



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

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

**“Diseño de los interceptores de las quebradas en el área
de influencia de la Universidad del Azuay”**

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

Autor:

JUAN DIEGO ORDOÑEZ CRESPO

Director:

CARLOS JAVIER FERNANDEZ DE CÓRDOVA WEBSTER

CUENCA – ECUADOR

2016

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDOS	pag.
ÍNDICE DE CONTENIDOS	ii
INDICE DE FIGURAS.....	v
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN	1
 CAPITULO 1: GENERALIDADES	 2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Justificación.....	2
1.3 Alcance	3
1.4 Objetivos	3
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
1.5 Metodología.....	4
1.6 Área de estudio	4
1.6.1 Nombre del proyecto	4
1.6.2 Ubicación del proyecto	4
1.8 Aspectos socioeconómicos.....	6
1.9 Descripción General	7
1.10 Situación sanitaria actual.....	9
 CAPÍTULO II: PARÁMETROS PARA EL DISEÑO	 10
2.1 Criterios de diseño	10
2.1.1 Periodo de Diseño	10
2.1.2 Factor de Crecimiento	10

2.1.3 Coeficiente de Retorno	11
2.1.4 Población Futura.....	11
2.1.5 Densidad	12
2.1.6 Dotación	12
2.2 Determinación del caudal de diseño.....	13
2.2.1 Caudal de Aguas residuales domesticas	13
2.2.2 Caudal de Infiltración	14
2.2.3 Caudal de conexiones ilícitas.....	15
2.3 Información técnica del diseño	15
2.3.1 Diámetros de tuberías	15
2.3.2 Pendientes	16
2.3.3 Velocidad	16
2.3.4 Profundidad de Tuberías	16
2.3.5 Pozos de revisión	17
2.3.6 Pozos de salto	19
2.3.7 Tipos de materiales	22
2.3.8 Rugosidad d la tubería	23
2.3.9 Conexiones domiciliars.....	24
2.3.10 Cálculo de las relaciones d/D y v/V	24
2.3.11 Descargas	25
CAPÍTULO III: DISEÑO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO.	27
3.1 Diseño de la red de alcantarillado	27
3.1.1 Descripción de la red.	27
3.1.2 Diseño hidráulico.....	27
3.1.3 Cálculos hidráulicos del alcantarillado sanitario.	33
CAPÍTULO IV: ESTUDIO ECONÓMICO.	47
4.1 Presupuesto.....	47
4.2 Análisis de precios unitarios.....	47
4.3 Especificaciones técnicas	48

CONCLUSIONES:	62
RECOMENDACIONES:	63
BIBLIOGRAFÍA	64

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Ubicación de los tramos evaluados y puntuación promedio en base al PEVQ	5
Figura 1.2: Ubicación de los tramos evaluados y puntuación promedio en base al PEVQ	5
Figura 2.1: Componentes de los pozos de visita	19
Figura 2.2: Pozo de salto Tipo S1	20
Figura 2.3: Pozo de salto Tipo S2	21
Figura 3.1: Relaciones hidráulicas	29
Figura 3.2: Topografía quebrada “El muerto”	33
Figura 3.3: Topografía quebrada “Chahuarchimbana”	40

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Número de habitantes por quebrada	6
Tabla 1.2: Tipo de edificación en las dos quebradas.	7
Tabla 1.3: Abastecimiento de Agua	7
Tabla 1.4: Energía eléctrica.....	8
Tabla 1.5: Evacuación de aguas servidas	8
Tabla 1.6: Recolección de basura.....	8
Tabla 1.7: Tipo de vía	9
Tabla 2.1: Tasas de crecimiento población.	11
Tabla 2.2: Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio	12
Tabla 2.3: Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio	14
Tabla 2.4: Excavación de zanga.....	17
Tabla 2.5: Distancias máximas entre pozos de revisión.	18
Tabla 2.6 : Diámetros recomendados de pozos de revisión.	18
Tabla 2.7 Dimensiones típicas de pozos de caída Tipo S1	20
Tabla 2.8 Dimensiones típicas de pozos de caída Tipo S2	21
Tabla 2.9: Velocidades y coeficientes de rugosidad	23
Tabla 2.10: Puntos de descargas existentes.....	25
Tabla 3.1: Cantón Cuenca: Margen de protección de ríos, quebradas o cualquier curso de agua según Straler.....	27
Tabla 3.2: Relaciones para coeficientes de rugosidad constantes.....	31
Tabla 3.3 : Resumen datos hidráulicos quebrada “El Muerto”	34
Tabla 3.4: Resumen datos hidráulicos quebrada “Chahuarchimbana”	41

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Situacion sanitaria actual del proyecto.....	65
Anexo 2 Diseño del alcantarillado quebrada “El muerto”	66
Anexo 3: Diseño del alcantarillado quebrada “Chahuarchimbana” (Área verde universidad del Azuay).....	70
Anexo 4: Diseño del alcantarillado quebrada “Chahuarchimbana” (Vía interna universidad del Azuay)	74
Anexo 5: Presupuesto y análisis de precios unitarios quebrada “El muerto”	78
Anexo 6: Presupuesto y análisis de precios unitarios quebrada “Chahuarchimbana” (Área verde universidad del Azuay)	79
Anexo 7: Presupuesto “El muerto” quebrada “Chahuarchimbana” (Vía interna universidad del Azuay)	80
Anexo 8: Planos sistema de alcantarillado quebrada “El muerto”.....	81
Anexo 9: Planos sistema de alcantarillado quebrada “Chahuarchimbana”	82
Anexo 10: Detalles Sanitarios	83

DISEÑO DE LOS INTERCEPTORES DE LAS QUEBRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA UNIVERSIDAD DEL AZUAY

RESUMEN

En el área de influencia de la universidad del Azuay se encuentran las quebradas de “El muerto” y “Chahuarchimbana”, las cuales no poseen ninguna infraestructura sanitaria para la evacuación de aguas servidas, la población realiza la evacuación de las aguas negras directamente a la quebrada, lo cual contamina los efluentes y puede provocar complicaciones en la salud. Por estas razones se determinó realizar un diseño eficiente para la incorporación de un sistema de alcantarillado marginal al cauce de las quebradas, tomando en cuenta aspectos técnicos y económicos, dicho estudio se realizará por parte de la escuela de ingeniería civil de la universidad del Azuay, para su futura implantación por parte de las autoridades pertinentes.

Palabras clave: Interceptor, alcantarillado, quebrada, efluente, sanitario.



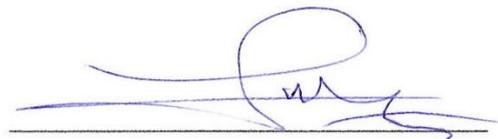
Ing. Javier Fernández de Córdova W.

Director de Tesis



Ing. Paul Cornelio Cordero Díaz

Director de Escuela



Juan Diego Ordoñez Crespo

Autor

**DESIGN OF INTERCEPTORS FOR RAVINES IN THE AREA OF INFLUENCE
AT UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

ABSTRACT

El Muerto and *Chahuarchimbana* are two ravines found in the area of influence by Universidad del Azuay; both of which do not have any type of sanitary infrastructure for sewage disposal. The population makes sewage evacuation directly to the ravine, which contaminates the effluents and can cause health complications. For these reasons, it was decided to carry out an efficient design to incorporate a sewer system that will be marginal to the ravine beds, taking into account technical and economic aspects. This study will be conducted by the school of Civil Engineering at Universidad del Azuay, aimed to its future implementation by the authorities in charge.

Keywords: Interceptor, Sewage, Ravine, Effluent, Sanitary.



Ing. Javier remanaez de Córdova W.
Thesis Director



Ing. Paul Cornelio Cordero Díaz
School Director



Juan Diego Ordoñez Crespo
Author



Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Juan Diego Ordoñez Crespo

Trabajo de Graduación

Ing. Carlos Javier Fernández de Córdova Webster.

Marzo, 2016

**DISEÑO HIDRAULICO DE LOS INTERCEPTORES DE LAS
QUEBRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

INTRODUCCIÓN

Un sistema de alcantarillado es un conjunto de tuberías que trabajan a gravedad bajo condiciones normales, necesarias para el transporte y conducción de aguas negras producidas por la población incluyendo las industrias y comercios, puede trabajar de manera independiente o de forma combinada para el desalojo de aguas pluviales, si no existieran estos sistemas de saneamiento se podría en riesgo la salud de la población debido a las enfermedades y la contaminación que generaría en el entorno.

Un sistema de alcantarillado necesita una planta de tratamiento aguas residuales, para de manera responsable poder evitar y disminuir la contaminación aguas abajo que afecten directamente a poblaciones aledañas. Para la instauración de un sistema de alcantarillado es necesario disponer de la información topográfica, población estimada, caudal generado, presupuesto referencial e información técnica.

Es muy importante que toda comunidad o población cuente con un sistema de saneamiento como servicio básico, el cual permite mejorar la calidad de vida y fomentar su desarrollo.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

Como proyecto de tesis y en participación como estudiante de la Universidad del Azuay de la escuela de Ingeniería Civil y Gerencia de Construcciones de la facultad de Ciencia y Tecnología, debido al estado sanitario de las quebradas que influyen el área de la Universidad del Azuay y la falta de infraestructura sanitaria, es un notable aporte el estudio de un diseño sanitario en la zona afectada, aportara de manera positiva al entorno, con el fin de mejorar la calidad de vida de la población que se encuentra establecida en la marginal de las quebradas del Muerto y Chahuarchimbana incluyendo la comunidad universitaria.

La población marginal de las quebradas está comprendida alrededor de 41 familias con promedio de 4,5 habitantes por familia, En la actualidad disponen de los servicios de energía eléctrica, agua potable; pero carecen de un interceptor sanitario para la evacuación de aguas negras, son utilizados por la población los pozos sépticos o la descarga directa a la quebrada. (Juan Medina Santiago Muñoz, 2015)

1.2 Justificación.

En el Estudio realizado por la empresa “ETAPA E.P.” en el mes de julio del año 2009 con el título de “DIAGNÓSTICO DE LA QUEBRADAS DE LA CIUDAD DE CUENCA” se obtiene información del estado y la valoración de las quebradas del Muerto y Chahuarchimbana, mediante el método de valoración del “Protocolo de Evaluación Visual de Quebradas (PEVQ)”, en el cual determina la contaminación presente en cada una de las quebradas como condición aceptable (Quebrada del Muerto) y condición pobre (Quebrada de Chahuarchimbana), como recomendación manifiesta la intercepción de las aguas residuales de las quebradas anteriormente descritas; como solución para mejorar la condición sanitaria del entorno. (ETAPA, 2009)

Las quebradas al no disponer de una infraestructura sanitaria para la intercepción y transporte de las aguas negras, es necesario la implementación de un sistema de alcantarillado, con este proceso se facilitará la disposición final del agua servida proveniente de cada uno de los domicilios de la zona.

De esta manera, los estudios están proyectados a solucionar problemas de evacuación de aguas residuales, para así disminuir la contaminación generada aguas abajo para que no afecte directamente a los afluentes que dispone la ciudad, logrando el desarrollo poblacional y evitando futuras complicaciones en la salud.

1.3 Alcance

A través del presente desarrollo de investigación se ayudará a la incorporación de un sistema eficiente para el manejo de aguas residuales, por lo que se realizará el respectivo estudio topográfico, determinación de población, identificación de descargas, cálculo de caudal, diseño técnico del interceptor y presupuesto del proyecto con el fin de mejorar los servicios básicos del sector, consecuentemente, se protegerá el ecosistema y mejorará la calidad de vida de todos los pobladores.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general.

Realizar los estudios y diseño para la construcción de la red de alcantarillado de las quebradas del Muerto y Chahuarchimbana, teniendo en cuentas aspectos técnicos, económicos y ambientales.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Calcular y diseñar el sistema de alcantarillado.
- Elaborar los modelos hidráulicos para los sistemas de alcantarillado de las quebradas del Muerto y Chahuarchimbana.
- Realizar el presupuesto referencial con especificaciones técnicas, precios unitarios del proyecto.
- Generar un documento válido que permita la ejecución del proyecto por parte de las autoridades encargadas.

1.5 Metodología

En el presente proyecto sanitario será de tipo documental, debido a que se realizará en base a normas técnicas; también comprende el trabajo de campo del cual se obtendrá información primaria y secundaria como la que se describe a continuación:

- Revisión de la información topográfica en base al proyecto de investigación “Valoración sanitaria de las quebradas en el área de influencia de la Universidad el Azuay”, para el procesamiento de los datos se utilizará el software AutoCAD Civil3D.
- Se realizará un análisis del estudio poblacional del sector para calcular la dotación y el caudal que es generado en el entorno para el correcto diseño del interceptor.
- Con la ayuda de la población e investigación primaria, se determinarán las descargas existentes que estén contaminando las quebradas.
- Se realizarán las correspondientes simulaciones hidráulicas para evaluar los diseños y así garantizar su correcto cálculo y funcionamiento.
- Se realizará un presupuesto referencial con precios unitarios y especificaciones técnicas, para así poder determinar el costo de implantación del proyecto en el lugar.

1.6 Área de estudio

1.6.1 Nombre del proyecto

“DISEÑO DE LOS INTERCEPTORES SANITARIOS DE LAS QUEBRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA UNIVERSIDAD DEL AZUAY”

1.6.2 Ubicación del proyecto

Las quebradas de Chahuarchimbana y el Muerto se ubican en las parroquias Cuenca y Turi, cantón Cuenca, provincia del Azuay, en base a los datos geográficos WGS84 se encuentra ubicado la quebrada del Muerto entre las coordenadas (721952.87 E, 9677332.16 N) y (722016.63 E, 9676629.64 N). Y la quebrada de Chahuarchimbana entre las coordenadas (722157.31 E, 9678364.61N) y (722144.89 E, 9677543.30 N), con una altura promedio de 2550 metros sobre el nivel del mar.

Quebrada del Muerto

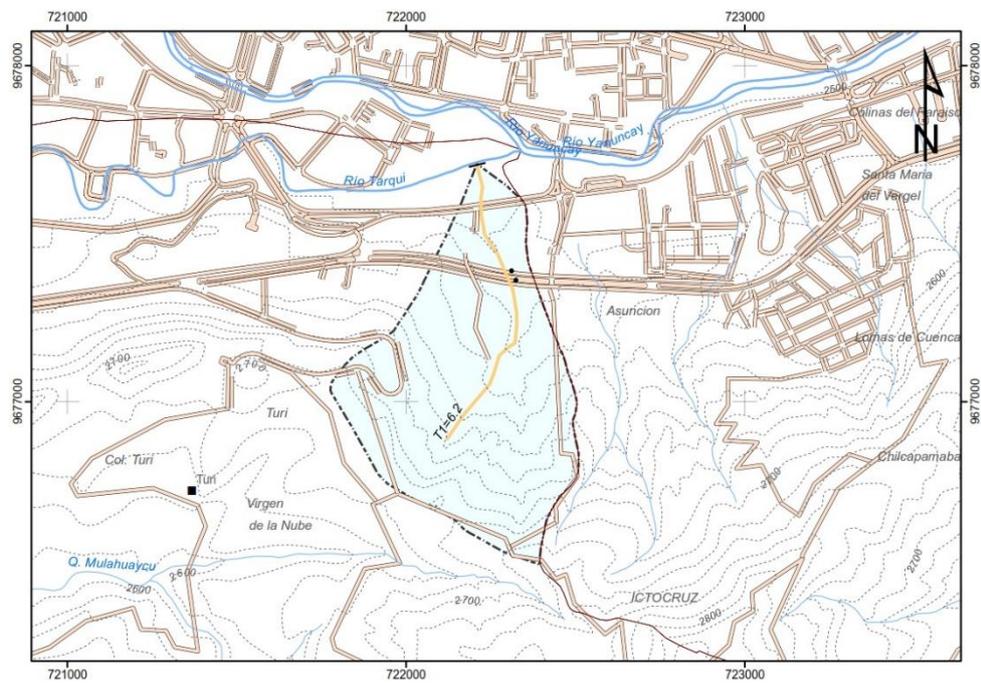


Figura 1.1: Ubicación de los tramos evaluados y puntuación promedio en base al PEVQ
Fuente: (ETAPA, 2009)

Quebrada de Chahuarchimbana

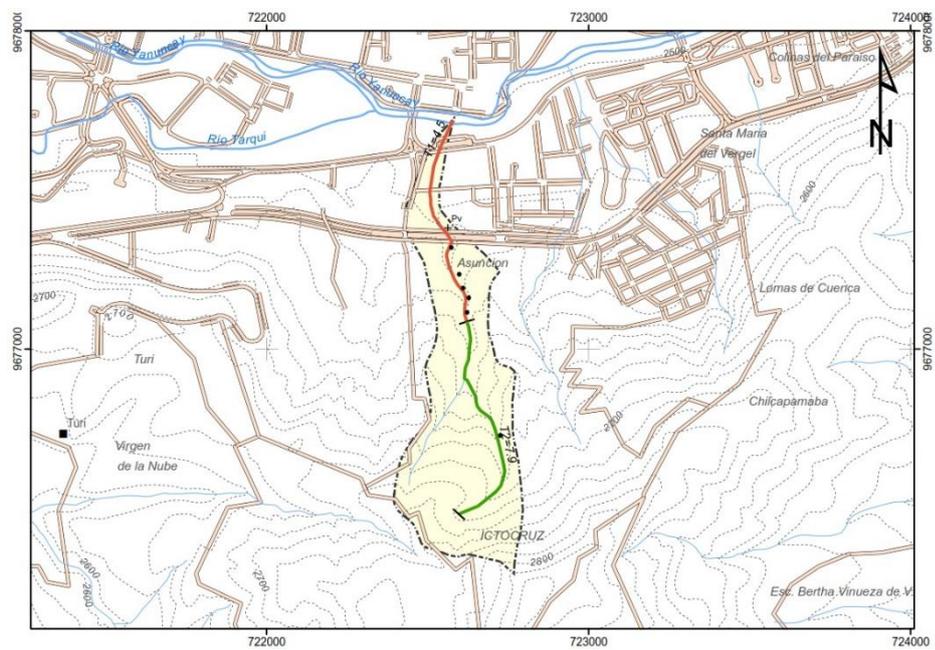


Figura 1.2: Ubicación de los tramos evaluados y puntuación promedio en base al PEVQ
Fuente: (ETAPA, 2009)

1.7 Descripción física del área del proyecto

Quebrada “El Muerto”¹

Se encuentra ubicada mayoritariamente en la parroquia Cuenca y en menor proporción en la parroquia Baños (parte alta). Esta quebrada forma parte de la subcuenca del río Tarqui. La figura 1 presenta la delimitación de la cuenca de drenaje (48.25 ha). En esta quebrada se realizó el diagnóstico del cauce principal en 1 solo tramo, con una longitud total de 0.915 km.

Quebrada de Chahuarchimbana²

La parte alta de la quebrada Yanuncay-06 “Chahuarchimbana” se encuentra ubicada en la parroquia Turi, mientras que la zona baja se encuentra ubicada en la parroquia Cuenca. Esta quebrada forma parte de la subcuenca del río Yanuncay. La figura 1 presenta la delimitación de la cuenca de drenaje (29.75 ha). En esta quebrada se realizó el diagnóstico del cauce principal en 2 tramos, con una longitud total de 1.402 km.

1.8 Aspectos socioeconómicos

En base a las encuestas realizadas a las viviendas ubicadas en el área de estudio, se determinó la población existente de 66 habitantes en la quebrada del muerto y 120 habitantes en la quebrada de Chahuarchimbana.

