



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**Departamento de Ciencias de la Tierra y Construcción  
Carrera de Ingeniería Civil**

**CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO, DRENAJE  
PLUVIAL Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PARA EL BARRIO  
“PANZALEO”, EN LA PARROQUIA DE MACHACHI EN EL CANTÓN MEJÍA  
PROVINCIA DE PICHINCHA**

## **TESIS DE GRADO**

Previa la obtención del Título de:

**INGENIERO CIVIL**

Presentada por:

**SR. DARWIN DAVID GUAIGUA GUANOPATIN**

**CAPT. EDISON FRANCISCO YAMBAY GUANOLUISA**

**SANGOLQUI – ECUADOR**

**AÑO**

**2011**



## EXTRACTO

La presente Memoria Técnica contiene la descripción de las actividades como parte del Estudio de Factibilidad y de Diseños Definitivos del Proyecto de Alcantarillado de El Barrio Panzaleo, Parroquia de Machachi del Cantón Mejía de la Provincia de Pichincha, solicitado por la Municipalidad de esa ciudad. El alcance es correspondiente para facilitar una comprensión de los trabajos a realizar y de las decisiones a adoptar, así como los cálculos efectuados para dimensionar las estructuras que componen los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales.

La memoria técnica cubre el diagnóstico de la situación, las alternativas analizadas, la evaluación económica-financiera y ambiental de las mismas, así como la recomendación sobre las alternativas seleccionadas, y finalmente la estimación de los costos de los componentes del proyecto y los presupuestos de inversión y operación correspondientes. La memoria conjuntamente con los planos y anexos de cálculo completan el Informe Final para consideración de la I. Municipalidad de Mejía, para su revisión y análisis.

## ABSTRACT

This Technical Memory contains the description of activities as a part of the Feasibility Study and Definitive Designs of the Sewer System of Panzaleo Neighborhood, Machachi Parish, Mejía Canton, Pichincha Province, asked for by the Municipality of that city. The reach is corresponding to ease the understanding of the works to be carried out and the decisions to be made, as well as the calculation that was done in order to dimension the structures that compose the two sewer systems and the treatment of residual water.

This document encloses the diagnostic of the situation, the analyzed alternatives, the economical-financial and environmental evaluation of them, as well as the recommendation about the selected alternatives, and finally the cost estimation of the components of the project and the corresponding investment and operation budget. The memory with the planes and calculation annexes complete the Final report for consideration of Mejía Municipality, for its review and analysis.



## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. DARWIN DAVID GUAIGUA GUANOPATIN y Capt. EDISON FRANCISCO YAMBAY GUANOLUISA como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO CIVIL.

Sangolquí, Abril 2011

---

**ING. MILTON SILVA**

---

**ING. MIGUEL ARAQUE**

**REVISADO POR**

---

**RESPONSABLE ACADEMICO**



## DEDICATORIA

**Darwin D. Guaigua G.**

**Edison F. Yambay G.**



## AGRADECIMIENTOS

**Darwin D. Guaigua G.**

**Edison F. Yambay G.**



## INDICE DE CONTENIDOS

PORTADA .....	I
EXTRACTO/ ABSTRACT.....	II
CERTIFICACION.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
INDICE DE CONTENIDOS.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	XII
INDICE DE CUADROS.....	XIII
INDICE DE FIGURAS.....	XIV
INDICE DE ANEXOS.....	XV

### Contenido

1.1. INTRODUCCIÓN.....	16
1.2. OBJETIVO Y ALCANCE.....	18
1.3. ANTECEDENTES.....	18
1.4. ASPECTOS FÍSICOS. ....	18
1.4.1 Ubicación Geográfica.....	18
1.4.2 Características físicas.....	20
1.4.3 Infraestructura.....	22
1.5. ASPECTOS NATURALES. ....	23
1.5.1. Características Climáticas.....	23
1.5.2. Recursos Hídricos. ....	28
1.6. ASPECTOS AMBIENTALES.....	28
1.6.1. Riesgos Naturales. ....	28
1.7. Aspectos socio-económico. ....	29
1.7.1 Información Demográfica.....	29
1.7.2 Población Total.....	29
1.7.3 Nivel de Instrucción.....	30
1.7.4 Población Actual y Futura.....	30
1.7.5 Población Económicamente Activa .....	30



2.1.	ALCANTARILLADO .....	31
2.2.	TIPOS DE ALCANTARILLADO .....	31
2.2.1	Alcantarillado Sanitario .....	31
2.2.2	Alcantarillado Pluvial .....	31
2.3.	ALTERNATIVAS DE DISEÑO .....	32
2.3.1	Sistema Combinado:.....	32
2.3.2	Sistema Separado:.....	32
2.4.	SISTEMA A APORTARSE Y JUSTIFICACIÓN.....	32
2.4.1	Diagnostico.....	32
2.4.2	Sistema a aportarse.....	32
2.4.5	Justificación .....	34
2.4.6	Importancia de la labor del Ingeniero Sanitario .....	35
2.5.	RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE.....	35
2.5.1	Análisis poblacional.....	35
2.5.2	Tasa de Crecimiento.....	36
2.5.3	Dotación .....	37
2.5.4	Áreas de aportación .....	37
2.5.5	Caudales de aguas residuales.....	37
3.1.	ESTUDIO TOPOGRÁFICO .....	38
3.1.1	Determinación de polígonos .....	38
3.1.2	Nivelación de calles .....	40
3.1.3	Levantamiento de detalles .....	41
3.2.	MECANICA DE SUELOS.....	42
3.2.1	Objetivos del estudio.....	42
3.2.2	Objetivos específicos .....	43
3.2.3	Trabajos de campo .....	43
3.2.4	Trabajos de laboratorio .....	43
3.2.5	Descripción de los suelos encontrados .....	44
3.2.6	Conclusiones del estudio de suelos.....	45
3.2.7	Recomendaciones del uso de suelo .....	45
3.3.	CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS SERVIDAS.....	46
3.3.1.	Análisis de DBO5, oxígeno disuelto y coliformes .....	46
3.4.	ENCUESTA SOCIOECONÓMICA .....	49
3.4.1.	Uso del suelo .....	49



3.4.2.	Tipo de vivienda.....	50
3.4.3.	Nivel cultural.....	51
3.4.4.	Eliminación de excretas.....	51
3.4.5.	Actividad económica .....	56
3.4.6.	Actitudes.....	56
3.5.	EVALUACIÓN FÍSICA DEL SISTEMA EXISTENTE.....	57
3.6.	DIAGNÓSTICO Y CONCLUSIONES .....	59
3.6.1.	Diagnóstico .....	59
3.6.2.	Conclusiones.....	59
4.1.	PARAMETROS DE DISEÑO .....	63
4.1.1.	Normas de Diseño .....	63
4.1.2.	Periodo de diseño.....	63
4.2.	CALCULO DE LA POBLACIÓN .....	64
4.2.1.	Población Actual .....	65
4.2.2.	Métodos para Calcular la Población Futura .....	65
4.2.3.	Método de estimación de la población Aritmético .....	65
4.2.4.	Método Geométrico.....	66
4.2.5.	Densidad de la Población .....	67
4.3.	ÁREAS DE APORTACIÓN.....	67
4.4.	DOTACIÓN DE AGUA POTABLE .....	67
4.5.	CAUDAL DE LAS AGUAS SERVIDAS.....	68
4.5.1.	Caudal de aguas residuales .....	68
4.5.2.	Caudal de infiltración ( $Q_i$ ).....	69
4.5.3.	Coefficiente de simultaneidad.....	70
4.6.	CAUDAL DE DISEÑO .....	70
4.6.1.	Caudal medio.....	70
4.6.2.	Caudal medio diario ( $Q_{msi}$ ).....	71
4.6.3.	Caudal máximo .....	71
4.7.	CAUDAL PLUVIAL .....	71
4.7.1.	Estación Izobamba:.....	72
4.7.2.	Coefficiente de Escurrimiento ( $C$ ).....	72
4.7.3.	Intensidad de Lluvia.....	73
4.7.4.	Frecuencia de lluvia .....	74
4.8.	EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA EXISTENTE.....	75





5.1.	Ámbito científico - técnico.....	77
5.2.	Ámbito jurídico – administrativo .....	78
5.3.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS AMBIENTALES .....	80
5.4.	NECESIDAD DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS.....	81
5.5.	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.....	92
5.6.	DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	92
6.1.	HIDRAULICA DE LAS ALCANTARILLAS .....	97
6.1.1.	Consideración de Diseño .....	97
6.2.	TUBERIAS .....	98
6.2.1.	Dimensiones de las Tuberías .....	98
6.2.2.	Capacidad de las Tuberías .....	98
6.2.3.	Velocidades en las Tuberías .....	99
6.2.4.	Material de la tubería.....	102
6.2.5.	Profundidades .....	102
6.2.6.	Transiciones y Escalones .....	103
6.3.	COMPONENTES DEL SISTEMA .....	105
6.3.1.	Pozos de Revisión .....	105
6.3.2.	Conexiones Domiciliarias.....	107
6.3.3.	Sumideros.....	109
6.3.4.	Tiempo de concentración.....	110
6.4.	CALCULOS HIDRÁULICOS .....	110
6.4.1.	Descripción de la Hoja de Cálculo .....	110
6.4.2.	Datos de Diseño.....	110
6.4.3.	Recomendaciones .....	111
6.4.4.	Análisis del sistema de alcantarillado sanitario.....	123
6.5.	SEPARADOR DE CAUDALES .....	125
6.6.	TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES .....	126
6.6.1.	Generalidades.....	126
6.7.	Alternativas para el tratamiento .....	126
6.8.	SISTEMA DE TRATAMIENTO.....	127
6.8.1.	Tanque Séptico .....	127
6.9.	FILTRO ANAEROBICO .....	128
6.9.1.	Proceso Anaerobio .....	128
6.9.2.	Hidrólisis .....	129



6.9.3.	Acidogénesis.....	129
6.9.4.	Acetogénesis.....	129
6.9.5.	Estabilidad del proceso.....	130
6.9.6.	El Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente (Tomado de Romero (2004)).....	130
6.9.7.	Configuración del filtro (Tomado de Castaño (2003)).....	133
6.9.8.	Zona de entrada .....	133
6.9.9.	Tipos de medios.....	134
6.9.10.	Zona de salida .....	135
6.9.11.	DESARROLLO EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE FAFAs.....	136
7.1.	PRESUPUESTO DE OBRA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	137
7.2.	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	137
7.2.1.	Costos Directos.....	138
7.2.2.	Costos Indirectos .....	138
7.3.	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO PANZALEO .....	138
7.4.	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN .....	138
7.5.	EJECUCION DEL PROYECTO.....	138
7.5.1.	Proceso Constructivo.....	138
8.1.	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	140
8.1.1.	Introducción .....	140
8.1.2.	Alcance .....	141
8.1.3.	Aspectos de Organización .....	141
8.1.4.	Tipos de Mantenimiento .....	142
8.1.5.	Mantenimiento Preventivo .....	143
8.1.6.	Mantenimiento Emergente y Correctivo .....	144
8.1.7.	Pozos de Revisión .....	145
8.1.8.	Colectores y Tuberías .....	150
8.1.9.	Conexiones Domiciliarias.....	152
8.2.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	154
8.2.1.	Replanteo y Nivelación.....	154
8.2.2.	Rótulos y señales .....	155
8.2.3.	Desbroce, limpieza y desbosque .....	156
8.2.4.	Excavaciones.....	157
8.2.5.	Rasanteo de zanjas.....	161



8.2.6.	Acarreo y transporte de materiales .....	163
8.2.7.	Protección y entibamiento .....	165
8.2.8.	Suministro e Instalación Tuberías H.S. ....	168
8.2.9.	Rellenos .....	172
8.2.10.	Construcción de pozos de revisión.....	176
8.2.11.	Construcción de Sumideros de Calzada y Acera .....	178
8.2.12.	Empates.....	180
8.2.13.	Construcción de Conexiones Domiciliarias .....	182
8.2.14.	Encofrado y Desencofrado .....	183
8.2.15.	Hormigones.....	185
9.1.	CONCLUSIONES.....	194
9.2.	RECOMENDACIONES.....	197
9.3.	BIBLIOGRAFÍA.....	200



## ÍNDICE DE TABLA

<b>Tabla 1.1:</b> Coordenadas rectangulares de la zona.....	19
<b>Tabla 1.2:</b> Limites de la zona.....	19
<b>Tabla 1.3:</b> Datos de la Estación Meteorológica.....	24
<b>Tabla 1.4:</b> Valores Medios Mensuales de Temperatura.....	24
<b>Tabla 1.5:</b> Valores Medios Mensuales de Humedad Relativa.....	25
<b>Tabla 1.6:</b> Valores Medios Mensuales de Nubosidad.....	25
<b>Tabla 1.7:</b> Distribución porcentual de la dirección del viento.....	26
<b>Tabla 1.8:</b> Valores Característicos de Pluviosidad Mensual.....	28
<b>Tabla 2.1:</b> Dotaciones Básicas de Agua Potable.....	37
<b>Tabla 3.1:</b> Pendientes de Calles del Barrio Panzaleo .....	40
<b>Tabla 3.2:</b> Resumen Resultados Exploración .....	44
<b>Tabla 3.3:</b> Concentración (mg/l).....	46
<b>Tabla 3.4:</b> Encuesta Socio económica.....	49
<b>Tabla 3.5:</b> Clasificación de usos del suelo.....	50
<b>Tabla 3.6:</b> Clasificación de acuerdo a la tenencia de las viviendas.....	50
<b>Tabla 3.7:</b> Clasificación de la población por su actividad económica.....	56
<b>Tabla 4.1:</b> Periodos de Diseño .....	64
<b>Tabla 4.2:</b> Dotación de Agua de una vivienda media.....	68



<b>Tabla 4.3:</b> Coeficientes de Escurrimiento.....	72
<b>Tabla 6.1:</b> pendiente mínima para secciones con tubería llena.....	110
<b>Tabla 6.2:</b> Velocidades Máximas en función de $\eta$ de Manning.....	101
<b>Tabla 6.3:</b> velocidades establecidas por la EMAAP-Q.....	101
<b>Tabla 6.4:</b> Datos considerados en el diseño.....	110
<b>Tabla 6.5:</b> Diseño alcantarillado Combinado.....	111
<b>Tabla 6.6:</b> Diseño alcantarillado Sanitario.....	117
<b>Tabla 6.7:</b> Condiciones para proceso anaeróbico.....	130
<b>Tabla 6.8:</b> Ventajas y desventajas del proceso anaerobio.....	133
<b>Tabla 6.9:</b> Factores y niveles de estudio.....	136
<b>Tabla 8.1:</b> Rutinas para mantenimiento preventivo en el alcantarillado.....	144



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1:</b> Esquema general del barrio Panzaleo.....	19
<b>Figura 1.2:</b> Esquema del Uso de Suelo barrió Panzaleo.....	21
<b>Figura 1.3:</b> Rosa de los vientos - Estación IZOBAMBA.....	26
<b>Figura 1.4:</b> Distribución máxima 24 horas.....	27
<b>Figura 3.1:</b> Esquema de Alcantarilla.....	41
<b>Figura 6.1:</b> Sistema de Alcantarillado .....	97
<b>Figura 6.2:</b> Profundidad de la Tubería.....	103
<b>Figura 6.3:</b> Saltos de Transición.....	104
<b>Figura 6.4:</b> Esquema del pozo de revisión.....	106
<b>Figura 6.5:</b> Esquema del Pozo de Revisión Convencional.....	107
<b>Figura 6.6:</b> Esquema Conexión Domiciliaria.....	108
<b>Figura 6.7:</b> Esquema de Sumidero.....	109
<b>Figura 6.8:</b> Esquema del Separador de Caudales.....	125
<b>Figura 6.9:</b> Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente.....	131
<b>Figura 6.10:</b> Tipos de Medios de Empaque.....	135
<b>Figura 6.11:</b> Configuraciones de salida.....	136



## ÍNDICE DE ANEXOS

**Anexo A**.....Fotos

**Anexo B**.....Calculo Estructural Sistema Tratamiento

**Anexo C**..... Análisis de Precios Unitarios

**Anexo D**.....Cronograma



# CAPÍTULO 1

## ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Desde que se tiene registro de la aparición de grupos humanos que vivían en sociedad se sabe que buscaban sitios cercanos a los ríos para poder abastecerse de agua, por lo tanto se puede decir que desde esa época ya se generaban las aguas residuales.

En general la población mundial genera desperdicios ya sean estos: sólidos, líquidos o una combinación de los dos, a esta combinación de desperdicios sólidos y líquidos se los conoce como “aguas residuales o aguas servidas”, que se producen por los diferentes usos que se le da al agua ya sea para el uso doméstico, comercial o industrial.

Las aguas servidas están compuestas en su mayoría por líquidos y un pequeño porcentaje de sólidos, además contienen materia orgánica, numerosos microorganismos patógenos, nutrientes y en algunos casos componentes tóxicos, es por esta razón que en una sociedad industrializada se hace imprescindible la evacuación de estas aguas ya que pueden generar gases pestilentes o ser transportadoras de enfermedades como el cólera, tifoidea, etc.

La Dirección de Agua Potable y Alcantarillado (DAPA) es responsable de la dotación de los servicios básicos de alcantarillado y agua potable





dentro del cantón Mejía, y se encuentra desarrollando varios estudios de saneamiento de las áreas de expansión del cantón, uno de estos estudios es el que se propone sacar adelante en el presente trabajo, el cual estará regido por las normativas de la D.A.P.A. del cantón Mejía.

La presente tesis tiene como objetivo académico definir el resultado de la aplicación de los conocimientos teóricos y prácticos que fueron adquiridos en las aulas y durante todas las horas-clase y los que deben ser aplicados de forma precisa, concisa y de fácil entendimiento para el beneficio de la sociedad, es así que mediante el diseño del sistema de alcantarillado combinado para el barrio “Panzaleo” de la parroquia Machachi Cantón Mejía Provincia de Pichincha, el cual cumplirá con las normas y parámetros establecidos por la Dirección de Alcantarillado y Agua Potable del Ilustre Municipio del Cantón Mejía. Después de realizar la presente tesis se cubrirá con una de las necesidades primordiales de la población, del barrio “Panzaleo” que es la disposición de los desechos líquidos y sólidos.

Para la ejecución de los estudios del sistema de alcantarillado, se iniciara con un análisis de la situación actual, una compilación de información básica vinculada con el área del proyecto y la apreciación de los problemas a ser resueltos.

La información que ha compilado de base para el presente estudio fueron obtenidos de varias fuentes oficiales, las cuales son; Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC, Instituto Geográfico Militar IGM, Distrito Metropolitano de Quito DMQ, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda MIDUVI, Normas, Reglamentos de la Dirección de Alcantarillado y Agua Potable del Ilustre Municipio del Cantón Mejía, Instituto Nacional de Meteorológico e Hidrológico INAMHI, además de todas las investigaciones salidas de campo y encuestas que fueron realizadas en la zona del proyecto.



## 1.2. OBJETIVO Y ALCANCE

El objetivo general del estudio es el de disponer de diseños definitivos completos del sistema de alcantarillado combinado y un sistema de tratamiento para aguas servidas y pluviales, para el barrio Panzaleo de la parroquia Machachi, que puedan ser presentados para su aprobación, posterior financiamiento y ejecución.

## 1.3. ANTECEDENTES.

Debido a las molestias causadas a los moradores, en algunos barrios de la parroquia Machachi por la falta de alcantarillado, se ha visto la urgencia de realizar trabajos por parte de la Dirección de Alcantarillado y Agua Potable del Ilustre Municipio del Cantón Mejía en el barrio Panzaleo, parroquia de Machachi, y esto surgen ante los daños o afectaciones ambientales que resultan de no contar con un sistema de alcantarillado para esta población. Por ésta razón, se ha requerido un proyecto de tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil, y se asignó el tema “Cálculo y diseño de un sistema de Alcantarillado, Drenaje Pluvial y Tratamiento de las Aguas Residuales para el barrio Panzaleo, en la Parroquia de Machachi en el Cantón Mejía provincia de Pichincha.”, el cual estaría dando solución a la necesidad de saneamiento requeridos por ésta población.

## 1.4. ASPECTOS FÍSICOS.

### 1.4.1 Ubicación Geográfica

La zona en la cual se ejecutará el proyecto corresponde al barrio Panzaleo, Parroquia Machachi, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha.

La parroquia de Machachi está ubicada Norte: Parroquias Tambillo, Píntag y cantón Rumiñahui, Sur: Provincia del Cotopaxi, Este: Parroquia Píntag y provincia Napo, Oeste: Parroquias Alóag y Aloasí, con una



población de 25.742 habitantes y por su densidad poblacional y empleo del suelo se le considera una parroquia urbana.

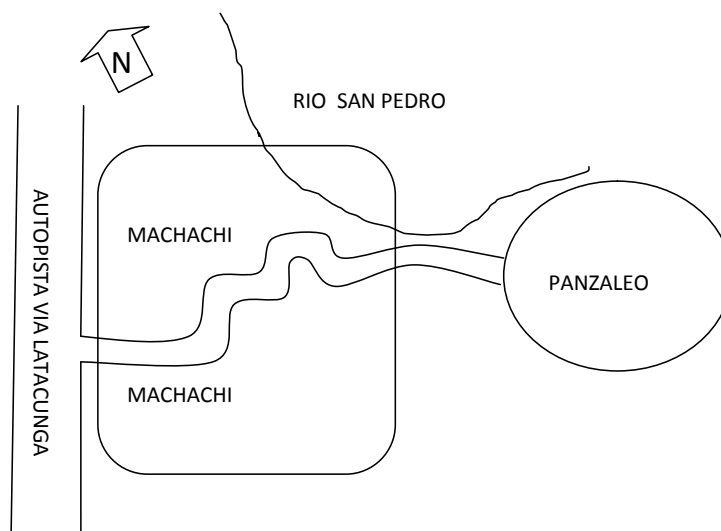
**Tabla: 1.1** El área de influencia específica se encuentra entre las coordenadas rectangulares:

Norte:	766640	9940313
Sur:	764826	9938576
Este:	766313	9938864
Oeste:	764787	9940449

Proyección: Datun WGS84

**Tabla: 1.2** Éste barrio se encuentra localizado en la Sur-Oeste de Machachi y sus límites son:

Norte:	Rio San Pedro
Sur:	Barrio El Rocío
Este:	Quebrada Cruzhuaycu
Oeste:	Quebrada Panzaleo



**FIGURA 1.1:** Esquema general del barrio Panzaleo



Hasta la fecha el barrio Panzaleo no cuenta con un sistema de alcantarillado y las aguas servidas producidas por la población en unos casos son depositadas en pozos sépticos y en otros simplemente son descargadas superficialmente a las quebradas adyacentes, lo que genera focos de infección. La red de alcantarillado a ser planteada para el barrio tiene una longitud de 4.208 km, la misma que cubre un área de 45 hectáreas.

#### **1.4.2 Características físicas**

##### **Tipo de suelo**

Al realizar los respectivos ensayos para el proyecto se obtuvieron los siguientes resultados: tipo de suelo específico según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS, e “SM Arenas limosas”.

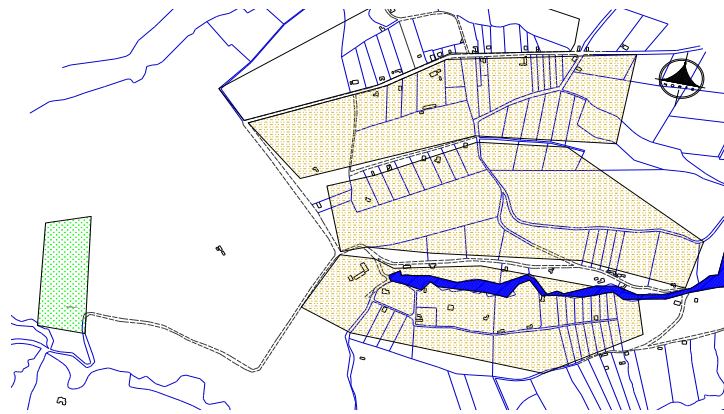
##### **Uso del suelo**

Un análisis y definición de las densidades futuras para la zona, según el uso del suelo previsto.

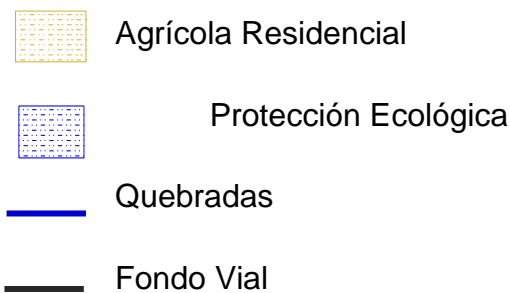
De la planificación, se tienen la siguiente información, para objeto del presente estudio:

Usos del suelo:

- Agrícola residencial.
- Protección ecológica.



**FIGURA 1.2:** Esquema del Uso de Suelo barrio Panzaleo



De la figura se observa que el barrio está constituido en su totalidad por una zona agrícola residencial, posee una densidad máxima de 18 habitantes por Hectárea.

Las proyecciones que tienen a futuro con respecto al uso del suelo es cambiar a residencial en su mayoría y también utilizar unas hectáreas de suelo para un proyecto turístico.

### **Topografía y relieve.**

La Orografía del sector es variada y sinuosa ya que posee quebradas del relieve, en especial las montañas y cerros, junto con sus hondonadas, desfiladeros, valles, quebradas, volcanes y el terreno tiene una pendiente de sur a norte de 9.64 %.

El barrio Panzaleo, presenta una población dispersa no tiene una planificación urbanística definido, sus calles o pasajes no tiene el respectivo diseño vía, la zona del proyecto está rodeada de montañas cuyas pendientes son utilizadas para la agricultura, la cota más alta esta a 3224 msnm



### 1.4.3 Infraestructura

El barrio cuenta con los siguientes servicios:

#### **Energía Eléctrica**

El sector dispone de servicio eléctrico las 24 horas del día y está a cargo de la Empresa Eléctrica Quito, según registros disponibles de las 84 viviendas que constituyen el barrio, tiene servicio 80 abonados del tipo residencial y que representan el 87% de las viviendas, quedando al margen las viviendas en construcción y alejadas.

#### **Vialidad**

Toda la parroquia Machachi está conectada a la ciudad de Quito, Latacunga y Sangolquí a través de la Troncal Distrital que es de primer orden y con un tiempo aproximado de a una hora del centro de la ciudad de Quito y a 20 minutos de Sangolquí. Además existen varias cooperativas de transporte público que da el servicio a toda la parroquia inclusive las cooperativas de transporte que vienen desde la costa y sus del país.

Para ingresar a la población existen dos vías de acceso, la primera que es la vía principal a Machachi es pavimentada y de segundo orden. El segundo acceso que es el antiguo camino a Machachi un camino paralelo a la vía principal a Machachi camino empedrado, la distancia del barrio a la Troncal Distrital es de 5000 metros.

La red vial interna del barrio: la vía principal es de tierra y piedra y se encuentran en mal estado y requieren urgente una planificación de urbanización y dentro de esta, obras de protección como alcantarillado y cunetas en lugares críticos.



## **Agua Potable**

El barrio Panzaleo cuenta con el servicio de agua potable las 24 horas del día, La Dirección de Alcantarillado y Agua Potable del Ilustre Municipio del Cantón Mejía brinda el servicio a un total de 86 abonados los cuales consumen un promedio mensual de agua potable de 112 metros cúbicos por abonado.

## **Otros Servicios**

El barrio Panzaleo cuenta con un 54% de abonados con servicio de telefonía y con alumbrado público en las vías del barrio Panzaleo.

### **1.5. ASPECTOS NATURALES.**

#### **1.5.1. Características Climáticas.**

De acuerdo a la clasificación regional del clima, el proyecto está ubicado en un clima Mesotérmico húmedo, este es el nombre científico del paramo que sobrepasa los 3000 msnm y con una temperatura media que bordea los 6 °C -8 °C.

Los datos fueron obtenidos del INAMHI, de la estación climatológica M-003, IZOBAMBA que sirve para poblaciones orientales del sur de Quito, valles de los Chillos, Machachi. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de ubicación, la altitud e información adicional de la estación agro meteorológica, considerada para el estudio.



**Tabla 1.3:** Datos de la Estación Meteorológica

<b>DATOS GENERALES DE LA ESTACION</b>							
<b>Estación</b>	<b>Coordenadas</b>		<b>Altitud</b>	<b>Periodo Registros</b>	<b>Código</b>	<b>Tipo</b>	<b>Institución</b>
	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Msnm</b>				
IZOBAMBA	00°22'00'' S	78°33'00'' W	3058	1970-2010	M-003	AG	INAMHI

Fuente: BOLETIN METEREOLÓGICO INAMHI DICIEMBRE 2010

El Tipo y Código corresponde a la denominación de las estaciones por el INAMHI.

- AG: Agro-meteorológica

### **Temperatura Ambiente**

La temperatura ha sido evaluada en valores medios mensuales. Se destaca la tendencia de decrecimiento de los valores medios de temperatura con la altitud. En la siguiente tabla, se presentan los valores representativos para la zona.

**Tabla 1.4:** Valores Medios Mensuales de Temperatura

<b>TEMPERATURAS CARACTERÍSTICAS (°C)</b>			
<b>Estación</b>	<b>TEMPERATURAS MENSUALES</b>		
	<b>Media</b>	<b>Mínima</b>	<b>Máxima</b>
IZOBAMBA	11.8	10	13.7

Fuente: BOLETIN METEREOLÓGICO INAMHI DICIEMBRE 2010





## Humedad

Es la cantidad de vapor de agua, expresada en porcentaje, presente en los estratos bajos de la atmósfera. En las estaciones de control, regularmente se toman tres lecturas diarias: 07h00, 13h00 y 19h00.

La siguiente tabla presenta los valores medios mensuales, observados en la estación que cuentan con datos de esta variable.

**Tabla 1.5:** Valores Medios Mensuales de Humedad Relativa

VALORES CARACTERÍSTICOS DE LA HUMEDAD RELATIVA (%)			
Estación	MEDIOS MENSUALES		
	Medio	Mínimo	Máximo
IZOBAMBA	83	79	89

Fuente: BOLETIN METEREOLÓGICO INAMHI

## Nubosidad

Es el valor medio diario de la fracción de cielo cubierto por nubes visibles. A continuación se presentan los valores medios a nivel mensual de esta variable.

**Tabla 1.6:** Valores Medios Mensuales de Nubosidad

VALORES DE NUBOSIDAD (%)			
ESTACIÓN	MEDIOS MENSUALES		
	Medio	Mínimo	Máximo
IZOBAMBA	6	2	7

Fuente: BOLETIN METEREOLÓGICO INAMHI DICIEMBRE 2010



## Viento

El viento se produce por el gradiente de temperatura del aire, así la dirección predominante provee indicaciones sobre el desplazamiento de las masas de aire.

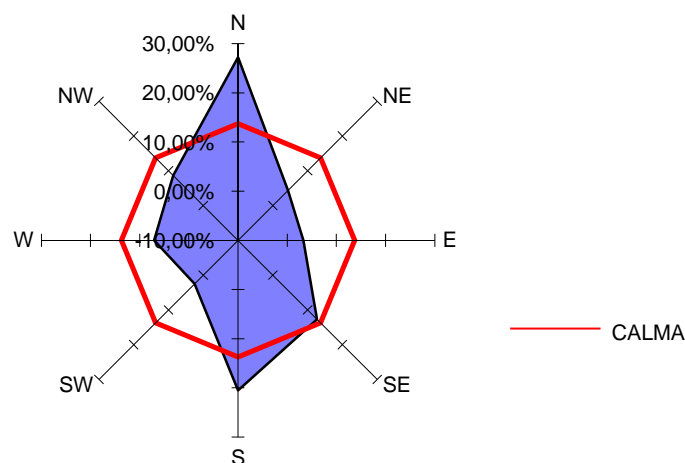
La dirección del viento predominante depende en gran medida de la morfología del área, que define el paso de los vientos y corrientes de aire.

**Tabla 1.7:** Distribución porcentual de la dirección del viento

Estación IZOBAMBA									
DIR	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
%	27.2	4.4	3.3	12.7	20.5	2.5	7.1	8.6	13.7

Fuente: BOLETIN METEREOLÓGICO INAMHI DICIEMBRE 2010

El evento predominante en la estación IZOBAMBA es la dirección del viento norte con 27 % de persistencia, también es frecuente la dirección S (21 %). El evento calma se presenta con el 14 % de frecuencia.



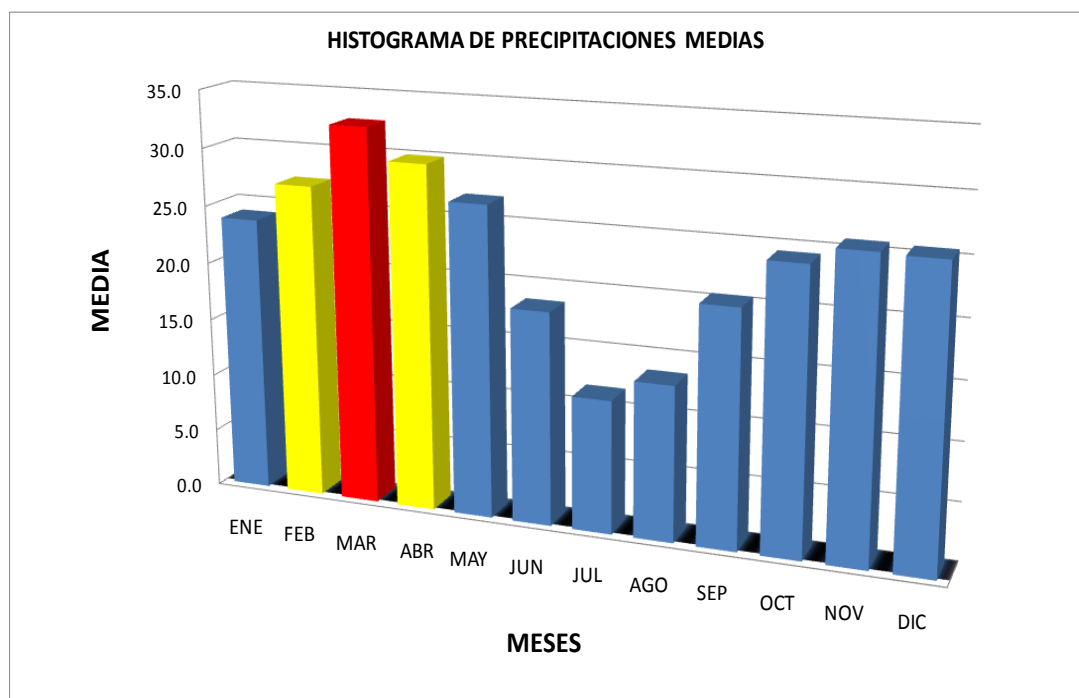
**FIGURA 1.3:** Rosa de los vientos - Estación IZOBAMBA



## Precipitación

La precipitación es la precipitación es cualquier forma meteorológica hidrometeoro que cae del cielo y llega a la superficie terrestre. Esto incluye lluvia, llovizna, nieve, granizo. Además es uno de los parámetros climatológico determinantes del ciclo del agua en una región, así como también de la ecología, paisaje y uso del suelo. Las lluvias intensas se tratan de forma independiente.

La distribución al interior del año de las precipitaciones en la ciudad de Quito y sus alrededores observa un período húmedo entre los meses de noviembre a mayo, con máximos mensuales en marzo o abril. De junio a septiembre corresponde al período seco, con mínima en el mes de julio o agosto, en este período incluso se tienen meses con ausencia de precipitaciones. En la Figura se incluye la distribución mensual de lluvias para la estación IZOBAMBA



**FIGURA 1.4:** Distribución máxima 24 horas

En las siguientes tablas, se exponen los valores característicos de la lluvia a nivel mensual y anual.



