superficie interior
- Inexistencia de depósitos e incrustaciones en la sección interior (COMISION NACIONAL DEL AGUA, 2009).

3.7.2 Características físicas para tuberías plásticas

- Elevadas tensiones de diseño, haciendo posible un espesor menor
- Ligereza que facilita transporte, manipulación e instalación, disminuyendo su costo (COMISION NACIONAL DEL AGUA, 2009).

3.7.3 Características químicas para tuberías plásticas

- Estabilidad química del material que impide su descomposición
- Ausencia de oxidación y corrosión
- Alta resistencia al fuego Auto extinguidos. No se funden formando gotas de material en combustión (COMISION NACIONAL DEL AGUA, 2009).

3.8 Velocidades de diseño

3.8.1 Condiciones hidráulicas

El flujo del agua residual en las diferentes tuberías de la red de alcantarillado debe cumplir con el escurrimiento óptimo, para evitar la sedimentación de la materia dentro de las distintas tuberías que conforman la red, teniendo en cuenta el desgaste de las tuberías.

Velocidad mínima; para el diseño de la red de alcantarillado es 0,45 m/s

Velocidad máxima; la velocidad máxima depende del tipo de material de las tuberías con las que se esté y deberá cumplir con las especificaciones propias del fabricante (SSA, ex – IEOS, p.52).

3.8.2 Velocidad mínima de auto limpieza

No menor a 0.45 m/s pero se considera que esta velocidad por preferencia sea mayor a 0.6 m/s para evitar acumular sedimentos en las tuberías de la red de alcantarillado (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION; INEN NORMAS, 1997-2011).

3.8.3 Velocidad máxima para colectores de PVC

En vista que se va a trabajar con tubería PVC la velocidad es de 8m/s según especificaciones del fabricante de las tuberías a emplearse en este proyecto (NOVAFORT PLASTIGAMA, 2014).

3.8.4 Coeficiente de rugosidad para colectores de material PVC

$$n= 0.011$$

(INEN, parte 9.1, p.190)

3.9 Diámetro mínimo

El diámetro mínimo para diseño de alcantarillado sanitario es de 200 mm.

(SSA, ex – IEOS, p.52)

3.10 Diseño Hidráulico

Considerando que el flujo en las tuberías de alcantarillado será uniforme y permanente, donde el caudal y la velocidad media permanecen constantes en una determinada longitud de conducto.

Los diseños hidráulicos de las redes de alcantarillado se realizarán mediante la utilización de hoja electrónica.

Para los cálculos hidráulicos se pueden emplear las siguientes ecuaciones:

Para el diseño hidráulico del sistema se utiliza la fórmula de Manning para alcantarillados que funcionan a tubo lleno:

Ecuación de Manning para la velocidad:

$$V = \frac{1.49}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Para tuberías a sección llena}) \quad (3.10)$$

Donde:

V = Velocidad (m/s).

R = Radio hidráulico (m).

J = Pendiente (m/m).

n = Coeficiente de rugosidad (adimensional).

Donde n = 0,013 tuberías de H.S. (Hormigón Simple)

n = 0,015 colectores de H.A. (Hormigón Armado)

n = 0,011 tubería PVC

El Radio Hidráulico se define como $R = \frac{A_m}{P_m} \quad (3.11)$

Donde:

A_m : Área de la sección mojada (m²)

P_m : Perímetro de la sección mojada (m)

3.10.1 Flujo en tuberías con sección llena

Paras tuberías a sección llena el Radio Hidráulico se calcula como sigue:

$$R = \frac{D}{4} \quad (\text{Para tuberías a sección llena}) \quad (3.12)$$

Dónde: D = diámetro (m)

Sustituyendo el valor de (**R**) en la fórmula de Manning para tuberías a sección llena se tiene:

3.10.2 Velocidad

$$V = \frac{0.397}{n} \cdot D^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Para tuberías a sección llena}) \quad (3.13)$$

3.10.3 Continuidad

$$Q=VA \quad (3.14)$$

3.10.4 Caudal

$$Q = \frac{0.312}{n} \cdot D^{\frac{8}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Para tuberías a sección llena}) \quad (3.15)$$

3.10.5 Flujo en tuberías con sección parcialmente llena

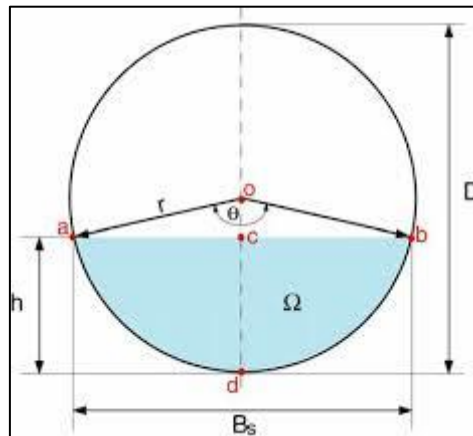


Figura 17. Angulo Central θ
Fuente: Investigación directa (Autor)

Los elementos hidráulicos, se calculan utilizando las siguientes expresiones, que están en función del ángulo central θ , y del diámetro (D) de la tubería.