Tabla 1.1: Número de habitantes por quebrada

Número de miembros en las familias			
Quebrada	Adultos	Niños	Habitantes por quebrada
El Muerto	50	16	66
Chahuarchimbana	89	31	120
Total	139	47	186

Fuente: (Juan Medina Santiago Muñoz, 2015)

¹ETAPA EP, Diagnóstico de las quebradas de la ciudad de Cuenca Anexo # 2.1 "Afluentes Del río Tarqui", 2009 página 129 ²ETAPA EP, Diagnóstico de las quebradas de la ciudad de Cuenca anexo # 2.2 "Afluentes del río Yanuncay", 2009 página 25

1.9 Descripción General

El área de estudio se encuentra en zonas de subdesarrollo de la ciudad de Cuenca, las viviendas establecidas en el sector en su mayoría son de ladrillo y bloque de una y dos plantas, mínimamente se ha empleado el adobe en la construcción.

Tabla 1.2: Tipo de edificación en las dos quebradas.

Material	Total	%
Ladrillo/ Bloque	32	78.05
Adobe	1	2.44
Otros	8	19.51
Total	41	100.00

Fuente: (Juan Medina Santiago Muñoz, 2015)

La población es mestiza, el idioma empleado es el español (castellano) y la instrucción académica que presentan es la primaria y secundaria, también disponen casi en su totalidad diversos servicios básicos lo cuales mejora su calidad de vida como los descritos a continuación:

-Agua potable apta para el consumo humano.

Tabla 1.3: Abastecimiento de Agua

Abastecimiento de agua	Total	%
Tiene	39	95.12
No tiene	2	4.88
Total	41	100.00

Fuente: (Juan Medina Santiago Muñoz, 2015)

- Energía eléctrica.

Tabla 1.4: Energía eléctrica

Energía Eléctrica	Total	%
Tiene	40	97.56
No tiene	1	2.44
Total	41	100.00

Fuente: (Juan Medina Santiago Muñoz, 2015)

- Evacuación de aguas servidas

Tabla 1.5: Evacuación de aguas servidas

Evacuación de aguas servidas	Total	%
Público	17	41.46
Fosa séptica	6	14.63
Quebrada	18	43.90
Total	41	100.00

Fuente: (Juan Medina Santiago Muñoz, 2015)

- Recolección de basura

Tabla 1.6: Recolección de basura.

Recolección de basura	Total	%
Tiene	30	73.17
No tiene	11	26.83
Total	41	100.00

Fuente: (Juan Medina Santiago Muñoz, 2015)

- Vías de acceso.

Tabla 1.7: Tipo de vía

Tipo de vía	Total	%
Lastrado	36	87.80
Asfalto	4	9.76
Hormigón	1	2.44
Total	41	100.00

Fuente: (Juan Medina Santiago Muñoz, 2015)

1.10 Situación sanitaria actual

La situación sanitaria actual de las quebradas de “El muerto y Chahuarchimbana” es muy deficiente, debido a la ausencia de un sistema sanitario capaz de interceptar las aguas residuales provenientes de los domicilios, los cuales están contaminando a diario los efluentes del área de influencia de la Universidad del Azuay y a su vez dos de los principales ríos de la ciudad de Cuenca que son el río Tarqui y río Yanuncay.

En base al catastro de Abastecimiento de agua potable y saneamiento de la ciudad de Cuenca, se muestran los tramos en los que se cuentan con sistemas hidrosanitarios en el área de estudio (Anexo 1)

CAPÍTULO II

PARÁMETROS PARA EL DISEÑO

2.1 Criterios de diseño

El diseño de los interceptores del estudio, está basado en las normativas vigentes de construcción para redes de alcantarillado de la empresa ETAPA EP, normas que están dispuestas por el Instituto Nacional de Normalización, organismo encargado de los parámetros y recomendaciones para diseño, en el cual están reflejados los documentos que garanticen la calidad de los sistemas de agua potable, disposición de disposición de excretas y residuos líquidos del área rural correspondientes a poblaciones menores a 1000 habitantes.

Las formulas y criterios utilizados en el diseño de los interceptores sanitarios fueron extraídas del libro de “Elementos de diseño de acueductos y alcantarillados” del autor Ricardo Alfonso López Cualla, segunda edición, editorial Escuela colombiana de Ingeniería.

2.1.1 Periodo de Diseño

El periodo de diseño en un sistema de alcantarillado se estima entre 15 y 25 años, este factor depende del tamaño o crecimiento poblacional o actividad económica de los habitantes (Cualla R. L., 2012), en base a los parámetros que estipula la INEN parte 9.2 capítulo 5 numeral 4.1, se asumió un periodo de diseño para 20 años.

2.1.2 Factor de Crecimiento

Para el diseño del interceptor la estimación de la población a futuro se basa en la población actual existente, este cálculo estadístico está en función de la tasa de crecimiento poblacional obtenidos por los censos nacionales y recuentos sanitarios emitidos por el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC). Por falta de información, el cálculo de la población para el diseño, se obtendrá en base a la normativa INEN parte 9.2 capítulo 5 numeral 4.2.4 según la tabla

Tabla 2.1: Tasas de crecimiento población.

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

Fuente: (NORMALIZACION I. N., 1990)

2.1.3 Coeficiente de Retorno

Este coeficiente se refiere a que en no toda el agua que ingresa a un domicilio es devuelta en su totalidad al sistema de alcantarillado, por su utilización en múltiples actividades de carácter doméstico, se estima que el coeficiente se encuentra en el rango de 65% a 85%, para la ciudad de Cuenca consideraremos un valor de 80%.

2.1.4 Población Futura

De las encuestas realizadas a la población aledaña a las quebradas del Muerto y Chahuarchimbana se obtuvo información socioeconómica de cada familia. Se determinó que existen 66 habitantes en la quebrada del muerto y 120 habitantes en la quebrada de Chahuarchimbana.

Según la INEN parte 9.2 capítulo 5 numeral 4.2.3 Para la determinación de la población a futuro se realizan proyecciones en base a tres métodos conocidos (Proyección Aritmética, Proyección Geométrica, incrementos diferenciales, etc.) (NORMALIZACION I. N.)

En consecuencia, la población existente en las dos quebradas es de 186 personas, por lo tanto, es aplicable lo estipulado por la normativa técnica para poblaciones menores a 1000 habitantes la siguiente ecuación:

$$P_f = P_a * (1 + r)^n \quad (\text{Ecuación 2.1})$$

En donde:

Pf= Población futura

r = tasa de crecimiento (%)

n = número de años periodo de diseño

2.1.5 Densidad

Se refiere al número de personas que concurren en una misma extensión de terreno o superficie de una hectárea, del análisis se obtiene la densidad actual o se puede ponderar una densidad de saturación, para el diseño del alcantarillado debemos considerar la densidad de saturación y para el comportamiento hidráulico la densidad actual. (Cualla R. L., 2012).

$$Densidad = \frac{Pf}{A} * f \quad \text{(Ecuación 2.2)}$$

En donde

Pf= Población futura

A = Área del Proyecto

F= Factor de reducción

2.1.6 Dotación

Se define como la cantidad de agua que consume una persona promedio por día, a fin de satisfacer sus necesidades habituales. En base a la normativa INEN capítulo 5 numeral 4.4.1 se define diferentes tipos de dotación dependiendo de la zona climática y niveles de servicio.

Tabla 2.2: Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio

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

Fuente: (NORMALIZACION I. N., 1990)

Por las características del lugar el estudio pertenece a un nivel de servicio de tipo Lb (Por disponer de conexiones domiciliarias con más de un grifo por casa), y también un clima frío característico de la zona, estos datos son considerados para diseños en poblaciones rurales.

En base a información de la empresa ETAPA EP con respecto a los planes maestros de alcantarillado en la ciudad de Cuenca para zonas urbanas, se considera una dotación neta de 267 (L/hab*día).

2.2 Determinación del caudal de diseño

El caudal de diseño será el resultado de la sumatoria del caudal de las aguas servidas generado por una vivienda, comercio o institución, más los caudales de infiltración producidas a lo largo de la red y el caudal de conexiones erradas, el caudal sanitario se debe calcular en base al periodo de diseño, mediante lo cual se diseñará y dimensionará el sistema para garantizar su funcionalidad a futuro.

$$Q_{diseño} = Q_{sn} + Q_{inf} + Q_{ilic} \quad (\text{Ecuación 2.3})$$

2.2.1 Caudal de Aguas residuales domesticas

Es el caudal aportado a un sistema sanitario durante un periodo de 24 horas, obtenido de un promedio anual. En el caso que no exista información de los aportes sanitarios, se cuantifica en base al consumo de agua potable.

El caudal medio generado viene expresado por la siguiente ecuación:

$$Q_m = \frac{P * D}{86400} \quad (\text{Ecuación 2.4})$$

En donde:

Q_m= Caudal medio de aguas residuales (l/s)

P=Población

D=Dotación (lt/hab/d)

Si el valor del caudal medio es menor a 4 lt/s el factor de mayoración se considerará de M=4

$$Q_{sn} = \frac{M \cdot Q_m \cdot Cr}{86400} \quad (\text{Ecuación 2.5})$$

En donde:

Q_{sn}= Caudal de aguas residuales (L/s)

Q_m=Caudal medio

Cr=Coeficiente de retorno

M= Coeficiente de mayoración

$$M = \frac{2,228}{q_m^{0,073325}} \quad (\text{Ecuación 2.6})$$

2.2.2 Caudal de Infiltración

El caudal de infiltración es producido por la entrada de agua que se encuentra por debajo del nivel freático o producto de aguas subterráneas, a través de las uniones de las tuberías, imperfecciones en las tuberías, y las uniones con pozos de revisión. La tasa de infiltración está determinada por la siguiente tabla y se calcula mediante la ecuación descrita.

Tabla 2.3: Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio

Condiciones	Infiltración (L/s·km)		
	Alta	Media	Baja
Tuberías existentes	4,0	3,0	2,0
Tuberías nuevas con unión de:			
- Cemento	3,0	2,0	1,0
- Caucho	1,5	1,0	0,5

Fuente: (Cualla R. L., 2012)

$$Q_{inf} = Long.Tramo * K \quad (\text{Ecuación 2.7})$$

En donde:

Q_{inf} = Caudal de infiltración

K= Tasa de infiltración (l/s.km)

2.2.3 Caudal de conexiones ilícitas

También es llamada caudal de conexiones erradas, es el caudal proveniente de conexiones deficientes realizadas al momento de la construcción en las tomas de agua lluvia, domiciliarias y de conexiones clandestinas.

$$Q_{ilic} = \frac{D * P_f}{86400} \quad (\text{Ecuación 2.8})$$

En donde:

Q_{ilic} = Caudal por conexiones erradas.

D= Dotación (l/hab/d).

P_f =Población futura de diseño

2.3 Información técnica del diseño

2.3.1 Diámetros de tuberías

El diámetro mínimo a utilizarse en sistemas de alcantarillado sanitario es de 8" (200 mm) y existen la excepción de usar un diámetro de 6" (150mm) en alcantarillados simplificados o poblaciones pequeñas. (Cualla R.). Las condiciones hidráulicas de las tuberías determinan que el calado máximo de agua en las tuberías no debe sobrepasar el 75% del diámetro. Normativa INEN parte 9.2 capítulo 5 numeral 5.2.1.4 literal "c". Según la normativa que aplica la empresa ETAPA EP se recomienda una tubería mínima de 315 mm PVC para sistemas de alcantarillado.

2.3.2 Pendientes

Las pendientes utilizadas en el diseño deben ser muy parecidas como se pueda a la rasante del terreno para así poder reducir costos en el movimiento de tierras al momento de ejecutar el proyecto, y a su vez tener en cuenta si las velocidades se encuentran en el rango permitido para poder garantizar el diseño del alcantarillado.

2.3.3 Velocidad

La velocidad es directamente proporcional a las condiciones topográficas del proyecto, para lo cual en el diseño se debe considerar los rangos límites establecidos por la normativa que puede soportar un alcantarillado, si no respetamos los parámetros de velocidad máxima se podría generar un desgaste en los elementos sanitarios o fracaso de las estructuras de descarga, así también debemos controlar la velocidad mínima a fin que el sistema no permita una sedimentación de los sólidos de suspensión y garantizar la fluidez de las aguas servidas a través de toda la red hasta su disposición final.

La velocidad mínima de diseño será de 0,45 m/s y la velocidad máxima dependerá del material de la tubería y en todo caso se deberá cumplir con las especificaciones del fabricante. Normativa INEN parte 9.2 capítulo 5 numeral 5.2.1.4 literal “a”. Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema sanitario la velocidad máxima de diseño no debe exceder los 8 m/s para tuberías de PVC.

2.3.4 Profundidad de Tuberías

- Cuando la tubería deba soportar tránsito vehicular, para su seguridad se considerará un relleno mínimo de 1,2 m de alto sobre la clave del tubo.
- La red de alcantarillado sanitario se diseñará de manera que todas las tuberías pasen por debajo de las de agua potable debiendo dejarse una altura libre proyectada de 0,3 m cuando ellas sean paralelas y de 0,2 m cuando se crucen.
- Las conexiones domiciliarias en alcantarillado tendrán un diámetro mínimo de 0,1 m para sistemas sanitarios y 0,15 m para sistemas pluviales y una pendiente mínima de 1%.

Fuente: (NORMALIZACION I. N., 1990)

El ancho de la zanga está en función del diámetro nominal de la tubería, y debe ser lo suficiente ancho para permitir a un hombre trabajar en condiciones de seguridad.

Tabla 2.4: Excavación de zanga.

DIÁMETRO NOMINAL (mm)	ANCHO DE ZANJA	
	MÍNIMO (m)	MÁXIMO (m)
110	0,45	0,70
125	0,45	0,70
160	0,45	0,75
175	0,45	0,75
200	0,50	0,80
220	0,50	0,80
250	0,55	0,85
280	0,55	0,85
315	0,60	0,90
335	0,65	0,95
400	0,70	1,00
440	0,80	1,20
500	0,90	1,50
540	0,90	1,50
650	1,00	1,60
760	1,20	1,70
875	1,30	1,80

Fuente: (PLASTIGAMA)

2.3.5 Pozos de revisión

Los pozos de revisión son estructuras diseñadas para la revisión, inspección y mantenimiento del alcantarillado, pueden ser construidas de hormigón simple y en algunos casos de hormigón armado, los parámetros de diseño se encuentran establecidos en la normativa INEN parte 9.2 capítulo 5 numeral 5.2.3.

- Deberá existir un pozo de revisión en todo cambio de dirección o pendiente del colector y en los puntos de Intersección de colectores.

Tabla 2.5: Distancias máximas entre pozos de revisión.

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

Fuente: (NORMALIZACION I. N., 1990)

La abertura superior del pozo será como mínimo 0,6 m. El cambio de diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la superficie se hará preferiblemente usando un tronco de cono excéntrico, para facilitar el descenso al interior del pozo.

- La distancia máxima entre dos pozos de revisión depende del diámetro de la tubería que los conecta.

Tabla 2.6 : Diámetros recomendados de pozos de revisión.

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

Fuente: (NORMALIZACION I. N., 1990)

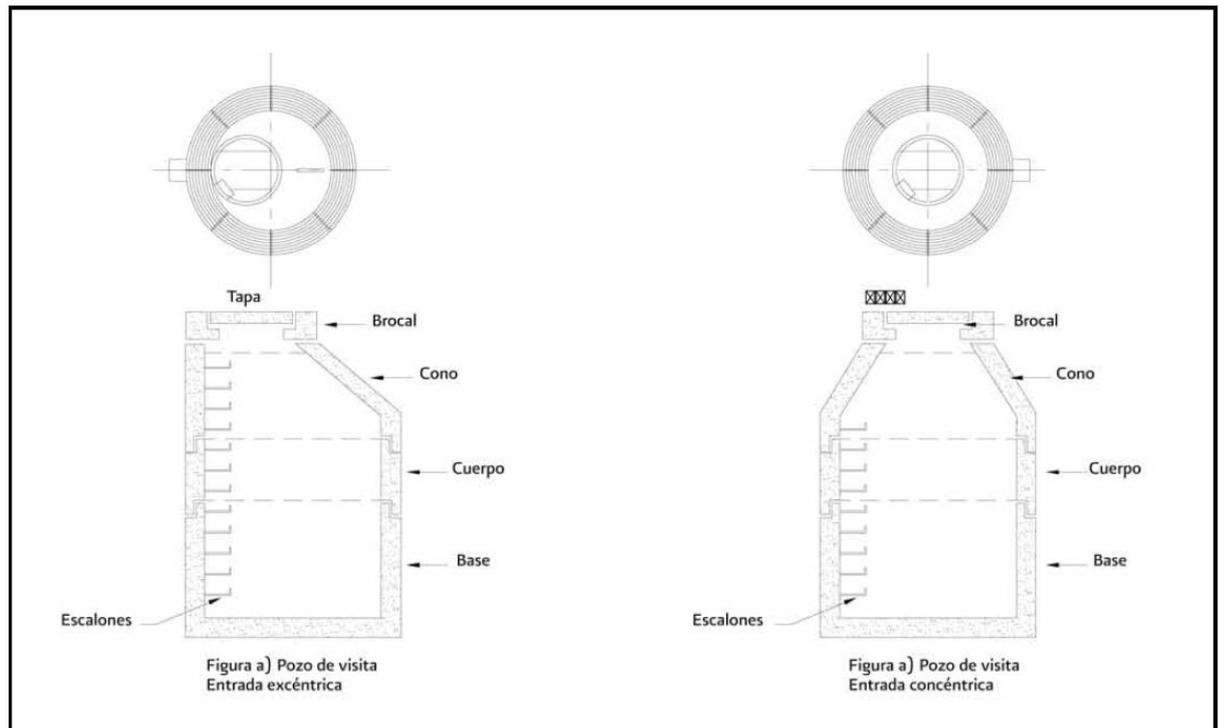


Figura 2.1: Componentes de los pozos de visita
Fuente: (Mexico, 2009)

2.3.6 Pozos de salto

Se considerará una estructura de salto cuando existe un cambio de cota entre la tubería de llegada y de salida mayor a 0.75m, existe dos tipos de estructuras de salto.

El tipo S1 se utiliza para una altura máxima de desnivel de 0.75m y con sección hidráulica de entrada de diámetros menores a 900mm.