**TABLA 1.8:** Valores Característicos de Pluviosidad Mensual

<b>VALORES CARACTERÍSTICOS DE PLUVIOSIDAD MENSUAL (mm)</b>			
<b>Estación</b>	<b>LLUVIA MENSUAL</b>		
	<b>Media</b>	<b>Mínima</b>	<b>Máxima</b>
Izobamba	198.7	95.4	367.9

Fuente: Propia

### 1.5.2. Recursos Hídricos.

El sector de estudio está rodeado por el río San Pedro en la parte norte del barrio Panzaleo en el cual se descargara las aguas residuales después de realizar el respectivo tratamiento

## 1.6. ASPECTOS AMBIENTALES.

### 1.6.1. Riesgos Naturales.

En el proyecto se tiene como objetivo analizar las características geológicas de la zona además de la información ya existente, y realizar los estudios pertinentes en esta área.

De acuerdo a información verbal de la población, observaciones de campo e investigaciones realizadas se ha llegado a establecer que en la zona preexiste riesgos naturales crítico debido a la existencia del volcán Cotopaxi, ya que este barrio se encuentra en sus estribaciones, además de las fallas geológicas presente en el sector que son un riesgo a corto o largo plazo.

Por a la situación topográfica del barrio, permite el escurrimiento de las aguas lluvias por los drenajes naturales, además se observo que no presenta problemas de inundación o deslizamientos de los taludes.



Como tampoco por la presencia de precipitaciones con un periodo de retorno de 50 años.

### **1.6.2 Niveles de Ruido.**

El barrio no tiene algún tipo de industrias por lo tanto no hay fuentes de contaminación de ruido y peor aun perturbaciones, la única fuente de ruido es de las automotores que circulan desde y hacia Machachi, por lo que esta zona se encuentra dentro de los niveles de ruido, permisibles por la norma (70 dB).

## **1.7. Aspectos socio-económico.**

### **1.7.1 Información Demográfica**

Para de la información demográfica se realizo una encuesta con los siguientes parámetros:

- Número de miembros del núcleo familiar,
- Edad,
- Nivel de instrucción y
- Actividad económica.

Esta información se tomo in-situ, encuestando a 87 familias de 104 lotes, que se compone el barrio, desde el día 15 de Diciembre del 2010 hasta el día 18 de Diciembre del 2010, los cuales fueron socializados para la toma de datos a todos los habitantes pertenecientes al barrio Panzaleo y de esta forma poder analizar la factibilidad del proyecto.

### **1.7.2 Población Total.**

Luego de realizarse la encuesta a los moradores del sector se obtuvo que la población actual sea de 444 personas de las cuales 231 personas son hombres y 213 personas son mujeres.



### 1.7.3 Nivel de Instrucción.

El aspecto educativo de la población de un total de 444 habitantes del barrio, 279 tiene instrucción primaria, 99 instrucción secundaria, 30 estudios superiores y un 30 son analfabetos.

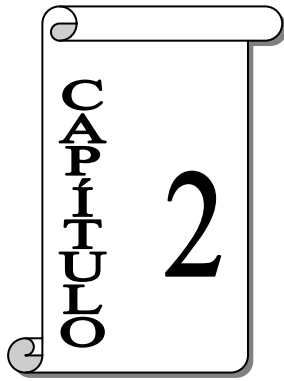
La población estudiantil escolar asiste a la escuela San José de Machachi que se encuentra en el sector, los estudiantes de secundaria asisten a los colegios de Machachi, Sangolquí y Quito.

### 1.7.4 Población Actual y Futura.

La zona del proyecto acorde a la encuesta socio-económica, nos demuestra que cada lote deberá estar conformado por 4 habitantes promedio, si el barrio Panzaleo en la actualidad tiene 104 lotes de los cuales están habitados 87 lotes y tiene 444 habitantes, de tal manera que aplicando la densidad establecida, tendremos una población de diseño saturada de habitantes de 748 habitantes, pero para establecer la población con la que vamos a diseñar la red de alcantarillado, vamos a aplicar tres métodos en el capítulo siguiente y escogeremos el más conveniente.

### 1.7.5 Población Económicamente Activa

Con el fin de determinar la ocupación de la Población Económicamente Activa (PEA), aquella que interviene en la producción de bienes y servicios, se calificó en trabajadores; agrícolas, obreros, albañiles, comerciantes, empleados, choferes. En el barrio se pudo establecer que la PEA es de 175 habitantes, es decir el 46.05% de la población total.



## SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

### 2.1. ALCANTARILLADO

El sistema de alcantarillado consiste en una serie de redes de tuberías y obras complementarias, necesarias para recibir, conducir y evacuar las aguas residuales y de los escurrimientos superficiales producidos por las lluvias.

### 2.2. TIPOS DE ALCANTARILLADO

Se clasifican de acuerdo al tipo de agua que conducen:

**2.2.1 Alcantarillado Sanitario:** Es la red generalmente de tuberías, a través de la cual se deben evacuar en forma rápida y segura, las aguas residuales municipales (domesticas o de establecimientos comerciales), hacia una planta de tratamiento y finalmente a un sitio de vertido donde no causen daños ni molestias.

**2.2.2 Alcantarillado Pluvial:** Es el sistema que capta y conduce las aguas de lluvia para su disposición final, que puede ser infiltración, almacenamiento ó depósitos y cauces naturales.



## 2.3. ALTERNATIVAS DE DISEÑO

Los principales sistemas que pueden presentarse en el diseño de alcantarillado son los siguientes:

**2.3.1 Sistema Combinado:** Es aquel que transporta tanto las aguas pluviales como las aguas negras por un mismo sistema de tuberías o conductos.

**2.3.2 Sistema Separado:** Consiste en dos redes de tuberías o conductos distintos, las alcantarillas sanitarias y las alcantarillas pluviales.

**2.3.3 Sistema Mixto:** Es una combinación de los dos anteriores, en ciertos tramos la red de tuberías recibe las aguas servidas y parte de las aguas lluvias y en otros tramos recibe el resto de las aguas lluvias.

## 2.4. SISTEMA A APORTARSE Y JUSTIFICACIÓN

### 2.4.1 Diagnostico

La población no dispone de un sistema de alcantarillado, por lo que en determinadas viviendas existen pozos ciegos, o en su defecto los caminos existentes se convierten en descargas obligadas de las aguas servidas o en un último caso los terrenos sirven de uso para las necesidades básicas

Actualmente el barrio está conformado por 84 familias, que utilizan un área de 150Ha, con una población actual cercana a los 444 habitantes.

### 2.4.2 Sistema a aportarse

Como en todo proyecto de ingeniería, para el sistema de alcantarillado, se deben plantear las alternativas necesarias, definiendo a nivel de esquema las obras principales que requieran cada una de ellas. Se deben considerar los aspectos constructivos y los costos de inversión para cada una de las alternativas. Se selecciona la alternativa que asegure el funcionamiento adecuado con el mínimo costo.





La selección del tipo de sistema de alcantarillado a diseñarse para el Barrio Panzaleo obedece a un análisis técnico-económico y se optó por el sistema sanitario que es el más apropiado a la realidad socio-económica del sector, pero también se realizó el diseño de alcantarilla combinado con la opción de obtener dos alternativas presupuestarias y realizar un análisis comparativo y técnico del por qué realizar el alcantarillado sanitario, que se especificara con más detalle en la memoria de cálculo, planos y conclusiones generales.

Debido a las condiciones topográficas del área que cubre el proyecto, ubicación de las viviendas en niveles bajos respecto de las vías, pendientes de las vías y lotes se ha optado por un proyecto que encaja con las dos alternativas pero como se explicó anteriormente se realizó los dos diseños para obtener una mejor conclusión a continuación se definen las razones para la construcción de cada una de las alcantarillas.

#### **2.4.3 Razones de construir un sistema de alcantarillado combinado**

- ❖ Por la estrechez de las calles que impide la construcción de dos tuberías.
- ❖ Cuando el caudal de aguas negras es muy pequeña.
- ❖ Por el costo que implica la doble conexión domiciliaria.
- ❖ Cuando el costo de la construcción simultánea de ambos es mayor que el combinado y no se justifica la separación por lo reducido del área.
- ❖ Cuando las aguas negras y las aguas de lluvias deben ser bombeadas.
- ❖ Por la densidad poblacional en este caso la densidad es de 18 Hab/ha



#### 2.4.4 Razones de construir un sistema de alcantarillado sanitario

- ❖ poca densidad poblacional
- ❖ pendientes muy altas 20 %
- ❖ calles empedradas
- ❖ no tiene diseño vial
- ❖ falta de un plan de urbanización para el barrio de panzaleo
- ❖ el análisis técnico-económico del sector es más real y puede ser ejecutada por el DAPA

#### 2.4.5 Justificación

La prioridad fundamental para el desarrollo del barrio Panzaleo es el abastecimiento del alcantarillado, pero una vez satisfecha esa necesidad se presenta el problema del desalojo de las aguas residuales. Por lo tanto se requiere la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario para eliminar las aguas residuales que producen los habitantes

Un alcantarillado combinado es un sistema que está integrado por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte, tanto de las aguas residuales como de las aguas lluvias.

Por las condiciones climatológicas, ya que el barrio Panzaleo se encuentra en una zona donde la precipitación es distribuida todo el año. Debido a las fuertes pendientes el drenaje de las aguas lluvias se lo hace en forma natural, buscando escurrir a gravedad.

El destino final de las aguas residuales podrá ser desde un cuerpo receptor hasta el rehúso dependiendo del tratamiento que se realice y de las condiciones particulares de la zona de estudio.



### **2.4.6 Importancia de la labor del Ingeniero Sanitario**

Dentro el desarrollo de la labor del ingeniero sanitario, está el de minimizar los impactos más desfavorables sobre el ambiente y sobre los humanos. En la práctica, la ingeniería sanitaria comprende el diseño, construcción y operación de los sistemas de tratamiento y abastecimiento de agua potable y la recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales

Su experiencia incluye estudios, informes, diseños, revisiones, administración, operación e investigación de obras desarrolladas para proteger y promover la salud pública y mejorar el ambiente.

## **2.5. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE**

### **2.5.1 Análisis poblacional**

La cantidad de alcantarillado combinado que se construirá en la comunidad depende de la población beneficiada y de su distribución espacial.

Los tipos de población que normalmente se toman en cuenta son:

Población actual, es la población existente en el momento de la elaboración de los diseños de ingeniería.

Población al inicio del proyecto, es la población que va a existir en el área estudiada al inicio del funcionamiento de las redes. Cabe observar que entre la población actual y esta población puede haber una diferencia significativa, en función del tiempo de implantación de las obras.

Población al fin del proyecto, es la población que va a contribuir para el sistema de alcantarillado, al final del período del proyecto.



Para estimar estas poblaciones, serán necesarios, por lo menos, los dos estudios que se explican a continuación. Los resultados de ambos deberán evaluarse y definir la opción más probable:

El primer estudio pondrá énfasis en la población futura, resultante de la ocupación total del área de acuerdo al plan maestro de desarrollo urbano o plan regulador de uso de suelo establecido por el municipio. El resultado será la población de saturación, producto del número de viviendas por la densidad de ocupación prevista; pero sin referencia temporal.

El segundo estudio se relaciona con el crecimiento de la población en función del tiempo, a partir de la población verificada al inicio mediante datos censales en el área de proyecto y tasas de crecimiento anual, sin considerar las limitaciones del plan regulador. El proyectista deberá tener cierta precaución en utilizar la tasa promedio más representativa del crecimiento de la población en base a datos censales otorgadas por el organismo oficial que regula estos indicadores.

Además, se tendrá que tomar en cuenta que el número de habitantes por vivienda y la densidad de ocupación, generalmente, tienen relación directa con el nivel de ingresos de la comunidad.

### **2.5.2 Tasa de Crecimiento**

La población del Cantón MEJÍA, según el Censo del 2001, representa el 2,6% del total de la Provincia de Pichincha; ha crecido en el último período inter-censal 1990-2001, a un ritmo del 2,7% promedio anual. El 80,2% de su población reside en el Área Rural; se caracteriza por ser una población joven, ya que el 43,2% son menores de 20 años, se adoptara una tasa de crecimiento del 2,17 % que es para una población rural.



### 2.5.3 Dotación

De acuerdo a las Normas y Especificaciones vigentes por la EMAAP-Q, se adopta la siguiente dotación media futura.

**Tabla 2.1**

<b>Dotación Básica de agua potable</b>	160 lts/hab./día
<b>Fugas</b>	40 lts/hab./día
<b>Dotación media futura</b>	210 lts/hab./día

Así para el proyecto la dotación media futura que se adoptara será de 160 litros/habitante/día. Por ser una zona rural-agrícola donde el promedio de consumo de la población es de 100 litros/habitante/día y el resto utilizan para otras actividades, como consumo de agua para sus animales (ganado porcino y vacuno, etc) que poseen.

### 2.5.4 Áreas de aportación

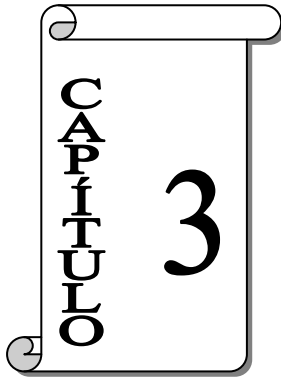
Las áreas de aporte se ajustaran a las condiciones topográficas y limites reales de drenaje.

Las áreas a considerarse corresponden a las zonas a poblarse, con las cuales se satura el barrio.

Se adopta el criterio de aceptar como aportación de aguas negras, el 80% de la dotación de agua potable, considerando que el 20% restante se consume antes de llegar a los conductos, ya sea por evaporación, infiltración, riego, etc. Al respecto se debe tomar en cuenta la dotación de agua que se requiera para las condiciones inmediata y futura.

### 2.5.5 Caudales de aguas residuales

Para determinar el caudal de aguas residuales que se utilizará en el diseño del sistema de alcantarillado, se debe considerar lo siguiente el caudal medio de las aguas residuales será igual al 70% de la dotación de agua potable y que se ha determinado en 160 l/hab./día.



## TRABAJOS DE CAMPO

### 3.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

El objetivo del estudio topográfico es recopilar los datos e información necesaria para la realización del diseño de alcantarillado combinado y disposición de desechos líquidos de los habitantes del barrio el Batán, del cantón Mejía provincia de Pichincha.

Para la ejecución del proyecto, los levantamientos topográficos constituyen uno de los trabajos básicos y, por tanto es importante para el diseño y cálculo del Sistema de Alcantarillado.

#### 3.1.1 Determinación de polígonos

La poligonación, hoy en día, es el principal elemento utilizado en los trabajos topográficos y trabajos catastrales; ya que este, es el procedimiento geométrico que nos permite realizar un levantamiento topográfico, mediante el uso de figuras llamadas polígono o poligonal. Siendo poligonal una sucesión de trozos de línea rectas unidas entre sí bajo ángulos horizontales cualesquiera. Estos trozos de líneas son los *lados* de la poligonal; los puntos extremos de los mismos son los *puntos poligonales o vértices* y los *ángulos poligonales* son los que se miden en esos puntos poligonales.

Con el uso de poligonales, nos aseguramos de una buena representación cartográfica de la zona a levantada, sin desestimar la precisión y exactitud con que se debe trabajar.



Las poligonales pueden ser abiertas o cerradas, ya sean si tienen verificación o no, teniendo cada uno de sus vértices coordenadas y cota conocida, básicamente existen tres tipos de poligonal, siendo la primera, la poligonal acimutal, consistente en que en cada vértice de la poligonal, se deberá medir el azimut hacia la próxima estación, siempre en el mismo sentido de avance, ya sea este en sentido horario o en sentido anti horario, luego la segunda, es la poligonación con cero atrás, que consiste en medir el azimut en un solo vértice de la poligonal, y medir los ángulos horizontales interiores con sentido de avance anti horario, o los ángulos horizontales exteriores con sentido de avance horario.

Para seguir con posterioridad con el cálculo de todos los azimuts en función de dichos ángulos y como tercero y último, tenemos la poligonal con cero adelante, consistente en medir el azimut en un solo vértice de la poligonal y medir los ángulos horizontales interiores con sentido de avance horario o los ángulos horizontales exteriores con sentido anti horario, o sea, al revés que la poligonal con cero atrás, para proseguir con los cálculos de todos los azimuts en función de dichos ángulos.

Todo lo anterior, debido a que la finalidad de una poligonal es calcular, principalmente las coordenadas de cada uno de los vértices que la componen, siendo los parámetros que la definen el azimut y la distancia; esta última se mide en todos los tramos con el mismo método, variando solamente tan solo el aporte hecho por la tecnología. Así, según el método que se utilice para la obtención de los azimuts de una poligonal, estaremos en condiciones de definir un tipo de poligonal en particular.

Para nuestro proyecto se realizó el levantamiento topográfico utilizando la técnica de la poligonal abierta, por la sinuosidad e irregularidad del sector en donde se realizara el alcantarillado combinado, la cota más alta está ubicada a 3224 msnm, la cota media está ubicada a 3068.14 msnm y la cota más baja donde se realizara el sistema de tratamiento está ubicada a 3011.5 msnm. La pendiente máxima es 9.64 %, lo que se tomara muy en cuenta para el diseño de la alcantarilla



### 3.1.2 Nivelación de calles

Se realizó el levantamiento topográfico del barrio Panzaleo tanto planimétrico como altimétrico con la estación total Trimble, para lo cual se utilizó poligonales abiertas, se observó que las calles del barrio son de tercer orden para una circulación de muy baja densidad 10 vehículos livianos/h, es muy importante resaltar, que al no tener una planificación urbanística, no tiene un diseño vial, las calles existentes fueron realizadas sin soporte técnico ni profesional y por la necesidad de transportar los productos agrícolas a Machachi, de las pendientes obtenidas de calle son las siguientes:

TABLA DE PENDIENTES DE CALLES DEL BARRIO PANZALEO

	cota 1	cota 2	distancia	pend
calle 1	3224	3186.18	276.95	13.66%
calle 2	3187	3186.18	138.58	0.59%
calle 3	3186.2	3162.21	161.98	14.80%
calle 4	3162.2	3068.14	836.04	11.25%
calle 5	3140.8	3060.67	691.23	11.59%
calle 6	3164.5	3070.3	431.65	21.83%
calle 7	3148	3078.11	797.4	8.76%
calle 8	3132	3098.88	211.18	15.68%
calle 9	3078.1	3014.35	1185.09	5.38%

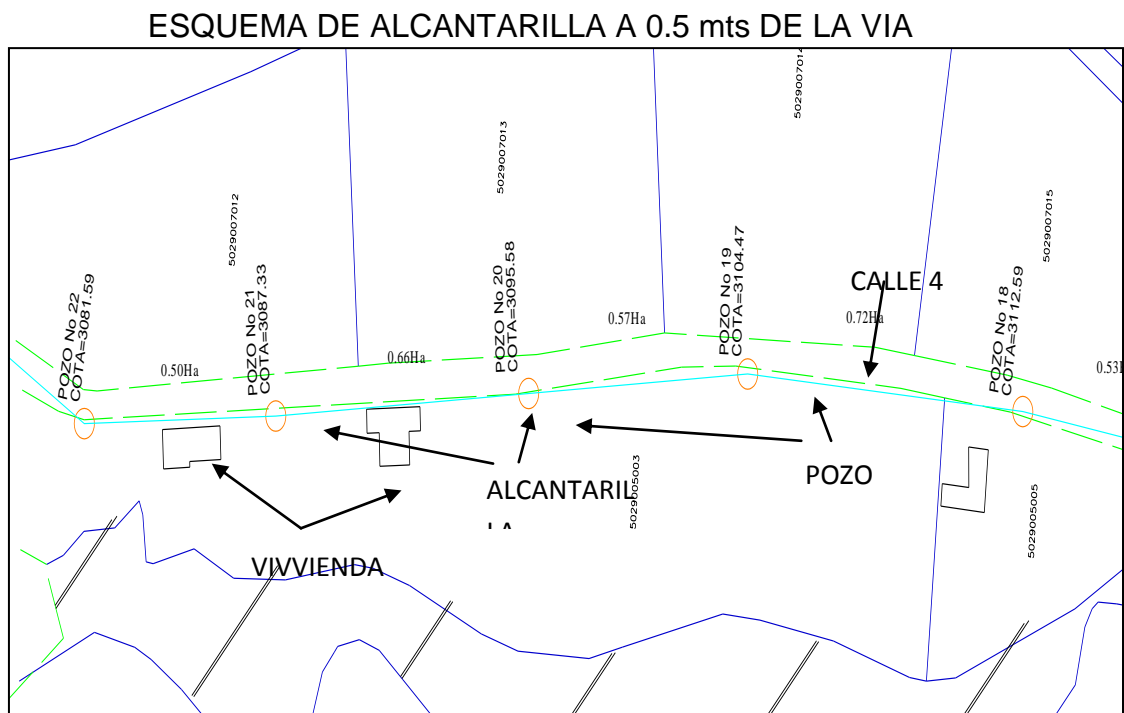
TABLA 3.1: FUENTE PROPIA

Al no existir un diseño vial para el barrio Panzaleo se procedió a dibujar los pozos en el levantamiento topográfico que se realizó, con un máximo de 100 mts de pozo a pozo, en cada una de las intersecciones de las calles, caminos, zanjas y cambios de dirección en la tubería.

El perfil de las vías se realizó con las cotas de cada pozo y la distancia horizontal de pozo a pozo, en los perfiles se dibujó las nuevas cotas de los pozos dependiendo, de la pendiente más óptima para el diseño de



la alcantarilla, desde la cota 3112.59 msnm del pozo No 18 hasta la cota 3081.59 msnm del pozo No 22, el sistema de alcantarillado se realiza por el lado derecho de la calle a 0.5 mts de la misma tomando de este a oeste ya que las viviendas, están ubicadas a 2 mts de desnivel de la vía, al lado izquierdo los terrenos son utilizados para agricultura y al momento no existe viviendas como se observa en la siguiente fig.



**FIGURA 3.1: FUENTE PROPIA**

### 3.1.3 Levantamiento de detalles

A partir de los ejes de poligonación y teniendo en cuenta los puntos singulares determinados por radiación de la poligonal, se realizaron todas las mediciones complementarias necesarias para la definición correcta de todos los detalles.

Son puntos singulares en las calles todos los cambios de alineaciones de los frentes de los terrenos y los cambios de rasante. En los interiores de los terrenos, aquellos puntos que permitan, con ayuda de medidas auxiliares, completar la situación de los detalles interiores y la medición de los terrenos sembrados.



La medición de fachadas, se realizará a lo largo de ellas, sobre la misma alineación, es decir, entre cada dos puntos de inflexión. Los detalles intermedios (medianías, zonas cubiertas o descubiertas, etc.), se referirán a un origen común sobre un eje cuya medida total se indicará en el otro extremo de la alineación para indicar de esta forma su longitud total y fin de la alineación. Las longitudes de los frentes del terreno entre medianías se determinaron por diferencias de distancias al origen de la alineación en que están situadas.

Se formo un croquis acotado a escala 1:2500, con la información precisa sobre alineaciones exteriores, medianías que delimitan cada terreno o parcela, casas o terrazas, patios, jardines, etc., y cuantas medidas sean precisas para dibujar y obtener la superficie total del suelo que será afectada por el proyecto.

Todos los parámetros o diagonales medidos con cinta métrica, se expresaron en metros con aproximación al centímetro.

Los detalles en las calles o viales, como registros de alcantarillado, agua, electricidad, etc., se referirán por cotas y ordenadas a las líneas de fachada a partir del detalle más próximo o a los ejes de poligonal de los puntos más próximos.

## **3.2. MECANICA DE SUELOS**

### **3.2.1 Objetivos del estudio**

Conocer las características de los materiales del sector en estudio, así como las condiciones del suelo en donde se implantarán las obras civiles propias del proyecto.



### 3.2.2 Objetivos específicos

- Determinar la naturaleza del suelo, mediante la clasificación de los materiales encontrados y recuperados durante la ejecución de sondeos mecánicos.
- Conocer las condiciones físicas y características geométricas del subsuelo de fundación, por medio de toma de muestras aleatorias y ensayos de laboratorio.
- Evaluara la capacidad admisible del subsuelo bajo las condiciones de trabajo de las estructuras y establecer los parámetros de diseño de la cimentación de la estructura.
- Emitir conclusiones y recomendaciones generales respecto al tipo de cimentación y excavación de zanjas, tomando en cuenta las características específicas de cada una de las estructuras.

### 3.2.3 Trabajos de campo

Se realizo 3 perforaciones, cada una a 3 mts de profundidad, en la cota más alta, media y en el sector donde se realizara el sistema de tratamiento

### 3.2.4 Trabajos de laboratorio

Con la muestra obtenida de 1 a 3 metros de profundidad se realizaron ensayos típicos de clasificación de los suelos (límite líquido, límite plástico, granulometría y humedades naturales) mismos que servirán para poder determinar a qué tipo de suelo pertenecen los encontrados, dentro del sistema unificado de clasificación SUCS.



### 3.2.5 Descripción de los suelos encontrados

En la cota 3224 msnm

Los ensayos que se realizaron para el proyecto dieron como resultado que el tipo de suelo específico según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS, dio que en el sector posee es del tipo “SM Arenas limosas”.

Los parámetros mecánicos de la exploración son los siguientes:

**Tabla 3.2:** Resumen resultados exploración

Resultados						
CAL.	MUESTRA	H(m)	%H	SUCS	DESCRIPCION	k(cm/seg)
1	1	3	12.95	SM	Limos inorgánicos	0.012

Fuente: Propia

En la cota 3068.14 msnm

Los ensayos que se realizaron para el proyecto dieron como resultado que el tipo de suelo específico según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS, dio que en el sector posee es del tipo “SM Arenas limosas”.

Los parámetros mecánicos de la exploración son los siguientes:

**Tabla :** Resumen resultados exploración

Resultados						
CAL.	MUESTRA	H(m)	%H	SUCS	DESCRIPCION	k(cm/seg)
1	1	3	12.95	SM	Limos inorgánicos	0.012

Fuente: Propia

En la cota 3011.5 msnm.

Los ensayos que se realizaron para el proyecto dieron como resultado que el tipo de suelo específico según el Sistema Unificado de



Clasificación de Suelos SUCS, dio que en el sector posee es del tipo “SM Arenas limosas”.

Los parámetros mecánicos de la exploración son los siguientes:

**Tabla:** Resumen resultados exploración

Resultados						
CAL.	MUESTRA	H(m)	%H	SUCS	DESCRIPCION	k(cm/seg)
1	1	3	12.95	SM	Limos inorgánicos	0.012

Fuente: Propia

### 3.2.6 Conclusiones del estudio de suelos

Los suelos presentan humedad natural promedio, es decir humedad media, y su coloración va desde café oscuro hasta café claro, amarilla hasta tonalidad muy oscura detallada en el registro de perforación.

El resultado del estudio de mecánica de suelos indica que según la clasificación SUCS en la población del barrio Panzaleo, existen suelos SM arena limosa.

La capacidad portante del suelo es buena esta alrededor de 10 km/cm2 por lo que se recomienda solo realizar un mejoramiento de suelo en el lugar donde se va a construir las estructuras como tanques, pozo y sistema de tratamiento separador de caudales.

### 3.2.7 Recomendaciones del uso de suelo

En general en la red no existirán problemas de capacidad portante del suelo, por el motivo que se utilizará en su mayoría para el tendido, colocación e instalación de tubería PVC o tubería de hormigón, cuyo peso por metro lineal es muy bajo. Para la construcción de pozos de revisión tampoco existirán problemas.



### 3.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS SERVIDAS

#### 3.3.1. Análisis de DBO5, oxígeno disuelto y coliformes

Contaminantes Biológicos, estos son los responsables de las transmisiones de las enfermedades como el cólera y la tifoidea. Los contaminantes de las aguas residuales son normalmente una mezcla compleja de compuestos orgánicos e inorgánicos. Normalmente no es ni práctico ni posible obtener un análisis completo de la mayoría de las aguas servidas.

Es por esto que las aguas residuales dependiendo de la cantidad de estos componentes se clasifican en fuertes, medias y débiles. Debido a que la concentración como la composición esta variando con el transcurso de tiempo, con los datos siguientes solo se pretende dar una orientación para la clasificación de las aguas servidas.

**Tabla 3.3**  
**Concentración (mg/l)**

Constituyente	Fuerte	Media	Débil
Sólidos, en total	1200	700	350
Disueltos, en total	850	500	250
Suspendidos, en total	350	250	100
Demanda Bioquímica de Oxígeno	300	200	100
Nitrógeno	85	40	20
Amoniaco Libre	50	25	12
Fósforo	20	10	6
Alcalinidad	200	100	50
Grasa	150	100	50



## **Otras formas de medir la calidad de las Aguas**

### **Análisis del pH**

La concentración del ión hidrogeno es un importante parámetro de calidad tanto para aguas naturales como aguas residuales. El intervalo de concentración para la existencia de la mayoría de la vida biológica es muy estrecho y critico. El agua industrial con una concentración adversa de ión de hidrogeno es difícil de tratar con métodos biológicos y si la concentración no se altera antes de la evacuación, el efluente puede alterar la concentración de las aguas naturales.

El pH de los sistemas acuosos puede medirse convencionalmente con un pH-metro, así como se pueden utilizar indicadores que cambian de color a determinados valores de pH.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

La alcalinidad en el agua residual se debe a la presencia de hidroxilo, carbonatos y bicarbonatos de elementos tales como calcio, magnesio, sodio, potasio o amoniac, esta alcalinidad la va adquiriendo del agua de suministro, del agua subterránea y de materias añadidas durante el uso domestico. La concentración de alcalinidad en el agua residuales importante deba efectuarse un tratamiento químico o muestras en que se deba eliminar el amoniac.

### **Ensayos Biológicos**

Otra forma de medir la toxicidad de las aguas residuales en lo que respecta a la vida biológica son los ensayos biológicos. La finalidad de estos específica es:

- ❖ Determinar la concentración de un agua residual dada que se produzca la muerte de un 50% de los organismos de ensayo en un periodo de tiempo especificado.
- ❖ Determinar la concentración máxima que no causa efecto aparente sobre los organismos de ensayo durante 96 horas.



- ❖ Se consiguen estos objetivos introduciendo peces u otros animales adecuados en acuario conteniendo distintas concentraciones del agua residual en cuestion y observando seguidamente su supervivencia a lo largo del tiempo.

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

La demanda bioquímica de oxígeno se usa como una medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica biodegradable presente en la muestra de agua y como resultado de la acción de oxidación bioquímica aeróbica, es por esto que este parámetro de polución sea tan utilizado en el tratamiento de las aguas residuales, ya que con los datos arrojados se pueden utilizar para dimensionar las instalaciones de tratamiento, medir el rendimiento de algunos de estos procesos. Con los datos de la DBO podrá así mismo calcularse la velocidad a la que se requerirá él oxígeno. La demanda de oxígeno de aguas residuales es resultado de tres tipos de materiales:

- ❖ **Materiales Orgánicos Carbónicos**, utilizados como fuentes de alimentación por organismos aeróbicos.
- ❖ **Nitrógeno Oxidable**, derivado de la presencia de nitritos, amoníaco y en general compuestos orgánicos nitrogenados que sirven de alimento para bacterias específicas.





### 3.4. ENCUESTA SOCIOECONÓMICA

ENCUESTA SOBRE LA SITUACION DEMOGRAFICA Y SOCIO- ECONOMICA DEL BARRIO						
PANZALEO, PARROQUI MACHACHI, CANTON MEJIA PARA EL PROYECTO DE TESIS DE GRADO						
OBJETIVO :	OBTENER LA INFORMACION NECESARIA PARA VERIFICAR LA FACTIBILIDAD DEL PROYECTO					
	ESTABLECER DATOS REALES DE LA POBLACION					
FAMILIA # :						
1.- NUMEROS DE MIEMBROS DEL NUCLEO FAMILIAR						
		NUMERO	EDAD			
MUJERES						
NIÑOS	M					
	H					
ADULTOS						
2.- NIVEL DE INSTRUCCIÓN						
	NADA	PRIMARIA	SECUNDARIA	SUPERIOR	TITULO EN :	
MUJERES						
HOMBRES						
3.- ACTIVIDAD ECONOMICA						
	EN QUE TRABAJA					
MUJERES						
HOMBRES						
4.- SERVICIOS BASICOS DISPONIBLES						
		SI	NO			
AGUA						
LUZ						
ALCANTARILLADO						
TELEFONO						
INTERNET						
5.- SUP. DEL AREA DE TERRENO						
	m2					

**Tabla 3.4**

#### 3.4.1. Uso del suelo

**USO ACTUAL DEL SUELO.-** La región se caracteriza por ser parcialmente utilizada para vivienda y en su gran mayoría para el aspecto agrícola.

**USO POTENCIAL DEL SUELO.-** Esta región es utilizada en un 80% por ciento para la agricultura, 19% para vivienda y 1% para actividades ganaderas. Para un mejor uso potencial del suelo se debería realizar



una planificación adecuada para, el establecimiento de nuevas viviendas y el uso efectivo del suelo

#### CLASIFICACIÓN DE USOS DEL SUELO “BARRIO PANZALEO”

TIPO OCUPACIÓN	%
RESIDENCIAL	3.58
RESIDENCIAL-AGRICOLA	25.6
RESIDENCIAL-COMERCIAL	2.05
EDUCATIVA	10
AGRICOLA	51.7
LOTES BALDIOS	7.1
TOTAL	100

**Tabla 3.5** Fuente: Encuesta socio-económica

#### 3.4.2. Tipo de vivienda

Las viviendas son unifamiliares en su mayoría, de uno, dos, tres pisos, con estructura en hormigón armado, paredes de bloque, ladrillo y barro, techos de madera con cubiertas de hojas de eternit o zinc y teja, y la mayoría de las casa son habitables con sus respectivos acabados ya terminados además existe casa muy antiguas en algunos casos ya abandonadas; cuentan con los siguientes servicios: sala, cocina-comedor, 2 ó 3 habitaciones, baños, letrinas y pozos sépticos. De la encuesta realizada las viviendas se clasifican en:

#### CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A LA TENENCIA DE LAS VIVIENDAS “BARRIO PANZALEO”

TIPO	%
PROPIA	90
ARRENDADA	5
ABANDONADA	3
ANTIGUA	2
TOTAL	100

**TABLA 3.6** Fuente: Encuesta socio-económica



La población del barrio Panzaleo ocupa un 20 % de la zona, por lo que posee gran cantidad de espacios verdes. Tiene un bajo flujo vehicular que consiste en vehículos livianos, el mismo que va desde las viviendas hasta la avenida principal.

Los habitantes se dividen en varias clases sociales. Algunos viven en condiciones muy humildes y de lo que se pudo observar se dedican en gran escala a la agricultura, crianza de porcinos, aves de corral, y ganado, por otro lado existe un grupo que posee alto nivel económico.

### **3.4.3. Nivel cultural**

El nivel educativo y cultural del barrio panzaleo es normal relacionado con el resto del Canto y con los datos nacionales. Para afirmar esta condición, nos basamos en el número de analfabetos que es bajo, de personas sin estudios es relativamente bajo, la mayoría de los niños y jóvenes asisten con normalidad a la escuela y colegio y emigran a las ciudades para continuar con sus estudios superiores.

La mayoría de la población adulta sabe leer y escribir con educación secundaria muy pocos con educación superior y lo que se observo de la encuesta realizada, existe un índice del 2 % de la población que son analfabetos y personas sin estudios.

### **3.4.4. Eliminación de excretas**

La evacuación de excretas es una parte muy importante del saneamiento ambiental, y así lo señala el Comité de Expertos en Saneamiento del Medio Ambiente de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Las otras medidas enumeradas por el Comité son la instalación de un sistema adecuado de abastecimiento de agua potable y la lucha contra los insectos y vectores patógenos. En vastas regiones del mundo, la evacuación higiénica de excretas constituye uno de los más apremiantes problemas sanitarios.