3.10.5.1 Área mojada

$$A = \frac{D^2}{8} \left(\frac{\pi}{180} \theta - \text{sen } \theta \right) \quad (3.16)$$

(Para tuberías con sección parcialmente llena)

3.10.5.2 Perímetro Mojado

$$P = \frac{\pi}{360} D \theta \quad (3.17)$$

(Para tuberías con sección parcialmente llena)

3.10.5.3 Radio Hidráulico

$$R = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{180 \text{sen } \theta}{\pi \theta} \right) \quad (3.18)$$

(Para tuberías con sección parcialmente llenas)

3.10.5.4 Ec. De Continuidad

$$Q = VA \quad (3.14)$$

3.10.5.5 Remplazando las ecuaciones en la fórmula de Manning

$$Q = \frac{R^{2/3} J^{1/2} A}{n} \quad (\text{Para tuberías a sección llena}) \quad (3.19)$$

Donde:

Q = Caudal a sección llena (m³/s)

R = radio hidráulico (m).

J = pendiente (m/m).

n = coeficiente de rugosidad

Tenemos que:

$$Q = \frac{C}{n} \left(\frac{\pi}{180} \theta \right)^{-2/3} \left(\frac{\pi}{180} \theta - \text{sen } \theta \right)^{5/3} D^{8/3} J^{1/2}$$

(Para tuberías con sección parcialmente llena) (3.20)

Donde θ es el ángulo central en grados

C = 0.0496 en el sistema internacional

C = 0.0737 en el sistema Ingles

La profundidad de flujo (**h**) se calcula mediante la siguiente expresión.

$$h = y = \frac{D}{2} \cdot \left(1 - \cos \frac{\theta}{2} \right) \quad (3.21)$$

3.11 Pozos de revisión

Tabla 6:

Distancias máximas entre pozos de revisión.

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (mm)	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE POZOS (m)
Menor a 350	100
400 - 800	150

Fuente: INEN, parte 9.2, p27.

3.12 Profundidades mínimas y máximas de colocación

Las profundidades mínimas y máximas de colocación sobre la clave son las siguientes:

- Profundidad mínima: 1,20 m sobre la clave de la tubería (Vías Vehiculares)
- Profundidad mínima: 0.75 m sobre la clave de la tubería (Vías Peatonales)
- Profundidad máxima: 5,0 m sobre la clave de la tubería

(OPS/CEPIS, Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado, 2005, p.37)

3.13 Pendientes mínimas y máximas

3.13.1 Pendiente mínima

Se establece la pendiente mínima (0.8%) de la tubería, donde se considera que el valor de la pendiente en la tubería sea la que no permita la acumulación de sedimentos garantizando el adecuado flujo del agua residual, por lo tanto, la limpieza y el control de gases va a ser el adecuado en la red de alcantarillado. (OPS/CEPIS, 2005).

3.13.1 Pendiente Máxima

Se establece la pendiente máxima de la tubería en el valor de 32.5 % que no exceda la velocidad máxima (8m/s) (NOVAFORT PLASTIGAMA, 2014).

3.15 Calculo de la red de Alcantarillado Sanitario

Datos:

3.15.1 Periodo de diseño

El periodo de diseño recomendado en la (Norma INEN, 1997, p.18) para sistemas alcantarillado y de disposición de residuos líquidos es 20 años.

3.15.2 Poblaciones de diseño

Población: 252 hab

3.15.3 Dotación de agua

Basándonos en la normativa indicada se utilizará una dotación de agua de $D=75$ l/hab*día para las tres comunidades.

3.15.4 Aporte de aguas servidas

Para el cálculo se tomará en cuenta el 80% de la dotación de agua potable, es por ello que el valor de $C = 0.80$.

3.15.5 Material de la tubería

Se utilizará tubería de PVC de $\varnothing=220$ mm de diámetro nominal y diámetro interior de $\varnothing=200$ mm, que son tuberías comerciales que existen en el mercado.

El diámetro mínimo para alcantarillado sanitarios es $\varnothing=200$ mm recomendado por la normativa.

(SSA, ex – IEOS, p.52)

Nota: Como ejemplo se muestra un catálogo de tuberías de diferentes diámetros.

3.15.6 Caudal de Infiltración

De acuerdo a mi criterio el caudal de infiltración será igual a cero por tratarse de tubería PVC.

3.15.7 Caudal de Aguas lluvias o ilícitas

Se puede estimar un valor que se encuentra entre 0.001 y 0.003 lt/s/hab, de acuerdo a mi criterio consideraremos un valor de 0.001 lt/s/hab para el cálculo.

$$Q_{ilícitas} = 0.001 \text{ lt/s/hab} * \# \text{ Hab} \quad (3.8)$$

3.16 Diseño Hidráulico

Los diseños hidráulicos de las redes de alcantarillado se realizarán mediante la utilización de una hoja electrónica, considerando los criterios ya explicados anteriormente.