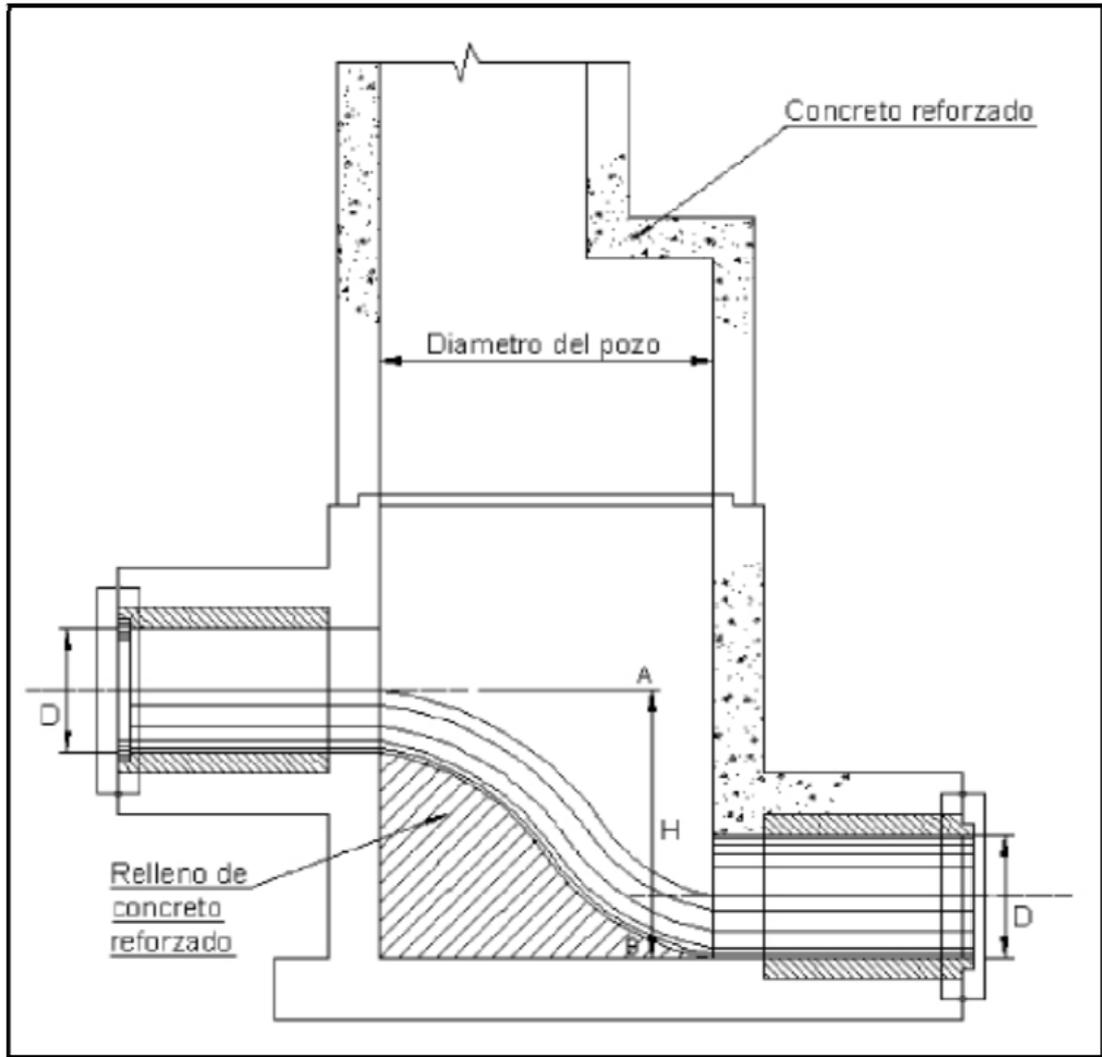


Figura 2.2: Pozo de salto Tipo S1
 Fuente: (ALEX DANILO CASTILLO CEPEDA-MARIA GABRIELA SORIA PUGO, 2011)

Tabla 2.7 Dimensiones típicas de pozos de caída Tipo S1

Cámara de caída	Ø entrada	Ø pozo	Altura de Caída Máxima
Tipo S1 a	< 0.90 m	1.20	0.50
Tipo S1 b		1.50	0.60
Tipo S1 c		1.80	0.75

Fuente: (ALEX DANILO CASTILLO CEPEDA-MARIA GABRIELA SORIA PUGO, 2011)

El tipo S2 se utiliza para una altura máxima de desnivel de 3.00m y con sección hidráulica de entrada de diámetros menores a 900mm.

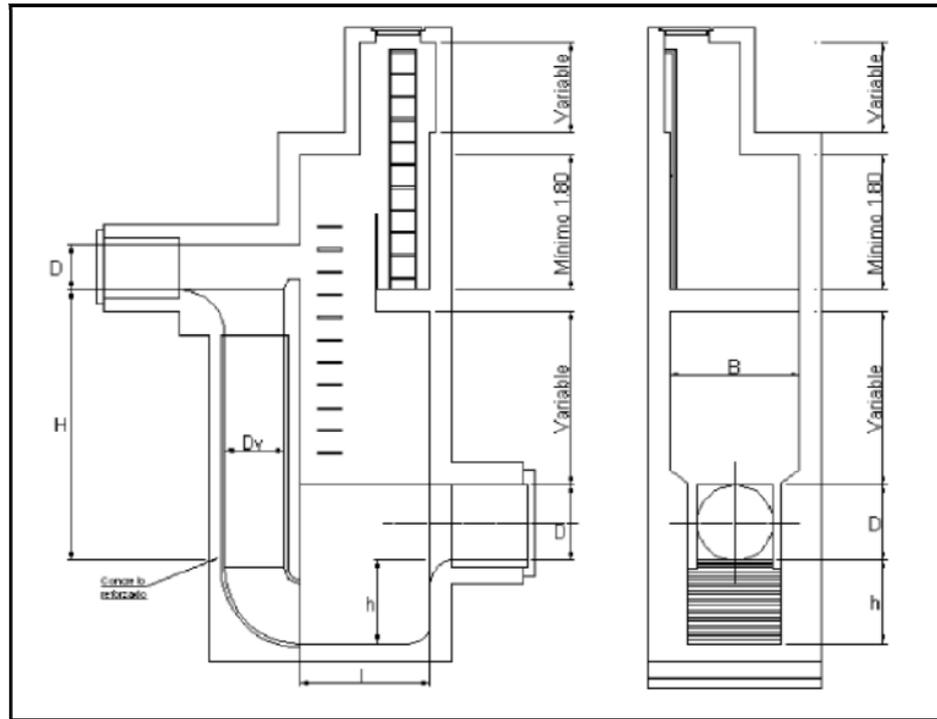


Figura 2.3: Pozo de salto Tipo S2

Fuente: (ALEX DANILO CASTILLO CEPEDA-MARIA GABRIELA SORIA PUGO, 2011)

Tabla 2.7 Dimensiones típicas de pozos de caída Tipo S2

Ø entrada	Altura de Caída Máxima	Ø del tubo vertical	Ancho de la cámara	Profundidad h del fondo de la cámara	Longitud de la cámara
0.50	1	0.50	0.75	0.35	1.30
0.60		0.50	0.80	0.35	1.30
0.75		0.75	0.95	0.40	1.60
0.90	1.5	0.75	1.10	0.45	2.00
0.50		0.50	0.75	0.35	1.30
0.60		0.50	0.80	0.40	1.40
0.75	2	0.75	0.95	0.45	1.70
0.90		0.75	1.10	0.50	2.20
0.50		0.50	0.75	0.40	1.40
0.60	2.5	0.50	0.80	0.40	1.50
0.75		0.75	0.95	0.45	1.80
0.90		0.75	1.10	0.50	2.40
0.50	2.5	0.50	0.75	0.40	1.50
0.60		0.50	0.80	0.40	1.60
0.75		0.75	0.95	0.45	1.90
0.90		0.75	1.10	0.50	2.50
0.50	2.5	0.50	0.75	0.50	1.60
0.60		0.50	0.80	0.55	1.70
0.75		0.75	0.95	0.60	2.10
0.90		0.75	1.10	0.70	2.60

Fuente: (ALEX DANILO CASTILLO CEPEDA-MARIA GABRIELA SORIA PUGO, 2011)

2.3.7 Tipos de materiales

Para el diseño del interceptor sanitario en el área de influencia de la Universidad del Azuay se utilizará tuberías de PVC (Policloruro de vinilo), por las siguientes características:

- La topografía existente que facilitará el flujo normal de las aguas servidas.
- Su instalación es sencilla y rápida
- Se puede aprovechar su rigidez para trabajar con facilidad al momento de realizar el relleno y compactación.
- Facilidad de transportar
- Unión por sellado elastómero que garantiza su hermeticidad
- Mayor capacidad de conducción hidráulica.
- Vida útil mayor a 50 años.
- Se debe asegurar que los materiales cumplan todos los estándares de calidad para garantizar el correcto funcionamiento de sistema de alcantarillado.

Tabla 2.8: Características de tuberías de PVC Serie 5 y 6.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS TUBERÍAS DE PVC PARED ESTRUCTURADA NOVAFORT PLUS						
Diámetro Nominal	Diámetro Interior	Longitud Útil (NO incluye campana)	RIGIDEZ			
			Rigidez Anular ISO 9969 kPa (kN/m ²)		Rigidez del Tubo ASTM D-2412 lb/plg ² (kN/m ²)	
			INEN 2059			
mm	mm	m	Serie 5	*Serie 6	Serie 5	*Serie 6
110	100,00	6	-	8	-	57 (394)
125	110,00	6	-	8	-	57 (394)
* 160	146,00	6	6	8	43 (296)	57 (394)
175	160,00	6	4	-	29 (199)	-
* 200	183,00	6	6	8	43 (296)	57 (394)
220	200,00	6	4	-	29 (199)	-
* 250	228,00	6	6	8	43 (296)	57 (394)
280	250,00	6	4	-	29 (199)	-
* 315	287,00	6	6	8	43 (296)	57 (394)
335	300,00	6	4	-	29 (199)	-
400	364,00	6	6	8	43 (296)	57 (394)
440	400,00	6	4	-	29 (199)	-
500	450,00	6	4	-	29 (199)	-
540	500,00	6	4	-	29 (199)	-
650	600,00	6	4	-	29 (199)	-
760	700,00	6	4	-	29 (199)	-
875	800,00	6	4	-	29 (199)	-
* 975	900,00	6	4	-	29 (199)	-

*Producto de fabricación bajo pedido

Fuente: (PLASTIGAMA)

2.3.8 Rugosidad d la tubería

El flujo de las aguas residuales es por tubería, la cual dependiendo del material y característica al momento de su fabricación disponen de su respectiva rugosidad. La rugosidad es una fuerza de resistencia que se opone al flujo normal del agua, la cual es necesaria para calcular la velocidad aplicando la ecuación de Maning.

$$Q = \frac{A * R h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (\text{Ecuación 2.9})$$

En donde:

Q= Caudal (m³/s)

n= Rugosidad

Rh=Radio Hidráulico o Perímetro húmedo

A=Área (m²)

Tabla 2.9: Velocidades y coeficientes de rugosidad

MATERIAL	Velocidad máxima a tubo lleno m/s	Coficiente de rugosidad
<i>Tuberías</i>		
De hormigón simple con uniones de mortero	3,5	0,013
Comuniones mecánicas	4,0	0,013
De hormigón armado	6,0	0,013
De Asbesto-cemento	4,5	0,011
De P.V.C.	4,5	0,011
<i>Colectores</i>		
De hormigón ciclópeo	4,5	0,017
De hormigón simple	5,5	0,015
De hormigón armado	7,0	0,015

Fuente: (NORMALIZACION I. N., 1990)

2.3.9 Conexiones domiciliarias

Son las conexiones de descarga de aguas residuales de cada domicilio a los conductos del sistema de alcantarillado. Las consideraciones que indica la norma INEN parte 9.2 capítulo 5, numeral 5.2 con respecto a las conexiones domiciliarias son las siguientes:

- Tendrán un diámetro mínimo de 0,1 m para sistemas sanitarios y 0,15 para sistemas pluviales.
- Una pendiente mínima de 1%
- La conexión se la hará a través de las cajas domiciliarias o de piezas especiales que permitan las acciones de mantenimiento.

2.3.10 Cálculo de las relaciones d/D y v/V

El parámetro d/D relaciona la altura de una tubería parcialmente llena de agua con respecto al diámetro empleado, ayuda a determinar la capacidad de llenado que tiene el sistema en cada elemento, y el parámetro v/V determina la velocidad real de flujo dentro de la sección de tubería, según normativa el valor de d/D no debe sobrepasar el 75% de la sección, y el valor de v/V no debe ser inferior a 0.45 m/s para así evitar la sedimentación o estancamiento de los sólidos suspendidos existentes en el alcantarillado. Se los determina de manera experimental mediante las siguientes ecuaciones:

Relación d/D

$$\frac{d}{D} = -3.686 * \left(\frac{q}{Q}\right)^6 + 14.0631 * \left(\frac{q}{Q}\right)^5 - 20.8398 * \left(\frac{q}{Q}\right)^4 + 15.584 * \left(\frac{q}{Q}\right)^3 - 6.4 * \left(\frac{q}{Q}\right)^2 + 2.1009 * \left(\frac{q}{Q}\right) + 0.0871 \quad (\text{Ecuación 2.10})$$

En donde:

d= Altura de agua dentro de la tubería (m)

D=diámetro de la tubería (m)

q= Caudal de diseño sanitario (l/s)

Q=Caudal a sección llena (l/s)

Relación v/V

$$\frac{v}{V} = -8.2002 * \left(\frac{q}{Q}\right)^6 + 29.827 * \left(\frac{q}{Q}\right)^5 - 43.494 * \left(\frac{q}{Q}\right)^4 + 32.383 * \left(\frac{q}{Q}\right)^3 - 13.221 * \left(\frac{q}{Q}\right)^2 + 3.4484 * \left(\frac{q}{Q}\right) + 0.2967 \quad (\text{Ecuación 2.11})$$

v= Velocidad real (m/s)

V=Velocidad teórica a sección llena (m/s)

q= Caudal de diseño sanitario (l/s)

Q=Caudal a sección llena (l/s)

2.3.11 Descargas

En base a la inspección sanitaria registrada a lo largo de las quebradas “El muerto y Chahuarchimbana”, se ha podido determinar las fuentes de contaminación existentes por descarga directa de las aguas residuales en los efluentes, las cuales se encuentran identificadas por coordenadas y referencia descritas en la siguiente tabla

Tabla 2.10: Puntos de descargas existentes

Puntos de descargas existentes		
Chahuarchimbana		
DESCARGA	ESTE	NORTE
D1	722090.402	9678060.236
D2	722096.761	9678044.738
D3	722090.122	9678027.979
D4	722087.662	9678047.837
D5	722138.705	9677986.944
D6	722124.397	9677966.989
D7	722127.436	9677956.533
D8	722131.048	9677962.942
D9	722138.521	9677861.749

D10	722161.502	9677845.394
D11	722164.137	9677855.714
D12	722228.118	9677640.048
<i>El Muerto</i>		
DESCARGA	ESTE	NORTE
D1	722043.66	9677083
D2	722082.263	9677031.283
D3	722133.219	9676896.151
D4	722134.773	9676889.78
D5	722133.042	9676891.385
D6	722136.545	9676790.057
D7	722147.801	9676695.939

Fuente: (Juan Medina Santiago Muñoz, 2015)

CAPÍTULO III.

DISEÑO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO

3.1 Diseño de la red de alcantarillado

3.1.1 Descripción de la red.

El sistema de interceptores de las quebradas de “El muerto y Chahuarchimbana”, va a ser los encargados de recolectar el agua residual de los domicilios de área de estudio, la finalidad del interceptor será de evitar la contaminación de las quebradas, debido a que la población realiza la disposición final de las aguas negras directamente a la quebrada.

La distribución del alcantarillado será marginal al cauce de las quebradas, respetando la normativa correspondiente a la zona de protección que no permite ningún tipo de construcción hasta unirse al colector que se encuentra marginal a la Av. 24 de mayo que conducirá las aportaciones hasta la planta de tratamiento de Ucubamba.

Tabla 3.1: Cantón Cuenca: Margen de protección de ríos, quebradas o cualquier curso de agua según Straler

Hidrografía – straler	Ancho del río, quebrada o cualquier curso de agua en metros	Margen de protección de cada lado
1	Menos de 3	20 m
2	4 m	20 m
3	8 m	30 m
4	10 m	40 m
5	16 m	50 m
6	16 m	50 m
7	16 m	50 m

Fuente: (Cuenca, 2013)

3.1.2 Diseño hidráulico.

3.1.2.1 Flujo en tuberías a sección llena.

La expresión de continuidad para cálculo de caudal

$$Q = A * V \quad \text{(Ecuación 3.1)}$$

En donde:

Q = Caudal a sección llena (m^3/s)

A =Área transversal (m^2)

V = Velocidad de flujo (m/s)

Para determinar la velocidad despejamos de la ecuación de Maning

$$Q = \frac{A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (\text{Ecuación 2.6})$$

Velocidad:

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (\text{Ecuación 3.2})$$

En donde:

V = Velocidad (m^2/s)

n = Rugosidad

R_h =Radio Hidráulico o Perímetro húmedo

S = Pendiente

Radio hidráulico

$$R_h = \frac{\pi D^2}{4 \pi D}$$

Simplificando:

$$R_h = \frac{D}{4} \quad (\text{Ecuación 3.3})$$

En donde:

R_h = Radio hidráulico (m)

D =diámetro de tubería

3.1.2.2 Flujo en tuberías a sección parcialmente llena.

En base a la normativa INEN parte 9.2 capítulo 5 numeral 5.2.1.4 literal “c” para el diseño de sistemas de saneamiento no debe pasar el 75% el diámetro a sección parcialmente llena, y en base a la normativa de la empresa Etapa EP no debe superar el 80% del diámetro.

Radio hidráulico

$$Rh = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360 \text{sen} \theta}{2\pi\theta} \right) \quad (\text{Ecuación 3.4})$$

En donde:

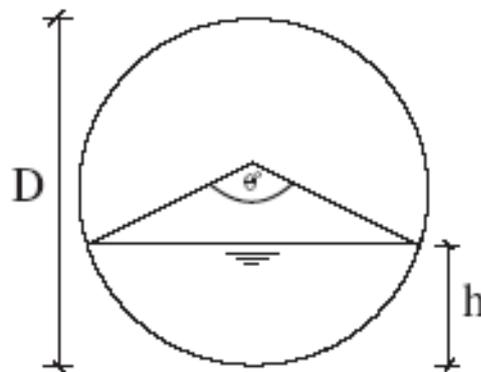
Rh= Radio hidráulico

D=Diámetro (m)

θ =Grado central (Grados)

Angulo central

Figura 3.1: Relaciones hidráulicas



Fuente: (Ambiente, 2003)

$$\theta = 2 \arccos\left(1 - \frac{2h}{D}\right) \quad (\text{Ecuación 3.5})$$

En donde:

h= Altura de calado (m)

D=Diámetro (m)

θ =Grado central (Grados)

Velocidad:

$$V = \frac{0.397 D^{\frac{2}{3}}}{n} \left(1 - \frac{360 \operatorname{sen} \theta}{2\pi\theta}\right)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ecuación 3.6})$$

En donde:

V= Velocidad sección parcialmente llena (m/s)

S=Pendiente (m)

θ =Grado central (Grados)

n= Rugosidad

Caudal:

$$Q = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7257.15 * n (2\pi\theta)^{\frac{2}{3}}} (2\pi\theta - 360 \operatorname{sen} \theta) S^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ecuación 3.7})$$

Relación v/V

$$\frac{v}{V} = \left(1 - \frac{360 \operatorname{sen} \theta}{2\pi\theta}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (\text{Ecuación 3.8})$$

Relación q/Q

$$\frac{q}{Q} = \left(\frac{\theta}{360} - \frac{\operatorname{sen} \theta}{2\pi\theta}\right) \left(1 - \frac{360 \operatorname{sen} \theta}{2\pi\theta}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (\text{Ecuación 3.9})$$

Estos parámetros son utilizados para coeficientes de rugosidad constantes, pero estos valores son directamente proporcionales con el radio hidráulico, por lo cual hay que tomar en cuenta esta característica para un óptimo diseño.