La insuficiencia y la falta de condiciones higiénicas de los medios de evacuación de heces infectadas provocan la contaminación del suelo y



de las aguas. Esas condiciones son especialmente propicias para que ciertas especies de moscas pongan sus huevos, se críen, se alimenten en el material no evacuado y transmitan infecciones. También atraen a los animales domésticos, roedores e insectos, los cuales propagan las heces y en ocasiones pueden ser causa de intolerables molestias.

La insuficiencia de los sistemas de evacuación de excretas está ligada frecuentemente con la falta de suministro de agua adecuado y de otros medios de saneamiento, y por lo general tiene que ver con el bajo nivel económico de la población rural. Ese conjunto de circunstancias, todas las cuales influyen sobre la salud, hace difícil saber cuál es la intervención de cada uno de esos elementos en la transmisión de enfermedades. Sabido es, sin embargo, que existe una relación entre la evacuación de excretas y el estado de salud de la población. Esa relación tiene un doble carácter directo e indirecto.

Su carácter directo se pone de manifiesto en la reducción de la incidencia de ciertas enfermedades cuando la evacuación de excretas se lleva a cabo en las debidas condiciones. Entre esas enfermedades figuran el cólera, la fiebre tifoidea y paratífica, la disentería, las diarreas infantiles, la anquilostomiasis, la ascariasis, la bilharziasis y otras infecciones intestinales e infestaciones parasitarias análogas. Esas enfermedades causan estragos entre los lactantes, cuya inmunidad es escasa y cuyo vigor no es con frecuencia suficiente para hacer frente a la infección una vez que ésta se consolida. Otra prueba de esa relación directa es la que se desprende de una comparación entre las cifras sobre la mortalidad infantil debida a diarreas y enteritis en diferentes países.

Un buen ejemplo del efecto de la evacuación higiénica de excretas sobre las incidencias de las fiebres tifoideas y paralíticas es el que citan Fail y Geyer. En el Estado de Virginia Occidental (Estados Unidos de América), la ejecución de un programa de construcción de letrinas hizo que la tasa de mortalidad debida a esas enfermedades disminuyera en dos tercios, para reducirse finalmente a cero.



### Participación de la comunidad

La experiencia adquirida en todos los países del mundo demuestra que los programas de saneamiento rural, uno de cuyos elementos esenciales es la evacuación higiénica de excretas, no pueden llevarse a cabo con éxito sin la participación de la comunidad local. Para que sea verdaderamente eficaz, el saneamiento del medio, función básica de todo servicio sanitario integrado, necesita la comprensión, el apoyo y la participación activa de la población interesada. El mejoramiento puramente técnico de las condiciones del medio, sin una educación del público en higiene y saneamiento, basada en las costumbres, tradiciones y creencias locales ha resultado una y otra vez efímero.

Una medida del éxito de un programa de saneamiento rural es su capacidad para mantenerse por sí mismo y desarrollarse. Para lograr ese objetivo es necesario encontrar el medio de granjearse el apoyo popular y de vencer la resistencia de la población. Para ambas cosas, la educación sanitaria popular tiene una importancia decisiva. En relación con el primer punto, debe tratarse de que la estructura y la organización del programa se ajusten al sistema económico y social de la localidad. Más importante todavía es la convivencia de hacer participar al público en el programa. Para conseguir el segundo objetivo se necesitará la colaboración de un educador sanitario competente. Es muy probable que incluso antes de que llegue el momento de vencer la resistencia de la población, el educador sanitario tenga que luchar contra la apatía e inercia seculares que pesan sobre ella. Por ejemplo, la falta de instalaciones adecuadas de evacuación de excretas en una localidad sugiere inmediatamente a dicho educador la necesidad de construir letrinas. Sin embargo, la población puede no estar dispuesta a ello ni interesada en disponer de esos servicios, y hasta puede ser hostil a su instalación. En tales circunstancias, insistir en la inmediata introducción de letrinas en esa comunidad no sería medida prudente.

Esta fase de la educación sanitaria es efectivamente la más difícil en la evolución de un programa de construcción de letrinas. Una vez



superada, el programa avanzará a un ritmo más rápido. En las zonas rurales de algunos países de América Latina, por ejemplo, donde se están poniendo en práctica programas sanitarios comunales desde hace algún tiempo, son las familias casi exclusivamente las que se encargan de la construcción de las letrinas. En estos casos, el departamento de sanidad se limita a prestar el asesoramiento necesario y las placas de hormigón, a precio de costo o gratuitamente. En muchos lugares la demanda de placas de hormigón es siempre superior a las existencias disponibles.

La experiencia ha demostrado que el factor más importante para conseguir la participación de la comunidad es hacer que intervengan activamente en el programa miembros de todos los sectores de la población. Es necesario también que el público comprenda cuál es la finalidad del programa. Eso puede lograrse actuando por conducto del Comité de Salud, o en caso de que no lo haya por conducto de un comité local organizado, formado por los elementos más destacados y respetados de la comunidad. La asimilación y la práctica de los principios científicos de la evacuación de excretas por parte de los propios aldeanos supondrán un nuevo progreso que sólo se conseguirá haciendo que aquéllos participen en los estudios preliminares, en la elaboración y en la dirección del programa. Hay que suponer que el ritmo inicial será más bien lento, y que por lo tanto convendrá distribuir las sucesivas fases del programa a lo largo de un cierto período de tiempo. No obstante, el trabajo de saneamiento no puede darse por terminado con la construcción del primer retrete o letrina; en realidad, no ha hecho más que comenzar. Los inspectores sanitarios o los educadores para la salud, o las enfermeras de salud pública, según las circunstancias, deben mantener un continuo contacto con la familia para estimular a sus miembros y enseñarles a utilizar y conservar aquel servicio, cuya construcción supone con frecuencia un trabajo largo y laborioso. El continuo proceso educativo que eso supone exige la cooperación de todo el personal del departamento sanitario, el cual sólo puede considerar que su trabajo ha sido coronado por el éxito cuando la



familia ha llegado a aceptar la letrina como elemento de su modo de vida, y que está dispuesta a conservarla, reconstruirla, darle un nuevo emplazamiento en caso necesario e incluso a propagar entre sus vecinos las enseñanzas recibidas. Hay que advertir que el tiempo y una suficiente continuidad en el personal y en la organización son elementos esenciales para que los programas de saneamiento rural tengan verdadera eficacia.

#### Recomendaciones para la eliminación de excretas

- Para la eliminación sanitaria de las excretas hay que tomar en consideración las características de la comunidad en donde se trabaja. La construcción de letrinas es el recurso inmediato para controlar la eliminación de excretas y evitar la contaminación del suelo, agua y alimentos.
- Se recomienda la construcción de letrinas o inodoros conectados a tanques sépticos o inodoros con drenaje hidráulico en base a los criterios siguientes:
- En las zonas rurales en donde no existen sistemas de acueductos y alcantarillados se usan los servicios de hueco o letrinas.
- En los lugares en donde no hay sistema de alcantarillado pero sí acueducto, se deben construir inodoros conectados a tanques sépticos.
- En las comunidades con sistema de acueductos y alcantarillados se utiliza el inodoro con drenaje hidráulico conectado al sistema de alcantarillado.
- A todas esas viviendas se les debe construir por lo menos una letrina o servicios de hueco para la eliminación de excretas, pues esto es un requisito indispensable para evitar la contaminación de los suelos y el agua y ayudar a mejorar la calidad ambiental.



### 3.4.5. Actividad económica

Se estima que la población económicamente activa es de 175 habitantes, es decir el 46.05% de la población total. Las principales actividades económicas en que se desenvuelven los moradores son:

#### CLASIFICACIÓN DE LA POBLACION POR SU ACTIVIDAD ECONOMICA “BARRIO PANZALEO”

Ocupación	%
Agricultura	70
Albañilería	10
Obreros	6
Chóferes	12
Otros	2
TOTAL	100

**Tabla 3.7** Fuente: Encuesta socio-económica

De la encuesta socio-económica se puede observar que aproximadamente el 65 % de la población pertenece a un estrato socio – económico medio alto, sus ingresos familiares fluctúan alrededor de 800 USD mensuales debido a la actividad agrícola, un 25 % está en medio bajo ganan alrededor de 400 USD., y un 10 % se encuentra en una situación baja especialmente las personas de tercera edad los cuales viven de la ayuda de sus familiares con un ingreso estimado en 200 USD máximo

### 3.4.6. Actitudes

Los resultados de la valoración sobre conocimientos y actitudes de la población del barrio Panzaleo en cuanto al saneamiento básico ambiental y su relación con la salud, demuestran una insuficiencia en la educación sanitaria en una parte apreciable de la población, lo que a su vez incide en la actitud de los habitantes para participar de forma activa en la solución de las deficiencias que aún existen en los servicios comunitarios de saneamiento y alcantarillado.





### 3.5. EVALUACIÓN FÍSICA DEL SISTEMA EXISTENTE

Las formas del terreno en la zona del proyecto están determinadas por la litología, los ambientes de depósito de piroclastos, la altitud y por las formas de erosión originadas por un régimen climático de temperaturas templadas, vientos y humedad variable a lo largo del año.

Esto ha dado lugar a la configuración actual del terreno, con pendientes muy variadas y una topografía que es consecuencia de los factores anteriormente mencionados.

La vegetación esteparia y dispersa sobre suelos más o menos firmes en el sector del proyecto, favorece la formación de colinas alargadas y mesas aplanadas disectadas por encañonados profundos de erosión intensa que caracterizan las formas del terreno existente en esta área como la quebrada Panzaleo.

El depósito de material en toda el área de estudio ha dado lugar a la formación de capas de suelo de diferente espesor, relativamente joven y profundo con potentes estratos de material piroclástico poco compactado.

La litología predominante para ambas zonas corresponde a un complejo volcánico-sedimentario. Consecuentemente, se identificó cuatro unidades morfológicas principales en el área de estudio.

Todos ellos son característicos de las partes bajas de las vertientes del callejón interandino, en un rango de altitud entre los 2300 a 3000 msnm con relieves variables, bajo dos regímenes de humedad del suelo:

- Único en el Valle de Los Chillos – Píntag – Machachi, esto es, un suelo seco por menos de tres meses consecutivos. El régimen de temperaturas es Isotérmico, con un promedio anual de temperatura del suelo de 13 a 20°C.



## Hidrografía

El río San Pedro bordea y limita el área sur y sureste de la llanura donde se halla la ciudad de Quito. Nace en los flancos del volcán Iliniza en la cordillera Occidental y luego de un recorrido de aproximadamente 80 km confluye con el río Chiche para formar el río Guayllabamba, unos cinco kilómetros al oeste de la población de Zámiza.

## Paisaje

La metodología para determinar la calidad del paisaje se basó en la ponderación de los elementos paisajísticos del entorno a lo largo de toda el área del proyecto, tanto intrínsecos como de valor agregado, su efecto conjunto y la manera como el proyecto afectaría este conjunto.

En toda la extensión del proyecto, el entorno es típicamente de tipo Valle Interandino, con mesas escalonadas y colinas altas predominando la parte sur, mesas fuertemente disectadas en la parte media y colinas redondeadas con vertientes convexas en la parte norte del trazado.

## Componentes de Paisaje

Los componentes del paisaje que otorgan al mismo una calidad intrínseca de acuerdo con la metodología establecida son:

- Relieve e hidrografía
- Vegetación y fauna
- Población
- Infraestructuras

Los componentes considerados como valor agregado son:

- Macizos rocosos
- Singularidades naturales y culturales
- Impactos visuales relevantes



### 3.6. DIAGNÓSTICO Y CONCLUSIONES

#### 3.6.1. Diagnóstico

De acuerdo al estudio y análisis realizado en este capítulo se puede observar que, en el barrio Panzaleo tiene pendientes muy pronunciadas debido que su orografía está dentro del callejón interandino además, el suelo tiene muy buenas características para la agricultura debido a la erupción de los volcanes de su alrededor, los cuales depositaron grandes cantidades de ceniza lo cual con el pasar del tiempo, enriqueció la tierra con los minerales necesarios para una buena agricultura, el suelo muy estable y firme igual que sus pendientes, se observó que no existe una cultura de saneamiento por lo que las aguas servidas, son evacuadas por las vías de tercer orden de la localidad, como consecuencia está afectando el medio ambiente y alterando el ecosistema del sector.

Tiene un ecosistema muy saludable, casi no tiene índices de smog o contaminantes de ruido o de ningún tipo, no existe tráfico, los pocos vehículos son livianos y sirve para que la gente saque sus productos al mercado de Machachi, si no se realizan proyectos de saneamiento ambiental e implantamos una cultura de proteger nuestro ecosistema, estamos en el peligro de contaminar este lugar con las aguas servidas y a la vez producir una pandemia que afectaría terriblemente a la población del barrio Panzaleo

#### 3.6.2. Conclusiones

- Para nuestro proyecto se realizó el levantamiento topográfico utilizando la técnica de la poligonal abierta, por la sinuosidad e irregularidad del sector donde se realizara el alcantarillado combinado que la cota más alta está ubicada a 3226.26 msnm, la cota media está ubicada a 3069.58 msnm y la cota más baja donde se realizara el sistema de tratamiento está ubicada a 3012.45 msnm
- Se realizó el levantamiento de detalles tomando en cuenta, la medición de fachadas. Las longitudes de los frentes del terreno entre



medianías se determinaron por diferencias de distancias al origen de la alineación en que están situadas.

- En los tres lugares de donde se realizó el estudio de suelo dio como resultado un suelo negro. Los ensayos que se realizaron para el proyecto dieron como resultado que el tipo de suelo específico según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS, es del tipo "SM Arenas limosas", la capacidad portante del suelo es de 10 Kg/cm<sup>2</sup>.
- En general en la red no existirán problemas de capacidad portante del suelo, por lo que se instalara tubería PVC o tubería de hormigón, cuyo peso por metro lineal es muy bajo. Para la construcción de pozos de revisión tampoco existirán problemas.
- Contaminantes Biológicos, estos son los responsables de las transmisiones de las enfermedades como el cólera y la tifoidea. Los contaminantes de las aguas residuales son normalmente una mezcla compleja de compuestos orgánicos e inorgánicos. Normalmente no es ni práctico ni posible obtener un análisis completo de la mayoría de las aguas servidas.
- Determinación del caudal: El dimensionamiento de la red corresponde al sistema de alcantarillado combinado y se considera el caudal de aguas residuales más el caudal de infiltración y el caudal de escorrentía pluvial

$$Q \text{ diseño} = Q \text{ residuales} + Q \text{ infiltración} + Q \text{ pluvial}$$

- Caudal pluvial: El caudal pluvial calculado para una curva de frecuencia de 10 años utiliza un coeficiente de escurrimiento y un tiempo de concentración inicial de 12 minutos, que son normas de la EMAAP-Q.

El caudal de aguas lluvias, considerando que el área de aporte es menor a 200ha, se utilizara el método racional, calculado con la fórmula:

$$Q=(C*I*A)/0.36$$

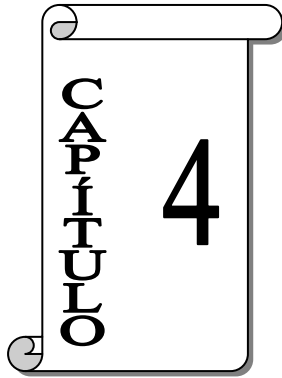


- USO ACTUAL DEL SUELO.- La región se caracteriza por ser parcialmente utilizada para vivienda y en su gran mayoría para el aspecto agrícola.
- USO POTENCIAL DEL SUELO.- Esta región es utilizada en un 80% por ciento para la agricultura, 19% para vivienda y 1% para actividades ganaderas. Para un mejor uso potencial del suelo se debería realizar una planificación adecuada para, el establecimiento de nuevas viviendas y el uso efectivo del suelo
- Para la eliminación sanitaria de las excretas hay que tomar en consideración las características de la comunidad en donde se trabaja. La construcción de letrinas es el recurso inmediato para controlar la eliminación de excretas y evitar la contaminación del suelo, agua y alimentos.
- De la encuesta socio-económica se puede observar que aproximadamente el 65 % de la población pertenece a un estrato socio – económico medio alto, sus ingresos familiares fluctúan alrededor de 800 USD mensuales debido a la actividad agrícola, un 25% está en medio bajo ganan alrededor de 400 USD., y un 10% se encuentra en una situación baja especialmente las personas de tercera edad los cuales viven de la ayuda de sus familiares con un ingreso estimado en 200 USD máximo
- La metodología para determinar la calidad del paisaje se basó en la ponderación de los elementos paisajísticos del entorno a lo largo de toda el área del proyecto, tanto intrínsecos como de valor agregado, su efecto conjunto y la manera como el proyecto afectaría este conjunto.
- Tiene un ecosistema muy saludable, casi no tiene índices de smog o contaminantes de ruido o de ningún tipo, no existe tráfico, lo pocos vehículos son livianos y sirve para que la gente saque sus productos al mercado de Machachi, si no se realiza proyectos de saneamiento ambiental e implantamos una cultura de proteger nuestro ecosistema, estamos en el peligro de contaminar este lugar con las aguas servidas



y la vez producir una pandemia que afectaría terriblemente a la población del barrio Panzaleo

- Después de realizar este estudio se llegó a la conclusión urgente de realizar, el proyecto de alcantarillado combinado y un sistema de tratamiento lo más ecológico posible de tal manera que no afecte al ecosistema y a la actividad agrícola que es la más importante del sector.



## BASES DE DISEÑO

### 4.1. PARAMETROS DE DISEÑO

#### 4.1.1. Normas de Diseño

Los documentos de base utilizados para asumir determinados parámetros de diseño son los correspondientes a las normas nacionales establecidas para poblaciones de tipo urbano y rural; normas local de la EMAPQ. Y documentos técnicos del INEC e INAMHI, que se refieren a continuación:

- ❖ Normas Para estudio y diseño de sistemas agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes – MIDUVI – SUBSECRETARIA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL – 1993
- ❖ Parámetros de diseño para sistemas de alcantarillado –Empresa Metropolitana de Agua Potable y Alcantarillado de Quito.

**4.1.2. Periodo de diseño:** Permite definir el tamaño del proyecto en base a la población a ser atendida al final del mismo.

Si el período de un proyecto es corto, inicialmente el sistema requerirá una inversión menor, pero luego exigirá inversiones sucesivas de acuerdo con el crecimiento de la población. Por otro lado, la ejecución de un proyecto con un período de diseño mayor requerirá mayor inversión inicial, pero luego no necesitará de nuevas inversiones por un buen tiempo.



Además, con periodos de diseño largos, el flujo en las alcantarillas estará por muchos años debajo del caudal de diseño, por lo cual las velocidades serán menores a las previstas y el desempeño del sistema será menor al esperado.

**Tabla 4.1:** Periodos de Diseño

Nuevos Servicios	20 a 30 años
Ampliaciones	15 a 20 años
Obras de Emergencia	3 a 5 años

De conformidad con las normas de diseño y las recomendaciones de la EMAAP-Q en el medio rural se ha considerado adecuado tomar un periodo de diseño de 25 años; es decir que si implementa el sistema a partir del año 2011, el horizonte de diseño corresponde al año 2036

De esta forma se tendrá un periodo económico para cubrir los gastos de financiamiento que demandara la construcción de obras, ajustándose por otra parte a la vida útil de las estructuras del sistema a ejecutarse.

#### 4.2. CALCULO DE LA POBLACIÓN

Para proyectar la población a futuro se utilizaron los datos obtenidos en los censos pero al no tener datos específicos del barrio Panzaleo; se realizaron encuestas de los sectores afectados y de las áreas de influencia directa y expansión futura.

Para el cálculo el índice de crecimiento y población futura se utilizaron los métodos aritmético y geométrico, con los respaldos de ajustes lineales de los mínimos cuadrados y finalmente se procedió a adoptar el proceso geométrico por ser el más confiable.





#### 4.2.1. Población Actual

Consiste en la población existente en el momento de la elaboración de los diseños de ingeniería; esta en base al censo realizado en el barrio Panzaleo que es de 444 habitantes.

#### 4.2.2. Métodos para Calcular la Población Futura

Existen varios métodos para determinar la población futura de los cuales se describirán los siguientes:

- Método de estimación de la población Aritmético
- Método geométrico: Crecimiento Geométrico

Finalmente se procedió a adoptar el proceso geométrico por ser el más confiable.

#### 4.2.3. Método de estimación de la población Aritmético

Este método considera que se debe ajustar los datos conocidos de una población a una línea recta, es decir se considera un incremento igual ó constante de los habitantes por un periodo de tiempo establecido que puede ser entre dos censos

$$P = P_1 + n \frac{P_1 - P_0}{m}$$

**Pf** = Población Futura  
**P<sub>1</sub>** = Población Inicial  
**n** = Periodo de Diseño  
**m** = Periodo Inter-censal (P1 y P0)

DATOS	
<b>P<sub>1</sub></b>	444 hab.
<b>P<sub>0</sub></b>	265 hab.
<b>M</b>	5 años
<b>N</b>	25 años

**Cálculos:**

$$P_f = P_1 + n \frac{P_1 - P_0}{m}$$

$$P_f = 444 + 25 \frac{444 - 265}{5}$$

**Pf = 1339 hab**



#### 4.2.4. Método Geométrico

Este método consiste en ajustar el crecimiento poblacional de un determinado sector a una proyección geométrica. Se le conoce también como tasa de crecimiento con porcentaje uniforme, y se lo obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$P_f = P_0 (1 + r)^{(t_f - t_0)}$$

**Pf** = Población Futura

**Po** = Población Inicial

**r** = Tasa Anual de Crecimiento

**to** = Año Inicial del Periodo de Diseño

**tf** = Año Final del Periodo de Diseño

- *Estimación de la tasa de crecimiento anual r*

DATOS	
<b>P<sub>f</sub></b>	444 hab
<b>P<sub>0</sub></b>	265 hab
<b>T<sub>f</sub></b>	2010
<b>t<sub>0</sub></b>	2005

**Cálculos:**

$$r = \frac{P_f}{P_0}^{\frac{1}{t_f - t_0}} - 1$$

$$r = \frac{444}{265}^{\frac{1}{2010 - 2005}} - 1$$

$$r = 0.11$$

- *Población Futura P<sub>f</sub>*

**Cálculos:**

$$P_f = P_0 (1 + r)^{(t_f - t_0)}$$

$$P_f = 265 (1 + 0.11)^{(2010 - 2005)}$$

$$P_f = 748 \text{ habitantes}$$



#### 4.2.5. Densidad de la Población

Actualmente el barrio está conformado por 84 familias, que utilizan un área de 43Ha, con una población actual cercana a los 444 habitantes.

DATOS		
Nº de habitantes	Po	444 hab
Nº de años	n	25 años
Tasa de crecimiento	r	0.11
Área	A	43 Ha
Población Futura	Pf	748 hab

#### CALCULO DE LA DENSIDAD

$$\text{Densidad Futura} = \frac{Pf}{A}$$

$$\text{Densidad Futura} = \frac{748 \text{ hab}}{43 \text{ Ha}}$$

$$\text{Densidad de diseño adoptada} = 18 \text{ hab/Ha}$$

#### 4.3. ÁREAS DE APORTACIÓN

Se adopta el criterio de aceptar como aportación de aguas negras, el 80% de la dotación de agua potable, considerando que el 20% restante se consume antes de llegar a los conductos, ya sea por evaporación, infiltración, riego, etc. Al respecto, se debe tomar en cuenta, la dotación de agua que se requiera para las condiciones inmediata y futura.

#### 4.4. DOTACIÓN DE AGUA POTABLE

Es la cantidad de agua asignada a una población o a un habitante para su consumo en cierto tiempo, expresada en términos de litro por habitante por día o dimensiones equivalentes.



200litros por habitante día es una cantidad de agua comúnmente utilizada en los países de Latinoamérica.

Para el presente diseño se ha considerado la siguiente dotación de una vivienda media del barrio Panzaleo, obteniéndose los valores que se describen a continuación:

**Tabla 4.2: Dotación de Agua de una vivienda media**

<b>CONSUMO</b>	<b>DOTACION (l/h/d)</b>
Aseo personal	70
Descargas de sanitarios	30
Lavado de ropa	10
Cocina	25
animales	20
varios	5
<b>Total consumo</b>	<b>160</b>

Por lo tanto la dotación de agua para el diseño será igual:

- *Dotación de Diseño: 160 l/h/d*

## **4.5. CAUDAL DE LAS AGUAS SERVIDAS**

### **4.5.1. Caudal de aguas residuales**

Es el agua residual procedente de residencias de cocinas, lavabos, sanitarios y lavanderías.

Estas aguas están compuestas por materias minerales, orgánicas, restos de alimentos, jabón, papel, así como también materia fecal.

Todos estos componentes son aprovechados por microorganismos que se encargan de la descomposición de la materia orgánica, la misma que genera olores desagradables y es capaz de transportar enfermedades durante su recorrido.



Según las normas de la Empresa Municipal de Alcantarillado y Agua Potable de Quito (EMAAP-Q), el caudal medio de las aguas residuales será igual al 70% de la dotación de agua potable que corresponde a  $170+40(\text{fugas}) = 210(\text{l/h/d})$ , para el final del periodo de diseño.

#### 4.5.2. Caudal de infiltración ( $Q_i$ )

El caudal de infiltración incluye el agua del subsuelo que penetra las redes de alcantarillado, a través de las paredes de tuberías defectuosas, uniones de tuberías, conexiones, y las estructuras de los pozos de visita, cajas de paso, terminales de limpieza, etc.

El caudal de infiltración se determinará considerando los siguientes aspectos:

- ❖ Altura del nivel freático sobre el fondo del colector.
- ❖ Permeabilidad del suelo y cantidad de precipitación anual.
- ❖ Dimensiones, estado y tipo de alcantarillas, y cuidado en la construcción de cámaras de inspección.
- ❖ Material de la tubería y tipo de unión.

Para el cálculo de los caudales de infiltración se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_i = 0.1 * A$$

**DONDE**

**$Q_i$**  = Caudal de infiltración

**A** = Área (Hectáreas)



### 4.5.3. Coeficiente de simultaneidad

Para el cálculo de los caudales máximos horarios, se tiene el siguiente coeficiente de simultaneidad “M”, establecidos en las bases de diseño de la EMAAP-Q.

#### Expresiones:

$$Q < 4l/s \rightarrow M = 4$$

$$Q \geq 4l/s \rightarrow M = \frac{3,697}{Q^{0,073325}}$$

$$1,50 \geq M \leq 4$$

#### Donde:

M      coeficiente de simultaneidad, a dimensional;

Q      caudal medio diario de aguas servidas, l/s

### 4.6. CAUDAL DE DISEÑO

Los caudales que discurrirán a través de las redes de alcantarilla se calculan de la siguiente manera:

$$Q \text{ diseño} = Q \text{ residuales} + Q \text{ infiltración} + Q \text{ pluvial}$$

#### 4.6.1. Caudal medio

$$Q_{med} = \frac{C * P * \dot{D}ot}{86400}$$

#### DONDE

**Q** = Caudal medio

**C** = Coeficiente de retorno (0.80)

**P** = Población

**Pi** = Población al inicial

**Pf** = Población futura

**Dot=** Consumo promedio de agua, lts/hab/dia



#### 4.6.2. Caudal medio diario (Qmsi)

Se utiliza para verificar la capacidad de auto limpieza de la red de Alcantarillado. Este caudal se determina con la siguiente fórmula:

$$Q_{msi} = \frac{\text{Población Inicial} * \text{Dotación Inicial}}{86400 \text{ seg/día}} * \text{Fator } f$$

#### 4.6.3. Caudal máximo

$$Q_{max} = P_p * \frac{D * r * M}{86400}$$

**Donde:**

**Qmax** = Caudal máximo (l/s)

**Pp** = Población proyectada (Hab)

**D** = Dotación (l/hab/día)

**r** = Porcentaje de retorno (%)

**M** = Coeficiente de simultaneidad

#### 4.7. CAUDAL PLUVIAL

En las normas de la EMAAP-Q el caudal pluvial calculado para una curva de frecuencia de 10 años utiliza un coeficiente de escurrimiento y un tiempo de concentración inicial de 12 minutos

Se utilizara el método racional, para el caudal de aguas lluvias, considerando que el área de aporte es menor a 200ha, calculado con la formula:

$$Q = \frac{C * I * A}{0.36}$$

**Donde:**

**Q** = Caudal máximo de escorrentía pluvial (l/s)

**C** = Coeficiente de escurrimiento

**I** = Intensidad de lluvia (mm/hora)

**A** = Área total de drenaje aportante (ha)



#### 4.7.1. Estación Izobamba:

La fórmula para la intensidad es la que corresponde a IZOBAMBA, la misma que es recomendada para utilizarla en el sur de Quito, y considerando que la zona donde se encuentra el proyecto, tiene características similares en cuanto al régimen de lluvias, se utilizara en este proyecto y que tiene la siguiente expresión:

$$I_{10\text{años}} = \frac{74.7140 * T^{0.0888}}{t^{1.6079}} * [\ln(t + 3)]^{3.8202} * \ln(T)^{0.1892}$$

**Donde:**

**I** = Intensidad de lluvia en mm/hora

**ln** = Logaritmo natural

**T** = tiempo (minutos) de concentración de la lluvia + tiempo de recorrido = ( tc + tf = t )

**tc** = Tiempo de concentración de la lluvia en minutos. Se considera como mínimo 12 minutos

#### 4.7.2. Coeficiente de Escurrimiento (C)

La cantidad de aguas residuales generada por una comunidad es menor a la cantidad de agua potable que se le suministra, debido a que existen pérdidas a través del riego de jardines, abrevado de animales, limpieza de viviendas y otros usos externos.

##### 4.7.2.1 Método Racional

Se aplica en cuencas de áreas con una superficie de aporte de hasta 200 Ha, como es el caso del Barrio Panzaleo, de Machachi.

La EMAAP-Q recomienda utilizar diferentes tipos de coeficiente C de acuerdo con las siguientes condiciones:



**Tabla 4.3:** Coeficientes de Escurrimiento

Tipo de uso y cobertura principal del área de aporte	Valor del coeficiente de escurrimiento C
Centros urbanos con densidad de población cercana a la de saturación y con calles asfaltadas	0,70
Zonas residenciales de densidad, $D \geq 200$ hab/Ha	0,60
Zonas con viviendas unifamiliares, $150 < D < 200$	0,55
Zonas con viviendas unifamiliares, $100 < D < 150$	0,50
Zonas con viviendas unifamiliares, $D < 100$	0,40

Fuente: Normas de diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q

Para el proyecto se adopta un valor de **C=0.40**, es decir una zona con viviendas unifamiliares y menores a 100 hab/Ha, de acuerdo a las características conocidas del sector.

#### 4.7.3. Intensidad de Lluvia

Este valor es obtenido a través de un estudio hidrológico de la zona, del cual se obtiene las curvas de intensidad, duración y frecuencia.

Es importante recordar que, de acuerdo con estas curvas, la intensidad es inversamente proporcional a la duración y directamente proporcional a la frecuencia de la lluvia.

Para poder, entonces, obtener un valor de intensidad de lluvia en la aplicación del método racional, es necesario definir la frecuencia de la lluvia y su duración.

Para la intensidad de lluvia se utilizaron los datos del Instituto de Meteorología e Hidrología, Departamento de Hidrometría, a través de las ecuaciones representativas de la estación pluviográfica de Izobamba.



Dicha ecuación está en función de las isóneas de intensidad de precipitación, para un periodo de retorno de 10 años (TR 10 años), en función de la máxima precipitación en 24 horas.

$$I_{TR} = 121.48 * Id_{TR} * t^{-0.4723}$$

$I_{TR}$  = Intensidad de lluvia en (mm/h), y en función del período de retorno TR=10 años.

t = Tiempo de concentración en (minutos).

$Id_{TR}$  = Factor que depende de las isóneas, y éstas a su vez de la posición geográfica de las estaciones que se encuentran en todo el país.

Los períodos de retorno (T) que la hoja de cálculo considera para la determinación del caudal de aguas lluvias son de 10 años, y guardan concordancia con los valores adoptados por la EMAAP-Q para el diseño de redes principales.

Únicamente con la aprobación escrita de la EMAAP-Q, el Consultor podrá hacer cambios a estos períodos de retorno. De acuerdo a estos parámetros, para el Barrio Panzaleo, se adoptó un período de retorno de 25 años.

#### 4.7.4. Frecuencia de lluvia

La frecuencia de las precipitaciones es el tiempo en años en que una lluvia de cierta intensidad y duración se repite con las mismas características.

Siendo la frecuencia un factor determinante de la capacidad de las redes de alcantarillado pluvial en su relación con la prevención de inundaciones, en vías, áreas urbanas y plazas y por tanto de riesgos y daños con la propiedad, daños personales y al tráfico vehicular.



La elección de los períodos de retorno de una precipitación está en función a las características de protección e importancia del área en estudio.

El escoger un valor dependerá de varios criterios tales como la importancia relativa de la zona y el área que se está drenando.

Las frecuencias de diseño para los canales de aguas pluviales son:

❖ Canales que drenen áreas menores a 1000 Ha:

Sección revestida en concreto: 10 años

Capacidad total: 25 años

❖ Canales que drenen áreas mayores a 1000 Ha:

Sección revestida en concreto: 10 años

Capacidad total: 50 años

Borde libre: 100 años

❖ Canales interceptores de lluvia:

Los canales interceptores, cuyo desbordamiento ponga en peligro vidas humanas, deben diseñarse para un periodo de retorno de 100 años.

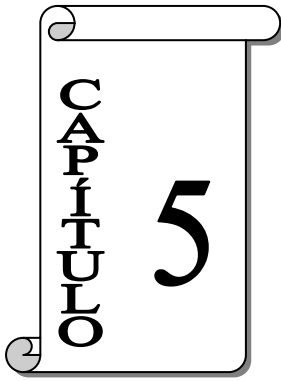
#### 4.8. EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA EXISTENTE

El Sistema de Alcantarillado Sanitario, Pluvial y Tratamiento de las Aguas Residuales del Cantón Mejía, se encuentra en una situación apremiante, ya que debido al crecimiento poblacional la demanda del alcantarillado está llegando al límite de la oferta, debido principalmente a que en los últimos años la tasa de crecimiento de la comunidad se ha incrementado considerablemente.

Debido a que el barrio en mención fue recientemente creado no cuenta con los recursos necesarios que cuentan otros poblados, es un barrio en vías de desarrollo, en el poco tiempo de fundación se ha podido apreciar que los servicios básicos de este sector son deficientes y no abastecen las necesidades de sus habitantes.



Las aguas servidas son vertidas a las calles de la vía y a través de fosas sépticas, provocando situaciones de insalubridad que pueden provocar problemas de salud a la comunidad, es por esta razón que el Ilustre Municipio de Mejía ha considerado la construcción del sistema en este sector.



## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

### 5.1. **Ámbito científico - técnico**

Se llama **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)** al procedimiento administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo. Este procedimiento jurídico administrativo se inicia con la presentación de la memoria resumen por parte del promotor, sigue con la realización de consultas previas a personas e instituciones por parte del órgano ambiental, se procede con la realización del EIA (Estudio de Impacto Ambiental) a cargo del promotor y su presentación al órgano particular. Se prolonga en un proceso de participación pública y se concluye con la emisión de la DIA ([Declaración de Impacto Ambiental](#)) por parte del Órgano Ambiental.

La EIA se ha vuelto formal en muchas legislaciones. Las consecuencias de una evaluación negativa pueden ser diversas según la legislación y según el rigor con que ésta se aplique, yendo desde la paralización definitiva del proyecto hasta su ignorancia completa. El concepto apareció primero en la legislación de [Estados Unidos](#) y se ha ido extendiendo después a la de otros países. La [Unión Europea](#) la introdujo en su legislación en 1985, habiendo sufrido la normativa enmiendas en varias ocasiones posteriores.