Nota: Los diseños y cálculos hidráulicos de los sistemas de alcantarillado se adjuntarán en el (Ver Anexo B)

3.17 Planos de la Red de Alcantarillado

(Ver Anexo C)

3.18 Presupuesto

(Ver Anexo D)

CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Las redes de alcantarillado tienen como objetivo mejorar la calidad de vida de la población servida, por lo cual es necesario realizar un estudio adecuado a la realidad socio-económicas de los sectores de donde se implantará el proyecto.
- Con las redes de alcantarillado sanitario diseñados se evitará que los habitantes de los sectores de Las Tres Esquinas, La Dolorosa y Jerusalén Bajo, continúen con la descarga directa a cunetas y vías de la parroquia, evitando malos olores, proliferación de enfermedades y el deterioro prematuro de las vías.
- En las redes de alcantarillado sanitarios construidos en zonas rurales, en las que el número de habitantes no es grande (más de mil habitantes), los tramos iniciales resultan críticos especialmente si las pendientes de las tuberías son bajas, puesto que puede producirse una acumulación de sedimentos generando obstrucciones en las tuberías, debido a las bajas velocidades de las aguas residuales.
- La implementación de una Red de Alcantarillado Sanitario que se encargará de llevar las aguas residuales a la planta de tratamiento, permitirá reducir la contaminación, contrario a lo que se produce al hacer una descarga directa al caudal del río.
- Para un porcentaje bajo (aproximadamente el 2.8%) no se conectará a la red de alcantarillado debido a la topografía del terreno, estas viviendas deberán tener su propio sistema de tratamiento.

4.2 RECOMENDACIONES

- Antes del inicio de los trabajos y la operación del sistema, se deberán realizar charlas informativas a los pobladores de las comunidades, con el fin de aclarar las dudas y hacer recomendaciones para garantizar el funcionamiento óptimo del sistema.
- Para asegurar un correcto funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales se recomienda seguir realizar el mantenimiento adecuado de la misma para así garantizar la no contaminación del medio ambiente y su correcto funcionamiento.

Bibliografía

- AGUA, C. N. (2009). *MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO : ALCANTARILLADO SANITARIO*. COYOACAN, MEXICO, D.F.
- AGUA, S. D. (2010). *SUBSECRETARIA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL Y OBRAS SANITARIAS Y EL INSTITUTO ECUATORIANO DE OBRAS SANITARIAS(Ex-IEOS)*. QUITO.
- ALCANTARA GARCIA, D. A. (2014). *TOPOGRAFIA Y SUS APLICACIONES*. MEXICO: COMPAÑIA EDITORIAL CONTINENTAL.
- COMISION NACIONAL DEL AGUA. (2009). *MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO*. MEXICO: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209 Col. Jardines de la Montaña C.P 14210, Tlalpan, México, D.F.
- Cualla, R. (2003). *Diseño para acueductos*. Obtenido de https://kupdf.com/download/elementos-de-diseo-para-acueductos-y-alcantarillados-ricardo-cualla_598fa199dc0d60150b300d1d_pdf
- GAD PARROQUIAL DE JERUSALEN. (2015). *PLAN DE ORDENAMIENTO URBANO DE LA CABECERA PARROQUIAL DE JERUSALEN*. CUENCA.
- Hernández, A. (2007). *Saneamiento y alcantarillado: vertidos de aguas residuales*. México: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION; INEN NORMAS . (1992-2011). *INEN INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION* . Quito.
- LÓPEZ CUALLA, R. (2004). *ELEMENTOS DE DISEÑO PARA ACUEDUCTOS Y*

ALCANTARILLADOS. BOGOTA: ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA.

López, R. A. (2011). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Colombia:

Escuela Colombiana de Ingeniería.

NOVAFORT PLASTIGAMA. (2014). *MANUAL TECNICO TUBOSISTEMAS PARA ALCANTARILLADO*.

OPS/CEPIS,. (2005). *Guias para el diseño de tecnologías de alcantarillado*.

Sánchez, A. (2005). *Sistemas de alcantarillado*. Bogotá: s.n.

Segarra, A. (2008). *Sistemas de alcantarillado*. Obtenido de

<https://es.scribd.com/document/314912170/Proyecto-de-Sistemas-de-Alcantarillado>

dspace.utpl.edu.ec

www.solvaymartorell.com

dspace.ucuenca.edu.ec

repositorio.ucsg.edu.ec

submitted to systems link

documents.tips

www.aguabolivia.org

prezi.com

core.ac.uk

biblioteca.usac.edu.gt

paot.org.mx

www.scribd.com

fayol.univalle.edu.co

www.ethanyangphotography.com

repositorio.continental.edu.pe

www.insumisos.com

www.antropologia.com.ar