Tabla 3.2: Relaciones para coeficientes de rugosidad constantes

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0100	0.0017	0.0880	0.00015	0.1025	0.0540	0.4080	0.02202
0.0125	0.0237	0.1030	0.00024	0.1050	0.0558	0.4140	0.02312
0.0150	0.0031	0.1160	0.00036	0.1075	0.0578	0.4200	0.02429
0.0175	0.0039	0.1290	0.00050	0.1100	0.0599	0.4260	0.02550
0.0200	0.0048	0.1410	0.00067	0.1125	0.0619	0.4320	0.02672
0.0225	0.0057	0.1520	0.00087	0.1150	0.0639	0.4390	0.02804
0.0250	0.0067	0.1630	0.00108	0.1175	0.0659	0.4440	0.02926
0.0275	0.0077	0.1740	0.00134	0.1200	0.0680	0.4500	0.03059
0.0300	0.0087	0.1840	0.00161	0.1225	0.0701	0.4560	0.03194
0.0325	0.0099	0.1940	0.00191	0.1250	0.0721	0.4630	0.03340
0.0350	0.0110	0.2030	0.00223	0.1275	0.0743	0.4680	0.03475
0.0375	0.0122	0.2120	0.00258	0.1300	0.0764	0.4730	0.03614
0.0400	0.0134	0.2210	0.00223	0.1325	0.0786	0.4790	0.03763
0.0425	0.0147	0.2300	0.00338	0.1350	0.0807	0.4840	0.03906
0.0450	0.0160	0.2390	0.00382	0.1375	0.0829	0.4900	0.04062
0.0475	0.0173	0.2480	0.00430	0.1400	0.0851	0.4950	0.04212
0.0500	0.0187	0.2560	0.00479	0.1425	0.0873	0.5010	0.04375
0.0525	0.0201	0.2640	0.00531	0.1450	0.0895	0.5070	0.04570
0.0550	0.0215	0.2730	0.00588	0.1475	0.0913	0.5110	0.04665
0.0575	0.0230	0.2710	0.00646	0.1500	0.0941	0.5170	0.04863
0.0600	0.0245	0.2890	0.00708	0.1525	0.0964	0.5220	0.05031
0.0625	0.0260	0.2970	0.00773	0.1550	0.0986	0.5280	0.05208
0.0650	0.0276	0.3050	0.00841	0.1575	0.1010	0.5330	0.05381
0.0675	0.0292	0.3120	0.00910	0.1600	0.1033	0.5380	0.05556
0.0700	0.0308	0.3200	0.00985	0.1650	0.1080	0.5480	0.05916
0.0725	0.0323	0.3270	0.01057	0.1700	0.1136	0.5600	0.06359
0.0750	0.0341	0.3340	0.01138	0.1750	0.1175	0.5680	0.06677
0.0775	0.0358	0.3410	0.01219	0.1800	0.1224	0.5770	0.07063
0.0800	0.0375	0.3480	0.01304	0.1850	0.1273	0.5870	0.07474
0.0825	0.0392	0.3550	0.01392	0.1900	0.1323	0.6960	0.07885
0.0850	0.0410	0.3610	0.01479	0.1950	0.1373	0.6050	0.08304
0.0875	0.0428	0.3680	0.01574	0.2000	0.1424	0.6150	0.08756
0.0900	0.0446	0.3750	0.01672	0.2050	0.1475	0.6240	0.09104
0.0925	0.0464	0.3810	0.01792	0.2100	0.1527	0.6330	0.09663

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.2200	0.1631	0.6510	0.10619	0.5900	0.6140	1.0700	0.65488
0.2250	0.1684	0.6590	0.11098	0.6000	0.6265	1.0700	0.64157
0.2300	0.1436	0.6690	0.11611	0.6100	0.6389	1.0800	0.68876
0.2350	0.1791	0.6760	0.12109	0.6200	0.6513	1.0800	0.70537
0.2400	0.1846	0.6840	0.12623	0.6300	0.6636	1.0900	0.72269
0.2450	0.1900	0.6920	0.13148	0.6400	0.6759	1.0900	0.73947
0.2500	0.1955	0.7020	0.13726	0.6500	0.6877	1.1000	0.75510
0.2600	0.2066	0.7160	0.14793	0.6600	0.7005	1.1000	0.77339
0.2700	0.2178	0.7300	0.15902	0.6700	0.7122	1.1100	0.78913
0.3000	0.2523	0.7760	0.19580	0.7000	0.7477	1.1200	0.85376
0.3100	0.2640	0.7900	0.20858	0.7100	0.7596	1.1200	0.86791
0.3200	0.2459	0.8040	0.22180	0.7200	0.7708	1.1300	0.88384
0.3300	0.2879	0.8170	0.23516	0.7300	0.7822	1.1300	0.89734
0.3400	0.2998	0.8300	0.24882	0.7400	0.7934	1.1300	0.91230
0.3500	0.3123	0.8430	0.26327	0.7500	0.8045	1.1300	0.92634
0.3600	0.3241	0.8560	0.27744	0.7600	0.8154	1.1400	0.93942
0.3700	0.3364	0.8680	0.29197	0.7700	0.8262	1.1400	0.95321
0.3800	0.3483	0.8790	0.30649	0.7800	0.8369	1.3900	0.97015
0.3900	0.3611	0.8910	0.32172	0.7900	0.8510	1.1400	0.98906
0.4000	0.3435	0.9020	0.33693	0.8000	0.8676	1.1400	1.00045
0.4100	0.3860	0.9130	0.35246	0.8100	0.8778	1.1400	1.00045
0.4200	0.3986	0.9210	0.36709	0.8200	0.8776	1.1400	1.00965
0.4400	0.4238	0.9430	0.39963	0.8400	0.8967	1.1400	1.03100
0.4500	0.4365	0.9550	0.41681	0.8500	0.9059	1.1400	1.04740
0.4600	0.4491	0.9640	0.43296	0.8600	0.9149	1.1400	1.04740
0.4800	0.4745	0.9830	0.46647	0.8800	0.9320	1.1300	1.06030
0.4900	0.4874	0.9910	0.48303	0.8900	0.9401	1.1300	1.06550
0.5000	0.5000	1.0000	0.50000	0.9000	0.9480	1.1200	1.07010
0.5100	0.5126	1.0090	0.51719	0.9100	0.9554	1.1200	1.07420
0.5200	0.5255	1.0160	0.53870	0.9200	0.9625	1.1200	1.07490
0.5300	0.5382	1.0230	0.55060	0.9300	0.9692	1.1100	1.07410
0.5400	0.5509	1.0290	0.56685	0.9400	0.9755	1.1000	1.07935
0.5500	0.5636	1.0330	0.58215	0.9500	0.9813	1.0900	1.07140

Fuente: (Andrade, 2012)

3.1.3 Cálculos hidráulicos del alcantarillado sanitario.

Quebrada “El Muerto”

- **Área de la quebrada**

En base al levantamiento topográfico el área de la quebrada es de 12.384 Hectáreas

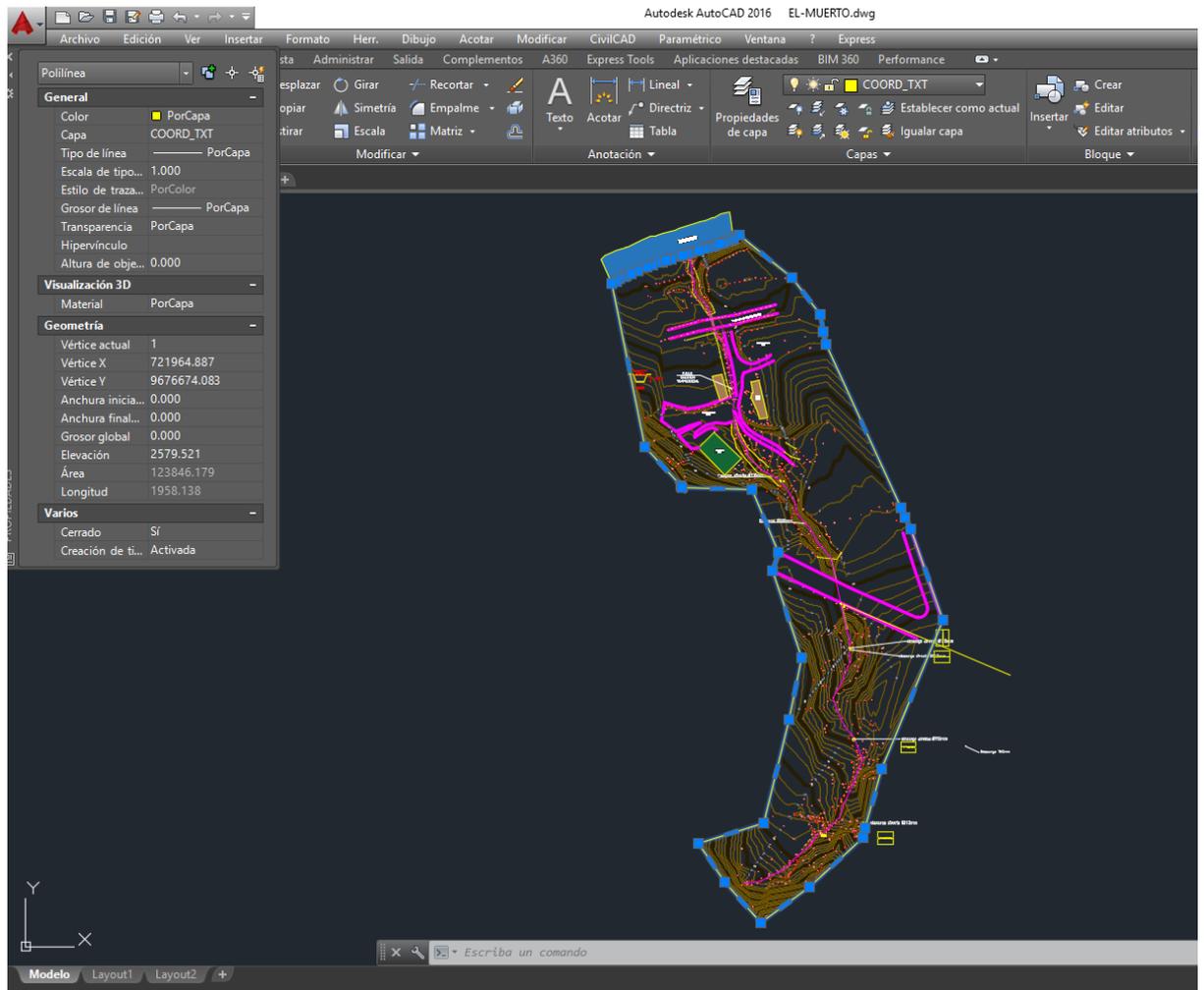


Figura 3.2: Topografía quebrada “El muerto”

Fuente: (Juan Medina Santiago Muñoz, 2015)

- **Población:**

Se encuentra conformada por 50 adultos y 16 niños, con una totalidad de 66 habitantes.

- **Periodo de diseño**

En base al numeral 2.1.1 es periodo de diseño del proyecto es de 20 años

- **Población futura**

$$P_f = P_a * (1 + r)^n \quad (\text{Ecuación 2.1})$$

En donde:

Pf= Población futura

r = tasa de crecimiento (%)

n = número de años periodo de diseño

$$P_f = 66 * (1 + 1.00\%)^{20}$$

Población futura =81 habitantes

- **Dotación**

En base al numeral 2.1.6, se ha definido la dotación de 267 (L/hab*día).

- **Coefficiente de retorno**

En base al numeral 2.1.3 para la ciudad de Cuenca consideraremos un valor de 80%.

- **Factor de caudal de aguas ilícitas**

Se considera el valor de 80 lt/hab/día.

Tabla 3.3 : Resumen datos hidráulicos quebrada “El Muerto”

POBLACION	66 HABITANTES
POBLACION A FUTURO	81 HABITANTES
AREA	12,384 Ha
PERIODO DE DISEÑO	20 años
FACTOR DE CRECIMIENTO	1,0% (Sierra)
COEFICIENTE DE RETORNO	0,80
DOTACION	267 lt/hab/día

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD	0,011 (PVC)
VELOCIDAD MINIMA	0.45 m/s
VELOCIDAD MAXIMA	8.00 m/s
DISTANCIA DE POZOS	100 m
DIAMETRO MINIMO	315 mm
PROFUNDIDAD MINIMA	1,20 m

Fuente: Autor

La longitud del tramo es de 13.73m, considerando la cota del terreno inicial de 2557.00 m y una cota del terreno final de 2556.00 m, se calculará la pendiente natural del terreno.

$$Pendiente = \frac{2557.00 - 2556.00}{13.73}$$

$$Pendiente = 7.28 \%$$

Considerando que la tubería en lo posible debe seguir la pendiente natural del terreno, para el diseño se impone una pendiente lo más parecida a la del terreno natural, para así reducir costos en corte y relleno, la pendiente mínima de la tubería depende del material de la tubería para el caso de PVC es de mínimo 0.5%.

Calculamos la población existente para cada tramo correspondiente de multiplicar el valor fraccionario de descarga por el valor promedio de habitantes por descarga.

$$Poblacion = 1.00 * 10.125$$

$$Poblacion = 10 \text{ habitantes}$$

La población acumulada es igual a la población del primer tramo, para este caso es la correspondiente al tramo de cabecera. Para el cálculo de caudal de diseño, se obtendrá

el caudal promedio que está en función del caudal sanitario que incluye la conexiones ilícitas y caudal por infiltración.

- Caudal medio (Ecu 2.4)

$$Q_m = \frac{10 \text{ hab} * 267 \frac{\text{lt}}{\text{hab día}}}{86400}$$

$$Q_m = 0.0309 \text{ Lt/seg}$$

Factor de retorno F= 0.8

$Q_m * F = 0.0247 < 4$ Se considera un factor de mayoración M=4

- Caudal sanitario (Ecu 2.5)

$$Q_{sn} = 0.8 * 0.0309 \frac{\text{Lt}}{\text{seg}} * 4$$

$$Q_{sn} = 0.0988 \text{ Lt/seg}$$

El caudal sanitario calculado para el diseño correspondiente al tramo numero 1 es igual a 0.0988 Lt/seg, pero este valor de cálculo no cumple con el caudal mínimo para el diseño del alcantarillado, por lo tanto, para estar dentro del margen de seguridad se consideró un caudal de diseño sanitario de 2,2 Lt/seg.

- Caudal de infiltración (Ecu 2.7)

$$Q_{inf} = \frac{\text{Long. Tramo}}{1000}$$

$$Q_{inf} = \frac{13.73}{1000} = 0.01373 \text{ Lt/seg}$$

- Caudal de conexiones ilícitas (Ecu 2.8)

$$Q_{ilic} = \frac{D * Pf}{86400}$$

$$Q_{ilic} = \frac{80 * 10}{86400} = 0.009 \text{ Lt/seg}$$

- Caudal de diseño (Ecu 2.3)

$$Q_{diseño} = Q_{sn} + Q_{inf} + Q_{ilic}$$

$$Q_{diseño} = 2.2 \text{ Lt/seg} + 0.01373 \text{ Lt/seg} + 0.009 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_{diseño} = 2.223 \text{ Lt/seg}$$

Para el cálculo de los caudales en la tubería, partimos del diámetro mínimo de 315 mm establecido por la empresa ETAPA EP para redes de alcantarillado sanitario, por lo tanto, al tener un pendiente de diseño de 7.28 % y un diámetro (315mm) para la tubería, se calculó mediante la ecuación de Maning (Ecu 2.9) la velocidad a sección llena.

- Velocidad sección llena.

$$V = 4.51 \text{ m/seg}$$

Al tener la velocidad a sección llena de la tubería y el diámetro correspondiente, se puede obtener el caudal a sección llena en la tubería mediante:

- Caudal sección llena.

$$Q = \text{Velocidad} * \text{Área}$$

$$Q = 4.51 \frac{m}{seg} * \frac{\pi * (0.315)^2}{4}$$

$$Q = 351.55 \text{ Lt/seg}$$

A continuación, se calcula relación de los valores de caudal a sección parcialmente llena (q) y caudal a sección llena (Q).

$$q = 2.223 \text{ Lt/seg}$$

$$Q = 351.55 \text{ Lt/seg}$$

$$q/Q = 0.006$$

A continuación, reemplazamos la relación de caudal q/Q en la ecuación 2.10 para determinar la relación d/D , debido a que este valor debe cumplir con el valor máximo admisible de 75% de la sección según la normativa.

$$d/D=0.10 \quad \text{Cumple 10\%}$$

De la misma manera se sustituye la relación q/Q en la ecuación 2.11 y obtenemos la relación v/V :

$$v/V=0.318$$

Con el dato de velocidad a sección llena de 4.51m/seg, despejamos el valor de "v".

$$v=0.318*4.51\text{m/seg}$$

$$v=1.43 \text{ m/seg}$$

Este valor es superior al parámetro mínimo establecido en la normativa de 0.45 m/seg.

Comprobación de cotas de entrada y salida

- Al tratarse de un tramo de cabecera se consideró un margen de seguridad del pozo de 1.80 m de altura, teniendo en cuenta la cota del terreno de 2557.00m tenemos la cota clave de la tubería:

$$\text{Cota clave}^1 (\text{Entrada})=2557.00-1.80= 2555.20 \text{ m.}$$

- La cota de solera, corresponde a la cota clave de la tubería menos el diámetro de 315mm.

$$\text{Cota solera}^2 (\text{Entrada})=2555.20-0.315= 2554.89 \text{ m.}$$

- Ahora se definirá la cota clave y solera de salida de la tubería del tramo, en base a la pendiente de diseño.

Cota clave:

$$\text{Pendiente} = \frac{\text{Cota inicial} - \text{Cota final}}{\text{Longitud Tramo}}$$

$$7.28 = \frac{2554.20 - x}{13.73}$$

$$x = 2555.20 - (13.78 * 7.28\%)$$

$$\text{Cota clave (Salida)} = x = 2554.20 \text{ m}$$

Cota Solera:

- La cota de solera, corresponde a la cota clave de la tubería menos el diámetro de 315mm.

$$\text{Cota solera (Entrada)} = 2554.20 - 0.315 = 2553.90 \text{ m.}$$

De la misma manera se realizó el proceso de cálculo y diseño para todos los tramos que comprenden el sistema de alcantarillado sanitario correspondiente a la quebrada de "El muerto", cantón Cuenca.

El cálculo y diseño del sistema sanitario se realizó con la ayuda del programa Microsoft Excel mediante una hoja electrónica, y se presenta en el Anexo 2

Quebrada “Chahuarchimbana”

- **Área de la quebrada**

En base al levantamiento topográfico el área de la quebrada es de 9.23 Hectáreas

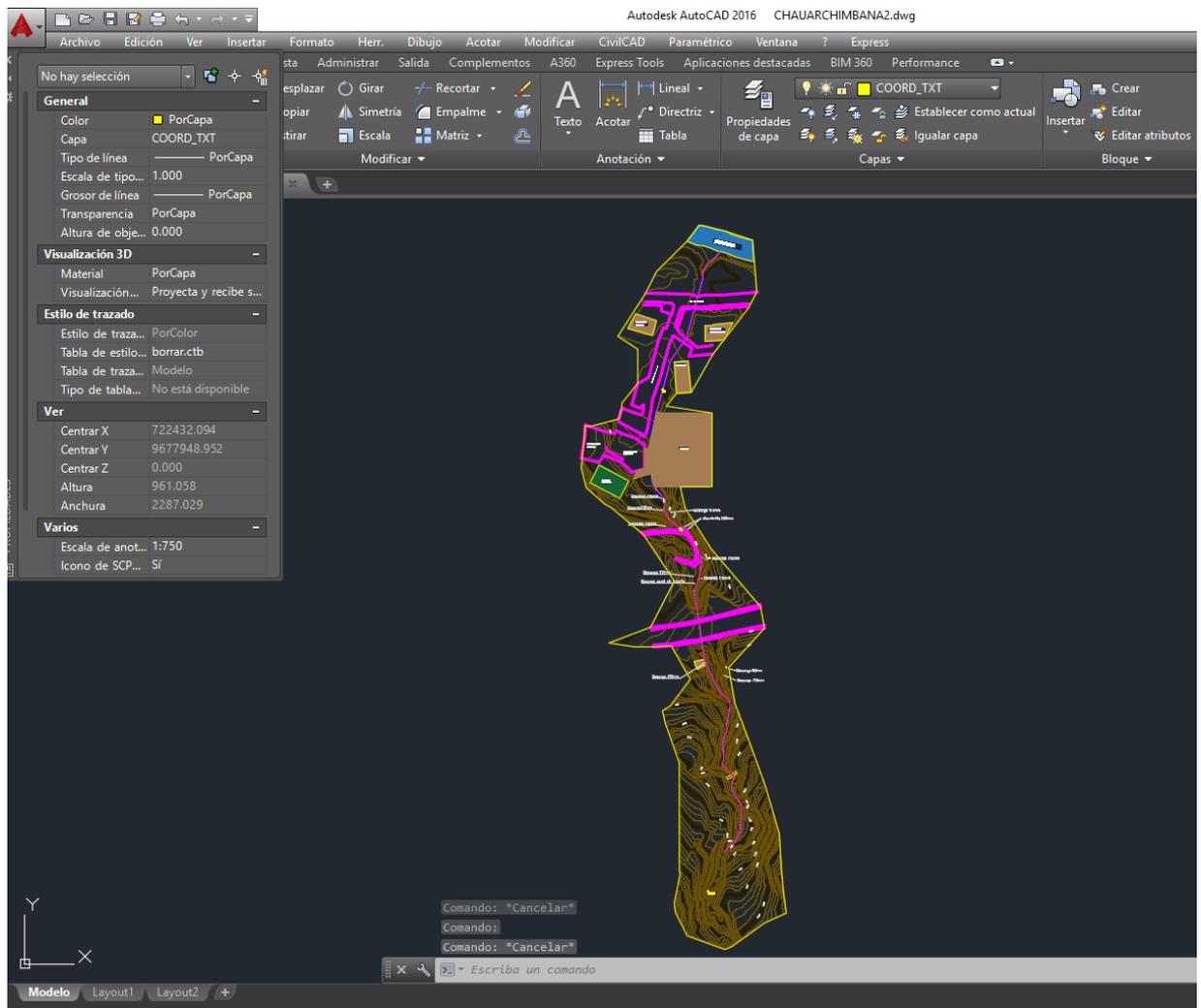


Figura 3.3: Topografía quebrada “Chahuarchimbana”

Fuente: (Juan Medina Santiago Muñoz, 2015)

- **Población:**

Se encuentra conformada por 89 adultos y 31 niños, con una totalidad de 120 habitantes.