El EIA se refiere siempre a un proyecto específico, ya definido en sus particulares tales como: tipo de obra, materiales a ser usados,



procedimientos constructivos, trabajos de mantenimiento en la fase operativa, tecnologías utilizadas, insumos, etc.

## 5.2. **Ámbito jurídico – administrativo**

Art. 12.- Son obligaciones de las instituciones del Estado del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental en el ejercicio de sus atribuciones y en el ámbito de su competencia, las siguientes:

- a) Aplicar los principios establecidos en esta Ley y ejecutar las acciones específicas del medio ambiente y de los recursos naturales;
- b) Ejecutar y verificar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental, de permisibilidad, fijación de niveles tecnológicos y las que establezca el Ministerio del ramo;
- c) Participar en la ejecución de los planes, programas y proyectos aprobados por el Ministerio del ramo;
- d) Coordinar con los organismos competentes para expedir y aplicar las normas técnicas necesarias para proteger el medio ambiente con sujeción a las normas legales y reglamentarias vigentes y a los convenios internacionales;
- e) Regular y promover la conservación del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales en armonía con el interés social; mantener el patrimonio natural de la Nación, velar por la protección y restauración de la diversidad biológica, garantizar la integridad del patrimonio genético y la permanencia de los ecosistemas;
- f) Promover la participación de la comunidad en la formulación de políticas para la protección del medio ambiente y manejo racional de los recursos naturales; y,
- g) Garantizar el acceso de las personas naturales y jurídicas a la información previa a la toma de decisiones de la administración pública, relacionada con la protección del medio ambiente.



Art. 13.- Los consejos provinciales y los municipios, dictarán políticas ambientales seccionales con sujeción a la Constitución Política de la República y a la presente Ley. Respetarán las regulaciones nacionales sobre el Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas para determinar los usos del suelo y consultarán a los representantes de los pueblos indígenas, afroecuatorianos y poblaciones locales para la delimitación, manejo y administración de áreas de conservación y reserva ecológica.

Art. 20.- Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo.

Art. 21.- Los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental; evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos, el Ministerio del ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente.

Art. 23.- La evaluación del impacto ambiental comprenderá:

- a) La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada;
- b) Las condiciones de tranquilidad públicas, tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución; y,
- c) La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico, escénico y cultural.



Art. 41.- Con el fin de proteger los derechos ambientales individuales o colectivos, concédase acción pública a las personas naturales, jurídicas o grupo humano para denunciar la violación de las normas de medio ambiente, sin perjuicio de la acción de amparo constitucional previsto en la Constitución Política de la República.

Art. 42.- Toda persona natural, jurídica o grupo humano podrá ser oída en los procesos penales, civiles o administrativos, que se inicien por infracciones de carácter ambiental, aunque no hayan sido vulnerados sus propios derechos.

Art. 44.- Cuando los funcionarios públicos, por acción u omisión incumplan las normas de protección ambiental, cualquier persona natural, jurídica o grupo humano, podrá solicitar por escrito acompañando las pruebas suficientes al superior jerárquico que imponga las sanciones administrativas correspondientes, sin perjuicio de las sanciones civiles y penales a que hubiere lugar.

El superior jerárquico resolverá la petición o reclamo en el término de 15 días, vencido el cual se entenderá, por el silencio administrativo, que la solicitud ha sido aprobada o que la reclamación fue resuelta en favor del peticionario.

### 5.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS AMBIENTALES

Los principales factores ambientales que se evalúan son:

#### **Medio Físico.**

- **Agua.**
  - Calidad del agua.
- **Aire.**
  - Calidad del aire.
  - Olores.
  - Nivel sonoro.





- **Suelo.**

- Características físicas - químicas.
- Erosión.

**Medio Biológico.**

- Flora.
- Fauna.

**Medio Perceptivo.**

- Calidad paisajista.

**Economía y población.**

- Tránsito y medios de transporte.
- Turismo y comercio.
- Economía Local.
- Generación de empleo.
- Valor Inmobiliario.
- Vivienda.

**Infraestructura.**

- Redes de agua, electricidad y gas.
- Red vial.

#### **5.4. NECESIDAD DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS**

**Durante la etapa de construcción.**

**Medio físico.**

- Agua



Con motivo de las excavaciones y depósito temporal de materiales sueltos se pueden producir modificaciones de los cursos, naturales y artificiales, de escurrimiento de aguas superficiales.

El impacto se evalúa como negativo, de nivel bajo, probable, reversible temporal y de corto plazo de manifestación.

- Aire

Calidad del aire.

Se producirá un aumento de los niveles de partículas en suspensión debido a los movimientos de tierra y extracción de materiales en áreas operativa y de influencia. La descarga de materiales y el incremento de tráfico de rodados originarán un impacto sobre la calidad del aire. Asimismo la generación de gases de combustión de maquinaria y vehículos modificaran la calidad del aire.

El impacto se califica como negativo, de nivel bajo, cierto, reversible, temporal y de corto plazo de manifestación.

Olores.

Son los producidos por la combustión de motores de máquinas y vehículos. También en obra y campamentos temporales se generan olores dependiendo de las condiciones de higiene en que se mantengan y el producido por los efluentes cloacales de campamentos de obra.

Se califica al impacto ambiental como negativo, de nivel, bajo, cierto, reversible, temporal y de corto plazo de manifestación.

Nivel Sonoro.

Durante la ejecución de los trabajos se producirán ruidos originados por el movimiento de maquinaria (camiones, retroexcavadoras,



topadoras, etc.). El problema se producirá durante el transcurso de toda la obra, en áreas operativas y de influencia.

El impacto será negativo, de nivel medio, cierto, reversible, temporal, y de corto plazo de manifestación.

- Suelos.

Características físico-químicas.

El impacto que se producirá sobre el suelo durante la etapa de construcción será negativo particularmente en zonas de excavaciones.

Asimismo se producirá una modificación permanente en áreas operativas y de influencia debido a la extracción de suelos y movimientos de tierras.

Se producirá una compactación motivada por el tránsito de maquinaria pesada, debiendo prohibir la circulación de éstas fuera de caminos previstos. En caso de ser necesaria la apertura de desvíos o trazas provisoras de producirá una modificación en las características de los suelos en estas zonas.

Se deberá tener especial cuidado en los impactos que pueden originar en la obra y campamentos debido a la generación de residuos sólidos y líquidos que puedan impactar sobre la calidad de los suelos.

De la misma manera se podrán producir modificaciones en las características de los suelos motivadas por el lavado de hormigones, etc.

Se evalúa el impacto como negativo, de nivel bajo, probable, no reversible, permanente y de mediano plazo de manifestación.

Erosión



Se podrá producir erosión en suelos en donde se ha ejecutado remoción de vegetales para efectuar excavaciones.

De la misma manera en el caso de modificar cauces superficiales por acopio de materiales o excavaciones se producirán erosiones en las zonas por donde se produzcan las nuevas escorrentías.

El impacto será negativo, de nivel bajo, cierto, no reversible, permanente y de corto plazo de manifestación.

▪ **Medio Biológico.**

Flora.

Durante la etapa constructiva, las acciones más impactantes sobre la vegetación terrestre son aquellas que implican desmonte y posterior movimiento de suelos tales como apertura de caminos provisorios y limpieza de la zona de traza de conducciones. A pesar de ser temporal, la renovación de la vegetación será dificultada por la característica de los suelos. Tal como se indico anteriormente esto producirá una zona de erosión hídrica.

Se deberá controlar que la limpieza superficial a realizar para ejecutar las obras sea la estrictamente necesaria, a fin de evitar la degradación de la flora.

En general no se afectan forestales en la zona de proyecto. No obstante, la regla general es evitar el corte de forestales en lo posible.

El vertido de fluidos provenientes de la limpieza de hormigoneras producirá una modificación en la flora del lugar.

Se deberán estudiar los sitios de disposición de materiales provenientes de desmonte y suelos inservibles en zona de obra.

El impacto se califica como negativo, de nivel bajo, cierto, no reversible, permanente y de corto plazo de manifestación.



Fauna.

Los trabajos de limpieza y desmonte producirán un impacto directo sobre la fauna local. El trabajo de maquinarias, la mayor circulación de vehículos pesados y camiones generarán un incremento del nivel sonoro que afectará a las poblaciones características de la zona en forma transitoria.

Se considera este impacto como negativo, de nivel bajo, improbable, reversible, temporal, y de corto plazo de manifestación.

- **Medio Perceptivo.**

Paisaje.

Durante la etapa de ejecución de las obras se producirá una modificación del paisaje debido a la apertura de nuevos caminos, cierres obligatorios de obras, el acopio de materiales, estacionamientos de maquinaria y personas en la zona de obras. En estos casos será temporal, debiéndose exigir la restitución de los sitios a la situación actual.

El impacto se califica como negativo, de baja intensidad, corto plazo, temporal, no reversible, y cierto.

- **Economía y población.**

Tránsito y Medios de transporte.

Debido a la ejecución de la obra, se producirán interferencias en circulación vehicular de la zona como en el servicio público de transporte de pasajeros. La interferencia es consecuencia del movimiento de maquinarias para la ejecución de excavaciones de zanjas y del movimiento para el transporte de materiales, principalmente.



Una consideración especial merece este impacto ya que afecta al normal desarrollo de la comunidad como la actividad económica, y sustento económico de los pobladores. Esta afectación será temporal ya que una vez terminada la obra se restituirán las vías de circulación a su situación actual. Debido a que la zona ya tiene el trazado vial se usaran estos mismos caminos para el transporte de maquinarias. El tráfico por dichas vías no es de gran demanda de modo que el horario de trabajo puede ser en horario normal.

El impacto será negativo, de nivel medio, cierto, reversible, temporal, y de corto plazo de manifestación.

Turismo y Comercio.

Dichos servicios resultaran impactados durante la ejecución de la obra. Este impacto es negativo es de carácter temporal, pero es un impacto necesario que favorece las condiciones del desarrollo del turismo y más que nada del comercio a futuro.

El impacto será negativo, de nivel bajo, cierto, reversible, temporal y de corto plazo de manifestación.

Economía Local.

Con relación a la demanda de insumos comestibles, la misma se verá aumentada como consecuencia de la presencia de personal de obra. Los comercios de la zona se verán afectados positivamente.

El impacto se califica como positivo, de nivel bajo, probable, reversible, temporal, y de corto plazo de manifestación.

Generación de empleo.

La ejecución de las obras producirá en la zona un incremento en la generación de empleo por lo que será necesaria la incorporación de mano de obra calificada. En la zona del proyecto existe mano de obra



calificada por lo cual beneficiara a obreros que viven cerca del sector y sus respectivas familias.

Este impacto se define como positivo, de nivel bajo, probable, reversible, temporal y de corto plazo de manifestación.

Valor Inmobiliario

Durante la construcción de la obra no se producirá en la zona una variación del valor inmobiliario de las propiedades cercanas existente.

Este impacto se define como positivo, de nivel bajo, probable, no reversible, permanente y de largo plazo de manifestación.

Vivienda.

Durante la construcción de las obras este factor afectara a las viviendas del sector por la construcción de la alcantarilla, porque su acceso a sus viviendas, dificultara al peatón su libre circulación por las vías además existirá zanjas de aproximadamente de 1.60 mts. de profundidad al frente de cada vivienda por donde se realizara el proyectó de tal manera que este factor se califica de:

Este impacto se define como positivo, de nivel bajo, probable, reversible, temporal y de corto plazo de manifestación.

▪ **Economía y población.**

Redes de servicios.

Debido a la ejecución de las obras se producirá un impacto sobre la demanda de los insumos de energía eléctrica para el uso de herramientas eléctricas en las obras.

Con respecto al consumo de agua potable será necesario el suministro en obra para la elaboración de hormigones en caso de ser necesario y para el consumo y aseo personal de obreros.



El impacto será negativo, de nivel bajo, cierto, irreversible, temporal, y de corto plazo de manifestación.

### **Después de la etapa de construcción.**

#### ▪ **Medio físico.**

##### Agua

Los recursos hídricos superficiales no se verán afectados por el funcionamiento del sistema propuesto.

Los recursos hídricos subterráneos pueden verse afectados si se producen pérdidas en las juntas de conducciones produciendo la percolación de los efluentes cloacales que transportan.

Además pueden producir pérdidas en las bocas de registro de hormigón armado por fisuras del fondo o muros laterales.

El impacto será negativo, de nivel bajo, improbable, no reversible, temporal y de corto plazo de manifestación.

#### • Aire

##### Calidad del aire

En la etapa de funcionamiento propiamente dicha no habrá afectación de la calidad del aire motivada por el sistema de alcantarillado, por lo tanto su efecto será nulo.

##### Olores

En la etapa de funcionamiento propiamente dicha habrá olores que posiblemente salga de los sumideros y de los pozos de revisión, teniendo un impacto que será negativo, de nivel bajo, improbable, reversible, temporal y de corto plazo de manifestación.





### Nivel sonoro

En la etapa de funcionamiento propiamente dicha habrá ruido motivada por las bombas cuando se tenga que realizar la limpieza del sistema de alcantarillado, teniendo un impacto que será negativo, de nivel bajo, improbable, reversible, temporal y de corto plazo de manifestación.

- Suelo

#### Características físicos- químicas

En la etapa de funcionamiento propiamente dicha no habrá alteración del suelo por el sistema de alcantarillado, por lo tanto su efecto será nulo.

#### Erosión

En general, no se producirá impactos que produzcan fenómenos de erosión. Se califica a este impacto como nulo.

- Medio Biológico

#### Flora

El funcionamiento del sistema de alcantarillado no producirá impactos significativos sobre la flora local, por lo tanto se califica a este impacto como nulo.

#### Fauna

El funcionamiento del sistema de alcantarillado no producirá impactos significativos sobre la fauna local, por lo tanto se califica a este impacto como nulo.



- Medio Perceptivo

#### Paisaje

El funcionamiento del sistema de alcantarillado no producirá impactos en el paisaje, por lo tanto se califica a este impacto como nulo.

- Economía y población

#### Transito y medios de transporte

En el caso que se requiera dar un mantenimiento al sistema será necesario que por seguridad de los trabajadores cerrar una parte de la vía, teniendo un impacto que será negativo, de nivel bajo, improbable, reversible, temporal y de corto plazo de manifestación.

#### Turismo y comercio

Este impacto será positivo y permanente, el proyecto producirá una mejora sensible en la calidad de vida de la población local y en la prestación de los servicios turísticos.

Se califica al impacto como positivo, de intensidad alta, cierto, no reversible, permanente y los beneficios de la obra se observan inmediatamente en la puesta en funcionamiento del sistema, por lo tanto se corresponde con la calificación de corto plazo de manifestación.

#### Economía Local

El impacto en la economía local será positivo, permanente, cierto, de nivel medio, no reversible y de corto plazo de manifestación. Esto se debe al incremento de las actividades turísticas, el valor de la tierra y de las actividades derivadas.



### Generación de empleo

El funcionamiento del sistema generara demanda de personal para efectuar el mantenimiento, y la vigilancia de las obras ejecutadas por parte de la junta del barrio.

El impacto será positivo, de nivel bajo, permanente, cierto, irreversible y de corto plazo de manifestación.

### Valor inmobiliario

La puesta en marcha del sistema traerá aparejado un incremento del valor de las tierras viviendas ya existente y nuevos proyectos de vivienda debido a la mejora en la infraestructura.

Calificamos al impacto como positivo, de nivel bajo, permanente, cierto, irreversible y de corto plazo de manifestación.

### Vivienda

La existencia de un sistema de alcantarillado traerá una atracción adicional para la construcción de viviendas e incremento en el valor de la plusvalía.

El impacto será positivo, de nivel bajo, permanente, probable, irreversible y de mediano plazo de manifestación.

### ▪ Infraestructura

#### Redes de Servicio

El impacto que se producirá en las redes de servicio durante la etapa de funcionamiento del sistema será nulo.

#### Vial

El impacto que se producirá en la infraestructura vial durante la etapa de funcionamiento del sistema será nulo.



## 5.5. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Evaluadas las acciones que producirán impactos negativos sobre el ambiente, a continuación se presenta las correspondientes medidas de mitigación que tienden a prevenir, reducir, mitigar o compensar los efectos adversos del proyecto, tanto en su etapa de construcción como en su etapa de operación.

Es importante destacar que en todos los casos la fiscalización de DAPA le corresponde aplicar la supervisión del proyecto, durante la etapa de construcción de las obras. La fiscalización de obra podrá solicitar colaboración de organismos sectoriales de los cuales se requiere su intervención.

Durante la etapa de operación, la responsable del correcto funcionamiento del sistema de alcantarillado, será la constructora asignada y la DAPA

## 5.6. DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

### AGUA

COMPONENTE: Calidad del Agua

IMPACTO: Alteración y utilización de agua superficial

MEDIDA DE MITIGACION

- No realizar el acopio por prolongados periodos de tiempo, de áridos o suelo que produzca modificación en la normal circulación de aguas
- Lavado de hormigoneras en zonas autorizadas por la DAPA.
- Lavado de vehículos, mantenimiento o cambio de aceites y lubricantes se efectuar en talleres de Machachi o lugares aledaños.
- Verificar los niveles y pendientes para que conducción de aguas servidas trabaje correctamente y evitar de esa forma posibles desbordes en bocas de registro.



- En las bocas de registro se deben contralar los hormigones y revoques para asegurar su impermeabilidad las mismas deberán ejecutarse de acuerdo a las normas

## AIRE

COMPONENTE: Calidad de Aire

IMPACTO: Emisiones a la atmosfera

MEDIDA DE MITIGACION:

- La DAPA y en coordinación con el departamento que le compete deberá mantener un estricto y permanente control del sistema de carburación de equipos y vehículos de carga, con la finalidad de que la combustión sea la optima, no incompleta y por consiguiente reducir las emisiones atmosféricas
- Programar el tránsito de maquinarias con la finalidad de disminuir el movimiento de estas, evitando horas innecesarias de circulación.
- El transportar el material de excavación será cubierto y por las rutas establecidas

COMPONENTE: Producción de olores

IMPACTO: Afectación a la salud de seres humanos y animales, flora y fauna

MEDIDA DE MITIGACION

- En la zona de campamento se deberá controlar adecuadamente el acopio de residuos sólidos y utilizar las letrinas de cada vivienda.
- La empresa contratista deberá disponer de contenedores cerrados para el almacenado de residuos sólidos hasta que la municipalidad efectúe su traslado. Esta acción se deberá realizar por lo menos tres veces a la semana
- Con respecto a la disposición de efluentes cloacales se deberá disponer de baterías sanitarias a lo largo de toda la obra y en talleres



y campamentos. Su mantenimiento será el indicado por el proveedor y deberá estar a cargo de la empresa contratista.

- La zona de talleres y campamento se deberá mantener limpia en forma permanente.
- Se deberá mantener un estricto y permanente control del sistema de carburación de equipos y vehículos de carga, con la finalidad de reducir las emisiones de gases.

COMPONENTE: Contaminación sonora

IMPACTO: Afectación a la salud de seres humanos y animales

MEDIDA DE MITIGACION:

- Optimizar el tránsito y uso de maquinas con la finalidad de disminuir el movimiento de estas evitando horas innecesarias de circulación.
- Ubicar convenientemente el taller para favorecer la disminución de la circulación de maquinaria y camiones.
- Verificar en forma permanente la utilización de elementos de protección auditiva por parte del personal de obra
- Se deberá consensuar con la población en horario de trabajo que no perturbe la vida del entorno.

## SUELO

COMPONENTE: Alteración del suelo

IMPACTO: Cambios en la estructura del suelo (propiedades fisicoquímicas)

MEDIDA DE MITIGACION:

- La empresa contratista deberá disponer de un sector para el almacenado de residuos sólidos hasta que la municipalidad efectúe su traslado. Esta acción se deberá realizar por lo menos tres veces a la semana
- Se deberá restablecer las condiciones originales del suelo afectado por las obras de conducción de efluentes



- Se prohibirá el lavado de hormigones en zonas no autorizadas por la fiscalización

COMPONENTE: Alteración del suelo

IMPACTO: Erosión

MEDIDA DE MITIGACION:

- Se deberá extraer la cubierta vegetal solamente en los lugares en donde sea necesario en caso de deterioro severo de grandes áreas la empresa contratista deberá efectuar la reposición correspondiente con especies nativas.

## FLORA

COMPONENTE: Alteración de la vegetación

IMPACTO: extinción de vegetación

MEDIDA DE MITIGACION:

- Evitar el paso de maquinaria sobre suelo con cobertura vegetal fuera del área de la obra.
- En zonas críticas, se deberán restablecer las especies que han debido ser erradicadas para la ejecución de la obra.
- Deberá mantenerse el riego de los bosques y terrenos agrícolas o grupo de ellos mientras la red de riego se encuentra interrumpida por las obras
- La forestación a realizar deberá contemplar especies autóctonas y de probada existencia y aceptación de la zona

## FAUNA

COMPONENTE: Hábitat de los animales

IMPACTO: Alteración del hábitat de animales

MEDIDA DE MITIGACION:



- Se deberán minimizar los trabajos que efectúen ruidos y vibraciones que impacten a la fauna local.
- Cabe destacar que el impacto negativo que pudiera llegar a causar la obra a la fauna del lugar será mitigado a través de la alta capacidad de adaptación que posee la fauna existente de la zona, al estar conviviendo con la población.

### **PAISAJE**

COMPONENTE: Mantener el paisaje actual

IMPACTO: Impacto visual

MEDIDA DE MITIGACION:

- Las áreas utilizadas para el asentamiento de talleres y campamentos deberán recuperarse una vez finalizada la obra de tal forma de asemejarse lo más posible al estado previo. Para ello se recomienda al ente constructor el tomado de fotografías al momento de comenzar la obra con la finalidad de restituir todo a su estado inicial.
- El sitio de ubicación de los talleres y el campamento, en lo posible, no deberá interferir con el paisaje de la zona

### **ECONOMÍA Y POBLACIÓN**

COMPONENTE: Peatón y los Medios de transporte

IMPACTO: A la libre circulación del peatón y medios de transporte

MEDIDA DE MITIGACION:

- Limitar la cantidad máxima de zanjas abiertas, de forma de evitar riesgos de accidentes o problemas por contingencias climáticas.
- Colocar una adecuada y completa señalización de las obras con carteles indicativos de velocidad máximas, desvíos, obstáculos etc.
- Se colocaran vallados de seguridad en las excavaciones y proveer iluminación y señalización nocturna. la señalización será realizada según las normas.



# CAPÍTULO 6

## CALCULO Y DISEÑO

### 6.1. HIDRAULICA DE LAS ALCANTARILLAS

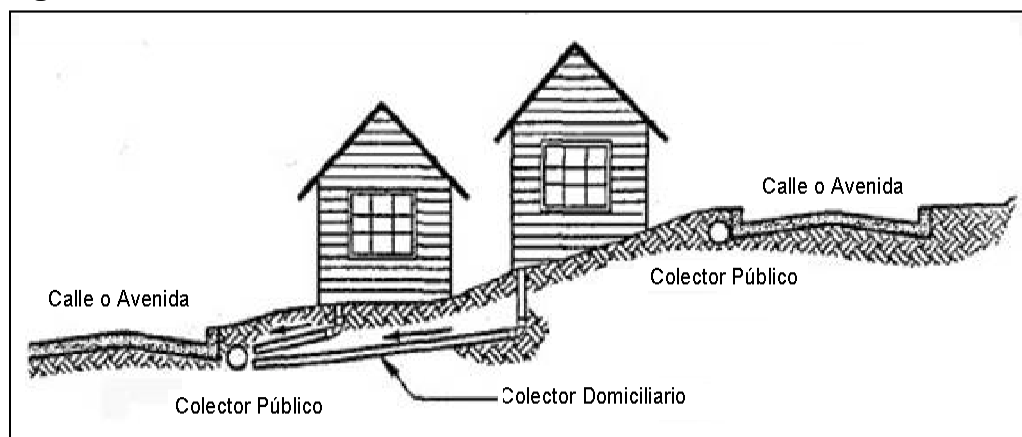
#### 6.1.1. Consideración de Diseño

Las tuberías del sistema de alcantarillado han sido proyectadas como conductos abiertos con circulación de flujo a gravedad, esto significa que la tubería funcionara parcialmente llena, con el 80% como capacidad máxima a ser utilizada en el tramo y en condiciones de flujo a gravedad, para poder garantizar la circulación del aire y con el objeto de que la línea de gradiente hidráulica coincida con la superficie de escurrimiento de las aguas negras.

Además la circulación permitirá que este elemento se introduzca en las aguas servidas y se mantenga el proceso de descomposición aeróbica.

De esta manera se evitara el proceso séptico con desprendimiento de malos olores en los pozos de revisión.

**Figura 6.1:** Sistema de Alcantarillado





Debido a que las aguas servidas, en la mayoría de casos los conductos no fluyen bajo presión, el flujo es siempre casi inestable y frecuentemente no uniforme.

## 6.2. TUBERIAS

### 6.2.1. Dimensiones de las Tuberías

El diámetro mínimo en tuberías para los sistemas de alcantarillado combinado de la DAPA será de 250 mm mínimo

El diámetro mínimo en tuberías para los sistemas de alcantarillado sanitario de la DAPA será de 200 mm mínimo

Con esta condición y verificando que cada una de las tuberías cumplan con las condiciones de diseño, se han determinado los diámetros obtenidos.

### 6.2.2. Capacidad de las Tuberías

El principio del flujo de agua en un conducto libre o a presión es básicamente el mismo, de tal manera que una misma expresión se puede aplicar para ambos casos.

❖ **La más empleada es la de Manning para conductos abiertos:**

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

Donde:

**V=** Velocidad en m/s  
**R=** Radio Hidráulico  
**S=** Pendiente del Tramo  
**η =** Coeficiente de rugosidad

η= 0.013 Tuberías de H.S

η= 0.015 Colectores de H.A

η= 0.011 Tubería PVC o plástica



- ❖ Caudal para flujo uniforme:

$$Q = A * V$$

Donde:

**Q=** Caudal

**A=** Área de la sección transversal

**V=** Velocidad

- ❖ Aplicando la formula de Manning tenemos:

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

Expresión con la cual calcularemos el caudal que pasa por las tuberías.

### 6.2.3. Velocidades en las Tuberías

#### 6.2.3.1. Velocidades Mínimas

Se debe tomar en cuenta los valores de las velocidades mínimas, para así evitar que se produzca sedimentación en el fondo de una tubería o conducto, ya que esto provocaría una reacción en el área de la sección y una disminución en el tiempo de vida útil de la red.

La velocidad en secciones llenas no debe ser menor que 60 cm/seg y en una sección parcialmente llena la velocidad no debe ser inferior a 30 cm/seg para que exista una condición de auto limpieza en la tubería

**Tabla 6.1:** pendiente mínima para secciones con tubería llena

D (mm)	$n_{plástica}$	V (m/s)	Rh (m)	Imín ‰
250	0,011	0,60	0,16	1,76
100	0,011	0,60	0,09	5,96
300	0,011	0,60	0,18	1,38
400	0,011	0,60	0,22	0,94
500	0,011	0,60	0,25	0,70
600	0,011	0,60	0,28	0,55
700	0,011	0,60	0,31	0,45
800	0,011	0,60	0,34	0,37
900	0,011	0,60	0,37	0,32
1000	0,011	0,60	0,40	0,28

Para el diseño de alcantarillado combinado se toma en cuenta que no todo el tiempo es época de lluvia y considerando que el caudal pluvial es el que determina los diámetros a utilizar, se debe analizar las velocidades mínimas para el caso en el que solamente circule el caudal sanitario, por este motivo se hace el análisis de velocidades mínimas para tubería llena, que en ningún caso sean inferiores a 0.60 m/s para garantizar la condición de auto limpieza dentro de la tubería y así evitar problemas de sedimentación que en poco tiempo podría generar obstrucciones en la red.

Para alcantarillado sanitario se utilizara como velocidad mínima de 0.3 m/s y velocidad máxima de 3 m/s, en los primeros tramos la velocidad será más baja que la estipulada como mínima, pero debido en los siguientes tramos aumentara la velocidad, de tal manera que se debe realizar un plan de mantenimiento de la tubería de alcantarilla, para evitar taponamientos debido a los asentamiento de los desechos orgánicos, este plan se detallara en los anexos.



### 6.2.3.2. Velocidades Máximas

Se debe controlar las velocidades máximas, puesto que velocidades mayores que las permisibles causarían un deterioro en las paredes de las tuberías de conducción como también en las estructuras de los pozos de revisión.

En el siguiente cuadro se indica las velocidades máximas en función del coeficiente de rugosidad  $\eta$  de Manning para diferentes materiales

**Tabla 6.2:** Velocidades Máximas en función de  $\eta$  de Manning

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA (m/s)	$n$
Hormigón simple	6.00	0.013
Hormigón Armado	9.00	0.015
Plástico o PVC	9.00	0.011

- ❖ De acuerdo al criterio establecido por la EMAAP-Q se tienen las siguientes velocidades:

V. min. a tubo lleno	0.90 m/s
V. min. de auto limpieza	0.50 m/s
(*)V. máxima de diseño en tuberías de hormigón	6.00 m/s
(*)V. máxima de diseño en canales y colectores, de hormigón armado y tubos termoplásticos o PVC	9.00 M/S
(*) para velocidades superiores a esta se proyectaran y diseñaran estructuras hidráulicas de disipación de energía que permitan pasar de régimen subcritico a la salida de dichas estructuras	

**Tabla 6.3:**



#### 6.2.4. Material de la tubería

Del análisis técnico-económico relacionado con el uso de tubería para el alcantarillado combinado del barrio "PANZALEO de la parroquia Machachi del cantón Mejía, se ha establecido la conveniencia de utilizar tubería de hormigón de varios diámetros, por su transporte, manejabilidad, mayor rendimiento y de fácil adquisición, pero la característica más importante, es que en el sector no se realizaron estudios de corrosividad del terreno, pero se prevé la existencia de cloruros, por esta razón se justifica el uso de este material. El Municipio debe tomar la decisión de utilizar o cambiar el tipo de material, en la ejecución del proyecto.

También se justifica porque debido a la inclinación del terreno existen velocidades altas y la tubería de hormigón tiene la capacidad de soportar hasta 6 m/s lo que compensaría el costo de la misma con la otra alternativa que sería la tubería de hormigón armado.

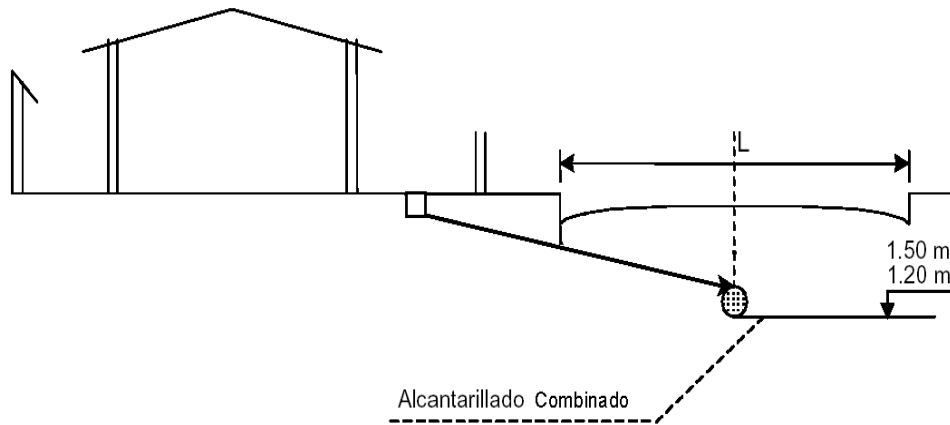
Comparando estos dos tipos de materiales, los conductos plásticos presentan algunas ventajas técnicas relacionados con una menor rugosidad, mayor impermeabilidad y aptitud para conducir flujos a mayores velocidades, lo cual se traduce en una mayor capacidad hidráulica para un mismo diámetro nominal. Los conductos de hormigón, por su parte, presentan mayores ventajas de resistencia mecánica y por tanto menores requerimientos técnicos para el relleno de zanjas.

#### 6.2.5. Profundidades

La profundidad de la red de alcantarillado está dada por las dimensiones de los conductos mas una altura de seguridad debido al relleno, que para el caso de la EMAAP-Q será 1.20m de profundidad mínima en cualquier clase de conductos.

La profundidad mínima en pozos de salida será 1.50m y en condiciones normales de 2 a 3m, caso contrario se deberá justificar la sobre excavación.

**Figura 6.2:** Profundidad de la Tubería



Se debe tener en cuenta que la red de alcantarillado en cualquier situación debe estar por debajo de las tuberías de distribución de agua potable, dejando una altura libre proyectada entre ellas de 0.30m cuando sean paralelas y de 0.20m cuando sean cruces.

### 6.2.6. Transiciones y Escalones

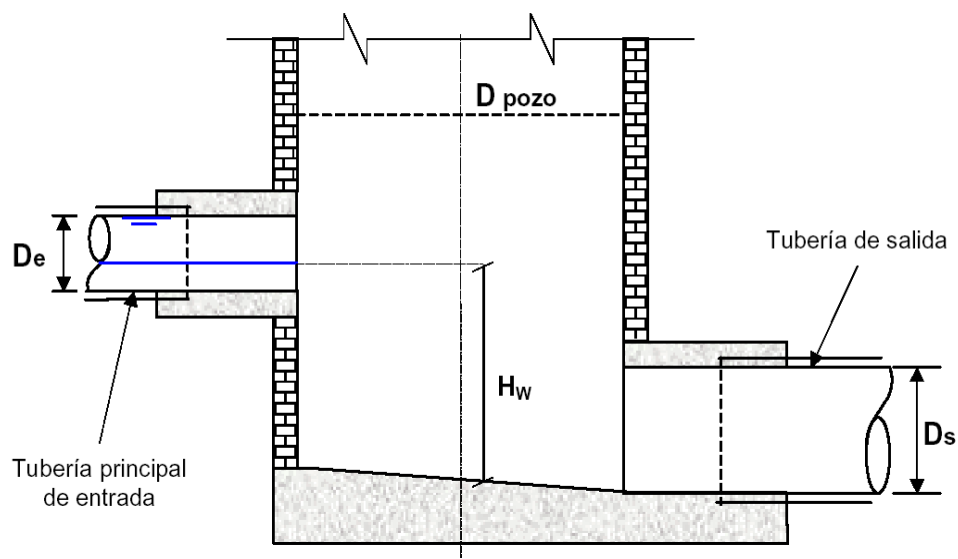
Cuando se tienen altas velocidades por condiciones topográficas abruptas existen varias formas para disminuir la velocidad en los conductos de la red de alcantarillado.

Una de las formas de controlar las velocidades altas es la que consiste en hacer saltos denominados saltos de transición, se tiene también este tipo de transiciones cuando en un mismo pozo convergen varios conductos, con el fin de uniformizar el calado del caudal que llega al pozo de revisión, por lo delicado del problema amerita una especial consideración.

Realizar una transición consiste en disminuir la pendiente de los conductos por medio de saltos, lo que permite también al mismo tiempo disminuir la velocidad procurando enlazar los conductos de tal manera que se produzca un mínimo de turbulencia en las aguas, para lo cual existen varios criterios cuando se trata de una confluencia de conductos, como puede ser:

- ❖ Empate por la cota inferior de las tuberías
- ❖ Empate por la cota superior de las tuberías
- ❖ Empate por el 80% de la sección de los conductos
- ❖ Empate por la línea de energía

**Figura 6.3:** Saltos de Transición



De estos criterios el que se debería utilizar desde el punto de vista de análisis hidráulico es el de la línea de energía, ya que así se puede controlar un eventual resalto hidráulico y se tendría un mejor criterio en función de la altura del calado para la selección de la sección más adecuada para el diseño, sin embargo el tipo de empate dependerá de la empresa contratante, este criterio considera que el fluido circula con una energía cinética que representa una altura igual a  $\frac{v^2}{2g}$ , que se debería





considerar para el caso en que converjan dos o más tramos y así poder definir a qué altura debe estar colocada cada sección de las diferentes tuberías que convergen en un mismo pozo de revisión .

Los pozos de salto interior se aceptaran para tuberías de hasta 300mm de diámetro y con un desnivel máximo de 0.70m. Para caídas superiores a 0.70m hasta 4.00m., debe proyectarse caídas externas con o sin colchón de agua, mediante estructuras especiales diseñadas según las alturas de esas caídas y sus diámetros o dimensiones de ingreso al pozo, para estas condiciones especiales se deberá diseñar las estructuras que mejor respondan al caso en estudio justificando su óptimo funcionamiento hidráulico–estructural y la facilidad de operación y mantenimiento.

En todo caso se podría optimizarse estas caídas, diseñando los colectores con disipadores de energía como: tanques, gradas, rugosidad artificial u otros.

### **6.3. COMPONENTES DEL SISTEMA**

#### **6.3.1. Pozos de Revisión**

Los pozos de revisión se ubicarán al inicio o cabecera de tramos, en todo cambio de pendiente, dirección y sección (zonas de transición) en los cuales se presentan pérdidas de energía que deben ser compensadas con la caída en solera del conducto, para evitar la formación de remansos o turbulencia.

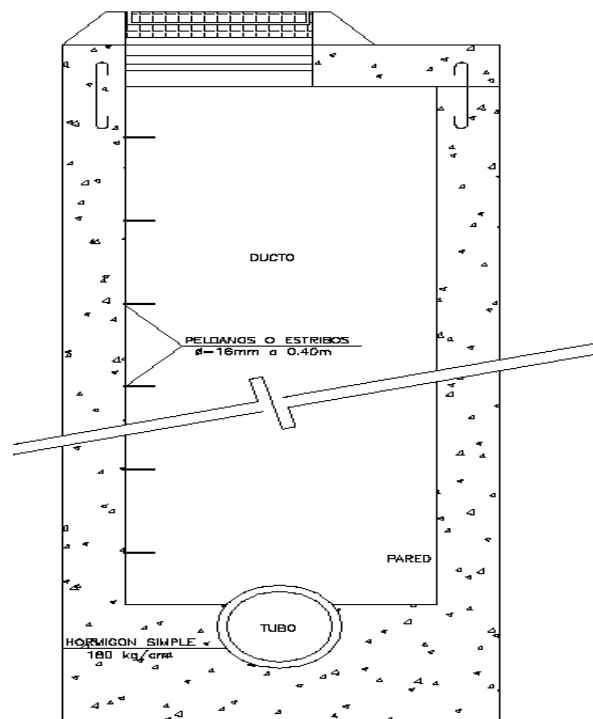
La distancia máxima que se ha considerado entre pozos es de 100m cuando el diámetro de la tubería sea igual o menor a 350 mm; de 150 m para diámetros comprendidos entre 400 y 800 mm, y de 200m para diámetros mayores de 800 mm.

Los pozos de salto se aceptarán para tuberías de hasta 300 mm de diámetro con un desnivel máximo de 0.90 m de acuerdo a SSA (Ex – IEOS), y de 0.70 m.

El diámetro interior del pozo será de 0.90 m para diámetros de tuberías menores a 550 mm, y de 1.20 m para diámetros de tubería entre 600 y 800 mm.

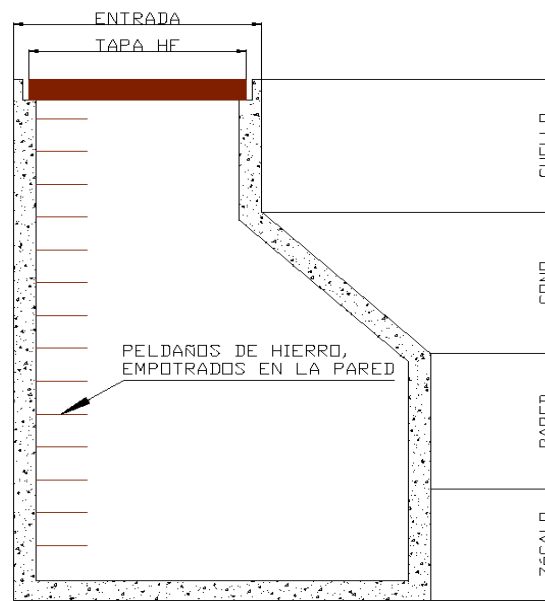
El cambio de diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la boca de visita será en forma de un tronco de cono excéntrico, con altura mínima de 1.0m.

**Figura 6.4:** Esquema del pozo de revisión



Cuando a un pozo de visita concurren dos o más tuberías a un mismo nivel o niveles que permitan cumplir con las especificaciones relativas a pozos de visita, pueden instalarse sin mayor problema, pero cuando no es posible por razones topográficas para mantener pendientes permisibles o economizar el costo de una mayor excavación, es necesario construir pozos de caída o de salto.

**Figura 6.5:** Esquema del Pozo de Revisión Convencional



Sobre los pozos de revisión las normas de la EMAAP-Q consideran que se debe colocar pozos en los siguientes casos:

- ❖ Al inicio de tramos de cabecera de la red
- ❖ En todo cambio de pendiente
- ❖ Si existe cambio de dirección
- ❖ Si hay cambio de sección en los conductos
- ❖ En intersecciones de calles o si define en el proyecto la necesidad de apertura de nuevas calles
- ❖ Si la longitud de tramo sobrepasa los 80 m

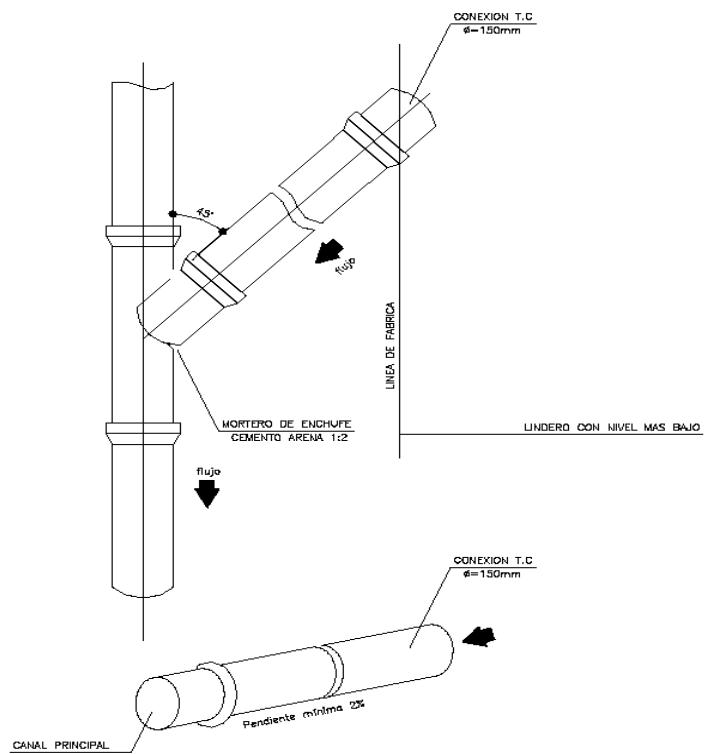
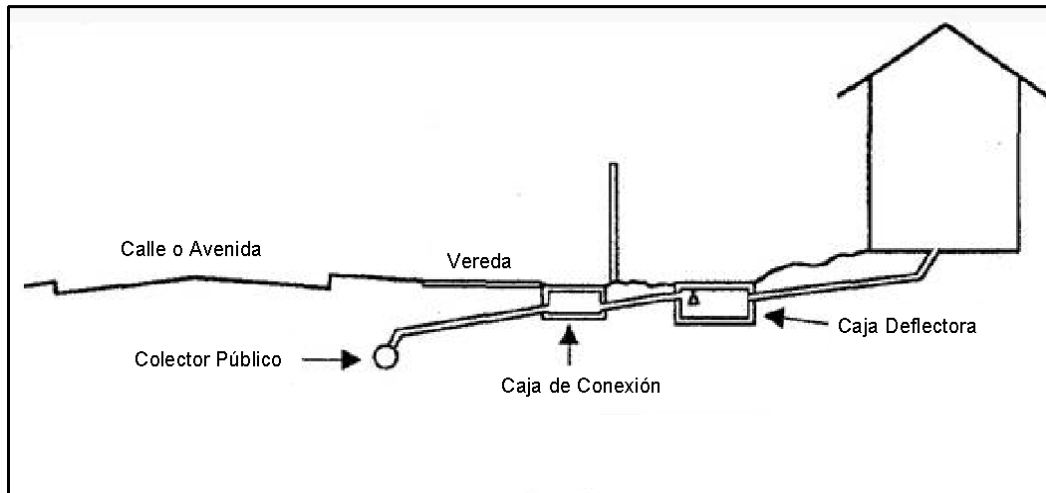
### 6.3.2. Conexiones Domiciliarias

Como información para los planos de detalle, las conexiones domiciliarias se empatarán directamente desde un cajón de profundidad máxima de 1.5 m, a la red matriz o a canales auxiliares mediante tuberías de diámetro igual a 150 mm con un ángulo horizontal de entre 45° a 60° y una pendiente entre el 2% y 11%.

Estas conexiones domiciliarias coincidirán en número con los lotes de la urbanización y están correlacionadas con las áreas de aporte definidas en el proyecto.



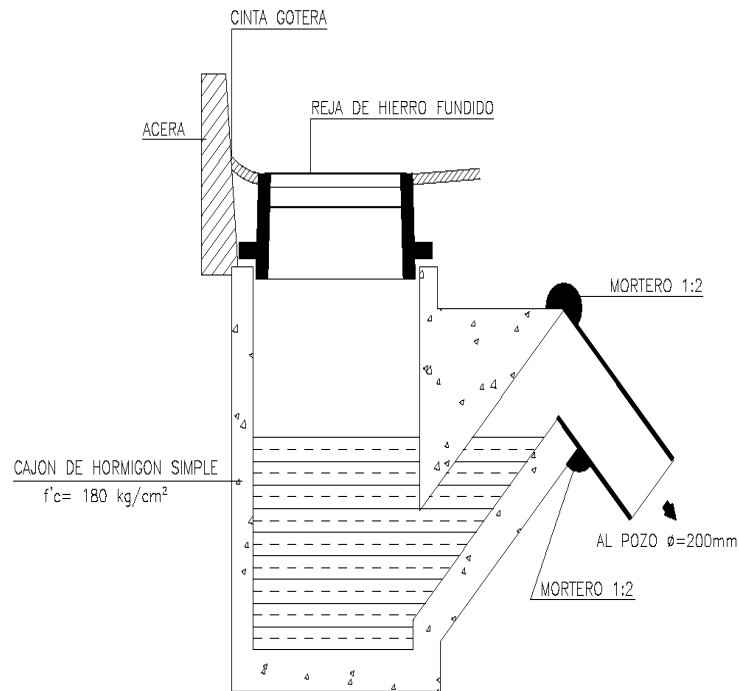
Figura 6.6: Esquema Conexión Domiciliaria



### 6.3.3. Sumideros

Son estructuras que permitirán el ingreso de la escorrentía superficial de aguas lluvias, que corren por las cunetas, las mismas que se conectarán directamente a los pozos de revisión, con una tubería de 200 mm de diámetro y una pendiente entre el 2% al 11%.

**Figura 6.7:** Esquema de Sumidero



Se emplearán aquellas estructuras o rejillas de hierro fundido que permitan el ingreso del flujo con cierta facilidad adecuándolas al terreno cuando la pendiente longitudinal de la calle sea alta.

Las dimensiones para los sumideros se definirán según su distanciamiento, tipo de pavimento, el ancho de las fajas de aporte y al pendiente longitudinal. Los sumideros contendrán sifones y pueden ser:

- ❖ Transversales
- ❖ De calzada
- ❖ De bordillo



### 6.3.4. Tiempo de concentración

Es el tiempo teórico requerido para que una gota fluya desde el punto más lejano del área de drenaje hasta la entrada al alcantarillado. Dentro de una red, se debe considerar el ramal más largo: puede variar de 5 minutos para pendientes pronunciadas en un terreno impermeable a 30 minutos para calles con ligera pendiente.

## 6.4. CALCULOS HIDRÁULICOS

### 6.4.1. Descripción de la Hoja de Cálculo

La hoja de cálculo, se ha realizado en Excel en cuyas primeras filas se tienen las bases de diseño que son generales y, en las primeras columnas se tienen los datos particulares de cada uno de los tramos; en el resto de columnas, se procesa el resto de la información.

La determinación de los caudales se lo realizó mediante una hoja de cálculo de EXCEL. Se usó las fórmulas proporcionadas por la EMAAP-Q (Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable).

### 6.4.2. Datos de Diseño

Área del Proyecto	43 Ha
Población de Diseño	748 hab.
Densidad Poblacional	18 hab/Ha
Dotación de Diseño	160 lt/hab/día
Coeficiente de Escorrentía	0.4
Periodo de Retorno	25 años
Coeficiente de Rugosidad	0.013 Tubería Hs
Diámetro mínimo Combinado	250 mm
Diámetro mínimo Sanitario	200mm
Porcentaje de retorno	80 %

**Tabla 6.4:** Los datos considerados en el diseño son:



### 6.4.3. Recomendaciones

- ❖ Para este tipo de sistemas utilizamos la tubería de hormigón básicamente por su durabilidad y que la tubería permite trabajar con una velocidad mínima de 0.30 m/s y una velocidad máxima de hasta 6 m/s
- ❖ La cobertura mínima sobre la tubería es de 1 m y la cobertura máxima de 5 m
- ❖ Por norma constructiva la tubería que llega a un pozo debe estar 3 cm más arriba de la tubería que sale del pozo
- ❖ La longitud máxima que debe tomarse en cuenta entre pozo y pozo es de 100 m

## ALCANTARILLADO COMBINADO BARRIO PANZALEO

TRAMO	POZO	COTA	LONGITUD	AGUAS LLUVIAS (L/s)			AGUAS SERVIDAS (L/s)			CAUDAL DISEÑO
				AREA Ha	Area Eq.	Caudal A. lluvias	Pob. Acum.	Aguas Serv.	Caudal Sanit.	

A	0									
A	1	3224		0,23	0,092	6,66	4	0,01	0,03	6,69
			84,36							
A	2	3215,37		0,39	0,156	11,29	7	0,01	0,05	11,34
			54,93							
A	3	3205,28		0,28	0,112	8,10	5	0,01	0,03	8,14
			79,38							
A	4	3191,86		0,33	0,132	9,55	6	0,01	0,04	9,59
			66,16							
A	5	3186,18		0,34	0,136	9,84	6	0,01	0,04	9,88
			54,61							
A	6	3186,75		0,12	0,048	3,47	2	0,00	0,01	3,49
			38,37							
A	7	3184,67		0,15	0,06	4,34	3	0,00	0,02	4,36
			45,8							
A	8	3187		0,13	0,052	3,76	2	0,00	0,02	3,78
			38,05							
A	0									57,26



TRAMO	POZO	COTA	LONGITUD	AGUAS LLUVIAS (L/s)			AGUAS SERVIDAS (L/s)			CAUDAL DISEÑO
				AREA Ha	Area Eq.	Caudal A. lluvias	Pob. Acum.	Aguas Serv.	Caudal Sanit.	
B	9	3178,22		0,13	0,052	3,76	2	0,00	0,02	3,78
			51,46							
B	10	3169,72		0,21	0,084	6,08	4	0,01	0,03	6,10
			68,47							
B	11	3162,21		0,38	0,152	11,00	7	0,01	0,05	11,05
			18,96							
B	12	3159,49		0,18	0,072	5,21	3	0,01	0,02	5,23
			38,06							
B	13	3154,73		0,29	0,116	8,39	5	0,01	0,04	8,43
			40,53							
B	14	3147,89		0,30	0,12	8,68	5	0,01	0,04	8,72
			31,97							
B	15	3143,47		0,24	0,096	6,95	4	0,01	0,03	6,98
			77,57							
B	16	3139,56		0,48	0,192	13,89	9	0,01	0,06	13,95
			60,17							
B	17	3131,55		0,40	0,16	11,58	7	0,01	0,05	11,63
			92,46							
B	18	3118,68		0,53	0,212	15,34	10	0,02	0,06	15,41
			58,65							
B	19	3112,59		0,32	0,128	9,26	6	0,01	0,04	9,30
			79,64							
B	20	3104,47		0,50	0,2	14,47	9	0,02	0,06	14,53
			63,27							
B	21	3095,58		0,43	0,172	12,45	8	0,01	0,05	12,50
			73,04							
B	22	3087,33		0,51	0,204	14,76	9	0,02	0,06	14,82
			55,23							
B	23	3081,59		0,37	0,148	10,71	7	0,01	0,05	10,76
			47,39							
B	24	3076,05		0,31	0,124	8,97	6	0,01	0,04	9,01
			45,32							
B	25	3071,28		0,30	0,12	8,68	5	0,01	0,04	8,72
			54,39							
B	53	3068,14		0,31	0,124	8,97	6	0,01	0,04	9,01
										179,93





TRAMO	POZO	COTA	LONGITUD	AGUAS LLUVIAS (L/s)			AGUAS SERVIDAS (L/s)			CAUDAL DISEÑO
				AREA Ha	Area Eq.	Caudal A. lluvias	Pob. Acum.	Aguas Serv.	Caudal Sanit.	
C	0									
C	42	3148		0,36	0,144	10,42	6	0,01	0,04	10,46
			58,65							
C	41	3140		0,47	0,188	13,60	8	0,01	0,06	13,66
			65,15							
C	40	3136,66		0,52	0,208	15,05	9	0,02	0,06	15,12
			68,52							
C	39	3132,15		0,55	0,22	15,92	10	0,02	0,07	15,99
			61,67							
C	38	3126,38		0,49	0,196	14,18	9	0,02	0,06	14,24
			44,59							
C	37	3121,52		0,39	0,156	11,29	7	0,01	0,05	11,34
			98,28							
C	36	3108,95		0,61	0,244	17,66	11	0,02	0,07	17,73
			89,07							
C	35	3098,88		0,85	0,34	24,60	15	0,03	0,10	24,71
			50,23							
C	34	3092,51		0,38	0,152	11,00	7	0,01	0,05	11,05
			89,13							
C	33	3085,28		0,59	0,236	17,08	11	0,02	0,07	17,15
			86,13							
C	32	3081,17		0,62	0,248	17,95	11	0,02	0,08	18,02
			85,45							
C	31	3078,11		0,59	0,236	17,08	11	0,02	0,07	17,15
			73,78							
C	30	3074,14		0,53	0,212	15,34	10	0,02	0,06	15,41
			62,58							
C	29	3071,83		0,48	0,192	13,89	9	0,01	0,06	13,95
			66,86							
C	28	3070,3		0,48	0,192	13,89	9	0,01	0,06	13,95
			72,69							
C	27	3069,34		0,47	0,188	13,60	8	0,01	0,06	13,66
			69,21							
C	26	3068,65		0,55	0,22	15,92	10	0,02	0,07	15,99
			58,06							
C	53	3068,14		0,33	0,132	9,55	6	0,01	0,04	9,59
										269,17



TRAMO	POZO	COTA	LONGITUD	AGUAS LLUVIAS (L/s)			AGUAS SERVIDAS (L/s)			CAUDAL DISEÑO
				AREA Ha	Area Eq.	Caudal A. lluvias	Pob. Acum.	Aguas Serv.	Caudal Sanit.	

D	0									
D	43	3132		0,36	0,144	10,42	6	0,01	0,04	10,46
			96,03							
D	44	3118		0,64	0,256	18,53	12	0,02	0,08	18,60
			56,46							
D	45	3107,74		0,38	0,152	11,00	7	0,01	0,05	11,05
			58,69							
D	35	3098,88		0,31	0,124	8,97	6	0,01	0,04	9,01
										49,12

E	0									
E	52	3164,52		0,25	0,1	7,24	5	0,01	0,03	7,27
			61,46							
E	51	3146,75		0,36	0,144	10,42	6	0,01	0,04	10,46
			57,09							
E	50	3131,17		0,35	0,14	10,13	6	0,01	0,04	10,17
			62							
E	49	3118,6		0,38	0,152	11,00	7	0,01	0,05	11,05
			62							
E	48	3104		0,38	0,152	11,00	7	0,01	0,05	11,05
			62							
E	47	3091,29		0,38	0,152	11,00	7	0,01	0,05	11,05
			65							
E	46	3078,11		0,41	0,164	11,87	7	0,01	0,05	11,92
			65							
E	28	3070,3		0,28	0,112	8,10	5	0,01	0,03	8,14
										81,10



TRAMO	POZO	COTA	LONGITUD	AGUAS LLUVIAS (L/s)			AGUAS SERVIDAS (L/s)			CAUDAL DISEÑO
				AREA Ha	Area Eq.	Caudal A. luvias	Pob. Acum.	Aguas Serv.	Caudal Sanit.	

F	0									
F	65	3140,75		0,21	0,084	6,08	4	0,01	0,03	6,10
			61,1							
F	64	3131,42		0,32	0,128	9,26	6	0,01	0,04	9,30
			67,3							
F	63	3123,11		0,47	0,188	13,60	8	0,01	0,06	13,66
			68,7							
F	62	3112,96		0,46	0,184	13,31	8	0,01	0,06	13,37
			75,47							
F	61	3104,22		0,51	0,204	14,76	9	0,02	0,06	14,82
			79,53							
F	60	3093,1		0,52	0,208	15,05	9	0,02	0,06	15,12
			77,8							
F	59	3085,18		0,48	0,192	13,89	9	0,01	0,06	13,95
			67,2							
F	58	3077,48		0,42	0,168	12,16	8	0,01	0,05	12,21
			59,41							
F	57	3070,04		0,38	0,152	11,00	7	0,01	0,05	11,05
			66							
F	56	3063,9		0,45	0,18	13,03	8	0,01	0,06	13,08
			68,73							
F	55	3060,67		0,34	0,136	9,84	6	0,01	0,04	9,88
										132,55



TRAMO	POZO	COTA	LONGITUD	AGUAS LLUVIAS (L/s)			AGUAS SERVIDAS (L/s)			CAUDAL DISEÑO
				AREA Ha	Area Eq.	Caudal A. Lluvias	Pop. Acum.	Aguas Serv.	Caudal Sanit.	
G	53	3068,14		0,64	0,256	18,53	12	0,02	0,08	18,60
			68,62							
G	54	3063,57		0,47	0,188	13,60	8	0,01	0,06	13,66
			57,62							
G	55	3060,67		0,29	0,116	8,39	5	0,01	0,04	8,43
			80							
G	66	3056,04		0,45	0,18	13,03	8	0,01	0,06	13,08
			80							
G	67	3052,1		0,48	0,192	13,89	9	0,01	0,06	13,95
			65,24							
G	68	3048,51		0,29	0,116	8,39	5	0,01	0,04	8,43
			19,09							
G	69	3047,34		0,17	0,068	4,92	3	0,01	0,02	4,94
			80,91							
G	70	3041,03		0,35	0,14	10,13	6	0,01	0,04	10,17
			81,87							
G	71	3031,16		0,37	0,148	10,71	7	0,01	0,05	10,76
			88,08							
G	72	3023,3		0,34	0,136	9,84	6	0,01	0,04	9,88
			87							
G	73	3018,85		0,30	0,12	8,68	5	0,01	0,04	8,72
			73,48							
G	74	3014,35		0,19	0,076	5,50	3	0,01	0,02	5,52
										126,15
	0	3011								

**CAUDAL TOTAL=TRAMO A + TRAMO B+ TRAMO C +TRAMO D+TRAMO E+ TRAMO F+TRAMO G**

**CAUDAL TOTAL= 895.27 l/s**

El diseño del alcantarillado combinado no presenta inconvenientes en los parámetros de los rangos de las velocidades tampoco en las pendientes el diseño es optimo



## ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO PANZALEO

TRAMO	POZO	COTA	LONGITUD	AGUAS SERVIDAS (L/s)					CAUDAL DISEÑO
				AREA Ha	Pob. Acum.	Aguas Serv.	Caudal Sanit.	Caudal Infil.	
A	0								
A	1	3224		0,23	4	0,005	0,021	0,05	0,07
			76,49						
A	2	3215,37		0,39	7	0,009	0,036	0,05	0,09
			54,93						
A	3	3205,28		0,28	5	0,007	0,026	0,05	0,08
			79,38						
A	4	3191,86		0,33	6	0,008	0,031	0,05	0,08
			66,16						
A	5	3185,58		0,34	6	0,008	0,032	0,05	0,08
			54,61						
A	6	3186,15		0,12	2	0,003	0,011	0,05	0,06
			38,37						
A	7	3186,67		0,15	3	0,004	0,014	0,05	0,06
			45,8						
A	8	3187		0,13	2	0,003	0,012	0,05	0,06
			38,05						
A	0								0,58



TRAMO	POZO	COTA	LONGITUD	AGUAS SERVIDAS (L/s)					CAUDAL DISEÑO
				AREA Ha	Pob. Acum.	Aguas Serv.	Caudal Sanit.	Caudal Infil.	
B	9	3178,22		0,13	2	0,003	0,012	0,05	0,06
			51,46						
B	10	3169,72		0,21	4	0,005	0,020	0,05	0,07
			68,47						
B	11	3162,21		0,38	7	0,009	0,035	0,05	0,09
			18,96						
B	12	3159,49		0,18	3	0,004	0,017	0,05	0,07
			38,06						
B	13	3154,73		0,29	5	0,007	0,027	0,05	0,08
			40,53						
B	14	3147,89		0,30	5	0,007	0,028	0,05	0,08
			31,97						
B	15	3143,47		0,24	4	0,006	0,022	0,05	0,07
			77,57						
B	16	3139,56		0,48	9	0,011	0,045	0,05	0,09
			60,17						
B	17	3131,55		0,40	7	0,009	0,037	0,05	0,09
			92,46						
B	18	3118,68		0,53	10	0,012	0,049	0,05	0,10
			58,65						
B	19	3112,59		0,32	6	0,007	0,030	0,05	0,08
			79,64						
B	20	3104,47		0,50	9	0,012	0,047	0,05	0,10
			63,27						
B	21	3095,58		0,43	8	0,010	0,040	0,05	0,09
			73,04						
B	22	3087,33		0,51	9	0,012	0,048	0,05	0,10
			55,23						
B	23	3081,59		0,37	7	0,009	0,035	0,05	0,08
			47,39						
B	24	3076,05		0,31	6	0,007	0,029	0,05	0,08
			45,32						
B	25	3071,28		0,30	5	0,007	0,028	0,05	0,08
			54,39						
B	53	3068,14		0,31	6	0,007	0,029	0,05	0,08
									1,48



TRAMO	POZO	COTA	LONGITUD	AGUAS SERVIDAS (L/s)					CAUDAL DISEÑO
				AREA Ha	Pob. Acum.	Aguas Serv.	Caudal Sanit.	Caudal Infil.	

C	0								
C	42	3148		0,36	6	0,008	0,034	0,05	0,08
			58,65						
C	41	3140		0,47	8	0,011	0,044	0,05	0,09
			65,15						
C	40	3136,66		0,52	9	0,012	0,049	0,05	0,10
			68,52						
C	39	3132,15		0,55	10	0,013	0,051	0,05	0,10
			61,67						
C	38	3126,38		0,49	9	0,011	0,046	0,05	0,10
			44,59						
C	37	3121,52		0,39	7	0,009	0,036	0,05	0,09
			98,28						
C	36	3108,95		0,61	11	0,014	0,057	0,05	0,11
			89,07						
C	35	3098,88		0,85	15	0,020	0,079	0,05	0,13
			50,23						
C	34	3092,51		0,38	7	0,009	0,035	0,05	0,09
			89,13						
C	33	3085,28		0,59	11	0,014	0,055	0,05	0,11
			86,13						
C	32	3081,17		0,62	11	0,014	0,058	0,05	0,11
			85,45						
C	31	3078,11		0,59	11	0,014	0,055	0,05	0,11
			73,78						
C	30	3074,14		0,53	10	0,012	0,049	0,05	0,10
			62,58						
C	29	3071,83		0,48	9	0,011	0,045	0,05	0,09
			66,86						
C	28	3070,3		0,48	9	0,011	0,045	0,05	0,09
			72,69						
C	27	3069,34		0,47	8	0,011	0,044	0,05	0,09
			69,21						
C	26	3068,65		0,55	10	0,013	0,051	0,05	0,10
			58,06						
C	53	3068,14		0,33	6	0,008	0,031	0,05	0,08
									1,76



TRAMO	POZO	COTA	LONGITUD	AGUAS SERVIDAS (L/s)				CAUDAL DISEÑO
				AREA Ha	Pob. Acum.	Aguas Serv.	Caudal Sanit.	

D	0								
D	43	3132		0,36	6	0,008	0,034	0,05	0,08
			96,03						
D	44	3118		0,64	12	0,015	0,060	0,05	0,11
			56,46						
D	45	3107,74		0,38	7	0,009	0,035	0,05	0,09
			58,69						
D	35	3098,88		0,31	6	0,007	0,029	0,05	0,08
									0,36

E	0								
E	52	3164,52		0,25	5	0,006	0,023	0,05	0,07
			61,46						
E	51	3146,75		0,36	6	0,008	0,034	0,05	0,08
			57,09						
E	50	3131,17		0,35	6	0,008	0,033	0,05	0,08
			62						
E	49	3118,6		0,38	7	0,009	0,035	0,05	0,09
			62						
E	48	3104		0,38	7	0,009	0,035	0,05	0,09
			62						
E	47	3091,29		0,38	7	0,009	0,035	0,05	0,09
			65						
E	46	3078,11		0,41	7	0,010	0,038	0,05	0,09
			65						
E	28	3070,3		0,28	5	0,007	0,026	0,05	0,08
									0,66





TRAMO	POZO	COTA	LONGITUD	AGUAS SERVIDAS (L/s)					CAUDAL DISEÑO
				AREA Ha	Pop. Acum.	Aguas Serv.	Caudal Sanit.	Caudal Infil.	
F	0								
F	65	3140,75		0,21	4	0,005	0,020	0,05	0,07
			61,1						
F	64	3131,42		0,32	6	0,007	0,030	0,05	0,08
			67,3						
F	63	3123,11		0,47	8	0,011	0,044	0,05	0,09
			68,7						
F	62	3112,96		0,46	8	0,011	0,043	0,05	0,09
			75,47						
F	61	3104,22		0,51	9	0,012	0,048	0,05	0,10
			79,53						
F	60	3093,1		0,52	9	0,012	0,049	0,05	0,10
			77,8						
F	59	3085,18		0,48	9	0,011	0,045	0,05	0,09
			67,2						
F	58	3077,48		0,42	8	0,010	0,039	0,05	0,09
			59,41						
F	57	3070,04		0,38	7	0,009	0,035	0,05	0,09
			66						
F	56	3063,9		0,45	8	0,011	0,042	0,05	0,09
			68,73						
F	55	3060,67		0,34	6	0,008	0,032	0,05	0,08
									0,98



TRAMO	POZO	COTA	LONGITUD	AGUAS SERVIDAS (L/s)					CAUDAL DISEÑO
				AREA Ha	Pob. Acum.	Aguas Serv.	Caudal Sanit.	Caudal Infil.	
G	53	3068,14		0,64	12	0,015	0,060	0,05	0,11
			68,62						
G	54	3063,57		0,47	8	0,011	0,044	0,05	0,09
			57,62						
G	55	3060,67		0,29	5	0,007	0,027	0,05	0,08
			80						
G	66	3056,04		0,45	8	0,011	0,042	0,05	0,09
			80						
G	67	3052,1		0,48	9	0,011	0,045	0,05	0,09
			65,24						
G	68	3048,51		0,29	5	0,007	0,027	0,05	0,08
			19,09						
G	69	3047,34		0,17	3	0,004	0,016	0,05	0,07
			80,91						
G	70	3041,03		0,35	6	0,008	0,033	0,05	0,08
			81,87						
G	71	3031,16		0,37	7	0,009	0,035	0,05	0,08
			88,08						
G	72	3023,3		0,34	6	0,008	0,032	0,05	0,08
			87						
G	73	3018,85		0,30	5	0,007	0,028	0,05	0,08
			73,48						
G	74	3014,35		0,19	3	0,004	0,018	0,05	0,07
									1,01
	0	3011							

**CAUDAL TOTAL=TRAMO A + TRAMO B+ TRAMO C +TRAMO D+TRAMO E+ TRAMO F+TRAMO G**

**CAUDAL TOTAL= 6.68 l/s**



#### 6.4.4. Análisis del sistema de alcantarillado sanitario

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario tenemos inconvenientes en algunas partes de los tramos, siendo todos los inconvenientes al inicio de ellos estos los detallamos a continuación.

##### **TRAMO A:**

El tramo A está comprendido entre los pozos del 1 al 9; en los cuales tenemos inconvenientes en los pozos 1-2, 2-3, 3-4, 8-7 y del 7-6; por tener velocidades inferiores al rango mínimo designado que es de 0.30m/s. siendo este el tramo más crítico.

##### **TRAMO B:**

El tramo B está comprendido entre los pozos del 9 al 53; en los cuales no presenta inconvenientes en ninguna parte del tramo por lo que con el caudal del mantenimiento en el tramo A es suficiente.

##### **TRAMO C:**

El tramo C está comprendido entre los pozos del 42 al 53; en los cuales tenemos inconvenientes en los pozos 42-41, 41-40, 40-39; por tener velocidades inferiores al rango mínimo designado que es de 0.30m/s. siendo estos pozos los más críticos del tramo en estudio.

##### **TRAMO D:**

El tramo D está comprendido entre los pozos del 43 al 35; en los cuales tenemos inconvenientes en los pozos 43-44, 44-45, 45-35; por tener velocidades inferiores al rango mínimo designado que es de 0.30m/s. siendo estos pozos los más críticos del tramo en estudio.

##### **TRAMO E:**

El tramo E está comprendido entre los pozos del 52 al 28; en los cuales tenemos inconvenientes en los pozos 52-51, 51-50, 50-49; por tener velocidades inferiores al rango mínimo designado que es de 0.30m/s. siendo estos pozos los más críticos del tramo en estudio.

**TRAMO F:**

El tramo F está comprendido entre los pozos del 53 al P, siendo P el lugar donde se desarrollara el sistema de tratamiento; en los cuales no presenta inconvenientes en ninguna parte del tramo por ser este el tramo designado como el colector de todos los ramales.

**TRAMO G:**

El tramo E está comprendido entre los pozos del 52 al 28; en los cuales tenemos inconvenientes en los pozos 52-51, 51-50, 50-49; por tener velocidades inferiores al rango mínimo designado que es de 0.30m/s. siendo estos pozos los más críticos del tramo en estudio.

Tratamiento específico para los pozos mencionados en dificultad a estos tenemos que darlos el respectivo mantenimiento, consistiendo en que desde el pozo en dificultad proveer un caudal de agua a presión cada mes no necesariamente para este mantenimiento se necesita algún tipo de maquinaria específica sino que consiste en levantar la tapa de los pozos especificados en el análisis de cada tramo y con baldes de 20 litros llenos de agua proceder a vaciarlos con la presión necesaria de la fuerza del cuerpo humano, por los conductos de las tuberías con fin de mantenerlos limpias para que su funcionamiento sea el óptimo.