- **Periodo de diseño**

En base al numeral 2.1.1 es periodo de diseño del proyecto es de 20 años

- **Población futura**

$$P_f = P_a * (1 + r)^n \quad (\text{Ecuación 2.1})$$

En donde:

Pf= Población futura

r = tasa de crecimiento (%)

n = número de años periodo de diseño

$$P_f = 120 * (1 + 1.00\%)^{20}$$

Población futura =147 habitantes

- **Dotación**

En base al numeral 2.1.6, se ha definido la dotación de 267 (L/hab*día).

Coefficiente de retorno

- **Factor de caudal de aguas ilícitas**

Se considera el valor de 80 lt/hab/día.

En base al numeral 2.1.3 para la ciudad de Cuenca consideraremos un valor de 80%.

Tabla 3.4: Resumen datos hidráulicos quebrada “Chahuarchimbana”

POBLACION	120 HABITANTES
POBLACION A FUTURO	147 HABITANTES
AREA	9,23 Ha
PERIODO DE DISEÑO	20 años
FACTOR DE CRECIMIENTO	1,0% (Sierra)
COEFICIENTE DE RETORNO	0,80
DOTACION	267 lt/hab/día

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD	0,011 (PVC)
VELOCIDAD MINIMA	0.45 m/s
VELOCIDAD MAXIMA	8.00 m/s
DISTANCIA DE POZOS	100 m
DIAMETRO MINIMO	315 mm
PROFUNDIDAD MINIMA	1,20 m

Fuente: Autor

La longitud del tramo es de 30.96 m, considerando la cota del terreno inicial de 2577.00 m y una cota del terreno final de 2575.00 m, se calculará la pendiente natural del terreno.

$$Pendiente = \frac{2577.00 - 2575.00}{30.96}$$

$$Pendiente = 6.46 \%$$

Considerando que la tubería en lo posible debe seguir la pendiente natural del terreno, para el diseño se impone una pendiente lo más parecida a la del terreno natural, para así reducir costos en corte y relleno, la pendiente mínima de la tubería depende del material de la tubería para el caso de PVC es de mínimo 0.5%.

Calculamos la población existente para cada tramo correspondiente de multiplicar el valor fraccionario de descarga por el valor promedio de habitantes por descarga.

$$Poblacion = 0.50 * 15$$

$$Poblacion = 8 \text{ habitantes}$$

La población acumulada es igual a la población del primer tramo, para este caso es la correspondiente al tramo de cabecera. Para el cálculo de caudal de diseño, se obtendrá

el caudal promedio que está en función del caudal sanitario que incluye la conexiones ilícitas y caudal por infiltración.

- Caudal medio (Ecu 2.4)

$$Q_m = \frac{8 \text{ hab} * 267 \frac{\text{lt}}{\text{hab día}}}{86400}$$

$$Q_m = 0.0247 \text{ Lt/seg}$$

Factor de retorno F= 0.8

$Q_m * F = 0.019 < 4$ Se considera un factor de mayoración M=4

- Caudal sanitario (Ecu 2.5)

$$Q_{sn} = 0.8 * 0.0247 \frac{\text{Lt}}{\text{seg}} * 4$$

$$Q_{sn} = 0.07904 \text{ Lt/seg}$$

El caudal sanitario calculado para el diseño correspondiente al tramo numero 1 es igual a 0.079 Lt/seg, pero este valor de cálculo no cumple con el caudal mínimo para el diseño del alcantarillado, por lo tanto, para estar dentro del margen de seguridad se consideró un caudal de diseño sanitario de 2,2 Lt/seg.

- Caudal de infiltración (Ecu 2.7)

$$Q_{inf} = \frac{\text{Long. Tramo}}{1000}$$

$$Q_{inf} = \frac{30.96}{1000} = 0.03096 \text{ Lt/seg}$$

- Caudal de conexiones ilícitas (Ecu 2.8)

$$Q_{ilic} = \frac{D * Pf}{86400}$$

$$Q_{ilic} = \frac{80 * 8}{86400} = 0.007 \text{ Lt/seg}$$

- Caudal de diseño (Ecu 2.3)

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{sn}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{ilic}}$$

$$Q_{\text{diseño}} = 2.2 \text{ Lt/seg} + 0.03696 \text{ Lt/seg} + 0.007 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_{\text{diseño}} = 2.238 \text{ Lt/seg}$$

Para el cálculo de los caudales en la tubería, partimos del diámetro mínimo de 315 mm establecido por la empresa ETAPA EP para redes de alcantarillado sanitario, por lo tanto, al tener un pendiente de diseño de 6.46 % y un diámetro (315mm) para la tubería, se calculó mediante la ecuación de Maning (Ecu 2.9) la velocidad a sección llena.

- Velocidad sección llena.

$$V=4.25 \text{ m/seg}$$

Al tener la velocidad a sección llena de la tubería y el diámetro correspondiente, se puede obtener el caudal a sección llena en la tubería mediante:

- Caudal sección llena.

$$Q=\text{Velocidad} * \text{Área}$$

$$Q = 4.25 \frac{m}{seg} * \frac{\pi * (0.315)^2}{4}$$

$$Q=331.16 \text{ Lt/seg}$$

A continuación, se calcula relación de los valores de caudal a sección parcialmente llena (q) y caudal a sección llena (Q).

$$q= 2.238 \text{ Lt/seg}$$

$$Q=331.16 \text{ Lt /seg}$$

$$q/Q=0.007$$

A continuación, reemplazamos la relación de caudal q/Q en la ecuación 2.10 para determinar la relación d/D , debido a que este valor debe cumplir con el valor máximo admisible de 75% de la sección según la normativa.

$$d/D=0.101 \quad \text{Cumple 10\%}$$

De la misma manera se sustituye la relación q/Q en la ecuación 2.11 y obtenemos la relación v/V :

$$v/V=0.319$$

Con el dato de velocidad a sección llena de 4.51m/seg, despejamos el valor de "v".

$$v=0.319*4.25\text{m/seg}$$

$$v=1.36 \text{ m/seg}$$

Este valor es superior al parámetro mínimo establecido en la normativa de 0.45 m/seg.

Comprobación de cotas de entrada y salida

- Al tratarse de un tramo de cabecera se consideró un margen de seguridad del pozo de 1.80 m de altura, teniendo en cuenta la cota del terreno de 2557.00m tenemos la cota clave de la tubería:

$$\text{Cota clave}^1 (\text{Entrada})=2575.00-1.80= 2575.20 \text{ m.}$$

- La cota de solera, corresponde a la cota clave de la tubería menos el diámetro de 315mm.

$$\text{Cota solera}^2 (\text{Entrada})=2575.20-0.315= 2574.89 \text{ m.}$$

- Ahora se definirá la cota clave y solera de salida de la tubería del tramo, en base a la pendiente de diseño.

Cota clave:

$$Pendiente = \frac{Cota\ inicial - Cota\ final}{Longitud\ Tramo}$$

$$6.46 = \frac{2575.20 - x}{30.96}$$

$$x = 2575.20 - (30.96 * 6.46\%)$$

$$Cota\ clave\ (Salida) = x = 2573.20\ m$$

Cota Solera:

- La cota de solera, corresponde a la cota clave de la tubería menos el diámetro de 315mm.

$$Cota\ solera\ (Entrada) = 2573.20 - 0.315 = 2572.90\ m.$$

De la misma manera se realizó el proceso de cálculo y diseño para todos los tramos que comprenden el sistema de alcantarillado sanitario correspondiente a la quebrada de “Chahuarchimbana”, cantón Cuenca.

En el caso de la quebrada de “Chahuarchimbana” se consideró dos propuestas de alcantarillado, la primera contempla el trazo por el área verde marginal al embaulado existente que pasa por la escuela “Asunción” y la segunda propuesta se trazó por el centro de la vía correspondiente a los parqueaderos internos de la universidad del Azuay.

El cálculo y diseño del sistema sanitario se realizó con la ayuda del programa Microsoft Excel mediante una hoja electrónica, y se presenta en el Anexo 3

CAPÍTULO IV.

ESTUDIO ECONÓMICO

4.1 Presupuesto

El presupuesto referencial corresponde al proyecto de diseño hidráulico de los interceptores de las quebradas en el área de influencia de la universidad del Azuay, las cuales comprende las quebradas de “El muerto” y “Chahuarchimbana”, del cantón Cuenca. Los datos del presupuesto son referencia para el costo del proyecto a instaurarse, para el periodo que se realizó.

El presupuesto referencial detalla la totalidad de rubros con sus respectivos costos, además incluye la ganancia o utilidad del contratista representado en los costos indirectos, el cual por la ley de contratación pública debe ser inferior 25%.

4.2 Análisis de precios unitarios

También se realizará el análisis de precios unitarios en la herramienta informática Interpro, con referencia a la base de datos de ETAPA EP (febrero-2015), en el cual detalla los componentes de cada rubro que son la mano de obra, equipo, transporte y materiales. Para la determinación de cantidades de obra del proyecto, se utilizó el programa AutoCAD Civil3D para el cálculo de áreas de corte y relleno, para cuantificar el volumen de excavación.

En base a las especificaciones técnicas de la empresa ETAPA EP, recomienda que, para la colocación de la tubería de alcantarillado, el ancho total de la base de la zanja será igual al diámetro exterior de la tubería más 50 cm. Y para calcular el volumen de excavación necesario para instaurar cada uno de los pozos se considera la excavación en el fondo será de un diámetro $A = B + 0.90$, en donde $B =$ Diámetro interno del fondo del pozo y $A =$ diámetro de la excavación, la cual determina el área y debe ser multiplicada por la altura de cada uno de los pozos los cuales varían dependiendo de la topografía y ubicación.

El presupuesto obtenido, incluido el análisis de precios unitarios se detalla en los anexos 4, 5 y 6 del presente documento.

4.3 Especificaciones técnicas

El documento describe la características y condiciones de cada rubro en cuanto a características, medición y pago; los cuales son reflejados en el presupuesto, para los cuales se tomó información de documento de especificaciones técnicas para sistemas de alcantarillado de la empresa ETAPA EP. (EP, Especificaciones técnicas para sistemas de alcantarillado)

4.3.1 Desbroce y limpieza (520002, 594016, 520010)

Definición

Este rubro consistirá en el corte, cargado y desalojo de todos los matorrales, árboles, troncos, hojarasca, basura, y cualquier otra vegetación, así como la eliminación total o parcial de obstáculos tales como edificaciones y estructuras menores de tipo provisional, franjas y dispositivos para el control de tránsito, cercas y alcantarillas y otros sistemas de drenaje, exceptuando aquellos obstáculos –estructuras y mamposterías- que deberán ser demolidos de acuerdo con los rubros del contrato.

Medición y forma de pago

Los trabajos de desbroce y limpieza, que incluyen además la remoción, transporte y almacenamiento de materiales, se medirán por metro cuadrado de superficie despejada, que corresponde a los límites exteriores de cada edificación o estructura; o al ancho de la zanja por la longitud afectada según sea el caso, debidamente autorizada y aprobada por la Fiscalización.

4.3.2 REPLANTEO Y NIVELACIÓN (522035, 522037, 522030, 522039; 580003; 580004, 580005, 580006, 580007, 580008)

Definición

Este rubro consiste en la ubicación de las obras en campo, utilizando las alineaciones y cotas indicadas en los planos y respetando estas especificaciones de construcción. Este trabajo debe realizarse con la precisión suficiente que permita la perfecta ubicación en el terreno de cada uno de los tubos, accesorios y demás estructuras.

- El replanteo y nivelación de las líneas y puntos secundarios, será hecho por el Contratista.
- Los trabajos de replanteo serán realizados por personal técnico capacitado y experimentado utilizando aparatos de precisión, tales como estaciones totales, teodolitos, niveles.

Medición y Forma de Pago

- Para el caso de colectores de alcantarillado, el replanteo y nivelación de ejes se medirá en metros lineales y corresponde a las actividades de colocar los niveles, alineaciones y pendientes, incluyendo los puntos de control.
- Incluye también una franja de 6 m a cada lado del eje a fin de ubicar posibles interferencias.

4.3.3 EXCAVACIONES (502002; 502003; 502004;502007; 502008; 502009; 502010; 503001; 503002; 503003; 503004; 503006; 503008; 503010; 503011; 503013; 503014; 503015; 503016)

Definición

Se entenderá por excavación a mano o mecánica los cortes de terreno para conformar plataformas, taludes o zanjas para alojar tuberías, cimentar estructuras u otros propósitos y, la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para construir las obras o instalar las tuberías.

a. Excavación Manual

Este trabajo consiste en el conjunto de actividades necesarias para la remoción de materiales de la excavación por medios ordinarios tales como picos y palas. Se utilizará para excavar la última capa de la zanja, o en aquellos sitios en los que la utilización de equipo mecánico sea imposible.

b. Excavación Mecánica

En este caso se utiliza equipo caminero apropiado para la realización de las excavaciones. Este tipo de excavación se utilizará para realizar los respectivos cortes previos a la conformación de sub-drenes y de la infraestructura sanitaria.

Excavaciones en Zanjas

- La excavación de zanjas para tuberías se hará de acuerdo a las dimensiones, pendientes, y alineaciones indicadas en los planos u ordenados por la Fiscalización.
- La excavación deberá remover raíces, troncos, u otro material que pudiera dificultar la colocación de la tubería.
- En lo posible las paredes de las zanjas deben ser verticales. El ancho total de la base de la zanja será igual al diámetro exterior de la tubería más 50 cm.
- Las zanjas se mantendrán sin la presencia de agua hasta 6 horas después que las tuberías o colectores hayan sido completamente acoplados.
- Para efectos de pago se considerarán las profundidades de obra recogidas en la tabla de cantidades y precios, es decir, de 0 a 2m, de 2 a 4 m y de 4 a 6m, siendo el nivel 0 el del terreno natural.

Excavación para la construcción en sitio de tuberías de alcantarillado

- La excavación se realizará en el eje del colector existente, debiendo tomar todas las precauciones necesarias para evitar la destrucción o suspensión temporal de los servicios básicos.
- Se denomina construcción de tubería en sitio, cuando la construcción se realiza en forma directa en la zanja, mediante la utilización de encofrado

interno (moldes neumáticos o metálicos), en el que se produce el vaciado de hormigón.

- Para efectos de medición de la excavación, en el caso de tubería construida en sitio, el ancho del fondo de la zanja será $A = B + 0.80$. (Ver Sección Tipo). En donde A es igual al ancho del fondo de la excavación, B igual al ancho de la estructura de hormigón y 0.80 m. el ancho para el encofrado lateral y su apuntalamiento (0.40 m a cada lado).

Excavaciones para pozos de revisión

- En el caso de pozos de revisión construidos en sitio, la excavación en el fondo será de un diámetro $A = B + 0.90$, en donde B = Diámetro interno del fondo del pozo y A = diámetro de la excavación.

Medición y Forma de Pago

- La medición de las excavaciones a mano o mecánica será establecida por los volúmenes delimitados por la línea del terreno antes de iniciar las excavaciones y por las líneas teóricas de excavación mostradas en los planos, o definidas por la Fiscalización.
- Se medirá y pagará por metro cúbico excavado, sin considerar deslizamientos, desprendimientos o derrumbes que se consideren errores o negligencia del Contratista.
- Los rubros relativos a la excavación, definidos por el tipo de suelo, la clase de excavación, la forma de ejecutarla y la profundidad de la misma, se indican en los respectivos presupuestos.

4.3.4 RELLENOS (514004; 514006; 514001; 540121; 535200; 535569)

Definición

Se entenderá por relleno la preparación, colocación y suministro, si corresponde, de material de mejoramiento y/o aquel extraído de la excavación, hasta alcanzar el nivel del suelo adyacente.

Una vez terminadas las obras a satisfacción de la Fiscalización, según lo establecido en las partes pertinentes de estas Especificaciones, se procederá a realizar los rellenos ya sea con material de mejoramiento y/o con material producto de la propia

Medición y Forma de Pago

- La preparación, colocación y suministro, se medirá en metros cúbicos debidamente compactados según las líneas y niveles definidos en los planos o lo señalado por escrito en el libro de obra por la Fiscalización.

4.3.5 ROTURA, REPOSICIÓN Y/O CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS, CALZADAS Y VEREDAS

Definición

En esta sección se definen las características básicas a cumplirse para la remoción, reposición y/o construcción de pavimentos de hormigón hidráulico, asfalto ya sea en vías o en veredas.

4.3.6 Rotura de Pavimentos, Calzadas, Veredas (530024, 530006, 530017, 530012; 530025, 530029, 530026)

Par el caso de pavimentos de hormigón hidráulico, de asfalto incluyendo el de riego asfáltico, en vías o en veredas, previo a su rotura se deberá definir y delimitar el área a ser removida mediante el corte con máquina perfiladora a fin de que los bordes queden perfectamente definidos.

- La rotura se podrá realizar utilizando compresores equipados con martillos rompe pavimentos y máquinas especiales. A criterio del Contratista, se podrá realizar a mano, mediante la utilización de barretas, puntas y picos
- Para el caso de zanjas, el ancho de la franja de pavimento a romper, rígido y flexible, incluyendo el riego asfáltico, corresponde al ancho teórico de la zanja.

Medición y Forma de pago

- La medición del trabajo de rotura de pavimentos y vereda se realizará en metros cuadrados, según el tipo de pavimento, independiente del espesor que tenga el pavimento.
- El corte o perfilado se medirá y pagará en metros lineales según el tipo de pavimento: de hormigón, carpeta asfáltica, riego asfáltico y vereda.

4.3.7 POZOS DE REVISIÓN (534007; 534006; 534001; 534002; 534003; 534004; 534005; 534008; 534009; 534010)

Definición

Los pozos de revisión son estructuras de la red de alcantarillado ubicados en sitios específicos que hacen posible su inspección y mantenimiento.

- Los pozos de revisión se clasifican de acuerdo al mayor diámetro de las tuberías que a ellos convergen.
- Son estructuras construidas en sitio o prefabricados de hormigón de 210 kg/cm². Dentro de estos pozos se incluyen los pozos de revisión de salto.
- Los pozos se ubicarán donde lo señalen los planos o donde lo indique la Fiscalización atendiendo a variaciones en el diseño.
- Los pozos se asentarán sobre un replantillo de piedra de 0,15 m de espesor, sobre el cual se fundirá una losa de hormigón simple de 210 kg/cm² de 0.15 m de espesor y en el piso del pozo se fundirá una media caña de Hormigón Simple $F'c = 210 \text{ Kg} / \text{cm}^2$ para conducir el flujo de agua, tal como se indica en los planos.
- La dimensión en la base se establece de la siguiente manera: $A = B + 0,90 \text{ m}$ en pozos construidos en sitio, siendo A el diámetro de excavación en el fondo del pozo, B el diámetro interior en el fondo del pozo; y $A = B + 0,40 \text{ m}$ en pozos prefabricados.
- Todos los pozos de revisión del sistema de alcantarillado, dispondrán para el acceso, de una escalerilla conformada por escalones de varillas de acero.