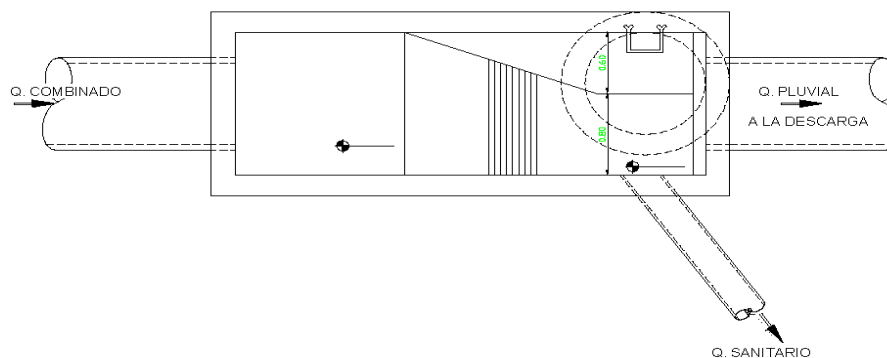
## 6.5. SEPARADOR DE CAUDALES

La descontaminación de aguas servidas se lo realiza mediante aliviaderos y separadores de caudal, con el propósito de transportar las aguas residuales hasta la planta de tratamiento.

Los aliviaderos y separadores de caudal, sirven para derivar los caudales pluviales en crecidas, cuyos excesos se evacuarán hacia los cuerpos receptores que en este caso son el rio San Pedro, con cargas contaminantes mínimas que no afectarán el entorno del barrio.

Para el respectivo caso, por ser el caudal sanitario pequeño, se ha optado por una estructura sencilla y fácil de construir pero que es funcional, la cual se puede observar en esquema presentado a continuación:

**Figura 6.8:** Esquema del Separador de Caudales





## 6.6. TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

### 6.6.1. Generalidades

Toda comunidad genera residuos tanto sólidos como líquidos. La fracción líquida de los mismos – aguas residuales – es esencialmente el agua que se desprende de la comunidad una vez que ha sido contaminada durante los diferentes usos para los cuales ha sido empleada. Desde el punto de vista de las fuentes de generación, se puede definir al agua residual como la combinación de los residuos líquidos o aguas portadoras de residuos, procedentes tanto de residencias como de otro tipo de edificaciones. Estas aguas residuales deben ser conducidas, en última instancia, a cuerpos de agua receptores o al mismo terreno.

Sin duda alguna, la eliminación por dilución (tras tratamiento preliminar o biológico) en grandes masas de agua, como lagos, ríos, estuarios o mares, es el método más utilizado. La auto depuración o purificación que tienen lugar en el agua receptora depende de su caudal o volumen, su contenido de oxígeno, y su capacidad para reoxigenarse por sí misma. La proporción de la capacidad auto depuradora, a veces llamada capacidad asimiladora, que puede utilizarse con seguridad en ríos, lagos y estuarios depende de los usos a los que el agua sea sometida aguas abajo, las necesidades del público y la economía total del sistema de agua receptora.

### 6.7. Alternativas para el tratamiento

El requerimiento en este caso es tratar las aguas residuales de tipo doméstico que han sido captadas por el sistema de alcantarillado. A ser un sector rural y su población dispersa, se requiere un tratamiento “básico” de las aguas residuales.



Se descarta la utilización de lagunas de oxidación pues se carece de espacio físico suficiente para su implementación. Entre las diversas alternativas de tratamiento para poblaciones pequeñas hemos de señalar:

- ❖ Fosas sépticas mas zanjas de infiltración
- ❖ Fosas sépticas mas pozos de infiltración
- ❖ Fosas sépticas mas lechos de infiltración
- ❖ Fosas sépticas mas filtros de arena
- ❖ Fosas sépticas mas filtro anaeróbico

Por el área designada para el sistema y por la topografía, se ha optado por un sistema de zanjas de infiltración.

## **6.8. SISTEMA DE TRATAMIENTO**

### **6.8.1. Tanque Séptico**

Para el barrio Panzaleo que es una población pequeña del cantón Mejía, el uso de los tanques sépticos es muy recomendado. Ya que se caracteriza porque en estos la sedimentación y la digestión ocurren dentro del mismo tanque, evitando problemas como la complejidad en la construcción y excavación.

El tanque séptico consiste en uno o varios compartimientos en serie donde las aguas servidas, después de un periodo de residencia, sedimentan sus sólidos. Para lograr una sedimentación efectiva y un periodo de desenlodado apropiado, el tiempo de residencia recomendado es de uno a tres días.

Este proceso permite la digestión anaeróbica, utilizando una gran parte de partículas solidas, mientras otra parte se deposita, haciéndose necesaria la remoción de los sedimentos en forma periódica.



La eficiencia que se obtiene en estos tanques para su remoción de la DBO<sub>1</sub>, se encuentran en el orden del 30% al 50%, de aceites y grasas del 70%; sólidos en suspensión (SS) 60% y fósforo en un 15%, para el caso de las aguas domésticas típicas.

La función de los tanques sépticos es:

- ❖ Eliminar sólidos suspendidos y materia flotante
- ❖ Realizar tratamiento anaeróbico de los lodos sedimentados
- ❖ Almacenar lodos y material flotante.

## 6.9. FILTRO ANAEROBICO

### 6.9.1. Proceso Anaerobio

El tratamiento anaerobio es el proceso de degradación u oxidación de la materia orgánica por la acción coordinada de cinco grupos diferentes de microorganismos en cuatro etapas secuenciales: Hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis, en ausencia de oxígeno u otros agentes oxidantes fuertes ( $SO_4$ ,  $NO_3^-$ , etc), para obtener la energía requerida para el crecimiento y mantenimiento de los organismos anaerobios. El proceso microbial es muy complejo y está integrado por múltiples reacciones paralelas y en serie, interdependientes entre sí. Como subproducto se obtiene un gas, denominado usualmente biogás, cuya composición básica es metano  $CH_4$  y dióxido de carbono  $CO_2$  en un 95 %, pero con la presencia adicional de nitrógeno, hidrógeno, amoníaco y sulfuro de hidrógeno, usualmente en proporciones inferiores al 1%. La figura 1 muestra el proceso de producción del metano (Romero, 2004).





### 6.9.2. Hidrólisis

Inicialmente las bacterias hidrolíticas, mediante transformaciones enzimáticas, fermentan los compuestos orgánicos complejos en compuestos de masa molecular baja como los azúcares, aminoácidos, ácidos grasos y glicerol, adecuados para emplearlos como fuente de energía y de carbón celular (Romero, 2004).

### 6.9.3. Acidogénesis

Las bacterias acidogénicas transforman las moléculas pequeñas, producto de la hidrólisis, en ácidos orgánicos, por ejemplo ácido acético, propiónico, butírico, valérico y fórmico, además de hidrógeno y dióxido de carbono. Durante esta etapa fermentativa no existe realmente estabilización, sino una transformación de material orgánico complejo en compuestos más simples. (Romero, 2004).

### 6.9.4. Acetogénesis

Los productos de la acidogénesis son convertidos en ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono mediante las bacterias acetogénicas (Romero, 2004) Metanogénesis

En esta etapa a partir del ácido acético y fórmico, ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ) y metanol, las bacterias metanogénicas producen metano, dióxido de carbono y agua (Romero, 2004; Metcalf & Eddy, 1995). Estas bacterias son microorganismos estrictamente anaeróbicos muy sensibles a los cambios de temperatura y pH.



### 6.9.5. Estabilidad del proceso

Con objeto de mantener un sistema de tratamiento anaerobio que estabilice correctamente el residuo orgánico, los microorganismos formadores de ácidos y de metano se deben encontrar en un estado de equilibrio dinámico. Las condiciones óptimas para favorecer dicho estado y por lo tanto tener un proceso anaerobio eficiente se encuentran descritas en el cuadro 1. (Romero, 2004; Metcalf & Eddy, 1995):

**Tabla 6.7: Condiciones para favorecer el equilibrio dinámico del proceso anaeróbico.**

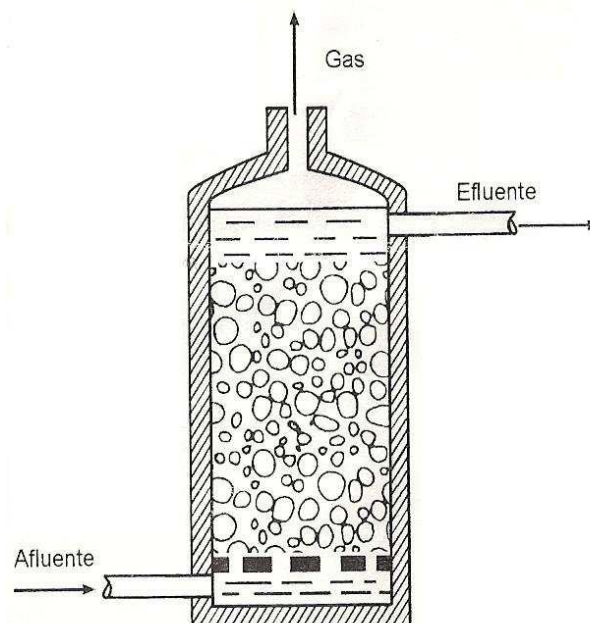
PARÁMETRO	CONDICIÓN
Bacterias	Equilibrio dinámico entre no metanogénicas
Temperatura	Intervalo óptimo mesofílico (20 – 40 °C).
Medio	Anaerobio, OD (oxígeno disuelto) = 0
Sustancias tóxicas	Como metales pesados y sulfuros, ausentes.
Nutrientes	Nitrógeno, Fósforo, trazas de Ca, Mg, Fe, para asegurar el crecimiento de los microorganismos.
pH	6.5 - 7.6
Alcalinidad	1000 - 5000 mg/l – CaCO <sub>3</sub> *
Ácidos volátiles	Inferior a 250 mg/l *

\*Para evitar que el pH descienda por debajo de 6.2, que es límite de la actividad de la bacterias formadoras de metano.

### 6.9.6. El Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente (Tomado de Romero (2004))

El filtro anaerobio de flujo ascendente es un proceso de crecimiento adherido propuesto por Young y McCarty en 1969, para el tratamiento de residuos solubles. De los sistemas de tratamiento anaerobio es el más sencillo de mantener porque la biomasa permanece como una película microbial adherida y porque como el flujo es ascensional, el riesgo de taponamiento es mínimo.

El filtro anaerobio está constituido por un tanque o columna, relleno con un medio sólido para soporte del crecimiento biológico anaerobio (figura 6.9). El agua residual es puesta en contacto con el crecimiento bacterial anaerobio adherido al medio y como las bacterias son retenidas sobre el medio y no salen en el efluente, es posible obtener tiempos de retención celular del orden de cien días con tiempos de retención hidráulica cortos. Los filtros anaerobios también pueden ser útiles para desnitrificar efluentes ricos en nitratos o como pre tratamiento en plantas de purificación de agua.



**Figura 6.9.** Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA)

El proceso no utiliza recirculación ni calentamiento y produce una cantidad mínima de lodo; las pérdidas de energía a través del lecho son mínimas. El filtro anaerobio usa como medio de soporte de crecimiento piedras, anillos de plástico o bioanillos plásticos, colocados al azar. La mayor parte de la biomasa se acumula en los vacíos intersticiales existentes entre el medio. La acumulación de biomasa y de sólidos inertes puede causar canalización y cortocircuito. El medio permanece sumergido en el agua residual, permitiendo



una concentración de biomasa alta y un efluente clarificado; el proceso se ha usado a bajas temperaturas, pero preferiblemente la temperatura debe ser mayor de 25 °C. El espesor observado de biopelícula sobre diferentes medios plásticos es de 1 a 3 mm. El residuo debe contener alcalinidad suficiente para mantener un pH, en la zona de lodos, mayor de 6.5; Sin embargo, el amonio liberado en la hidrólisis de las proteínas puede reducir la alcalinidad requerida de fuentes externas.

El arranque de un proceso de crecimiento adherido puede ser más lento que el de un proceso de crecimiento suspendido, puede demorar unos seis meses en aguas residuales de baja concentración y de temperatura baja. Sin embargo, el filtro anaerobio es poco sensible a variaciones de carga hidráulica y a la operación discontinua pues el medio retiene los sólidos y la biomasa formada en él. En estudios hechos en Brasil se indica que estos filtros logran remociones de DBO del 80%, con lechos de piedra de 4 a 7 mm y altura de 1.20 m. Otros estudios con residuo de DQO igual a 12000 mg/l, carga orgánica volumétrica menor de 4 Kg DQO/m<sup>3</sup> d, tiempo de retención hidráulica de 1 día, edad de los lodos de 56 días y temperaturas de 20 a 25 °C, indicaron remociones del 88 % de DQO.

Es destacable el uso actual de los sistemas anaeróbicos en zonas rurales y comunidades dispersas, dado que precisan de menor suministro de energía externa y, eventualmente, podrían obtenerse subproductos de utilidad como el caso del biogás (ver cuadro 2), (Castaño, 2003).



**Tabla 6.8: Ventajas y desventajas del proceso anaerobio (Fuente: Romero, 2004)**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tasa baja de síntesis celular y, por consiguiente, poca producción de lodos.</li> <li>- El lodo producido es razonablemente estable y puede secarse y disponerse por métodos convencionales.</li> <li>- No requiere oxígeno. Por tanto, usa poca energía eléctrica y es especialmente adaptable a aguas residuales de alta concentración orgánica.</li> <li>- Produce metano, el cual puede ser útil como energético</li> <li>- Tiene requerimientos nutricionales bajos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para obtener grados altos de tratamiento requiere temperaturas altas.</li> <li>- El medio es corrosivo.</li> <li>- Tiene riesgos de salud por H<sub>2</sub>S.</li> <li>- Exige un intervalo de operación de pH bastante restringido.</li> <li>- Requiere concentraciones altas de alcalinidad.</li> <li>- Es sensible a la contaminación con oxígeno.</li> <li>- Puede presentar olores desagradables por H<sub>2</sub>S, ácidos grasos y amidas</li> </ul>

#### 6.9.7. Configuración del filtro (Tomado de Castaño (2003))

El filtro anaeróbico de flujo ascendente se constituye de tres zonas funcionales: zona de entrada, zona empacada y zona de salida.

#### 6.9.8. Zona de entrada

En el filtro anaeróbico se pueden tener dos tipos de configuración de entrada: sin falso fondo y con falso fondo (ver figura 4).

En la configuración sin falso fondo, todo el volumen del reactor es ocupado por el medio, en este caso es importante cuidar que el material del fondo sea uniforme y de alta porosidad con el fin de evitar



taponamientos. Cuando la configuración es con falso fondo, se promueve una zona en la que se forma un floc granular de buena sedimentabilidad. La distribución del caudal se hace por medio de una tubería perforada (generalmente PVC) y debe ser uniforme, con el fin de evitar zonas muertas dentro del reactor

Parte del filtro en la cual se encuentra el medio filtrante y se presenta el crecimiento de los microorganismos con la consiguiente remoción de contaminantes orgánicos. El medio filtrante sirve de soporte para que la población biológica se desarrolle, por lo cual una principal característica que este debe poseer es una relativamente alta área superficial. Sin embargo estudios han demostrado que a pesar de ocurrir una adherencia del filme biológico al medio de soporte, una mayor porción de los microorganismos se encuentran suspendidos en los intersticios del medio dejando de ser la superficie específica una variable de importancia que afecte la eficiencia desde la perspectiva de la concentración de biomasa activa.

No obstante, el tipo, forma y características del lecho filtrante ejercen influencia sobre la eficiencia, en aspectos diferentes a la cantidad de biomasa activa fija: el medio actúa como separador líquido – gas – sólido; también ayuda a proveer un flujo uniforme del agua residual, propiciando un mayor contacto del residuo con la masa biológica; el medio retiene la biomasa adherida o en suspensión, generando altos tiempos de retención celular, además del efecto en los tiempos de arranque, la rugosidad del material de soporte, su grado de porosidad, así como el tamaño del poro, afecta a la tasa de colonización de la población microbiana.

#### **6.9.9. Tipos de medios**

Entre los tipos de medios más utilizados se encuentran la piedra triturada angulosa o redonda (grava sin picos, de tamaño entre 4-7 cm), materiales cerámicos, vidrios, ladrillos, poliésteres, poliuretano. Actualmente se han estudiado otras alternativas no convencionales como son la guadua, el bambú, la cáscara de coco, tejas de barro; y



otros más sofisticados como los anillos sintéticos, las matrices plásticas de flujo cruzado o tubular; estos últimos de mayores costos por ser mas eficientes. Estas nuevas alternativas han suprimido inconvenientes como atascamientos y colmatación que se presentaban en los tratamientos con grava, sobre todo cuando esta es pequeña, afectando negativamente la eficiencia con el paso del tiempo.

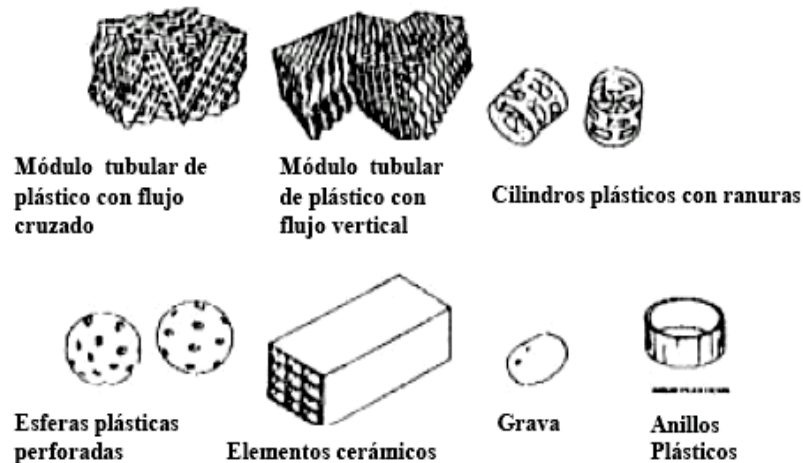


Figura 6.10: Tipos de medios de empaque (Tomado de Castaño (2003))

#### 6.9.10. Zona de salida

Esta zona cumple varias funciones importantes las cuales son: recibir el efluente del filtro, evacuarlo y garantizar una correcta y homogénea circulación del mismo a través de todo el sistema, así se evitarán cortos circuitos o zonas muertas lo que proporcionará una adecuada eficiencia hidráulica. Cuando se presentan este tipo de inconvenientes los tiempos de retención hidráulicos calculados en el diseño serán mayores que los reales, como consecuencia podríamos obtener una baja eficiencia del sistema. Tomando en cuenta todos estos aspectos la zona de salida puede ser a través de una tubería perforada o por medio de un vertedero (ver figura 6). Estas dos configuraciones garantizan una recolección homogénea a lo largo del sistema.

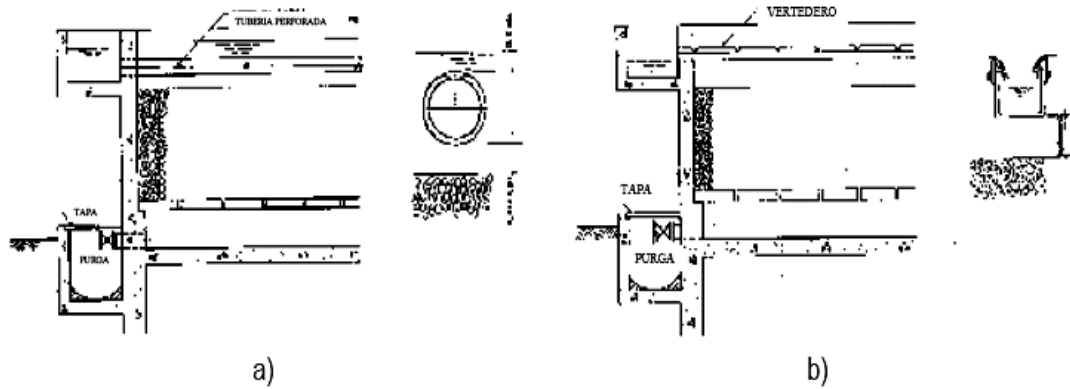


Figura 6.11: Configuraciones de salida. a) Tubería perforada, b) Vertedero (Tomado de Castaño (2003))

### 6.9.11. DESARROLLO EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE FAFAS

#### Factores de estudio

El cuadro 5 muestra los factores de estudio y los niveles para cada factor:

**Tabla 6.9:** Factores y niveles de estudio.

FACTOR		NIVELES
A	Carga orgánica volumétrica	0.7 Kg DQO/m <sup>3</sup> día (CO II) 1.26 Kg DQO/m <sup>3</sup> día (CO III)
B	Tiempo de retención hidráulica	Duplicado





# CAPÍTULO 7

## PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN

### 7.1. PRESUPUESTO DE OBRA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Para el cálculo del presupuesto del proyecto, se tomó como base los precios unitarios con los que trabaja la EMAAP-Q al mes de Enero del año 2011, los mismos que se encuentran dolarizados.

Los volúmenes de obra se calcularon sobre la base de las características mismas del proyecto, obtenidas de los juegos de planos, en los cuales constan los tipos de materiales y cantidades a utilizarse.

Adicionalmente, se encuentra calculado el Cronograma de Trabajo en donde se encuentra determinado los períodos aproximados de cada uno de los rubros.

### 7.2. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Se denomina como precio unitario a la remuneración o pago en moneda que el contratante deberá reconocer al contratista por unidad de obra y por concepto del trabajo que se ejecute.<sup>19</sup> La unidad de obra es la unidad de medición señalada en las especificaciones para cuantificar el concepto de trabajo para fines de medición y pago.<sup>40</sup> El precio unitario de un rubro toma en consideración:



**7.2.1. Costos Directos:** Son todo aquellos producidos por los gastos de mano de obra, materiales, equipo y transporte, efectuados exclusivamente para la ejecución de un concepto de trabajo.

**7.2.2. Costos Indirectos:** Son todos aquellos gastos que se realizan para la ejecución de un proyecto que no han sido considerados como costo directo.

### **7.3. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO PANZALEO**

Anexo C

### **7.4. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**

Implica la organización y planificación de las actividades en el tiempo.  
Anexo D

### **7.5. EJECUCION DEL PROYECTO**

#### **7.5.1. Proceso Constructivo**

La red tiene excavaciones profundas especialmente en tramos con pendientes mínimas. El constructor deberá planificar la construcción por tramos, para facilitar el acceso a los pobladores y de esta manera no suspender totalmente las actividades locales. El contratista deberá mantener reuniones con los moradores para planificar la construcción de estos tramos.

En los sitios donde se tenga excavaciones considerables, cerca del borde superior del taludes y/o donde existan viviendas cercanas, deberá excavar la zanja de preferencia a mano y con un proceso de entibado y apuntalamiento de zanja controlado, para evitar derrumbes que puedan poner en riesgo al personal. El constructor, deberá planificar la construcción por tramos, a contra-flujo para evitar en lo posible los procesos de bombeo.

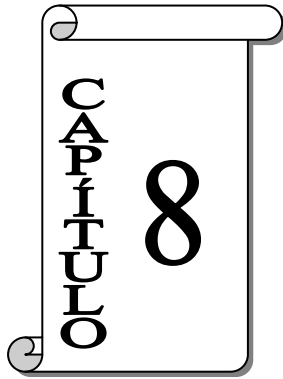


La excavación de la zanja se deberá realizar por la parte más baja de la cuenca para garantizar el escurrimiento a flujo libre de aguas lluvias y/o freáticas que pueden ingresar a la zanja y evitar en lo posible costosos procesos de bombeo. Deberá colocarse entibados donde las condiciones del suelo sean desfavorables o la profundidad sea mayor a 4 metros. Los últimos centímetros de excavación deben ser realizados a mano, para garantizar un correcto acabado de la rasante.

El constructor deberá definir la ubicación de la escombrera donde se llevará el material excedente, para el efecto se mantendrá reuniones con entidades locales encargadas del manejo de éstos sitios.

Antes de rellenar la zanja se procede a realizar las pruebas de estanqueidad de la tubería, que consiste en verificar que no existan fugas en la tubería, si se detectan fugas se procede a corregirlas y se repite el ensayo, finalmente luego de verificar el correcto funcionamiento se procede al relleno de la zanja. Es recomendable antes del relleno, si las condiciones lo permiten, construir las conexiones domiciliarias.

El relleno se realizará conforme las especificaciones técnicas, para el efecto, el relleno se efectuará lo más rápidamente posible después de instalada la tubería, para proteger a ésta contra rocas que pueden caer en la zanja y eliminar la posibilidad de desplazamiento o de flotación en caso de que se produzca una inundación, evitando también la erosión del suelo que sirve de soporte a la tubería. El suelo circundante a la tubería debe confinar convenientemente a la zona de relleno para proporcionar el soporte adecuado a la tubería, de tal manera que el trabajo conjunto de suelo y tubería le permita soportar las cargas de diseño. El relleno de zanjas se realizará por etapas según el tipo y condiciones del suelo de excavación.



## OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y ESPECIFICACIONES TECNICAS

### 8.1. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

#### 8.1.1. Introducción

La entidad encargada de un sistema de alcantarillado combinado, en este caso de la operatividad, función y manejo del sistema estará a cargo de la Dirección de Agua Potable, Alcantarillado y Comercialización de Mejía – DAPAC-M, Entidad que debe programar los gastos que demande la operación y mantenimiento del sistema, mediante el cobro directo o indirecto del consumo de agua potable.

La durabilidad de un sistema de alcantarillado, depende única y exclusivamente del manejo operativo y de la eficiencia en la construcción, caso contrario se ve aproximado a que el proyecto no cumpla con el periodo de diseño programado, por lo tanto es necesario corregir adecuadamente el cronograma de actividades que se van a desarrollar en el proceso de construcción y funcionamiento.

Dentro de los Diseños Definitivos del Alcantarillado Sanitario para el barrio Panzaleo, el Manual de Operación y Mantenimiento es un documento muy importante ya que incluye instrucciones específicas para la correcta operación del sistema, su mantenimiento correctivo y preventivo, y la supervisión y control de cada uno de sus componentes.

Dentro de este contexto, el objetivo principal es identificar y describir las acciones de operación, supervisión, control y mantenimiento que deben ser ejecutadas por el personal responsable de velar por el funcionamiento de las instalaciones utilizadas en la prestación de los servicios de alcantarillado. De tal manera que faciliten su realización y posterior control de una forma



sistemática para así garantizar un mejor servicio y la prolongación al máximo de su vida útil.

### **8.1.2. Alcance**

El presente manual está dirigido, en primer lugar, al personal directamente encargado de las labores de operación y mantenimiento. Para cada componente, se obtendrán datos de las condiciones de funcionamiento, de los elementos que deben ser inspeccionados con regularidad, de las actividades de limpieza y mantenimiento, de la forma de registrar los resultados de estas actividades previas, así como de informar aquellas anomalías encontradas fuera del alcance de sus responsabilidades.

En segundo lugar, informar al personal que desempeña labores de dirección, supervisión y administración. Esto facilitará y hará más efectiva su tarea, puesto que se obtendrá información sobre aspectos en los cuales se deben centrar las actividades del personal bajo su mando. Además, ésta permitirá verificar y controlar la diligencia y eficacia del personal encargado de la operación.

Por último, este manual sistematizará las actividades de supervisión y control, fijando las frecuencias mínimas requeridas para su correcta ejecución.

### **8.1.3. Aspectos de Organización**

Para que el servicio de mantenimiento sea eficiente es necesario una política que involucre: el mantenimiento de estadísticas mediante una buena recopilación de datos, una planificación adecuada, un equipo competente de trabajo y la adquisición de la maquinaria y equipos apropiados a las necesidades específicas y a la complejidad del mantenimiento del sistema.

Se sugiere que el personal principal de la empresa y, específicamente, él de la sección de Alcantarillado, esté conformado por:

- La Dirección Técnica de Agua Potable y Alcantarillado, encargada de todas las actividades técnicas y administrativas de las secciones de agua potable y alcantarillado.
- La Administración de Proyectos, bajo la Dirección Técnica, estará encargada, entre otras cosas, de llevar la estadística del mantenimiento de todo el sistema de alcantarillado.



- La Dirección de Alcantarillado, bajo la Dirección Técnica, estará encargada de administrar y realizar directamente todos los aspectos inherentes al sistema de alcantarillado, tales como, la ejecución de nuevos proyectos, la Operación y Mantenimiento del sistema, etc.
- Cuadrillas de trabajo, bajo la Jefatura de Operación y Mantenimiento, constituidas por un supervisor (Jefe de Cuadrilla) y un número de operarios (2 a 4), según los requerimientos.

Además, se requiere la implementación de la siguiente infraestructura e instalaciones dentro de la Jefatura de Operación y Mantenimiento:

- Bodega que mantendrá un "stock" de materiales, herramientas y equipos necesarios para los trabajos de mantenimiento de forma organizada y apta para uso inmediato.
- Taller para realizar las tareas generales de mantenimiento electromecánico de los diversos equipos, instrumentos y herramientas que se compongan.

#### **8.1.4. Tipos de Mantenimiento**

De acuerdo a la periodicidad, magnitud y urgencia de los trabajos de operación y mantenimiento del sistema, las actividades pueden ser clasificadas en: preventivas, correctivas y de emergencia.

Las actividades preventivas están asociadas con actividades rutinarias de inspección y limpieza. Obedecen, generalmente, a un programa previamente elaborado y cuya aplicación tiende a minimizar las interrupciones y el desgaste acelerado de los componentes del sistema.

Las actividades correctivas comprenden fundamentalmente sustituciones de tramos de tuberías, modificaciones en diámetro y, en general, mejoras de las características funcionales del sistema ocurridas, a menudo, por daños ocasionales.

Las actividades de emergencia se refieren a los servicios de atención urgente y de reparación de daños producidos por accidentes de ocurrencia fortuita. Estos pueden ser consecuencia de defectos en la construcción, de falta de



mantenimiento preventivo, de factores externos o de la calidad de las aguas residuales existentes.

### 8.1.5. Mantenimiento Preventivo

Las acciones de mantenimiento preventivo son un conjunto de instrucciones que deben ejecutarse sistemáticamente, con una periodicidad bien definida. La frecuencia de estas actividades debe planificarse a principio de año, conjuntamente con la Dirección de Alcantarillado y la Jefatura de Operación y Mantenimiento.

Dos tipos de actividades principales se pueden distinguir dentro del mantenimiento preventivo:

- La verificación periódica de los componentes: sirve para detectar problemas en el sistema. Consiste básicamente en la inspección interna de cada componente (pozos; colectores principales, secundarios y terciarios; domiciliarios), y de una inspección superficial de áreas inundadas y evidencias de filtraciones en las tuberías, etc. Se incluye también la verificación periódica de conexiones ilícitas, infiltraciones y/o obstrucciones no visibles a través del uso de colorantes o de la conocida "prueba de humo", hasta lograr establecer una adecuada frecuencia de mantenimiento.
- Mantenimiento periódico de los componentes del sistema: consiste básicamente en actividades de limpieza y desobstrucción de las unidades del sistema; reparación de trizaduras y enlucidos; reparación o sustitución de escalerillas de acceso a pozos de revisión; reparación de rejillas de sumideros dañadas.

En general, una frecuencia de mantenimiento preventivo se realizará por sectores (subcuencas) con periodicidad mínima anual. Se determinarán las actividades por sectores indicando de que día a que día (o de que mes a que mes) se realizaran las diferentes acciones, para un año calendario completo. Estas tareas deben efectuarse continuamente de tal manera que abarquen todo el sistema existente, y el nuevo construido, dentro del año lectivo. "Programa de Inspección de Alcantarillado Sanitario".



### 8.1.6. Mantenimiento Emergente y Correctivo

Cabe anotar que las actividades de emergencia incluyen el mantenimiento inmediato y no admiten programación alguna. Estos problemas resultan de emergencias producidas por roturas en las tuberías y obstrucciones ocasionadas por: raíces, grasas, aceites u otros materiales.

**Tabla 8.1:**

#### **Rutinas para mantenimiento preventivo en el alcantarillado**

<b>COMPONENTE</b>	<b>VERIFICACION PERIODICA</b>  Por sectores o subcuencas  Inspector de campo	<b>MANTENIMIENTO PERIODICO</b>  Por período (año)  Operadores, albañiles y cuadrilla
Pozos de visita	Paredes, tapa sedimentos, escalera	Desobstrucción y limpieza; sustitución de escalerillas; tapas; paredes
Aliviaderos, Disipadores de energía	Sedimentos, paredes	Desobstrucción y limpieza
Instalaciones Domiciliarias	Tapa, paredes, sedimentos	Desobstrucción y limpieza; sustitución de rejillas; tapas, paredes
Colectores	Áreas inundables, hundimientos de calles, evidencias de filtración en tuberías	Desobstrucción y limpieza; sustitución de tramos con problema

Por actividades correctivas se entiende la sustitución y reubicación de tuberías, al inicio del programa y a la terminación de cada ciclo (por ejemplo cada seis meses), la Dirección de Alcantarillado programará las acciones correctivas de mantenimiento, definiéndose como tales aquellas que requieran de cuadrilla y equipo especializados.

Para la elaboración de este programa, la Dirección de Área se basará, en primera instancia, en el plano general del sistema en el cual se hayan ubicado





todos los reclamos. De él se obtendrán los puntos que muestren taponamientos, reboses, e inundaciones de vías públicas, signos que se consideren señales inequívocos de tramos o componentes del sistema que requieran de la prestación de un servicio de mantenimiento correctivo inmediato.

Así mismo, por su parte, el Jefe de Cuadrilla al terminar la totalidad de los trabajos programados, deberá realizar el informe respectivo, referente a "Informe de Programación Cumplida", el mismo que será remitido a la dirección de área para:

- Ser revisado y aprobado.
- Inspeccionar los trabajos efectuados.
- Ordenar las acciones específicas complementarias a que haya lugar.

Se incluirá una copia del informe para el archivo de la Dirección de Alcantarillado, para su uso posterior en el seguimiento de las redes limpiadas. Además, una copia irá a la Administración de Proyectos para la elaboración de las estadísticas respectivas.

Finalmente, para facilitar el manejo del presente manual de las acciones de operación y mantenimiento anteriormente indicadas, se han detallado y desglosado cada uno de los componentes del sistema:

- Pozos de revisión.
- Colectores principales y terciarias.
- Conexiones domiciliarias.

### **8.1.7. Pozos de Revisión**

Los pozos de revisión constituyen uno de los componentes principales del sistema de alcantarillado en lo que a operación y mantenimiento del sistema se refiere. Incluye todos los componentes del sistema a ser inspeccionadas para el registro respectivo.



### ❖ Personal y Equipos Requeridos

Existen algunos tipos de equipos, y la cantidad de las cuadrillas puede variar de acuerdo a la cobertura de la red y a las características del sistema, respectivamente. En general, la cuadrilla, compuesta por 3 o 4 operarios, debe estar prevista de las siguientes herramientas y equipos mínimos:

- Dos vallas de seguridad para aislar el tramo de red en reparación.
- Gancho especial para destapar pozos.
- Cuatro conos para indicar peligro al tránsito de peatones y vehículos.
- Dos picos para trabajos de limpieza.
- Dos palas para trabajos de limpieza.
- Dos barretas para trabajo de limpieza.
- Dos lámparas o linternas de seguridad.
- Un cinturón de seguridad con manilla de 1" y cabo de seguridad.
- Botas impermeables, guantes y casco para cada operario.
- Motobomba centrífuga de succión de 2" de diámetro.
- Un juego de tramo o tramos de dimensiones iguales a la tubería en la que se va a trabajar.

Adicionalmente a este equipamiento básico se debe adjuntar el siguiente equipo de seguridad que puede ser de mucha ayuda en casos de emergencia:

- Equipo de respiración artificial.
- Trípode y bincha para permitir entrar y salir con seguridad del pozo.
- Unidad portátil de alarma atmosférica para detectar la presencia de gases explosivos o tóxicos.
- Ventilador con aditamento tabular para mejorar la atmósfera del pozo; debe utilizarse de 10 a 15 min. Antes de entrar al pozo.
- Escaleras portátiles para bajar al operador y herramientas.
- Ropa de trabajo que debe cubrir todo el cuerpo, incluyendo botas con punta rígida o de acero.



### ❖ Métodos de Seguridad

Los pozos de visita son considerados espacios confinados en los cuales la contaminación atmosférica, los problemas de deficiencia de oxígeno, las infecciones por insectos y roedores, la presencia de virus y la exposición a sustancias tóxicas son peligros eminentes que deben ser evitados. Estos pueden generar enfermedades contagiosas y peligrosas para la salud de los operarios.

Además, si se suma a esto los accidentes físicos, tales como golpes y el propio agotamiento, el procedimiento de seguridad a seguirse debe ser completo y su aplicación estrictamente obligatoria.

Antes de indicar el procedimiento de seguridad a seguirse, el operador u operadores deben tomar las siguientes precauciones:

- Ser previamente inmunizados a los posibles contagios o infecciones que puedan suceder en la zona de trabajo, tales como: Tifoidea, Polio y Tétanos, principalmente.
- Uso de desinfectantes e insecticidas en el pozo para evitar la presencia de insectos y roedores que puedan constituirse en fuentes de infección.
- El operario encargado de ingresar al pozo debe estar en perfecto estado físico.
- Lavar el pozo antes de proceder a realizar los trabajos, con el equipo de hidro-succión disponible, si el caso lo amerita.

Finalmente, se detalla a continuación el procedimiento y las medidas de seguridad a tomarse antes de inspeccionar los pozos de visita, para asegurar y salvaguardar la salud de los integrantes de la cuadrilla y del personal técnico.

a) Instalar vallas y conos de seguridad tanto para el tránsito vehicular como peatonal. La primera valla se colocará a 30 m antes del sitio de trabajo en la dirección del tránsito

2). Esto significa que se requerirá una sola valla en las calles de una vía. Adicionalmente, se deberán colocar conos de protección. Otra opción es colocar las vallas de seguridad alrededor del pozo.



- b) Dejar transcurrir por lo menos 15 minutos luego de destapado el pozo, antes de penetrar en el mismo; esto permitirá la salida de gases peligrosos para la salud del operador. Además, se recomienda destapar los pozos aguas arriba y aguas abajo de la zona de trabajo, para permitir una ventilación mejor. En este caso, se deberá proteger con vallas de seguridad todos los pozos abiertos.
- c) Por el excesivo peso de algunas tapas de pozos (hormigón), se recomienda que éstas sean accionadas usando siempre las herramientas especializadas para el efecto, que debe ser levantada por dos operarios. En este último caso, se deberá tener cuidado que la tapa no resbale y caiga sobre la cabeza del o de los operarios.
- d) El área inmediata cerca del pozo abierto, incluyendo el anillo de soporte y la parte superior de la tapa debe ser limpiado y todo el material existente removido.
- e) Antes de entrar al pozo, se debe examinar el estado de los escalones (hierro) del pozo. Se puede verificar la resistencia, utilizando algún elemento pesado para asegurarse que pueda resistir el peso del operario.
- f) El operario que baje al pozo deberá estar previsto de un cinturón de seguridad sólidamente fijado a un elemento exterior, mediante una manilla y cabo de seguridad.
- g) Sondear con el gancho utilizado para levantar la tapa de los pozos (o herramienta similar), los huecos y hendiduras que presenten las paredes, ya que en ellos se pueden esconder roedores o animales de índole peligrosa.
- h) Si la situación así lo amerita se debe inyectar aire al pozo, antes de entrar, mediante un ventilador.
- i) La iluminación dentro de los pozos se obtendrá exclusivamente mediante lámparas portátiles (linternas) a prueba de explosiones o cascos provistos de linterna.
- j) Ningún operario bajará al pozo, si no está previamente acompañado en el exterior, por otro operario para afrontar cualquier situación de emergencia. Este operario no debe hacer nada más que seguir, paso a paso, lo que sucede con el operador en el pozo. Este seguimiento de cerca debe ser continuo y eficaz, para los siguientes casos:



- Si hay indicaciones de problemas y comportamientos inusuales, se traerá inmediatamente al operador fuera de peligro.
- Probar continuamente la deficiencia de oxígeno con equipos especiales.

#### ❖ Verificación periódica

El operario que inspeccione el pozo o sumidero, debe seguir la secuencia de las anomalías o daños conforme vaya observando, cuyo procedimiento seguido es:

a) Revisión del estado de la tapa y anillo soportante para determinar la presencia de filos cortantes o despostillamientos que pueden constituir un riesgo de cortadoras e infecciones, o indicar la necesidad de cambiar de tapa. Para sumideros se requiere verificar el estado de la rejilla.

b) Revisar la presencia de basuras, lodos y materiales en las estructuras y la investigación de sus posibles causas.

c) Revisión del estado en el que se encuentran los escalones de los pozos, posibles desprendimientos y los avances de corrosión existentes en los mismos.

d) Revisión del estado del pañete del pozo, de los desprendimientos y huecos existentes en las paredes del mismo. Para los aliviaderos y estructuras de disipación se requiere revisar las condiciones estructurales existentes.

e) Verificación de la existencia de filtraciones e infiltraciones.

f) Observación de posibles represamientos mediante signos de humedad, taponamiento del pozo y pañetes.

g) Comparación de los volúmenes de agua que llega al pozo en relación con los del pozo inmediatamente anterior. Con miras a detectar aumentos anormales que pudieran ser causados por infiltraciones, desagües clandestinos o roturas de las redes de agua potable. En cualquier caso, los resultados de estas observaciones e investigaciones deberán consignarse en el formulario respectivo.

h) Observación de colores anormales de las aguas residuales que pudieran indicar descargas de desechos industriales o de características especiales no autorizadas.



### ❖ **Mantenimiento Preventivo Periódico**

Terminada la inspección y anotadas las anomalías existentes, se dará conocimiento a la cuadrilla de mantenimiento que procederá a efectuar las reparaciones a que haya lugar, tales como:

- Cambio de tapa o del anillo de soporte.
- Reemplazo de los escalones sueltos o corroídos, ciñéndose a las especificaciones y diseños establecidos por la empresa.
- Taponamiento con mortero 1:3 de los huecos detectados en las paredes.
- Reposición del pañete en aquellas zonas en que se hubiera desprendido, o donde se requerirá reforzar para eliminar las filtraciones que se detectaron.
- Retirar la basura, lodo o materiales, que se hayan acumulado en el pozo, utilizando picos, baldes y palas. Otro método es utilizar un sistema de cucharas mecánicas accionadas a mano. El material deberá retirarse hasta los basureros o sitios designados por la empresa. Esta actividad es muy importante con miras a evitar el arrastre del material, adicionalmente, la producción de malos olores fomenta la proliferación de insectos y roedores peligrosos.

#### **8.1.8. Colectores y Tuberías**

El objetivo es retirar los materiales acumulados en los tramos tubería. Entre otros, los factores que ocasionan este tipo de problemas se mencionan los siguientes:

- a) Vertido de elementos pesados a través de las conexiones domiciliarias por parte de usuarios domésticos o industriales.
- b) Acumulación de materiales por pendientes excesivamente bajas, especialmente en sumideros.
- c) Penetración de raíces, a través de las juntas, en grietas o en roturas de las tuberías.
- d) Existencia de pozos sin tapa o sumideros sin rejillas, a través de las cuales se vierten basuras, piedras u otros de materiales pesados.



e) Existencia de tramos con tuberías rotas, ocasionando la entrada de tierra o material de relleno a la tubería.

Existen dos tipos de mantenimiento para este componente del sistema: limpieza de colectores con sistemas manuales y mecánicos; desobstrucciones mayores, en las cuales se tiene que realizar trabajos de sustitución de uno o varios tramos.

#### ❖ **Mantenimiento periódico de limpieza**

Existen muchos sistemas de limpieza de tuberías, una clasificación aceptada es dividirlos en sistemas: manuales y mecánicos, variando desde complejos a simples. Entre los recomendados en este manual tenemos los siguientes:

- a) Sistemas de varillas de acero flexible accionadas a mano.
- b) Sistemas de varilla de acero flexible, accionadas a máquina
- c) Hidro-succionadores mecánicos montados a vehículos de tracción a las cuatro ruedas.

Generalmente, para realizar la limpieza de tuberías de manera exitosa, se requiere la combinación de varios sistemas, tanto mecánicos como manuales.

#### ❖ **Mantenimiento Correctivo de Colectores y Tuberías**

Cuando la desobstrucción de un tramo de tubería del sistema de alcantarillado no es posible con los métodos anteriormente descritos o con los sistemas de limpieza que la empresa disponga, se debe proceder a destapar rompiendo el tramo de tubería en el sitio determinado por sondeos realizados con sistemas de varilla. La ocurrencia de grandes obstrucciones puede deberse a los siguientes problemas:

- Rotura de tubos por el paso de vehículos pesados y/o falta de cimentación.
- Infiltraciones.
- Penetración de raíces.



Los trabajos deberán ser ejecutados por el personal especializado en Operación y Mantenimiento del sistema, si la longitud del tramo a cambiar no excede los 50 a 60 m. Aproximadamente. En caso contrario, será un asunto de sustituir totalmente el colector que deberá ser llevado a cabo por el personal del área específica. El procedimiento para este tipo de actividad puede resumirse en los siguientes puntos:

- a) Se excavará hasta descubrir el tramo de tubería afectado determinado por sondeo con un sistema manual o mecánico de varillas.
- b) Se taponará la boca de entrada de dicho tramo de tubería con el pozo inmediatamente anterior, utilizando tapones de acuerdo al diámetro de la tubería.
- c) Se realizará un orificio en la parte superior de la tubería lo bastante grande para poder hacer uso de la manguera de succión del equipo de bombeo.
- d) Se bombeará con motobomba de 2", como mínimo, hasta extraer toda el agua contenida en el tramo represado, en forma tal, que sea posible continuar los trabajos en seco.
- e) Luego de efectuado el relleno se ejecutará, si hubiese lugar, la repavimentación de la franja afectada por las reparaciones.

#### **8.1.9. Conexiones Domiciliarias**

Cuando se produzcan reclamos o se detecten reboses en las instalaciones domiciliarias, la empresa se responsabilizará solamente del tramo comprendido entre la caja de revisión (a la salida de la edificación) y el colector del sistema de alcantarillado.





### ❖ Personal y Equipos

En vista de que las cajas de revisión de las conexiones domiciliarias son de solamente 200-250 mm de diámetro no será posible desobstruirlas manualmente sino solamente a través del hidrosuccionador. Adicionalmente, se requiere de una cuadrilla de 4 operarios, entre operadores y personal de trabajo, que deben disponer del siguiente equipo y herramientas mínimas:

- Hidrosuccionador.
- Una barreta.
- Un pico.
- Una pala.
- Ganchos para levantar las tapas de las cajas de inspección.
- Sistemas de varillas flexibles o varillas para sondeo de tuberías.
- Una carretilla o remolque.
- Utilización de guantes protectores.

Además, para garantizar la seguridad de los operarios, éstos deben presentar una solicitud a los residentes en la edificación afectada de no hacer uso de las instalaciones sanitarias interiores mientras dure el trabajo.

### ❖ Mantenimiento Correctivo y Emergente

El procedimiento para investigar las posibles causas de la obstrucción de las instalaciones domiciliarias es la siguiente:

- a) Se procederá a destapar la caja de revisión domiciliaria, utilizando el gancho suministrado para ello, o levantando la tapa entre dos operarios, utilizando un pico o una barreta.
- b) Se bombeará y succionará la domiciliaria con el hidrosuccionador hasta lograr su desobstrucción. Si este procedimiento no tiene el éxito esperado, deberá sondearse con un sistema mecánico de varilla, utilizando un tirabuzón pequeño.
- c) En el caso de que los procedimientos anteriores no sean exitosos y no se lograse su desobstrucción, se procederá a destapar y romper la tubería en el sitio hasta donde penetra la varilla y se cambiará el tramo de tubería que se encuentra obstruido.



## 8.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### 8.2.1. Replanteo y Nivelación

#### DEFINICIÓN

Replanteo y nivelación es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a los datos que constan en los planos respectivos y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador; como paso previo a la construcción.

#### ESPECIFICACIONES

Todos los trabajos de replanteo y nivelación deben ser realizados con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo y/o órdenes del ingeniero fiscalizador.

La Empresa dará al contratista como datos de campo, el BM y referencias que constarán en los planos, en base a las cuales el contratista, procederá a replantear la obra a ejecutarse.

#### FORMA DE PAGO

El replanteo se medirá en metros lineales, con aproximación a dos decimales en el caso de zanjas y, por metro cuadrado en el caso de estructuras. El pago se realizará en acuerdo con el proyecto y la cantidad real ejecutada medida en el terreno y aprobada por el ingeniero fiscalizador.

#### CONCEPTOS DE TRABAJO.-

REPLANTEO Y NIVELACION ESTRUCTURAS	m2
REPLANTEO Y NIVELACION ZANJA	m



## 8.2.2. Rótulos y señales

### DEFINICION

Es indispensable que, conjuntamente con el inicio de la obra el Contratista, suministre e instale un letrero cuyo diseño le facilitará la EMAAP-QUITO.

### ESPECIFICACIONES

El letrero será de tol recubierto con pintura anticorrosiva y esmalte de colores, asegurado a un marco metálico; el mismo será construido en taller y se sujetará a las especificaciones de trabajos en metal y pintura existentes para el efecto, y a entera satisfacción del Fiscalizador.

### LOCALIZACION

Deberá ser colocado en un lugar visible y que no interfiera al tránsito vehicular ni peatonal.

### FORMA DE PAGO

El suministro e instalación del rotulo con características del proyecto se medirá en metros cuadrados con aproximación de un decimal.

### CONCEPTOS DE TRABAJO

ROTULOS CON CARACTERISTICAS DEL PROYECTO (PROVISION Y MONTAJE)	m2
--	----



### 8.2.3. Desbroce, limpieza y desbosque

#### DEFINICION

Consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada, de acuerdo con las presentes especificaciones y demás documentos, en las zonas indicadas por el fiscalizador y/o señalados en los planos. Se procederá a cortar, desenraizar y retirar de los sitios de construcción, los árboles incluidos sus raíces, arbustos, hierbas, etc. y cualquier vegetación en: las áreas de construcción, áreas de servidumbre de mantenimiento, en los bancos de préstamos indicados en los planos y proceder a la disposición final en forma satisfactoria al Fiscalizador, de todo el material proveniente del desbroce y limpieza.

#### ESPECIFICACIONES

Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.

Todo el material proveniente del desbroce y limpieza, deberá colocarse fuera de las zonas destinadas a la construcción en los sitios donde señale el ingeniero Fiscalizador o los planos.

El material aprovechable proveniente del desbroce será propiedad del contratante, y deberá ser estibado en los sitios que se indique; no pudiendo ser utilizados por el Constructor sin previo consentimiento de aquel.

Todo material no aprovechable deberá ser retirado, tomándose las precauciones necesarias.

Los daños y perjuicios a propiedad ajena producidos por trabajos de desbroce efectuados indebidamente dentro de las zonas de construcción, serán de la responsabilidad del Constructor.

Las operaciones de desbroce y limpieza deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción.

Cuando se presenten en los sitios de las obras árboles que obligatoriamente deben ser retirados para la construcción de las mismas, éstos deben ser retirados desde sus raíces tomando todas las precauciones del caso para evitar daños en las áreas circundantes. Deben ser medidos y cuantificados para proceder al pago por metro cúbico de desbosque.



## FORMA DE PAGO.-

El desbroce y limpieza se medirá tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación de dos decimales.

No se estimará para fines de pago el desbroce y limpieza que efectúe el Constructor fuera de las áreas que se indique en el proyecto, o disponga el ingeniero Fiscalizador de la obra.

## CONCEPTOS DE TRABAJO.-

DESBROCE Y LIMPIEZA	m2
---------------------	----

### 8.2.4. Excavaciones

#### DEFINICIÓN

Se entiende por excavaciones en general, el remover y quitar la tierra u otros materiales con el fin de conformar espacios para alojar mamposterías, canales y drenes, elementos estructurales, alojar las tuberías y colectores; incluyendo las operaciones necesarias para: compactar o limpiar el replantillo y los taludes, el retiro del material producto de las excavaciones, y conservar las mismas por el tiempo que se requiera hasta culminar satisfactoriamente la actividad planificada.

#### ESPECIFICACIONES

La excavación será efectuada de acuerdo con los datos señalados en los planos, en cuanto a alineaciones pendientes y niveles, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos en cuyo caso, aquellos pueden ser modificados de conformidad con el criterio técnico del Ingeniero Fiscalizador.

El fondo de la zanja será lo suficientemente ancho para permitir el trabajo de los obreros y para ejecutar un buen relleno. En ningún caso, el ancho interior de la zanja será menor que el diámetro exterior del tubo más 0.50 m, sin entibados: con entibamiento se considerará un ancho de la zanja no mayor que el diámetro exterior del tubo más 0.80 m., la profundidad mínima para zanjas de alcantarillado y agua potable será 1.20 m más el diámetro exterior del tubo.

En ningún caso se excavará, tan profundo que la tierra de base de los tubos sea aflojada o removida.



Las excavaciones deberán ser afinadas de tal forma que cualquier punto de las paredes no difiera en más de 5 cm de la sección del proyecto, cuidándose de que esta desviación no se haga en forma sistemática.

La ejecución de los últimos 10 cm de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación posible a la colocación de la tubería o fundición del elemento estructural. Si por exceso de tiempo transcurrido entre la conformación final de la zanja y el tendido de las tuberías, se requiere un nuevo trabajo antes de tender la tubería, éste será por cuenta de Constructor.

Se debe vigilar que desde el momento en que se inicie la excavación, hasta que termine el relleno de la misma, incluyendo la instalación y prueba de la tubería, no transcurra un lapso mayor de siete días calendario, salvo en las condiciones especiales que serán absueltas por el Ingeniero Fiscalizador.

Cuando a juicio del Ingeniero Fiscalizador, el terreno que constituya el fondo de las zanjas sea poco resistente o inestable, se procederá a realizar sobre excavación hasta encontrar terreno conveniente; este material inaceptable se desalojará, y se procederá a reponer hasta el nivel de diseño, con tierra buena, replantillo de grava, piedra triturada o cualquier otro material que a juicio del Ingeniero Fiscalizador sea conveniente.

Si los materiales de fundación natural son aflojados y alterados por culpa del constructor, más de lo indicado en los planos, dicho material será removido, reemplazado, compactado, usando un material conveniente aprobado por el Ingeniero Fiscalizador, y a costo del contratista.

Cuando los bordes superiores de excavación de las zanjas estén en pavimentos, los cortes deberán ser lo más rectos y regulares posibles.

#### Excavación a mano en tierra

Se entenderá por excavación a mano sin clasificar la que se realice en materiales que pueden ser aflojados por los métodos ordinarios, aceptando presencia de fragmentos rocosos cuya dimensión máxima no supere los 5 cm, y el 40% del volumen excavado.

#### Excavación a mano en conglomerado y roca

Se entenderá por excavación a mano en conglomerado y roca, el trabajo de remover y desalojar fuera de la zanja los materiales, que no pueden ser aflojados por los métodos ordinarios.



Se entenderá por conglomerado la mezcla natural formada de un esqueleto mineral de áridos de diferentes granulometrías y un ligante, dotada de características de resistencia y cohesión, aceptando la presencia de bloques rocosos cuya dimensión se encuentre entre 5 cm y 60 cm.

Se entenderá por roca todo material mineral sólido que se encuentre en estado natural en grandes masas o fragmento con un volumen mayor de 200 dm<sup>3</sup>, y que requieren el uso de explosivos y/o equipo especial para su excavación y desalojo.

Cuando haya que extraer de la zanja fragmentos de rocas o de mamposterías, que en sitio formen parte de macizos que no tengan que ser extraídos totalmente para erigir las estructuras, los pedazos que se excaven dentro de los límites presumidos, serán considerados como roca, aunque su volumen sea menor de 200 dm<sup>3</sup>.

Cuando el fondo de la excavación, o plano de fundación tenga roca, se sobre-excavará una altura conveniente y se colocará replantillo con material adecuado de conformidad con el criterio del Ingeniero Fiscalizador.

#### Excavación con presencia de agua (fango)

La realización de esta excavación en zanja, se ocasiona por la presencia de aguas cuyo origen puede ser por diversas causas.

Como el agua dificulta el trabajo, disminuye la seguridad de personas y de la obra misma, siendo necesario tomar las debidas precauciones y protecciones.

Los métodos y formas de eliminar el agua de las excavaciones, pueden ser tabla-estacados, ataguías, bombeo, drenaje, cunetas y otros.

En los lugares sujetos a inundaciones de aguas lluvias se debe limitar efectuar excavaciones en tiempo lluvioso. Todas las excavaciones no deberán tener agua antes de colocar las tuberías y colectores, bajo ningún concepto se colocarán bajo agua.

Las zanjas se mantendrán secas hasta que las tuberías hayan sido completamente acopladas y en ese estado se conservarán por lo menos seis horas después de colocado el mortero y hormigón.

#### Excavación a máquina en tierra

Se entenderá por excavación a máquina de zanjas la que se realice según el proyecto para la fundición de elementos estructurales, alojar la tubería o colectores, incluyendo las operaciones necesarias para compactar, limpiar el



replanto y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones y conservación de las excavaciones por el tiempo que se requiera hasta una satisfactoria colocación de la tubería.

Excavación a máquina en tierra, comprenderá la remoción de todo tipo de material (sin clasificar) no incluido en las definiciones de roca, conglomerado y fango.

#### Excavación a máquina en conglomerado y roca

Se entenderá por excavación a máquina en conglomerado y roca, el trabajo de romper y desalojar con máquina fuera de la zanja los materiales mencionados.

Se entenderá por conglomerado la mezcla natural formada de un esqueleto mineral de áridos de diferente Granulometría y un ligante, dotada de características de resistencia y cohesión, con la presencia de bloques rocosos cuya dimensión se encuentre entre 5 cm y 60 cm.

Se entenderá por roca todo material mineral sólido que se encuentre en estado natural en grandes masas o fragmentos con un volumen mayor de 200 dm<sup>3</sup> y, que requieren el uso de explosivos y/o equipo especial para su excavación y desalojo.

Cuando haya que extraer de la zanja fragmentos de rocas o de mamposterías, que en sitio formen parte de macizos que no tengan que ser extraídos totalmente para erigir las estructuras, los pedazos que se excaven dentro de los límites presumidos, serán considerados como roca, aunque su volumen sea menor de 200 dm<sup>3</sup>.

Cuando el fondo de la excavación, o plano de fundación tenga roca, se sobre-excavará una altura conveniente y se colocará replanto adecuado de conformidad con el criterio del Ingeniero Fiscalizador.

#### Excavación a máquina con presencia de agua (en fango)

La realización de excavación a máquina de zanjas, con presencia de agua, puede ocasionarse por la aparición de aguas provenientes por diversas causas.

Como el agua dificulta el trabajo, disminuye la seguridad de personas y de la obra misma, es necesario tomar las debidas precauciones y protecciones.

Los métodos y formas de eliminar el agua de las excavaciones, pueden ser tabla-estacados, ataguías, bombeo, drenaje, cunetas y otros.





En los lugares sujetos a inundaciones de aguas lluvias se debe limitar efectuar excavaciones en tiempo lluvioso. Todas las excavaciones no deberán tener agua antes de colocar las tuberías y colectores, bajo ningún concepto se colocarán bajo agua.

Las zanjas se mantendrán secas hasta que las tuberías hayan sido completamente acoplados y en ese estado se conservarán por lo menos seis horas después de colocado el mortero y hormigón.

### **FORMA DE PAGO**

La excavación sea a mano o a máquina se medirá en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) con aproximación a la décima, determinándose los volúmenes en la obra según el proyecto y las disposiciones del Fiscalizador. No se considerarán las excavaciones hechas fuera del proyecto sin la autorización debida, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al Constructor.

El pago se realizará por el volumen realmente excavado, calculado por franjas en los rangos determinados en esta especificación, más no calculado por la altura total excavada

Se tomarán en cuenta las sobre-excavaciones cuando estas sean debidamente aprobadas por el Ingeniero Fiscalizador.

Los rasanteos de zanjas, conformación y compactación de subrasante, conformación de rasante de vías y la conformación de taludes se medirán en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) con aproximación a la décima.

### **CONCEPTOS DE TRABAJO**

EXCAVACIÓN ZANJA A MAQUINA H=0.00-2.75m (EN TIERRA) m<sup>3</sup>

EXCAVACIÓN ZANJA A MAQUINA H=2.76-3.99m (EN TIERRA) m<sup>3</sup>

#### **8.2.5. Rasanteo de zanjas**

### **DEFINICION**

Se entiende por rasanteo de zanja a mano la excavación manual del fondo de la zanja para adecuar la estructura de tal manera que esta quede asentada sobre una superficie consistente.



## ESPECIFICACIONES

El arreglo del fondo de la zanja se realizará a mano, por lo menos en una profundidad de 10 cm, de tal manera que la estructura quede apoyada en forma adecuada, para resistir los esfuerzos exteriores, considerando la clase de suelo de la zanja, de acuerdo a lo que se especifique en el proyecto.

El rasanteo se realizará de acuerdo a lo especificado en los planos de construcción proporcionados por la Entidad Contratante.

## FORMA DE PAGO

La unidad de medida de este rubro será el metro cuadrado y se pagará de acuerdo al precio unitario estipulado en el contrato. Se medirá con una aproximación de 2 decimales.

## CONCEPTOS DE TRABAJO

RASANTEO DE ZANJA A MANO	m2
--------------------------	----



## 8.2.6. Acarreo y transporte de materiales

### DEFINICION

#### *ACARREO*

Se entenderá por acarreo de material producto de excavaciones, la operación de cargar y transportar dicho material hasta los bancos de desperdicio o almacenamiento que se encuentren en la zona de libre colocación, que señale el proyecto y/o el Ingeniero Fiscalizado.

El acarreo, comprenderá también la actividad de movilizar el material producto de las excavaciones, de un sitio a otro, dentro del área de construcción de la obra y a una distancia mayor de 100 m, medida desde la ubicación original del material, en el caso de que se requiera utilizar dicho material para reposición o relleno. Si el acarreo se realiza en una distancia menor a 100 m, su costo se deberá incluir en el rubro que ocasione dicho acarreo.

El acarreo se podrá realizar con carretillas, al hombro, mediante acémilas o cualquier otra forma aceptable para su cabal cumplimiento.

En los proyectos en los que no se puede llegar hasta el sitio mismo de construcción de la obra con materiales pétreos y otros, sino que deben ser descargados cerca de ésta debido a que no existen vías de acceso carrozables, el acarreo de estos materiales será considerado dentro del análisis del rubro.

#### *TRANSPORTE*

Se entiende por transporte, todas las tareas que permiten llevar al sitio de obra, todos los materiales necesarios para su ejecución, para los que en los planos y documentos de la obra se indicará cuales son; y el desalojo desde el sitio de obra a los lugares determinados en los planos o por el Fiscalizador, de todos los materiales producto de las excavaciones, que no serán aprovechados en los rellenos y deben ser retirados.

Este rubro incluye: carga, transporte y volteo final,



## ESPECIFICACIONES

### ACARREO

Se entenderá por acarreo, la operación de carga, transporte y volteo, del material producto de las excavaciones y del que señalen los planos o indique el fiscalizador, hasta los bancos de desperdicio o almacenamiento que se encuentren dentro de la zona de libre colocación, que señale el proyecto y/o el fiscalizador.

El acarreo comprenderá también la actividad de movilizar el material producto de las excavaciones de un sitio a otro, dentro del área de construcción de la obra, cuando las condiciones impongan la necesidad de volver a ocupar dicho material en los rellenos o reposiciones.

El acarreo, se deberá realizar por medio de equipo mecánico adecuado en buenas condiciones, sin ocasionar la interrupción de tráfico de vehículos, ni causar molestias a los habitantes. Incluyen las actividades de carga, transporte y volteo.

En los proyectos en los que no se puede llegar hasta el sitio mismo de construcción de la obra con los materiales a emplearse en ella, sino que deben ser descargados cerca de la misma, debido a que no existen vías de acceso carrozables, el costo del acarreo de los materiales, deberá ser incluido dentro del análisis de los rubros afectados.

### TRANSPORTE

Llámesese transporte, a la operación de carga, desalojo y volteo, fuera de la zona libre de colocación señalada en el proyecto o fijada por el fiscalizador, de todos los materiales que deban ser retirados del área de la obra. El transporte se realizará del material autorizado por el Fiscalizador y a los sitios previamente determinados en los planos o dispuestos por la Fiscalización, este trabajo se ejecutará con los equipos adecuados, y de tal forma que no cause molestias a los usuarios de las vías ni a los moradores de los sitios de acopio.

El transporte deberá hacerse a los sitios señalados y por las rutas de recorrido fijadas por el fiscalizador, si el contratista decidiera otra ruta u otro sitio de recepción de los materiales desalojados, o transportados, la distancia para el pago será aquella que fue señalada por el fiscalizador o que consta en los planos determinada por el fiscalizador o los planos.



## FORMA DE PAGO

### ACARREO

Los trabajos de acarreo de materiales, se medirán para fines de pago en la forma siguiente:

El acarreo del material producto de la excavación en una distancia dentro de la zona de libre colocación, se medirá para fines de pago en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) con dos decimales de aproximación, de acuerdo a los precios estipulados en el Contrato, para el concepto de trabajo correspondiente.

Por zona de libre colocación se entenderá la zona comprendida entre el área de construcción de la obra y 1 (uno) kilómetro alrededor de la misma.

### TRANSPORTE

El transporte para el pago será calculado como el producto del volumen realmente transportado, por la distancia desde el centro de gravedad del lugar de las excavaciones hasta el sitio de descarga señalado por el fiscalizador, o los planos.

Para el cálculo del transporte se considerará: el volumen transportado aquel que ha sido realmente excavado medido en metros cúbicos en el sitio de obra, y la distancia medida en Kilómetros y fracción de Km. será la determinada por el fiscalizador en la ruta definida desde la obra al sitio de depósito.

### CONCEPTOS DE TRABAJO.-

ACARREO MECANICO HASTA 1 km (carga, transporte, volteo)	m <sup>3</sup>
TRANSPORTE (CARGA Y VOLTEO)	m <sup>3</sup> -km

### 8.2.7. Protección y entibamiento

#### DEFINICION

Protección y entibamiento son los trabajos que tienen por objeto evitar la socavación o derrumbamiento de las paredes de la excavación, para conseguir su estabilidad y proteger y dar seguridad a los trabajadores y estructuras colindantes.



## ESPECIFICACIONES

El constructor deberá realizar obras de entibado, soporte provisional, en aquellos sitios donde se encuentren estratos aluviales sueltos, permeables o deleznable, que no garanticen las condiciones de seguridad en el trabajo. Donde hubieren viviendas cercanas, se deberán considerar las medidas de soporte provisionales que aseguren la estabilidad de las estructuras.

### *Protección apuntalada*

Las tablas se colocan verticalmente contra las paredes de la excavación y se sostienen en esta posición mediante puntales transversales, que son ajustados en el propio lugar.

El objeto de colocar las tablas contra la pared es sostener la tierra e impedir que el puntal transversal se hunda en ella. El espesor y dimensiones de las tablas, así como el espaciamiento entre los puntales dependerán de las condiciones de la excavación y del criterio de la fiscalización.

Este sistema apuntalado es una medida de precaución, útil en las zanjas relativamente estrechas, con paredes de cangahua, arcilla compacta y otro material cohesivo. No debe usarse cuando la tendencia a la socavación sea pronunciada.

Esta protección es peligrosa en zanjas donde se haya iniciado deslizamientos, pues da una falsa sensación de seguridad.

### *Protección en esqueleto*

Esta protección consiste en tablas verticales, como en el anterior sistema, largueros horizontales que van de tabla a tabla y que sostienen en su posición por travesaños apretados con cuñas, si es que no se dispone de puntales extensibles, roscados y metálicos.

Esta forma de protección se usa en los suelos inseguros que al parecer solo necesitan un ligero sostén, pero que pueden mostrar una cierta tendencia a sufrir socavaciones de imprevisto.

Cuando se advierta el peligro, puede colocarse rápidamente una tabla detrás de los largueros y poner puntales transversales si es necesario. El tamaño de las piezas de madera, espaciamiento y modo de colocación, deben ser idénticos a los de una protección vertical completa, a fin de poder establecer ésta si fuera necesario.



### *Protección en caja*

La protección en caja está formada por tablas horizontales sostenidas contra las paredes de la zanja por piezas verticales, sujetas a su vez por puntales que no se extienden a través de la zanja. Este tipo de protección se usa en el caso de materiales que no sean suficientemente coherentes para permitir el uso de tablonés y en condiciones que no hagan aconsejable el uso de protección vertical, que sobresale sobre el borde de la zanja mientras se está colocando. La protección en caja se va colocando a medida que avanza las excavaciones. La longitud no protegida en cualquier momento no debe ser mayor que la anchura de tres o cuatro tablas.

### *Protección vertical*

Esta protección es el método más completo y seguro de revestimiento con madera.

Consiste en un sistema de largueros y puntales transversales dispuestos de tal modo que sostengan una pared sólida y continua de planchas o tablas verticales, contra los lados de la zanja. Este revestimiento puede hacerse así completamente impermeable al agua, usando tablas machiembradas, tablaestacas, láminas de acero, etc.

La armadura de protección debe llevar un puntal transversal en el extremo de cada larguero y otro en el centro.

Si los extremos de los largueros están sujetos por el mismo puntal transversal, cualquier accidente que desplace un larguero, se transmitirá al inmediato y puede causar un desplazamiento continuo a lo largo de la zanja, mientras que un movimiento de un larguero sujeto independientemente de los demás, no tendrá ningún efecto sobre éstos.

## **FORMA DE PAGO**

La colocación de entibados será medida en m<sup>2</sup> del área colocada directamente a la superficie de la tierra, el pago se hará al Constructor con los precios unitarios estipulados en el contrato

## **CONCEPTOS DE TRABAJO**

ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA

m<sup>2</sup>



### 8.2.8. Suministro e Instalación Tuberías H.S.

#### DEFINICION.-

Se entiende por suministro e instalación de tubería de hormigón simple, en las diferentes clases, las actividades que debe realizar el Constructor para suministrar, transportar, instalar y probar las tuberías de hormigón simple, ya sea de macho y campana o de caja y espiga, de conformidad con el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador

#### ESPECIFICACIONES.-

La tubería de hormigón a suministrar deberá cumplir con las siguiente norma:

\* INEN 1590 "TUBOS Y ACCESORIOS DE HORMIGON SIMPLE. REQUISITOS"

Previo a la instalación de las tuberías, el ingeniero fiscalizador podrá solicitar que el constructor, realice los ensayos correspondientes que prueben el cumplimiento de las indicadas normas y la calidad del tubo a suministrar.

#### INSTALACION EN LA ZANJA DE LA TUBERIA DE HORMIGON.

La instalación de la tubería de hormigón para alcantarillado, comprende las siguientes actividades que debe efectuar el Constructor:

##### a.- Procedimiento de instalación.

Las tuberías, serán instaladas de acuerdo a las alineaciones y pendientes indicadas en los planos. Cualquier cambio deberá ser aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

La pendiente se dejará marcada en estacas laterales, 1.00 m fuera de la zanja, o con el sistema de dos estacas, una a cada lado de la zanja, unidas por una pieza de madera rígida y clavada horizontalmente de estaca a estaca y perpendicular al eje de la zanja.

La colocación de la tubería se hará de tal manera que en ningún caso se tengan una desviación mayor a 5.00 (cinco) milímetros, de la alineación o nivel del proyecto, cuando se trate de tubería de hasta 600 mm de diámetro, o de 10.00 (diez) milímetros cuando se trate de diámetros mayores, cada pieza deberá tener un apoyo seguro y firme en toda su longitud, de modo que se





colocará de tal forma que el cuadrante inferior de su circunferencia descansa en toda su superficie sobre la plantilla o fondo de la zanja. No se permitirá colocar los tubos sobre piedras, calzados de madero y/o soportes de cualquier otra índole.

La colocación de la tubería se comenzará por la parte inferior de los tramos y se trabajará hacia arriba, de tal manera que la campana o la caja de la espiga quede situada hacia la parte más alta del tubo.