Medición y forma de pago

- Los pozos de revisión de hormigón construido en sitio o prefabricados de hormigón, se medirán por unidad, según la altura del pozo.
- Para efectos de medición, por altura se entiende la distancia que existe entre el fondo del pozo terminado (por donde corre el agua) y el nivel en donde se asentará el brocal.

4.3.8 SUMINISTROS DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE POLI CLORURO DE VINILO PVC PARA ALCANTARILLADO (535776; 535777; 535778; 535779; 535780; 535100; 535250; 535251; 535252; 535044)

Definición

Contemplan los tubos de Policloruro de vinilo, PVC, con interior liso, para instalación en sistemas de alcantarillado.

- La tubería deberá cumplir lo establecido en la norma INEN 2059: 2004 vigente; y será: Tipo B: Elemento flexible de conducción fabricado con un perfil de extrusión continua, con pared interior lisa y exterior corrugada.
- Las tuberías de PVC para alcantarillado a instalarse deberán ser mínimo serie 5, (Norma INEN 2059:2004 - Tabla 1).
- El contratista presentará a la fiscalización el respectivo cálculo de deformaciones, que justifique el uso de la tubería de PVC para alcantarillado en la construcción de los Planes Maestros de ETAPA.
- Los tubos se suministrarán con un extremo liso y el otro con campana, y deben ser unidos entre sí mediante sellos de caucho o elastómero, Norma INEN 2059: 2004.
- La longitud de los tubos podrá ser variable a efecto de que éstos se puedan ajustar a las condiciones del terreno y a lo establecido por ETAPA. Esta longitud estará entre 3 y 12 metros con las tolerancias estipuladas en la Norma INEN 2059: 2004.

Medición y Forma de Pago

- La tubería de Cloruro de Polivinilo (PVC) será medida por metro lineal, con aproximación de un decimal, y se pagará con el rubro Sum. de tuberías de PVC para Alcantarillado, según el tipo exigido y diámetro.

4.3.9 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS PVC PARA ALCANTARILLADO (509030; 509037; 509052; 509077; 509034; 509035; 509060; 509061; 509098; 509011)

Definición

Corresponde a las tareas que debe realizar el constructor para instalar las tuberías de PVC para alcantarillado en el proyecto de conformidad con los diseños.

- La colocación de la tubería comenzará por la parte inferior de los tramos y se trabajará hacia arriba.
- La tubería, deberá seguir una alineación recta entre pozo y pozo, tanto en el sentido vertical - manteniendo la pendiente fijada en el diseño -, como en el horizontal.
- Previo al inicio de las actividades de relleno, se comprobará las alineaciones y pendientes del proyecto.

Medición y Forma de Pago

- La instalación de la tubería de Cloruro de Polivinilo (PVC) será medida por metro lineal, con aproximación de un decimal.
- Se pagará con el rubro Colocación de tuberías de PVC para Alcantarillado, según el tipo exigido y diámetro.

4.3.10 ENTIBADOS (523001; 523002)

Definición

Son los trabajos que tienen por objeto evitar la socavación o derrumbamiento de las paredes e impedir o retardar la penetración del agua subterránea en las zanjas. Las

excavaciones para tuberías y o estructuras, serán entibadas de tal forma que no produzcan derrumbes, deslizamientos.

- El Contratista suministrará, colocará y mantendrá todo el entibado necesario para soportar las paredes de las excavaciones.
- Dependiendo de las condiciones particulares del terreno en cada sector, Fiscalización a solicitud del Contratista determinará el tipo de entibado a ejecutarse

Entibado Discontinuo

- Se colocarán tablonces (espesor > 2,5 cm.) en posición vertical contra las paredes de la excavación. Sostenidas en esta posición mediante puntales transversales.
- La separación entre los tablonces lo definirá el Contratista.
- Las tablas tendrán un ancho mínimo de 25 cm. y un espesor de 2 cm.; su espaciamiento máximo será de 2m.

Entibado Continuo

- Esta protección está formada por tablas horizontales sostenidas contra las paredes de la zanja por piezas verticales, sujetas a su vez por puntales.
- La separación entre tablas horizontales no será mayor a 10 cm.

Todo soporte o entibado temporal será removido antes de colocar el relleno.

Medición y Forma de Pago

- Los entibados ya sea continuo, discontinuo se medirán en metros cuadrados de pared efectivamente entibada, considerando como tal el área de la pared en contacto con los tablonces y se cancelarán a los precios unitarios contractuales según el tipo de entibado.

4.3.11 DESALOJO, LIMPIEZA Y SOBRECARRERO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIONES (513001; 513003; 513002; 513004; 513005; 513006)

Definición

Se entenderá por desalojo de material producto de excavación y no apto para relleno, la operación consistente en el cargado y transporte de dicho material hasta los bancos de desperdicio o de almacenamiento que señale el proyecto y/o el ingeniero Fiscalizador, ubicados a distancias iguales o menores a 5 km.

- Se entenderá por Sobrecarreo de materiales al transporte de materiales a distancias mayores a los 5 km, medidos a partir de esta distancia.
- No se podrá desalojar materiales fuera de los sitios definidos por la Fiscalización.
- El desalojo incluye el transporte y manejo o acondicionamiento del botadero de disposición final de los desechos y residuos (regado, tendido y compactado) durante y al final de ejecutada la obra, ya sean estos manejados por la EMAC o por el Contratista.

Medición y Forma de Pago

- Se pagará por separado, en metros cúbicos medidos sobre el perfil excavado.
- El precio unitario incluirá el porcentaje de esponjamiento.
- El Sobrecarreo se lo calculará multiplicando el volumen transportado, por el exceso de la distancia total de transporte sobre los 5 km.

4.3.12 HORMIGONES (506008; 506002; 506003; 506050; 506005)

Definición

El hormigón es una mezcla de un material aglutinante (cemento Portland hidráulico), un material de rellenos (agregados o áridos), agua y aditivos, mezclados en las proporciones especificadas o aprobadas que al endurecerse forma un todo compacto, y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión.

Tipos de hormigones a emplearse en el proyecto

TIPO DE HORMIGÓN	TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO mm. (pulg.)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS Kg./cm²	APLICACIONES
A	51 (2")	210 Kg./cm ²	Estructuras especiales, muros y fundaciones. Obras de arte de hormigón para drenaje y Bases y anclajes de hormigón para tubería y accesorios Columnas, ménsulas, y otras estructuras especiales.
B'	38 (1 ½")	210 kg/cm ²	Estructuras de pozos de revisión
B''	38 (1 ½")	180 kg/cm ²	Construcción de veredas
D	38 (1 ½")	140 kg/cm ²	Hormigones para: rellenos no estructurales, caminos veredas, replantillo de áreas de construcción.
D'	50 (2")	210 kg/cm ²	Hormigón masivo
CICLÓPEO(B)	254 (10")	210 Kg. /cm ²	Hormigón de relleno

- La resistencia requerida de los hormigones se ensayará en muestras cilíndricas de 15,3 cm. de diámetro y 30,5 de alto, de acuerdo con las recomendaciones y requisitos de las especificaciones ASTM-C 172, C 192, C 31 y C 39.
- Los resultados de los ensayos a compresión, a los 28 días, deberán ser iguales o mayores que las resistencias especificadas.

- La cantidad de ensayos a realizarse será de por lo menos uno (4 cilindros por ensayo: uno roto a los 7 días; y los otros tres a los 28 días) por cada 60 m³ de cada clase de hormigón c)

Medición y Forma de Pago

- Los volúmenes de hormigón a pagarse serán medidos en metros cúbicos (m³) de conformidad con estas especificaciones y pagados a los respectivos precios contractuales.
- No debe incluirse ningún volumen desperdiciado o usado por conveniencias de construcción tales como: rellenos de sobre excavaciones, u otros utilizados

4.3.13 REPLANTILLOS (508003; 508002; 508001)

Definición

Base de hormigón simple tipo “D” (140 Kg/cm²) o de piedra de diferente espesor a colocarse sobre el suelo nivelado o conformado, previa la fundición de zapatas, losas estructurales u otros elementos.

- De ser requerido, previo a la colocación del replantillo deberá compactarse la base del terreno a un nivel del 90% del Proctor Standar,
- El espesor de los replantillos de hormigón simple será de 5 cm.
- El espesor del replantillo de piedra podrá ser de 0.10 m, 0.15 m o de 0,20 m conforme a lo constante en los planos.

Medición y Forma de Pago

- La ejecución del replantillo de piedra según el espesor que corresponda, se medirá en metros cuadrados.
- La ejecución del replantillo de hormigón, se medirá en metros cúbicos de hormigón de 140 Kg. /cm²

4.3.14 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO (516001)

Definición

Cubre el suministro e instalación del acero de refuerzo para el hormigón. Comprende las varillas de acero utilizadas en las obras permanentes del Proyecto, según se indica en los planos o lo ordene la Fiscalización.

- El Contratista preparará en base a los planos de construcción, los planos de detalle de las armaduras de refuerzo, los cuales incluirán la localización de las barras, y diagramas de doblado, y planilla con sus dimensiones y pesos correspondientes.
- Estos planos serán entregados a la Fiscalización para su aprobación por lo menos 10 días antes de su fabricación.

Medición y Forma de pago

- La unidad de medida será el Kg., con una aproximación de dos decimales.
- Se medirá en los planos las longitudes netas de acero incluyendo ganchos y traslapes.

4.3.15 ACCESORIOS ESPECIALES PARA PASOS DE TUBERÍAS (540439)

Descripción

Comprende el suministro e instalación de columnas, vigas y celosías metálicas para el sostenimiento de pisos, cubiertas, tuberías, accesorios, etc.; el suministro incluye los accesorios de empotramiento (placas y pernos de anclaje) de las estructuras metálicas a los apoyos de hormigón.

- Las estructuras se realizarán con perfiles metálicos en frío según especificaciones y diseño de planos, el acero a usarse será nuevo, tipo A-36.
- Las piezas deben ser fabricadas en las formas y tamaños indicados en los planos aprobados.
- Todas las conexiones deben ser soldadas siempre que sea posible, y, cuando no lo sea, serán empernadas o aseguradas con otras técnicas aprobadas por la Fiscalización.

- Se usarán soldadura de penetración total en las juntas de planchas de acero de espesor superior a 25 mm.

Medición y forma de Pago.

- Para estructuras metálicas perfectamente definidas, el presupuesto prevé la cuantificación y pago por peso (kg) de la estructura, correctamente instaladas en obra, según lo señalado en las especificaciones.

CONCLUSIONES

- Debido a la falta de infraestructura sanitaria en la quebrada de El muerto y Chahuarchimbana, fue necesario un estudio socioeconómico del sector para obtener datos base para el diseño del sistema sanitario, el mismo mejorará la calidad de vida de la población actual y futura.
- En base a los resultados de cálculo, parámetros y criterios de diseño, se obtuvo un diseño de alcantarillado sanitario óptimo.
- El sistema de alcantarillado fue diseñado en base a las especificaciones técnicas para la construcción de redes de alcantarillado de la empresa ETAPA EP, normas establecidas por el Instituto Ecuatoriano De Normalización.
- Se elaboró un documento técnico que describe el presupuesto referencial para la realización del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario, que servirá como base para el financiamiento por parte de las empresas encargadas para su aplicación.

RECOMENDACIONES

- Para el correcto funcionamiento del sistema sanitario se debe tomar en consideración las especificaciones técnicas al momento de la ejecución del proyecto, para así poder garantizar su correcto funcionamiento y la calidad del proceso.
- Se recomienda una correcta limpieza del sistema de alcantarillado existente en la Av. 24 de mayo en los tramos donde se incorpora el sistema sanitario diseñado correspondiente a la quebrada de El muerto y Chahuarchimbana.
- Una limpieza completa de los pasos de agua, ubicados debajo de la Autopista Cuenca-Azogues, para el paso de la tubería suspendida del proyecto.
- Realizar mantenimiento periódico del sistema sanitario para su correcto funcionamiento
- Respetar el periodo de diseño para el cual fue diseñado el sistema (20 años), para el cual se deberá hacer una evaluación física e hidráulica para un rediseño, dependiendo de la necesidad y la densidad poblacional existente a futuro.
- Al ser un interceptor sanitario, este solo debe recibir exclusivamente aguas residuales domesticas

BIBLIOGRAFÍA

- ALEX DANILO CASTILLO CEPEDA-MARIA GABRIELA SORIA PUGO. (OCTUBRE de 2011). Obtenido de <http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1909/8/UPS-ST000826.pdf>
- Ambiente, C. P. (2003). *Unidad de apoyo tecnico para el saneamiento basico del area rural*. Lima.
- Andrade, A. J. (2012). Obtenido de <http://dspace.ucacue.edu.ec/bitstream/reducacue/1922/4/ZHIND%C3%93N%20ALBERTO.pdf>
- Cualla, R. L. (2012). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Escuela Colombiana de Ingenieria.
- Cuenca, I. m. (2013). *ORDENANZA QUE REGULA EL USO Y OCUPACIÓN DEL SUELO DE CONFORMIDAD CON EL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN CUENCA*. Cuenca.
- Ecuaconductos. (s.f.). *Ecuaconductos*. Obtenido de [:http://www.ecuaconductos.com/descargas/tablas/Ecuaconductos_Tuberias_Datostecnicos.pdf](http://www.ecuaconductos.com/descargas/tablas/Ecuaconductos_Tuberias_Datostecnicos.pdf)
- EP, E. (s.f.). *Especificaciones técnicas para sistemas de alcantarillado*. Cuenca.
- ETAPA, E. (2009). *DIAGNÓSTICO DE LAS QUEBRADAS DE LA CIUDAD DE CUENCA*. CUENCA. Recuperado el JULIO de 2009
- Juan Medina Santiago Muñoz. (2015). *Valoración sanitaria de las quebradas en el área de influencia de la Universidad del Azuay*. Cuenca.
- Mexico, C. N. (Diciembre de 2009). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. Mexico. Obtenido de www.coangua.gob.mx
- NORMALIZACION, I. N. (1990). *Sistema de eliminación de Residuos liquidos NTE INEN 1752*. Ecuador.
- PLASTIGAMA. (s.f.). Obtenido de <http://sitio.plastigama.com/productos/proyectos-infraestructura/alcantarillado.html>

ANEXO 1

ANEXO 2

POZO		LONG.		POBLACION		POBLACION			AGUAS RESIDUALES					AGUAS		AGUAS	Q
				Factor Descarga	Acum.	Pers/desc	parc.	acum.	APORT.	COEF. RETORNO	CAUDAL	K = 2,228/Q ^{0,073} 325	RUGOSIDAD (PVC)	q2		INFILT.	ILICITAS
Entrada	Salida	(m)	Acum.(m)											hab/ha	hab		
P1	P2	13.73	13.73	1.00	1.00	10	11	10	267	0.80	0.025	4.00	0.011	2.200	0.014	0.009	2.223
P2	P3	51.14	64.87	0.25	1.25	10	3	13	267	0.80	0.031	4.00	0.011	2.200	0.065	0.012	2.277
P3	P4	20.04	84.91	0.25	1.50	10	3	15	267	0.80	0.038	4.00	0.011	2.200	0.085	0.014	2.299
P4	P5	16.05	100.96	0.25	1.75	10	3	18	267	0.80	0.044	4.00	0.011	2.200	0.101	0.016	2.317
P5	P6	26.28	127.24	0.25	2.00	10	3	20	267	0.80	0.050	4.00	0.011	2.200	0.127	0.019	2.346
P6	P7	39.39	166.63	0.67	2.67	10	7	27	267	0.80	0.067	4.00	0.011	2.200	0.167	0.025	2.392
P7	P8	48.85	215.49	0.67	3.33	10	7	34	267	0.80	0.083	4.00	0.011	2.200	0.215	0.031	2.446
P8	P9	18.31	233.80	0.67	4.00	10	7	40	267	0.80	0.100	4.00	0.011	2.200	0.234	0.037	2.471
P9	P10	16.40	250.20	1.00	5.00	10	11	51	267	0.80	0.125	4.00	0.011	2.200	0.250	0.047	2.497
P10	P11	6.21	256.41	0.20	5.20	10	3	53	267	0.80	0.130	4.00	0.011	2.200	0.256	0.049	2.505
P11	P12	80.81	337.22	0.20	5.40	10	3	55	267	0.80	0.135	4.00	0.011	2.200	0.337	0.051	2.588
P12	P13	5.66	342.88	0.20	5.60	10	3	57	267	0.80	0.140	4.00	0.011	2.200	0.343	0.052	2.595
P13	P14	16.32	359.20	0.20	5.80	10	3	59	267	0.80	0.145	4.00	0.011	2.200	0.359	0.054	2.613
P14	P15	28.03	387.24	0.20	6.00	10	3	61	267	0.80	0.150	4.00	0.011	2.200	0.387	0.056	2.643
P15	P16	13.45	400.69	0.50	6.50	10	6	66	267	0.80	0.163	4.00	0.011	2.200	0.401	0.061	2.662
P16	P17	17.81	418.50	0.50	7.00	10	6	71	267	0.80	0.175	4.00	0.011	2.200	0.418	0.066	2.684
P17	P18	37.46	455.96	1.00	8.00	10	11	81	267	0.80	0.200	4.00	0.011	2.200	0.456	0.075	2.731
P18	P19	32.44	488.40	0.00	8.00	10	0	81	267	0.80	0.200	4.00	0.011	2.200	0.488	0.075	2.763
P19	P20	37.32	525.72	0.00	8.00	10	0	81	267	0.80	0.200	4.00	0.011	2.200	0.526	0.075	2.801
P20	P21	32.09	557.81	0.00	8.00	10	0	81	267	0.80	0.200	4.00	0.011	2.200	0.558	0.075	2.833
P21	P22	61.86	619.67	0.00	8.00	10	0	81	267	0.80	0.200	4.00	0.011	2.200	0.620	0.075	2.895
P22	P23	9.70	629.37	0.00	8.00	10	0	81	267	0.80	0.200	4.00	0.011	2.200	0.629	0.075	2.904
P23	P24	5.26	634.63	0.00	8.00	10	0	81	267	0.80	0.200	4.00	0.011	2.200	0.635	0.075	2.910
P24	P25	1.45	636.08	0.00	8.00	10	0	81	267	0.80	0.200	4.00	0.011	2.200	0.636	0.075	2.911

DISEÑO DE LA TUBERIA								COTAS TERRENO		COTAS CLAVE		COTAS SOLERA		CORTES	
DIAM.	J	Q	q/Q	d/D	v/V	Velocidad (m/s)		Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
(mm)	%	lleno (lt/s)	(lt/s)	mm	(m/s)	lleno	diseño								
315	7.28	351.55	0.006	0.1001	0.3180	4.51	1.43	2557.000	2556.000	2555.200	2554.200	2554.885	2553.885	2.12	2.11
315	8.50	379.87	0.006	0.0995	0.3169	4.87	1.54	2556.000	2552.000	2554.200	2549.854	2553.885	2549.539	2.11	2.46
315	11.00	432.14	0.005	0.0981	0.3147	5.55	1.75	2552.000	2550.000	2549.854	2547.649	2549.539	2547.334	2.46	2.67
315	12.15	454.16	0.005	0.0977	0.3140	5.83	1.83	2550.000	2547.000	2547.649	2545.699	2547.334	2545.384	2.67	1.62
315	9.50	401.59	0.006	0.0992	0.3164	5.15	1.63	2547.000	2544.600	2545.699	2543.202	2545.384	2542.887	1.62	1.71
315	9.14	393.91	0.006	0.0996	0.3172	5.05	1.60	2544.600	2541.000	2543.202	2539.602	2542.887	2539.287	1.71	1.71
315	11.26	437.21	0.006	0.0987	0.3156	5.61	1.77	2541.000	2535.500	2539.602	2534.101	2539.287	2533.786	1.71	1.71
315	10.10	414.08	0.006	0.0994	0.3168	5.31	1.68	2535.500	2533.450	2534.101	2532.252	2533.786	2531.937	1.71	1.51
315	4.38	272.68	0.009	0.1058	0.3272	3.50	1.15	2533.450	2532.731	2532.252	2531.533	2531.937	2531.218	1.51	1.51
315	6.48	331.67	0.008	0.1026	0.3220	4.26	1.37	2532.731	2531.328	2531.533	2531.131	2531.218	2530.816	1.51	0.51
315	0.79	115.44	0.022	0.1312	0.3677	1.48	0.54	2531.328	2530.694	2531.131	2530.497	2530.816	2530.182	0.51	0.51
315	5.30	299.96	0.009	0.1048	0.3256	3.85	1.25	2530.694	2532.000	2530.497	2530.197	2530.182	2529.882	0.51	2.12
315	1.84	176.74	0.015	0.1168	0.3449	2.27	0.78	2532.000	2531.700	2530.197	2529.896	2529.882	2529.581	2.12	2.12
315	1.78	173.83	0.015	0.1176	0.3462	2.23	0.77	2531.700	2531.200	2529.896	2529.397	2529.581	2529.082	2.12	2.12
315	1.49	159.04	0.017	0.1205	0.3509	2.04	0.72	2531.200	2531.000	2529.397	2529.197	2529.082	2528.882	2.12	2.12
315	1.68	168.88	0.016	0.1189	0.3483	2.17	0.76	2531.000	2530.700	2529.197	2528.898	2528.882	2528.583	2.12	2.12
315	9.07	392.40	0.007	0.1014	0.3201	5.04	1.61	2530.700	2528.800	2528.898	2525.500	2528.583	2525.185	2.12	3.62
315	9.25	396.27	0.007	0.1014	0.3201	5.08	1.63	2528.800	2524.500	2525.500	2522.499	2525.185	2522.184	3.62	2.32
315	0.80	116.54	0.024	0.1341	0.3724	1.50	0.56	2524.500	2524.000	2522.499	2522.201	2522.184	2521.886	2.32	2.11
315	5.36	301.65	0.009	0.1063	0.3279	3.87	1.27	2524.000	2521.680	2522.201	2520.481	2521.886	2520.166	2.11	1.51
316	4.66	283.65	0.010	0.1079	0.3305	3.62	1.20	2521.680	2518.800	2520.481	2517.598	2520.165	2517.282	1.52	1.52
315	10.25	417.14	0.007	0.1014	0.3201	5.35	1.71	2518.800	2516.800	2517.598	2516.604	2517.283	2516.289	1.52	0.51
315	1.00	130.29	0.022	0.1310	0.3675	1.67	0.61	2516.800	2516.750	2516.604	2516.551	2516.289	2516.236	0.51	0.51
315	0.68	107.44	0.027	0.1396	0.3810	1.38	0.53	2516.750	2517.740	2516.551	2516.541	2516.236	2516.226	0.51	1.51

DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO												
QUEBRADA "EL MUERTO"												
POZO		LONG.	DIAM.	J	Q	V	Q	V	COTAS TERRENO		COTAS CLAVE	
Entrada	Salida				DISEÑO	DISEÑO	LLENO	LLENO	Entrada	Salida	Entrada	Salida
		(m)	(mm)	%	(lt/seg)	(m/s)	(lt/seg)	(m/s)				
P1	P2	13.73	315.00	7.28	2.22	1.43	351.55	4.51	2557.00	2556.00	2555.20	2554.20
P2	P3	51.14	315.00	8.50	2.28	1.54	379.87	4.87	2556.00	2552.00	2554.20	2549.85
P3	P4	20.04	315.00	11.00	2.30	1.75	432.14	5.55	2552.00	2550.00	2549.85	2547.65
P4	P5	16.05	315.00	12.15	2.32	1.83	454.16	5.83	2550.00	2547.00	2547.65	2545.70
P5	P6	26.28	315.00	9.50	2.35	1.63	401.59	5.15	2547.00	2544.60	2545.70	2543.20
P6	P7	39.39	315.00	9.14	2.39	1.60	393.91	5.05	2544.60	2541.00	2543.20	2539.60
P7	P8	48.85	315.00	11.26	2.45	1.77	437.21	5.61	2541.00	2535.50	2539.60	2534.10
P8	P9	18.31	315.00	10.10	2.47	1.68	414.08	5.31	2535.50	2533.45	2534.10	2532.25
P9	P10	16.40	315.00	4.38	2.50	1.15	272.68	3.50	2533.45	2532.73	2532.25	2531.53
P10	P11	6.21	315.00	6.48	2.51	1.37	331.67	4.26	2532.73	2531.33	2531.53	2531.13
P11	P12	80.81	315.00	0.79	2.59	0.54	115.44	1.48	2531.33	2530.69	2531.13	2530.50
P12	P13	5.66	315.00	5.30	2.59	1.25	299.96	3.85	2530.69	2532.00	2530.50	2530.20
P13	P14	16.32	315.00	1.84	2.61	0.78	176.74	2.27	2532.00	2531.70	2530.20	2529.90
P14	P15	28.03	315.00	1.78	2.64	0.77	173.83	2.23	2531.70	2531.20	2529.90	2529.40
P15	P16	13.45	315.00	1.49	2.66	0.72	159.04	2.04	2531.20	2531.00	2529.40	2529.20
P16	P17	17.81	315.00	1.68	2.68	0.76	168.88	2.17	2531.00	2530.70	2529.20	2528.90
P17	P18	37.46	315.00	9.07	2.73	1.61	392.40	5.04	2530.70	2528.80	2528.90	2525.50
P18	P19	32.44	315.00	9.25	2.76	1.63	396.27	5.08	2528.80	2524.50	2525.50	2522.50
P19	P20	37.32	315.00	0.80	2.80	0.56	116.54	1.50	2524.50	2524.00	2522.50	2522.20
P20	P21	32.09	315.00	5.36	2.83	1.27	301.65	3.87	2524.00	2521.68	2522.20	2520.48
P21	P22	61.86	316.00	4.66	2.89	1.20	283.65	3.62	2521.68	2518.80	2520.48	2517.60
P22	P23	9.70	315.00	10.25	2.90	1.71	417.14	5.35	2518.80	2516.80	2517.60	2516.60
P23	P24	5.26	315.00	1.00	2.91	0.61	130.29	1.67	2516.80	2516.75	2516.60	2516.55
P24	P25	1.45	315.00	0.68	2.91	0.53	107.44	1.38	2516.75	2517.74	2516.55	2516.54

ANEXO 3

POZO		LONG.		POBLACION		POBLACION			AGUAS RESIDUALES					AGUAS	AGUAS	Q	
				Factor Descarga	Acum.	Pers/desc	parc.	acum.	APORT.	COEF. RETORNO	CAUDAL	K = 2,228/Q^0,073325	RUGOSIDAD (PVC)				q2
Entrada	Salida	(m)	Acum.(m)											hab	hab	(l/h/d)	q
P1	P2	30.96	30.96	0.50	0.50	15	8	8	267	0.80	0.02	4.00	0.01	2.20	0.03	0.01	2.24
P2	P3	23.89	54.85	0.50	1.00	15	8	16	267	0.80	0.04	4.00	0.01	2.20	0.05	0.02	2.27
P3	P4	8.27	63.12	0.20	1.20	15	3	19	267	0.80	0.05	4.00	0.01	2.20	0.06	0.02	2.28
P4	P5	25.80	88.92	0.20	1.40	15	3	22	267	0.80	0.05	4.00	0.01	2.20	0.09	0.02	2.31
P5	P6	39.02	127.94	0.20	1.60	15	3	25	267	0.80	0.06	4.00	0.01	2.20	0.13	0.02	2.35
P6	P7	8.36	136.30	0.20	1.80	15	3	28	267	0.80	0.07	4.00	0.01	2.20	0.14	0.03	2.36
P7	P8	21.03	157.33	0.20	2.00	15	3	31	267	0.80	0.08	4.00	0.01	2.20	0.16	0.03	2.39
P8	P9	40.25	197.59	0.20	2.20	15	3	34	267	0.80	0.08	4.00	0.01	2.20	0.20	0.03	2.43
P9	P10	21.68	219.27	0.20	2.40	15	3	37	267	0.80	0.09	4.00	0.01	2.20	0.22	0.03	2.45
P10	P11	13.21	232.47	0.20	2.60	15	3	40	267	0.80	0.10	4.00	0.01	2.20	0.23	0.04	2.47
P11	P12	8.72	241.19	0.20	2.80	15	3	43	267	0.80	0.11	4.00	0.01	2.20	0.24	0.04	2.48
P12	P13	23.61	264.80	0.20	3.00	15	3	46	267	0.80	0.11	4.00	0.01	2.20	0.26	0.04	2.51
P13	P14	16.82	281.62	0.20	3.20	15	3	49	267	0.80	0.12	4.00	0.01	2.20	0.28	0.05	2.53
P14	P15	4.04	285.66	0.20	3.40	15	3	52	267	0.80	0.13	4.00	0.01	2.20	0.29	0.05	2.53
P15	P16	58.64	344.29	0.20	3.60	15	3	55	267	0.80	0.14	4.00	0.01	2.20	0.34	0.05	2.60
P16	P17	4.66	348.95	0.20	3.80	15	3	58	267	0.80	0.14	4.00	0.01	2.20	0.35	0.05	2.60
P17	P18	30.64	379.59	0.20	4.00	15	3	61	267	0.80	0.15	4.00	0.01	2.20	0.38	0.06	2.64
P18	P19	10.83	390.42	1.00	5.00	15	15	76	267	0.80	0.19	4.00	0.01	2.20	0.39	0.07	2.66
P19	P20	31.17	421.60	1.00	6.00	15	15	91	267	0.80	0.22	4.00	0.01	2.20	0.42	0.08	2.71
P20	P21	22.80	444.39	0.50	6.50	15	8	99	267	0.80	0.24	4.00	0.01	2.20	0.44	0.09	2.74
P21	P22	28.10	472.49	0.50	7.00	15	8	107	267	0.80	0.26	4.00	0.01	2.20	0.47	0.10	2.77
P22	P23	13.52	486.00	0.50	7.50	15	8	115	267	0.80	0.28	4.00	0.01	2.20	0.49	0.11	2.79
P23	P24	12.86	498.87	0.50	8.00	15	8	123	267	0.80	0.30	4.00	0.01	2.20	0.50	0.11	2.81
P24	P25	9.40	508.26	1.00	9.00	15	15	138	267	0.80	0.34	4.00	0.01	2.20	0.51	0.13	2.84
P25	P26	23.90	532.16	0.10	9.10	15	2	140	267	0.80	0.35	4.00	0.01	2.20	0.53	0.13	2.86
P26	P27	17.68	549.84	0.10	9.20	15	2	142	267	0.80	0.35	3.99	0.01	2.20	0.55	0.13	2.88
P27	P28	31.83	581.66	0.10	9.30	15	2	144	267	0.80	0.36	3.99	0.01	2.20	0.58	0.13	2.91
P28	P29	4.15	585.81	0.10	9.40	15	2	146	267	0.80	0.36	3.98	0.01	2.20	0.59	0.14	2.92
P29	P30	68.34	654.16	0.05	9.45	15	1	147	267	0.80	0.36	3.98	0.01	2.20	0.65	0.14	2.99
P30	P31	40.84	695.00	-	9.45	15	0	147	267	0.80	0.36	3.98	0.01	2.20	0.69	0.14	3.03
P31	P32	28.38	723.37	-	9.45	15	0	147	267	0.80	0.36	3.98	0.01	2.20	0.72	0.14	3.06
P32	P33	7.74	731.11	-	9.45	15	0	147	267	0.80	0.36	3.98	0.01	2.20	0.73	0.14	3.07
P33	P34	8.04	739.15	-	9.45	15	0	147	267	0.80	0.36	3.98	0.01	2.20	0.74	0.14	3.08
P34	P35	25.00	764.15	-	9.45	15	0	147	267	0.80	0.36	3.98	0.01	2.20	0.76	0.14	3.10

DISEÑO DE LA TUBERIA								COTAS TERRENO		COTAS CLAVE		COTAS SOLERA		CORTES	
DIAM.	J	Q	q/Q	d/D	v/V	Velocidad (m/s)		Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
(mm)	%	lleno (lt/s)	(lt/s)	mm	(m/s)	lleno	diseño								
315.00	6.46	331.16	0.01	0.10	0.32	4.25	1.36	2,577.00	2,575.00	2,575.20	2,573.20	2,574.89	2,572.89	2.12	2.11
315.00	10.45	421.19	0.01	0.10	0.31	5.40	1.70	2,575.00	2,573.00	2,573.20	2,570.70	2,572.89	2,570.39	2.11	2.61
315.00	14.60	497.85	0.00	0.10	0.31	6.39	2.00	2,573.00	2,571.00	2,570.70	2,569.50	2,570.39	2,569.18	2.61	1.82
315.00	15.08	505.97	0.00	0.10	0.31	6.49	2.03	2,571.00	2,568.00	2,569.50	2,565.61	2,569.18	2,565.29	1.82	2.71
315.00	13.58	480.15	0.00	0.10	0.31	6.16	1.93	2,568.00	2,563.00	2,565.61	2,560.31	2,565.29	2,559.99	2.71	3.01
315.00	11.96	450.60	0.01	0.10	0.31	5.78	1.82	2,563.00	2,562.00	2,560.31	2,559.31	2,559.99	2,558.99	3.01	3.01
315.00	14.26	492.02	0.00	0.10	0.31	6.31	1.98	2,562.00	2,559.00	2,559.31	2,556.31	2,558.99	2,555.99	3.01	3.01
315.00	12.43	459.37	0.01	0.10	0.31	5.89	1.85	2,559.00	2,554.00	2,556.31	2,551.30	2,555.99	2,550.99	3.01	3.01
315.00	14.30	492.71	0.00	0.10	0.31	6.32	1.98	2,554.00	2,550.00	2,551.30	2,548.20	2,550.99	2,547.89	3.01	2.11
315.00	15.50	512.97	0.00	0.10	0.31	6.58	2.06	2,550.00	2,548.00	2,548.20	2,546.16	2,547.89	2,545.84	2.11	2.16
315.00	15.44	511.97	0.00	0.10	0.31	6.57	2.06	2,548.00	2,544.50	2,544.16	2,542.81	2,543.84	2,542.50	4.16	2.00
315.00	14.83	501.76	0.00	0.10	0.31	6.44	2.02	2,544.50	2,540.50	2,542.80	2,539.30	2,542.49	2,538.98	2.01	1.52
315.00	8.30	375.37	0.01	0.10	0.32	4.82	1.54	2,540.50	2,538.10	2,539.30	2,537.90	2,538.98	2,537.59	1.52	0.51
315.00	7.43	355.15	0.01	0.10	0.32	4.56	1.46	2,538.10	2,537.80	2,537.90	2,537.60	2,537.59	2,537.29	0.51	0.51
315.00	7.15	348.40	0.01	0.10	0.32	4.47	1.44	2,537.80	2,533.61	2,537.60	2,533.41	2,537.29	2,533.10	0.51	0.51
315.00	13.00	469.78	0.01	0.10	0.32	6.03	1.90	2,533.61	2,534.00	2,533.41	2,532.80	2,533.10	2,532.49	0.51	1.51
315.00	14.05	488.38	0.01	0.10	0.31	6.27	1.97	2,534.00	2,530.30	2,532.80	2,528.50	2,532.49	2,528.18	1.51	2.12
315.00	11.10	434.10	0.01	0.10	0.32	5.57	1.77	2,530.30	2,529.50	2,528.50	2,527.30	2,528.18	2,526.98	2.12	2.52
315.00	13.48	478.37	0.01	0.10	0.32	6.14	1.94	2,529.50	2,524.90	2,527.30	2,523.10	2,526.98	2,522.78	2.52	2.12
315.00	14.90	502.94	0.01	0.10	0.32	6.45	2.03	2,524.90	2,522.30	2,523.10	2,519.70	2,522.78	2,519.38	2.12	2.92
315.00	11.40	439.92	0.01	0.10	0.32	5.64	1.79	2,522.30	2,521.00	2,519.70	2,516.50	2,519.38	2,516.18	2.92	4.82
315.00	17.35	542.72	0.01	0.10	0.31	6.96	2.19	2,521.00	2,516.00	2,516.50	2,514.15	2,516.18	2,513.84	4.82	2.16
315.00	17.50	545.06	0.01	0.10	0.31	6.99	2.20	2,516.00	2,510.60	2,511.65	2,509.40	2,511.34	2,509.08	4.66	1.52
315.00	1.06	134.15	0.02	0.13	0.36	1.72	0.63	2,510.60	2,510.50	2,509.40	2,509.30	2,509.08	2,508.98	1.52	1.52
315.00	4.60	279.45	0.01	0.11	0.33	3.59	1.19	2,510.50	2,509.40	2,509.30	2,508.20	2,508.98	2,507.89	1.52	1.51
315.00	0.59	100.08	0.03	0.14	0.39	1.28	0.49	2,509.40	2,508.30	2,508.20	2,508.10	2,507.89	2,507.78	1.51	0.52
315.00	4.08	263.18	0.01	0.11	0.33	3.38	1.13	2,508.30	2,507.00	2,508.10	2,506.80	2,507.78	2,506.48	0.52	0.52
315.00	11.70	445.67	0.01	0.10	0.32	5.72	1.82	2,507.00	2,508.00	2,506.80	2,506.31	2,506.48	2,506.00	0.52	2.00
315.00	3.66	249.27	0.01	0.11	0.34	3.20	1.08	2,508.00	2,505.00	2,506.31	2,503.81	2,506.00	2,503.50	2.00	1.50
315.00	2.45	203.94	0.01	0.12	0.35	2.62	0.90	2,505.00	2,504.00	2,503.81	2,502.81	2,503.50	2,502.50	1.50	1.50
315.00	5.28	299.39	0.01	0.11	0.33	3.84	1.27	2,504.00	2,502.50	2,502.81	2,501.31	2,502.50	2,501.00	1.50	1.50
315.00	12.92	468.33	0.01	0.10	0.32	6.01	1.92	2,502.50	2,501.50	2,501.31	2,500.31	2,501.00	2,500.00	1.50	1.50
315.00	1.88	178.65	0.02	0.12	0.35	2.29	0.81	2,501.50	2,502.00	2,500.31	2,500.16	2,500.00	2,499.85	1.50	2.15
315.00	2.92	222.65	0.01	0.12	0.34	2.86	0.98	2,502.00	2,502.22	2,500.16	2,499.43	2,499.85	2,499.12	2.15	3.10

DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO												
QUEBRADA "CHAHUARCHIMBANA"												
POZO		LONG.	DIAM.	J	Q	V	Q	V	COTAS VIA		COTAS INVERT	
Entrada	Salida	(m)	(mm)	%	DISEÑO (lt/seg)	DISEÑO (m/s)	LLENO (lt/seg)	LLENO (m/s)	Entrada	Salida	Entrada	Salida
P1	P2	30.959	315	6.46	2.23796	1.357493	331.1614	4.25	2577.00	2575.00	2575.20	2573.20
P2	P3	23.887	315	10.5	2.26985	1.700486	421.1934	5.4	2575.00	2573.00	2573.20	2570.70
P3	P4	8.273	315	14.6	2.28112	1.995123	497.8515	6.39	2573.00	2571.00	2570.70	2569.50
P4	P5	25.802	315	15.1	2.30892	2.025945	505.9692	6.49	2571.00	2568.00	2569.50	2565.61
P5	P6	39.016	315	13.6	2.35094	1.929751	480.146	6.16	2568.00	2563.00	2565.61	2560.31
P6	P7	8.361	315	12	2.3623	1.817346	450.5977	5.78	2563.00	2562.00	2560.31	2559.31
P7	P8	21.034	315	14.3	2.38633	1.975772	492.0204	6.31	2562.00	2559.00	2559.31	2556.31
P8	P9	40.253	315	12.4	2.42859	1.852795	459.3661	5.89	2559.00	2554.00	2556.31	2551.30
P9	P10	21.681	315	14.3	2.45327	1.981612	492.71	6.32	2554.00	2550.00	2551.30	2548.20
P10	P11	13.205	315	15.5	2.46947	2.059528	512.9668	6.58	2550.00	2548.00	2548.20	2546.16
P11	P12	8.718	315	15.4	2.48119	2.057101	511.973	6.57	2548.00	2544.50	2544.16	2542.81
P12	P13	23.61	315	14.8	2.5078	2.019642	501.7576	6.44	2544.50	2540.50	2542.80	2539.30
P13	P14	16.82	315	8.3	2.52662	1.539131	375.3725	4.82	2540.50	2538.10	2539.30	2537.90
P14	P15	4.038	315	7.43	2.53366	1.462116	355.1549	4.56	2538.10	2537.80	2537.90	2537.60
P15	P16	58.637	315	7.15	2.59529	1.437854	348.3986	4.47	2537.80	2533.61	2537.60	2533.41
P16	P17	4.66	315	13	2.60295	1.901901	469.7806	6.03	2533.61	2534.00	2533.41	2532.80
P17	P18	30.638	315	14.1	2.63559	1.974608	488.3841	6.27	2534.00	2530.30	2532.80	2528.50
P18	P19	10.831	315	11.1	2.66042	1.767611	434.0951	5.57	2530.30	2529.50	2528.50	2527.30
P19	P20	31.172	315	13.5	2.7056	1.938928	478.3748	6.14	2529.50	2524.90	2527.30	2523.10
P20	P21	22.797	315	14.9	2.73639	2.032239	502.9404	6.45	2524.90	2522.30	2523.10	2519.70
P21	P22	28.095	315	11.4	2.77149	1.793001	439.9221	5.64	2522.30	2521.00	2519.70	2516.50
P22	P23	13.517	315	17.4	2.792	2.1861	542.7166	6.96	2521.00	2516.00	2516.50	2514.15
P23	P24	12.863	315	17.5	2.81287	2.195897	545.0576	6.99	2516.00	2510.60	2511.65	2509.40
P24	P25	9.397	315	1.06	2.83626	0.626076	134.1456	1.72	2510.60	2510.50	2509.40	2509.30
P25	P26	23.896	315	4.6	2.86216	1.187093	279.4488	3.59	2510.50	2509.40	2509.30	2508.20
P26	P27	17.677	315	0.59	2.88084	0.493762	100.0805	1.28	2509.40	2508.30	2508.20	2508.10
P27	P28	31.825	315	4.08	2.91466	1.126595	263.1804	3.38	2508.30	2507.00	2508.10	2506.80
P28	P29	4.151	315	11.7	2.92081	1.823199	445.673	5.72	2507.00	2508.00	2506.80	2506.31
P29	P30	68.343	315	3.66	2.99016	1.0759	249.2665	3.2	2508.00	2505.00	2506.31	2503.81
P30	P31	40.841	315	2.45	3.031	0.904252	203.9419	2.62	2505.00	2504.00	2503.81	2502.81
P31	P32	28.376	315	5.28	3.05937	1.269471	299.3921	3.84	2504.00	2502.50	2502.81	2501.31
P32	P33	7.738	315	12.9	3.06711	1.91554	468.3329	6.01	2502.50	2501.50	2501.31	2500.31
P33	P34	8.041	315	1.88	3.07515	0.806772	178.6497	2.29	2501.50	2502.00	2500.31	2500.16
P34	P35	25.002	315	2.92	3.10015	0.978802	222.646	2.86	2502.00	2502.22	2500.16	2499.43

ANEXO 4

POZO		LONG.		POBLACION		POBLACION			AGUAS RESIDUALES					AGUAS	AGUAS	Q	
				Factor Descarga	Acum.	Pers/desc	parc.	acum.	APORT.	COEF. RETURN O	CAUDAL	K = 2,228/Q^0,073325	RUGOSIDAD (PVC)	q2	INFILT.	ILICITAS	TOTAL
Entrada	Salida	(m)	Acum.(m)											hab			
P1	P2	30.96	30.96	1.00	1.00	12.25	13	13	267	0.8	0.03	4.00	0.011	2.200	0.031	0.012	2.243
P2	P3	23.89	54.85	0.40	1.40	12.25	5	18	267	0.8	0.04	4.00	0.011	2.200	0.055	0.017	2.272
P3	P4	8.27	63.12	0.00	1.40	12.25	0	18	267	0.8	0.04	4.00	0.011	2.200	0.063	0.017	2.280
P4	P5	25.80	88.92	0.00	1.40	12.25	0	18	267	0.8	0.04	4.00	0.011	2.200	0.089	0.017	2.306
P5	P6	39.02	127.94	0.00	1.40	12.25	0	18	267	0.8	0.04	4.00	0.011	2.200	0.128	0.017	2.345
P6	P7	8.36	136.30	0.00	1.40	12.25	0	18	267	0.8	0.04	4.00	0.011	2.200	0.136	0.017	2.353
P7	P8	21.03	157.33	0.00	1.40	12.25	0	18	267	0.8	0.04	4.00	0.011	2.200	0.157	0.017	2.374
P8	P9	40.25	197.59	0.00	1.40	12.25	0	18	267	0.8	0.04	4.00	0.011	2.200	0.198	0.017	2.415
P9	P10	21.68	219.27	0.00	1.40	12.25	0	18	267	0.8	0.04	4.00	0.011	2.200	0.219	0.017	2.436
P10	P11	13.21	232.47	0.00	1.40	12.25	0	18	267	0.8	0.04	4.00	0.011	2.200	0.232	0.017	2.449
P11	P12	8.72	241.19	0.00	1.40	12.25	0	18	267	0.8	0.04	4.00	0.011	2.200	0.241	0.017	2.458
P12	P13	23.61	264.80	2.00	3.40	12.25	25	43	267	0.8	0.11	4.00	0.011	2.200	0.265	0.040	2.505
P13	P14	16.82	281.62	1.00	4.40	12.25	13	56	267	0.8	0.14	4.00	0.011	2.200	0.282	0.052	2.534
P14	P15	4.04	285.66	0.00	4.40	12.25	0	56	267	0.8	0.14	4.00	0.011	2.200	0.286	0.052	2.538
P15	P16	58.64	344.30	0.25	4.65	12.25	4	60	267	0.8	0.15	4.00	0.011	2.200	0.344	0.056	2.600
P16	P17	4.66	348.96	0.25	4.90	12.25	4	64	267	0.8	0.16	4.00	0.011	2.200	0.349	0.059	2.608
P17	P18	30.64	379.59	0.25	5.15	12.25	4	68	267	0.8	0.17	4.00	0.011	2.200	0.380	0.063	2.643
P18	P19	10.83	390.43	0.25	5.40	12.25	4	72	267	0.8	0.18	4.00	0.011	2.200	0.390	0.067	2.657
P19	P20	31.17	421.60	2.00	7.40	12.25	25	97	267	0.8	0.24	4.00	0.011	2.200	0.422	0.090	2.712
P20	P21	22.80	444.39	0.67	8.07	12.25	9	106	267	0.8	0.26	4.00	0.011	2.200	0.444	0.098	2.742
P21	P22	28.10	472.49	0.67	8.73	12.25	9	115	267	0.8	0.28	4.00	0.011	2.200	0.472	0.106	2.778
P22	P23	13.52	486.01	0.67	9.40	12.25	9	124	267	0.8	0.31	4.00	0.011	2.200	0.486	0.115	2.801
P23	P24	12.86	498.87	0.00	9.40	12.25	0	124	267	0.8	0.31	4.00	0.011	2.200	0.499	0.115	2.814
P24	P25	9.40	508.27	1.00	10.40	12.25	13	137	267	0.8	0.34	4.00	0.011	2.200	0.508	0.127	2.835
P25	P26	23.90	532.16	1.00	11.40	12.25	13	150	267	0.8	0.37	3.98	0.011	2.200	0.532	0.139	2.871
P26	P27	17.68	549.84	0.00	11.40	12.25	0	150	267	0.8	0.37	3.98	0.011	2.200	0.550	0.139	2.889
P27	P28	31.83	581.66	0.00	11.40	12.25	0	150	267	0.8	0.37	3.98	0.011	2.200	0.582	0.139	2.921
P28	P29	4.15	585.82	0.00	11.40	12.25	0	150	267	0.8	0.37	3.98	0.011	2.200	0.586	0.139	2.925
P29	P30	34.91	620.73	0.00	11.40	12.25	0	150	267	0.8	0.37	3.98	0.011	2.200	0.621	0.139	2.960
P30	P31	60.48	681.20	0.00	11.40	12.25	0	150	267	0.8	0.37	3.98	0.011	2.200	0.681	0.139	3.020
P31	P32	44.62	725.83	0.00	11.40	12.25	0	150	267	0.8	0.37	3.98	0.011	2.200	0.726	0.139	3.065
P32	P33	15.39	741.22	0.00	11.40	12.25	0	150	267	0.8	0.37	3.98	0.011	2.200	0.741	0.139	3.080
P33	P34	25.00	766.22	1.00	12.40	13.25	14	164	267	0.8	0.41	3.95	0.011	2.200	0.766	0.152	3.118

DISEÑO DE LA TUBERIA								COTAS TERRENO		COTAS CLAVE		COTAS SOLERA		CORTES	
DIAM.	J	Q	q/Q	d/D	v/V	Velocidad (m/s)		Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
(mm)	%	lleno (lt/s)	(lt/s)	mm	(m/s)	lleno	diseño								
315	6.460	331.161	0.007	0.101	0.319	4.25	1.36	2577.000	2575.000	2575.200	2573.200	2574.885	2572.885	2.12	2.11
315	10.450	421.193	0.005	0.098	0.315	5.40	1.70	2575.000	2573.000	2573.200	2570.704	2572.885	2570.389	2.11	2.61
315	14.600	497.851	0.005	0.097	0.312	6.39	2.00	2573.000	2571.000	2570.704	2569.496	2570.389	2569.181	2.61	1.82
315	15.080	505.969	0.005	0.097	0.312	6.49	2.03	2571.000	2568.000	2569.496	2565.605	2569.181	2565.290	1.82	2.71
315	13.580	480.146	0.005	0.097	0.313	6.16	1.93	2568.000	2563.000	2565.605	2560.306	2565.290	2559.991	2.71	3.01
315	11.960	450.598	0.005	0.098	0.314	5.78	1.82	2563.000	2562.000	2560.306	2559.306	2559.991	2558.991	3.01	3.01
315	14.260	492.020	0.005	0.097	0.313	6.31	1.98	2562.000	2559.000	2559.306	2556.307	2558.991	2555.992	3.01	3.01
315	12.430	459.366	0.005	0.098	0.314	5.89	1.85	2559.000	2554.000	2556.307	2551.304	2555.992	2550.989	3.01	3.01
315	14.300	492.710	0.005	0.097	0.313	6.32	1.98	2554.000	2550.000	2551.304	2548.203	2550.989	2547.888	3.01	2.11
315	15.500	512.967	0.005	0.097	0.313	6.58	2.06	2550.000	2548.000	2548.203	2546.156	2547.888	2545.841	2.11	2.16
315	15.440	511.973	0.005	0.097	0.313	6.57	2.06	2548.000	2544.500	2544.156	2542.810	2543.841	2542.495	4.16	2.00
315	14.830	501.76	0.005	0.0974	0.3136	6.44	2.02	2544.500	2540.500	2542.800	2539.299	2542.485	2538.984	2.01	1.52
315	8.300	375.37	0.007	0.1010	0.3194	4.82	1.54	2540.500	2538.100	2539.299	2537.903	2538.984	2537.588	1.52	0.51
315	7.430	355.15	0.007	0.1018	0.3207	4.56	1.46	2538.100	2537.800	2537.903	2537.603	2537.588	2537.288	0.51	0.51
315	7.150	348.40	0.007	0.1024	0.3217	4.47	1.44	2537.800	2533.610	2537.603	2533.410	2537.288	2533.095	0.51	0.51
315	13.000	469.78	0.006	0.0986	0.3154	6.03	1.90	2533.610	2534.000	2533.410	2532.804	2533.095	2532.489	0.51	1.51
315	14.050	488.38	0.005	0.0983	0.3150	6.27	1.97	2534.000	2530.300	2532.804	2528.500	2532.489	2528.185	1.51	2.12
315	11.100	434.10	0.006	0.0997	0.3173	5.57	1.77	2530.300	2529.500	2528.500	2527.297	2528.185	2526.982	2.12	2.52
315	13.480	478.37	0.006	0.0988	0.3158	6.14	1.94	2529.500	2524.900	2527.297	2523.095	2526.982	2522.780	2.52	2.12
315	14.900	502.94	0.005	0.0984	0.3151	6.45	2.03	2524.900	2522.300	2523.095	2519.699	2522.780	2519.384	2.12	2.92
315	11.400	439.92	0.006	0.1001	0.3180	5.64	1.79	2522.300	2521.000	2519.699	2516.496	2519.384	2516.181	2.92	4.82
315	17.350	542.72	0.005	0.0978	0.3141	6.96	2.19	2521.000	2516.000	2516.496	2514.151	2516.181	2513.836	4.82	2.16
315	17.500	545.06	0.005	0.0978	0.3142	6.99	2.20	2516.000	2510.600	2511.651	2509.400	2511.336	2509.085	4.66	1.52
315	1.060	134.15	0.021	0.1288	0.3640	1.72	0.63	2510.600	2510.500	2509.400	2509.300	2509.085	2508.985	1.52	1.52
315	4.600	279.45	0.010	0.1080	0.3308	3.59	1.19	2510.500	2509.400	2509.300	2508.201	2508.985	2507.886	1.52	1.51
315	0.590	100.08	0.029	0.1428	0.3860	1.28	0.49	2509.400	2508.300	2508.201	2508.096	2507.886	2507.781	1.51	0.52
315	4.080	263.18	0.011	0.1096	0.3334	3.38	1.13	2508.300	2507.000	2508.096	2506.798	2507.781	2506.483	0.52	0.52
315	11.700	445.67	0.007	0.1006	0.3188	5.72	1.82	2507.000	2508.000	2506.798	2506.312	2506.483	2505.997	0.52	2.00
315	4.300	270.18	0.011	0.1094	0.3329	3.47	1.16	2508.000	2506.000	2506.312	2504.811	2505.997	2504.496	2.00	1.50
315	2.730	215.28	0.014	0.1154	0.3426	2.76	0.95	2506.000	2504.350	2504.811	2503.160	2504.496	2502.845	1.50	1.50
315	3.470	242.71	0.013	0.1126	0.3382	3.11	1.05	2504.350	2502.800	2503.160	2501.612	2502.845	2501.297	1.50	1.50
315	9.400	399.47	0.008	0.1029	0.3225	5.13	1.65	2502.800	2502.000	2501.612	2500.165	2501.297	2499.850	1.50	2.15
316	2.910	224.15	0.014	0.1151	0.3422	2.86	0.98	2502.000	2502.220	2500.165	2499.437	2499.849	2499.121	2.15	3.10

DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO
QUEBRADA "CHAHUARCHIMBANA"

POZO		LONG.	DIAM.	J	Q	V	Q	V	COTAS VIA		COTAS INVERT	
Entrada	Salida				DISEÑO	DISEÑO	LLENO	LLENO	Entrada	Salida	Entrada	Salida
		(m)	(mm)	%	(lt/seg)	(m/s)	(lt/seg)	(m/s)				
P1	P2	30.959	315	6.46	2.24296	1.357703	331.1614	4.25	2577.00	2575.00	2575.20	2573.20
P2	P3	23.887	315	10.5	2.27185	1.700571	421.1934	5.4	2575.00	2573.00	2573.20	2570.70
P3	P4	8.273	315	14.6	2.28012	1.99508	497.8515	6.39	2573.00	2571.00	2570.70	2569.50
P4	P5	25.8	315	15.1	2.30592	2.025816	505.9692	6.49	2571.00	2568.00	2569.50	2565.61
P5	P6	39.02	315	13.6	2.34494	1.929495	480.146	6.16	2568.00	2563.00	2565.61	2560.31
P6	P7	8.361	315	12	2.3533	1.816964	450.5977	5.78	2563.00	2562.00	2560.31	2559.31
P7	P8	21.034	315	14.3	2.37433	1.975261	492.0204	6.31	2562.00	2559.00	2559.31	2556.31
P8	P9	40.253	315	12.4	2.41459	1.852201	459.3661	5.89	2559.00	2554.00	2556.31	2551.30
P9	P10	21.681	315	14.3	2.43627	1.980888	492.71	6.32	2554.00	2550.00	2551.30	2548.20
P10	P11	13.205	315	15.5	2.44947	2.058675	512.9668	6.58	2550.00	2548.00	2548.20	2546.16
P11	P12	8.718	315	15.4	2.45819	2.056121	511.973	6.57	2548.00	2544.50	2544.16	2542.81
P12	P13	23.61	315	14.8	2.5048	2.019514	501.7576	6.44	2544.50	2540.50	2542.80	2539.30
P13	P14	16.82	315	8.3	2.53362	1.539426	375.3725	4.82	2540.50	2538.10	2539.30	2537.90
P14	P15	4.038	315	7.43	2.53766	1.462284	355.1549	4.56	2538.10	2537.80	2537.90	2537.60
P15	P16	58.637	315	7.15	2.6003	1.438063	348.3986	4.47	2537.80	2533.61	2537.60	2533.41
P16	P17	4.66	315	13	2.60796	1.902113	469.7806	6.03	2533.61	2534.00	2533.41	2532.80
P17	P18	30.638	315	14.1	2.64259	1.974905	488.3841	6.27	2534.00	2530.30	2532.80	2528.50
P18	P19	10.831	315	11.1	2.65743	1.767484	434.0951	5.57	2530.30	2529.50	2528.50	2527.30
P19	P20	31.172	315	13.5	2.7116	1.939183	478.3748	6.14	2529.50	2524.90	2527.30	2523.10
P20	P21	22.797	315	14.9	2.74239	2.032494	502.9404	6.45	2524.90	2522.30	2523.10	2519.70
P21	P22	28.095	315	11.4	2.77849	1.793296	439.9221	5.64	2522.30	2521.00	2519.70	2516.50
P22	P23	13.517	315	17.4	2.80101	2.186482	542.7166	6.96	2521.00	2516.00	2516.50	2514.15
P23	P24	12.863	315	17.5	2.81387	2.19594	545.0576	6.99	2516.00	2510.60	2511.65	2509.40
P24	P25	9.397	315	1.06	2.83527	0.626038	134.1456	1.72	2510.60	2510.50	2509.40	2509.30
P25	P26	23.896	315	4.6	2.87116	1.187461	279.4488	3.59	2510.50	2509.40	2509.30	2508.20
P26	P27	17.677	315	0.59	2.88884	0.494044	100.0805	1.28	2509.40	2508.30	2508.20	2508.10
P27	P28	31.825	315	4.08	2.92066	1.126839	263.1804	3.38	2508.30	2507.00	2508.10	2506.80
P28	P29	4.151	315	11.7	2.92482	1.823367	445.673	5.72	2507.00	2508.00	2506.80	2506.31
P29	P30	34.912	315	4.3	2.95973	1.155271	270.1827	3.47	2508.00	2506.00	2506.31	2504.81
P30	P31	60.476	315	2.73	3.0202	0.945476	215.2805	2.76	2506.00	2504.35	2504.81	2503.16
P31	P32	44.624	315	3.47	3.06483	1.051804	242.7103	3.11	2504.35	2502.80	2503.16	2501.61
P32	P33	15.393	315	9.4	3.08022	1.654519	399.4729	5.13	2502.80	2502.00	2501.61	2500.16
P33	P34	25	316	2.91	3.11822	0.978688	224.151	2.86	2502.00	2502.22	2500.16	2499.44

ANEXO 5

ANEXO 6

ANEXO 7

ANEXO 8

ANEXO 9

ANEXO 10