Los tubos serán cuidadosamente revisados antes de colocarlos en la zanja, rechazándose los deteriorados por cualquier causa.

Entre dos bocas de visita consecutivas la tubería deberá quedar en alineamiento recto, a menos que el tubo sea visitable por dentro o que vaya superficialmente, como sucede a veces en los colectores marginales.

No se permitirá la presencia de agua en la zanja durante la colocación de la tubería y hasta 6 horas después de colocado el mortero.

#### b.- Construcción de juntas.

Las juntas de las tuberías de hormigón se realizarán con mortero cemento-arena en proporción 1:3; debiéndose proceder a limpiar cuidadosamente los extremos de los tubos a unir, quitando la tierra o materiales extraños con cepillo de alambre, luego se humedecerán los extremos de los tubos que formarán la junta.

Para la tubería de espiga y campana, se llenará con mortero la semicircunferencia inferior de la campana, inmediatamente se coloca la espiga del siguiente tubo y se rellena con mortero suficiente la parte superior de la campana, conformando totalmente la junta. El revoque de la junta se realizará colocando un anillo a bisel en todo el perímetro. Se evitará que el anillo forme rebordes internos, utilizando balaustres o varas de madera de tal forma que, la junta interiormente sea lisa, regular y a ras con la superficie del tubo; el sistema varía de acuerdo al diámetro de la tubería que se está colocando.

Para la tubería de caja y espiga se seguirá un procedimiento similar al anterior, para sellar con un anillo de mortero en todo el perímetro, con un espesor de 3 cm; con un ancho de por lo menos 6 cm en todo caso será el Ingeniero Fiscalizador quien indique los espesores y anchos a utilizarse.

El interior de la tubería deberá quedar completamente liso y libre de suciedad y materias extrañas. Las superficies de los tubos en contacto deberán quedar rasantes en sus uniones. Cuando por cualquier motivo sea necesaria una suspensión de trabajos, deberá corcharse la tubería con tapones adecuados.



Una vez terminadas las juntas, hasta que hayan fraguado, deberán mantenerse libres de la acción perjudicial del agua de la zanja, así mismo se las protegerá del sol y se las mantendrá húmedas.

A medida que los tubos sean colocados, será puesto a mano suficiente relleno a cada lado del centro de los tubos para mantenerlos en el sitio, este relleno no deberá efectuarse sino después de tener en la zanja, por lo menos cinco tubos empalmados y revocados.

Se realizará el relleno total de las zanjas después de fraguado el mortero de las juntas, pero en ningún caso antes de tres días y de haber realizado las comprobaciones de nivel y alineación así como las pruebas hidrostáticas; estas últimas se realizarán por tramos completos entre pozos.

Las juntas en general, cualquiera que sea la forma de empate deberán llenar los siguientes requisitos:

- a. Impermeabilidad o alta resistencia a la filtración, para lo cual se harán pruebas cada tramo de tubería, entre pozo y pozo de visita, cuando más.
- b. Resistencia a la penetración, especialmente de las raíces.
- c. Resistencia a roturas y agrietamientos.
- d. Posibilidad de poner en uso los tubos, una vez terminada la junta.
- e. Resistencia a la corrosión especialmente por el sulfuro de hidrógeno y por los ácidos.
- f. No ser absorbentes.
- g. Economía de costos.

c.- Tipo de juntas.

Se usará sellado con mortero de cemento-arena en la proporción 1:3, de acuerdo a los planos y/o órdenes del Ingeniero Fiscalizador.

Cuando por circunstancias especiales, el lugar donde se construya un tramo de alcantarillado, esté la tubería a un nivel inferior al nivel freático, se tomarán cuidados especiales en la impermeabilidad de las juntas, para evitar la infiltración y la exfiltración.

La impermeabilidad de los tubos de hormigón y sus juntas, serán probadas por el Constructor en presencia del Ingeniero Fiscalizador y según lo determine este último, en una de las dos formas siguientes:



### **Prueba hidrostática accidental**

Esta prueba consistirá en dar a la parte más baja de la tubería, una carga de agua que no excederá de un tirante de 2 m. Se hará anclando la parte central de los tubos, con relleno de material producto de la excavación, y dejando completamente libre las juntas de los mismos. Si las juntas están defectuosas y acusaran fugas, el Constructor procederá a descargar las tuberías y rehacer las juntas defectuosas. Se repetirán estas pruebas hasta que no existan fugas en las juntas y el Ingeniero Fiscalizador quede satisfecho. Esta prueba hidrostática accidental se hará solamente en los casos siguientes:

Cuando el Ingeniero Fiscalizador tenga sospechas fundadas de que las juntas están defectuosas.

Cuando el Ingeniero Fiscalizador, recibió provisionalmente, por cualquier circunstancia un tramo existente entre pozo y pozo de visita.

Cuando las condiciones del trabajo requieran que el Constructor rellene zanjas en las que, por cualquier circunstancia se puedan ocasionar movimientos en las juntas, en este último caso el relleno de las zanjas servirá de anclaje de la tubería.

### **Prueba hidrostática sistemática**

Esta prueba se hará en todos los casos en que no se haga la prueba accidental. Consiste en vaciar, en el pozo de visita aguas arriba del tramo por probar, el contenido de 5 m<sup>3</sup> de agua, que desagüe al mencionado pozo de visita con una manguera de 15 cm (6") de diámetro, dejando correr el agua libremente a través del tramo a probar. En el pozo de visita aguas abajo, el Contratista colocará una bomba para evitar que se forme un tirante de agua que pueda dañar a las últimas juntas de mortero, que aún estén frescas. Esta prueba tiene por objeto comprobar que las juntas estén bien hechas en su parte inferior, ya que de no ser así presentarán fugas en estos sitios. Esta prueba debe hacerse antes de rellenar las zanjas. Si se encuentran fallas o fugas en las juntas al efectuar la prueba, el Constructor procederá a reparar las juntas defectuosas, y se repetirán las pruebas hasta que no se presenten fallas y el Ingeniero Fiscalizador apruebe estas juntas.

El Ingeniero Fiscalizador solamente recibirá del Constructor tramos de tubería totalmente terminados entre pozo y pozo de visita o entre dos estructuras sucesivas que formen parte del alcantarillado; habiéndose verificado previamente la prueba de impermeabilidad y comprobado que la tubería se encuentra limpia, libre de escombros u obstrucciones en toda su longitud.



### **FORMA DE PAGO.-**

El suministro, transporte, instalación y prueba de la tubería de hormigón para alcantarillado se medirá en metros lineales, con aproximación a la décima. Al efecto se determinará directamente en la obra la longitud de la tubería instalada según el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador, no considerándose para fines de pago las longitudes de tubo que penetren en el tubo siguiente ni las que ingresan en las paredes de los pozos, el pago se hará a los precios unitarios establecidos en el Contrato.

### **CONCEPTOS DE TRABAJO.-**

TUBERIA HORMIGON SIMPLE CL2 200MM (MAT.TRAN.INST)	m
TUBERIA HORMIGON SIMPLE CL2 250MM (MAT.TRAN.INST)	m
TUBERIA HORMIGON SIMPLE CL2 300MM (MAT.TRAN.INST)	m
TUBERIA HORMIGON SIMPLE CL2 400MM (MAT.TRAN.INST)	m
TUBERIA HORMIGON SIMPLE CL3 150MM (MAT.TRAN.INST)	m
TUBERIA HORMIGON SIMPLE CL3 250MM (MAT.TRAN.INST)	m
TUBERIA HORMIGON SIMPLE CL3 300MM (MAT.TRAN.INST)	m
TUBERIA HORMIGON SIMPLE CL3 500MM (MAT.TRAN.INST)	m

### **8.2.9. Rellenos**

#### **DEFINICIÓN.-**

Se entiende por relleno el conjunto de operaciones que deben realizarse para restituir con materiales y técnicas apropiadas, las excavaciones que se hayan realizado para alojar, tuberías o estructuras auxiliares, hasta el nivel original del terreno o la calzada a nivel de subrasante sin considerar el espesor de la estructura del pavimento si existiera, o hasta los niveles determinados en el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador. Se incluye además los terraplenes que deben realizarse.



## ESPECIFICACIONES.-

### ***Relleno***

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavaciones sin antes obtener la aprobación del Ingeniero Fiscalizador, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el Constructor tenga derecho a ninguna retribución por ello. El Ingeniero Fiscalizador debe comprobar la pendiente y alineación del tramo.

El material y el procedimiento de relleno deben tener la aprobación del Ingeniero Fiscalizador. El Constructor será responsable por cualquier desplazamiento de la tubería u otras estructuras, así como de los daños o inestabilidad de los mismos causados por el inadecuado procedimiento de relleno.

Los tubos o estructuras fundidas en sitio, no serán cubiertos de relleno, hasta que el hormigón haya adquirido la suficiente resistencia para soportar las cargas impuestas. El material de relleno no se dejará caer directamente sobre las tuberías o estructuras. Las operaciones de relleno en cada tramo de zanja serán terminadas sin demora y ninguna parte de los tramos de tubería se dejará parcialmente rellena por un largo período.

La primera parte del relleno se hará invariablemente empleando en ella tierra fina seleccionada, exenta de piedras, ladrillos, tejas y otros materiales duros; los espacios entre la tubería o estructuras y el talud de la zanja deberán rellenarse cuidadosamente con pala y apisonamiento suficiente hasta alcanzar un nivel de 30 cm sobre la superficie superior del tubo o estructuras; en caso de trabajos de jardinería el relleno se hará en su totalidad con el material indicado. Como norma general el apisonado hasta los 60 cm sobre la tubería o estructura será ejecutado cuidadosamente y con pisón de mano; de allí en adelante se podrá emplear otros elementos mecánicos, como rodillos o compactadores neumáticos.

Se debe tener el cuidado de no transitar ni ejecutar trabajos innecesarios sobre la tubería hasta que el relleno tenga un mínimo de 30 cm sobre la misma o cualquier otra estructura.

Los rellenos que se hagan en zanjas ubicadas en terrenos de fuerte pendiente, se terminarán en la capa superficial empleando material que contenga piedras lo suficientemente grandes para evitar el deslave del relleno motivado por el escurrimiento de las aguas pluviales, o cualquier otra protección que el fiscalizador considere conveniente.

En cada caso particular el Ingeniero Fiscalizador dictará las disposiciones pertinentes.



Cuando se utilice tablaestacados cerrados de madera colocados a los costados de la tubería antes de hacer el relleno de la zanja, se los cortará y dejará en su lugar hasta una altura de 40 cm sobre el tope de la tubería a no ser que se utilice material granular para realizar el relleno de la zanja. En este caso, la remoción del tablaestacado deberá hacerse por etapas, asegurándose que todo el espacio que ocupa el tablaestacado sea relleno completa y perfectamente con un material granular adecuado de modo que no queden espacios vacíos.

La construcción de las estructuras de los pozos de revisión requeridos en la calles, incluyendo la instalación de sus cercos y tapas metálicas, deberá realizarse simultáneamente con la terminación del relleno y capa de rodadura para restablecer el servicio del tránsito lo antes posible en cada tramo.

### **Compactación**

El grado de compactación que se debe dar a un relleno varía de acuerdo a la ubicación de la zanja; así en calles importantes o en aquellas que van a ser pavimentadas, se requiere un alto grado de compactación. En zonas donde no existan calles ni posibilidad de expansión de la población no se requerirá un alto grado de compactación. El grado de compactación que se debe dar a un relleno varía de acuerdo a la ubicación de la zanja; así en calles importantes y aquellas que van a ser pavimentadas, se requiere un alto grado de compactación (90 % Proctor). En zonas donde no existan calles ni posibilidad de expansión de la población no se requerirá un alto grado de compactación (85 % Proctor). La comprobación de la compactación se realizará mínimo cada 50 metros y nunca menos de 2 comprobaciones.

Cuando por naturaleza del trabajo o del material, no se requiera un grado de compactación especial, el relleno se realizará en capas sucesivas no mayores de 20 cm; la última capa debe colmarse y dejar sobre ella un montículo de 15 cm sobre el nivel natural del terreno o del nivel que determine el proyecto o el Ingeniero Fiscalizador. Los métodos de compactación difieren para material cohesivo y no cohesivo.

Para material cohesivo, esto es, material arcilloso, se usarán compactadores neumáticos; si el ancho de la zanja lo permite, se puede utilizar rodillos pata de cabra. Cualquiera que sea el equipo, se pondrá especial cuidado para no producir daños en las tuberías. Con el propósito de obtener una densidad cercana a la máxima, el contenido de humedad de material de relleno debe ser similar al óptimo; con ese objeto, si el material se encuentra demasiado seco se añadirá la cantidad necesaria de agua; en caso contrario, si existiera exceso de humedad es necesario secar el material extendiéndole en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua.



En el caso de material no cohesivo se utilizará el método de inundación con agua para obtener el grado deseado de compactación; en este caso se tendrá cuidado de impedir que el agua fluya sobre la parte superior del relleno. El material no cohesivo también puede ser compactado utilizando vibradores mecánicos o chorros de agua a presión.

Una vez que la zanja haya sido rellena y compactada, el Constructor deberá limpiar la calle de todo sobrante de material de relleno o cualquier otra clase de material. Si así no se procediera, el Ingeniero Fiscalizador podrá ordenar la paralización de todos los demás trabajos hasta que la mencionada limpieza se haya efectuado y el Constructor no podrá hacer reclamos por extensión del tiempo o demora ocasionada.

Material para relleno: excavado, de préstamo, terrocemento

En el relleno se empleará preferentemente el producto de la propia excavación, cuando éste no sea apropiado se seleccionará otro material de préstamo, con el que previo el visto bueno del Ingeniero Fiscalizador se procederá a realizar el relleno. En ningún caso el material de relleno deberá tener un peso específico en seco menor de 1.600 kg/m<sup>3</sup>. El material seleccionado puede ser cohesivo, pero en todo caso cumplirá con los siguientes requisitos:

- a) No debe contener material orgánico.
- b) En el caso de ser material granular, el tamaño del agregado será menor o a lo más igual que 5 cm.
- c) Deberá ser aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

Cuando los diseños señalen que las características del suelo deben ser mejoradas, se realizará un cambio de suelo con mezcla de tierra y cemento (terrocemento) en las proporciones indicadas en los planos o de acuerdo a las indicaciones del Ingeniero Fiscalizador. La tierra utilizada para la mezcla debe cumplir con los requisitos del material para relleno.

## FORMA DE PAGO

El relleno y compactación de zanjas que efectúe el Constructor le será medido para fines de pago en m<sup>3</sup>, con aproximación de dos decimales. Al efecto se medirán los volúmenes efectivamente colocados en las excavaciones. El material empleado en el relleno de sobreexcavación o derrumbes imputables al Constructor, no será cuantificado para fines de estimación y pago.



## CONCEPTOS DE TRABAJO

RELLENO COMPACTADO (MAT. EXCAVACIÓN)	m3
RELLENO COMPACTADO ( MATERIAL PRESTAMO)	m3

### 8.2.10. Construcción de pozos de revisión

#### DEFINICION

Se entenderán por pozos de revisión, las estructuras diseñadas y destinadas para permitir el acceso al interior de las tuberías o colectores de alcantarillado, especialmente para limpieza, incluye material, transporte e instalación.

#### ESPECIFICACIONES

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

No se permitirá que existan más de 160 metros de tubería o colectores instalados, sin que oportunamente se construyan los respectivos pozos.

Los pozos de revisión se construirán de acuerdo a los planos del proyecto, tanto los de diseño común como los de diseño especial que incluyen a aquellos que van sobre los colectores

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

Todos los pozos de revisión deberán ser construidos en una fundación adecuada, de acuerdo a la carga que estos producen y de acuerdo a la calidad del terreno soportante.

Se usarán para la construcción los planos de detalle existentes. Cuando la subrasante está formada por material poco resistente, será necesario renovarla y reemplazarla por material granular, o con hormigón de espesor suficiente para construir una fundación adecuada en cada pozo.

Los pozos de revisión serán construidos de hormigón simple  $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$  y de acuerdo a los diseños del proyecto. En la planta de los pozos de revisión se realizarán los canales de media caña correspondientes, debiendo pulirse y





acabarse perfectamente de acuerdo con los planos. Los canales se realizarán con uno de los procedimientos siguientes:

- a) Al hacerse el fundido del hormigón de la base se formarán directamente las "medias cañas", mediante el empleo de cerchas.
- b) Se colocarán tuberías cortadas a "media caña" al fundir el hormigón, para lo cual se continuarán dentro del pozo los conductos de alcantarillado, colocando después del hormigón de la base, hasta la mitad de los conductos del alcantarillado, cortándose a cincel la mitad superior de los tubos después de que se endurezca suficientemente el hormigón. La utilización de este método no implica el pago adicional de longitud de tubería.

Para la construcción, los diferentes materiales se sujetarán a lo especificado en los numerales correspondientes de estas especificaciones y deberá incluir en el costo de este rubro los siguientes materiales: hierro, cemento, agregados, agua, encofrado del pozo, cerco y tapa de hierro fundido.

Se deberá dar un acabado liso a la pared interior del pozo, en especial al área inferior ubicada hasta un metro del fondo.

Para el acceso por el pozo se dispondrá de estribos o peldaños formados con varillas de hierro de 16 mm de diámetro, con recorte de aleta en las extremidades para empotrarse, en una longitud de 20 cm y colocados a 40 cm de espaciamiento; los peldaños irán debidamente empotrados y asegurados formando un saliente de 15 cm por 30 cm de ancho, deberán ser pintados con dos manos de pintura anticorrosiva y deben colocarse en forma alternada.

La construcción de los pozos de revisión incluye la instalación del cerco y la tapa. Los cercos y tapas pueden ser de Hierro Fundido u Hormigón Armado.

Los cercos y tapas de HF cumplirán con la Norma ASTM-C48 tipo C.

La armadura de las tapas de HA estará de acuerdo a los respectivos planos de detalle y el hormigón será de  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .

## FORMA DE PAGO

La construcción de los pozos de revisión se medirá en unidades, determinándose en obra el número construido de acuerdo al proyecto y órdenes del Ingeniero Fiscalizador, de conformidad a los diversos tipos y profundidades.

La construcción del pozo incluye: losa de fondo, paredes, estribos, cerco y tapa de HF.



La altura que se indica en estas especificaciones corresponde a la altura libre del pozo.

El pago se hará con los precios unitarios estipulados en el contrato.

### CONCEPTOS DE TRABAJO

POZO REVISION H.S. H=1.26-1.75M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u
POZO REVISION H.S. H=1.76-2.25M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u
POZO REVISION H.S. H=2.26-2.75M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u
POZO REVISION H.S. H=3.26-3.75M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u
POZO REVISION H.S. H=3.76-4.25M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u
POZO REVISION H.S. H=4.26-4.75M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u
POZO REVISION H.S. H=4.76-5.25M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u

### 8.2.11. Construcción de Sumideros de Calzada y Acera

#### DEFINICIÓN

Se entiende por sumideros de calzada o de acera, la estructura que permite la concentración y descarga del agua lluvia a la red de alcantarillado. El constructor deberá realizar todas las actividades para construir dichas estructuras, de acuerdo con los planos de detalle y en los sitios que indique el proyecto y/u ordene el ingeniero fiscalizador, incluye suministro, transporte e instalación.

#### ESPECIFICACIONES

Los sumideros de calzada para aguas lluvias serán construidos en los lugares señalados en los planos y de acuerdo a los perfiles longitudinales transversales y planos de detalles; estarán localizados en la parte más baja de la calzada favoreciendo la concentración de aguas lluvias en forma rápida e inmediata.



Los sumideros de calzada irán localizados en la calzada propiamente dicha, junto al bordillo o cinta gotera y generalmente al iniciarse las curvas en las esquinas.

Los sumideros se conectarán directamente a los pozos de revisión. El tubo de conexión deberá quedar perfectamente recortado en la pared interior del pozo formando con este una superficie lisa.

Para el enchufe en el pozo no se utilizarán piezas especiales y únicamente se realizará el orificio en el mismo, a fin de obtener el enchufe mencionado, el que deberá ser realizado con mortero cemento arena 1:3

La conexión del sumidero al pozo será mediante tubería de 200 mm de diámetro, unida a la salida del sifón del sumidero con mortero cemento arena 1-3, en la instalación de la tubería se deberá cuidar que la pendiente no sea menor del 2% ni mayor del 20%

El sifón del sumidero será construido de hormigón simple  $f_c = 180 \text{ Kg/cm}^2$  y de conformidad a los planos de detalle, El pico o salida del sifón debe tener un diámetro interior de 200 mm, para poder unirlo a la tubería de conexión y estar en la dirección en la que se va a colocar la tubería.

El cerco y rejilla se asentarán en los bordes del sifón utilizando mortero cemento arena 1:3 Se deberá tener mucho cuidado en los niveles de tal manera de obtener superficies lisas en la calzada.

### Rejilla

De acuerdo con los planos de detalle, las rejillas deben tener una sección de 0.55 m x 0.45 m y una altura total de cerco y rejilla de 0.25 m, las rejillas se colocarán sujetas al cerco mediante goznes de seguridad con pasadores de  $d=5/8"$  puestos a presión a través de los orificios dejados en el cerco.

La fundición de hierro gris será de buena calidad, de grano uniforme, sin protuberancias, cavidades, ni otros defectos que interfieran con su uso normal. Todas las piezas serán limpiadas antes de su inspección y luego cubiertas por una capa gruesa de pintura bitumástica uniforme, que en frío de una consistencia tenaz y elástica (no vidriosa).

La fundición de los cercos y rejillas de hierro fundido para alcantarillado deben cumplir con la Norma ASTM A 48 y deberá ser aprobada por la EMAAP-Q.



## FORMA DE PAGO

La construcción de sumideros de calzada o acera, en sistemas de alcantarillado, se medirá en unidades. Al efecto se determinará en obra el número de sumideros construidos de acuerdo a los planos y/o órdenes del Ingeniero Fiscalizador.

En el precio unitario se deberá incluir materiales como cemento, agregados, encofrado, el cerco y la rejilla (en el caso de que el rubro considere la provisión del cerco y la rejilla). Se deberá dar un acabado liso a las paredes interiores del sifón.

## CONCEPTOS DE TRABAJO

SUMIDERO CALZADA CERCO/REJILLA HF u  
(PROVISIÓN Y MONTAJE)

### 8.2.12. Empates

#### DEFINICION

Se entiende por construcción de empate a colector, al conjunto de acciones que debe ejecutar el Constructor, para hacer la perforación en el colector a fin de enchufar la tubería de los servicios domiciliarios y de los sumideros.

Se entiende por construcción de empate a tubería, al conjunto de acciones que debe ejecutar el Constructor, para hacer la perforación en la tubería a fin de enchufar la tubería de los servicios domiciliarios y de los sumideros.

Se entiende por construcción de empate a pozo, al conjunto de acciones que debe ejecutar el Constructor, para hacer la perforación en pozos a fin de enchufar la tubería de los servicios domiciliarios y de los sumideros.

Se entiende por construcción de empate a tubería plástica, al conjunto de acciones que debe ejecutar el Constructor, para hacer la perforación en la tubería a fin de enchufar la tubería de los servicios domiciliarios y de los sumideros.



## ESPECIFICACIONES

Los tubos de conexión deben ser enchufados al colector, de manera que la corona del tubo de conexión quede por encima del nivel máximo de las aguas que circulan por el canal central. En ningún punto el tubo de conexión sobrepasará las paredes del colector al que es conectado, para permitir el libre curso del agua. No se empleará ninguna pieza especial, sino que se hará un orificio en el colector en la que se conectará la conexión. Este enchufe será perfectamente empinado con mortero cemento arena 1:3.

Los tubos de conexión deben ser enchufados a la tubería, de manera que la corona del tubo de conexión quede por encima del nivel máximo de las aguas que circulan por el canal central. En ningún punto el tubo de conexión sobrepasará las paredes de la tubería a la que es conectado, para permitir el libre curso del agua. No se empleará ninguna pieza especial, sino que se hará un orificio en la tubería en la que se conectará la conexión. Este enchufe será perfectamente empinado con mortero cemento arena 1:3.

Los tubos de conexión deben ser enchufados al pozo, de manera que la corona del tubo de conexión quede por encima del nivel máximo de las aguas que circulan por el canal central. En ningún punto el tubo de conexión sobrepasará las paredes del pozo al que es conectado, para permitir el libre curso del agua. No se empleará ninguna pieza especial, sino que se hará un orificio en el pozo en la que se conectará la conexión. Este enchufe será perfectamente empinado con mortero cemento arena 1:3.

Los tubos de conexión deben ser enchufados a la tubería plástica, de manera que la corona del tubo de conexión quede por encima del nivel máximo de las aguas que circulan por el canal central. En ningún punto el tubo de conexión sobrepasará las paredes de la tubería a la que es conectado, para permitir el libre curso del agua. Se empleará las piezas especiales que se necesite para realizar el empate.

## FORMA DE PAGO

La construcción de empate a colectores, tuberías, pozos, se medirá en unidades. Al efecto se determinará directamente en la obra el número de construcción de empates hechas por el Constructor.

## CONCEPTOS DE TRABAJO

EMPATE A POZO MORTERO 1:3

u



### 8.2.13. Construcción de Conexiones Domiciliarias

#### DEFINICIÓN

Se entiende por construcción de cajas domiciliarias de hormigón simple, al conjunto de acciones que debe ejecutar el constructor para poner en obra la caja de revisión que se unirá con una tubería a la red de alcantarillado.

#### ESPECIFICACIONES

Las cajas domiciliarias serán de hormigón simple de 180 kg/cm<sup>2</sup> y de profundidad variable de 0,60 m a 1,50 m, se colocarán frente a toda casa o lote donde pueda haber una construcción futura y/o donde indique el Ingeniero Fiscalizador. Las cajas domiciliarias frente a los predios sin edificar se los dejará igualmente a la profundidad adecuada, y la guía que sale de la caja de revisión se taponará con bloque o ladrillo y un mortero pobre de cemento Portland.

Cada propiedad deberá tener una acometida propia al alcantarillado, con caja de revisión y tubería con un diámetro mínimo del ramal de 150 mm. Cuando por razones topográficas sea imposible garantizar una salida independiente al alcantarillado, se permitirá para uno o varios lotes que por un mismo ramal auxiliar, éstos se conecten a la red, en este caso el ramal auxiliar será mínimo de 200 mm.

Los tubos de conexión deben ser enchufados a las cajas domiciliarias de hormigón simple, en ningún punto el tubo de conexión sobrepasará las paredes interiores, para permitir el libre curso del agua.

Una vez que se hayan terminado de instalar las tuberías y accesorios de las conexiones domiciliarias, con la presencia del fiscalizador, se harán las pruebas correspondientes de funcionamiento y la verificación de que no existan fugas.

#### FORMA DE PAGO

Las cantidades a cancelarse por las cajas domiciliarias de hormigón simple de las conexiones domiciliarias serán las unidades efectivamente realizadas.

#### CONCEPTOS DE TRABAJO

CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A.	u
CAJA REVISIÓN 0.6X0.6 M CON TAPA H.A.	u



## 8.2.14. Encofrado y Desencofrado

### DEFINICIÓN

Se entenderá por encofrados las formas volumétricas, que se confeccionan con piezas de madera, metálicas o de otro material resistente para que soporten el vaciado del hormigón con el fin de amoldarlo a la forma prevista.

Desencofrado se refiere a aquellas actividades mediante las cuales se retira los encofrados de los elementos fundidos, luego de que ha transcurrido un tiempo prudencial, y el hormigón vertido ha alcanzado cierta resistencia.

### ESPECIFICACIONES

Los encofrados contruidos de madera pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales; deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión, resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeable para evitar la pérdida de la lechada.

Los encofrados para tabiques o paredes delgadas, estarán formados por tableros compuestos de tablas y bastidores o de madera contrachapada de un espesor adecuado al objetivo del encofrado, pero en ningún caso menores de 1 cm.

Los tableros se mantendrán en su posición, mediante pernos, de un diámetro mínimo de 8 mm roscados de lado a lado, con arandelas y tuercas.

Estos tirantes y los espaciadores de madera, formarán el encofrado, que por sí solos resistirán los esfuerzos hidráulicos del vaciado y vibrado del hormigón. Los apuntalamientos y riostras servirán solamente para mantener a los tableros en su posición, vertical o no, pero en todo caso no resistirán esfuerzos hidráulicos.

Al colar hormigón contra las formas, éstas deberán estar libres de incrustaciones de mortero, lechada u otros materiales extraños que pudieran contaminar el hormigón. Antes de depositar el hormigón; las superficies del encofrado deberán aceitarse con aceite comercial para encofrados de origen mineral.

Los encofrados metálicos pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales; deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión, resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente



impermeable para evitar la pérdida de la lechada. En caso de ser tablero metálico de tol, su espesor no debe ser inferior a 2 mm.

Las formas se dejarán en su lugar hasta que la fiscalización autorice su remoción, y se removerán con cuidado para no dañar el hormigón.

La remoción se autorizará y efectuará tan pronto como sea factible; para evitar demoras en la aplicación del compuesto para sellar o realizar el curado con agua, y permitir la más pronto posible, la reparación de los desperfectos del hormigón.

Con la máxima anticipación posible para cada caso, el Constructor dará a conocer a la fiscalización los métodos y material que empleará para construcción de los encofrados. La autorización previa del Fiscalizador para el procedimiento del colado, no relevará al Constructor de sus responsabilidades en cuanto al acabado final del hormigón dentro de las líneas y niveles ordenados.

Después de que los encofrados para las estructuras de hormigón hayan sido colocados en su posición final, serán inspeccionados por la fiscalización para comprobar que son adecuados en construcción, colocación y resistencia, pudiendo exigir al Constructor el cálculo de elementos encofrados que ameriten esa exigencia.

Para la construcción de tanques de agua potable se emplearán tableros de contrachapados o de superior calidad.

El uso de vibradores exige el empleo de encofrados más resistentes que cuando se usan métodos de compactación a mano.

## **FORMA DE PAGO**

Los encofrados se medirán en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) con aproximación de dos decimales.

Los encofrados de bordillos (2 lados) y los encofrados filos de losa se medirán en metros con aproximación de dos decimales

Al efecto, se medirán directamente en la estructura las superficies de hormigón que fueran cubiertas por las formas al tiempo que estén en contacto con los encofrados empleados.

No se medirán para efectos de pago las superficies de encofrado empleadas para confinar hormigón que debió ser vaciado directamente contra la excavación y que debió ser encofrada por causa de sobre excavaciones u otras causa imputables al Constructor, ni tampoco los encofrados empleados fuera de las líneas y niveles del proyecto.





La obra falsa de madera para sustentar los encofrados estará incluida en el pago.

El constructor podrá sustituir, al mismo costo, los materiales con los que está constituido el encofrado (otro material más resistente), siempre y cuando se mejore la especificación, previa la aceptación del Ingeniero fiscalizador.

## CONCEPTOS DE TRABAJO

ENCOFRADO/DESENCOFRADO MADERA MONTE CEPILLADA m2

### 8.2.15. Hormigones

#### DEFINICIÓN

Se entiende por hormigón al producto endurecido resultante de la mezcla adecuada de cemento Pórtland tipo I según la Especificación ASTM-C 150, con agregado fino y grueso, agua y aditivos aprobados por la Fiscalización.

#### Tipos de hormigones

##### Hormigón ciclópeo

1. Es el hormigón simple, al que se añade hasta 40% de volumen de piedra, de preferencia angular de tamaño variable entre 10 y 25 centímetros de diámetro. El hormigón ciclópeo tiene una resistencia a los 28 días de 149 kg/cm<sup>2</sup>. Para construir se coloca primeramente una capa de hormigón simple de 15 cm de espesor, sobre la cual se coloca a mano una capa de piedra, sobre ésta otra capa de hormigón simple de 15 cm y así sucesivamente. Se tendrá cuidado para que las piedras no estén en ningún momento a distancias menores de 5 cm entre ellas y los bordes de las estructuras.

##### Hormigón Simple

Es el hormigón en el que se utiliza ripio de hasta 5 cm de diámetro y desde luego todos los componentes de hormigón.

2. La dosificación del hormigón varía de acuerdo a las necesidades:

a. Hormigón Simple de 140 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a los 28 días es utilizado regularmente en construcción de muros de hormigón de mayor espesor, pavimentos, cimientos de edificios, pisos y anclajes de tubería.



b. Hormigón Simple de 210 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a los 28 días es utilizado regularmente en construcción de muros no voluminosos y obras de hormigón armado en general.

### **Hormigón armado**

Es el hormigón simple al que se le añade hierro de refuerzo de acuerdo a requerimientos propios de cada estructura.

### **Fabricación del Hormigón**

1. Generalidades: El constructor deberá disponer de un equipo principal de dosificación de mezclado, en óptimas condiciones de funcionamiento, de tal manera de alcanzar un esfuerzo mínimo de rotura a los 28 días de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.
2. Agregados: Para los diferentes tamaños, se podrá utilizar un dispositivo de pesaje individual o acumulativo. En los compartimientos, los agregados deberán tener un contenido uniforme de humedad. No se permitirá uso de agregado fino, cuyo contenido de humedad sea mayor al 18 %.
3. Cemento: La dosificación del cemento se hará al peso, automática y separadamente de los otros ingredientes. No se permitirá el pesaje acumulativo con los agregados. Un sistema de vibración deberá asegurar la descarga completa del cemento de la revolvedora.
4. Agua: Se la dosificará al peso o al volumen. Una instrumentación adecuada deberá permitir su medición, según los requerimientos en cada mezcla.
5. Aditivos: El equipo de dosificación deberá corresponder a las recomendaciones de los fabricantes de aditivos. Poseerá un sistema de medida de dosificación que permitirá variar la cantidad de descarga, según convenga.
6. El hormigón consistirá de cemento, agregados clasificados y agua debidamente mezclada. El hormigón de cada mezcla deberá satisfacer el requisito de resistencia de 28 días.
7. A menos que fuere necesario y una vez aprobado por el fiscalizador, se utilizará cemento distinto al ordinario tipo Y.
8. Las proporciones precisas serán decididas por los resultados de las mezclas de prueba hechas con cemento, agregados y agua a ser utilizados en las obras. Los contenidos de cemento serán los mínimos permitidos.



## Dosificación

Generalidades: La dosificación podrá ser cambiada cuando fuere conveniente, para mantener la calidad y resistencia de hormigón requerido en las distintas estructuras o para afrontar las diferentes condiciones que se encuentren durante la construcción.

## Especificaciones

1. Proporción de las mezclas y ensayos. La resistencia requerida de los hormigones se ensayará en muestras cilíndricas de 13.5 cm ( 6" ) de diámetro por 30.5 cm ( 12" ) de alto, de acuerdo con las recomendaciones y requisitos de las especificaciones ASTM – C 172, C 192, C 39.

2. Los resultados de los ensayos a compresión, a los 7 y 28 días, deberán ser iguales a las resistencias especificadas; y no más del 10% de los resultados de por lo menos 20 ensayos ( 4 cilindros por cada ensayo; 1 se ensayará a los 7 días y los 3 restantes a los 28 días ), deberán tener valores inferiores al promedio.

3. Las mezclas frescas de hormigón deberán ser uniformes, homogéneas y estables, no expuestas a segregación y que garanticen la estabilidad y durabilidad de las estructuras. Su uniformidad puede ser controlada según la especificación ASTM C-39. Su consistencia será definida por el fiscalizador y será controlada en campo por el método Factor de

Compactación de ACI, o por los ensayos de asentamiento, según norma

ASTM C-143.

4. Todos los ensayos que permitan ejercer el control de calidad de las mezclas de hormigón, deberán ser efectuados por el fiscalizador, inmediatamente después de la descarga de las revolvedoras. El envío de los cuatro cilindros para cada ensayo se hará en caja de madera.

5. Relación agua/cemento: Será determinada por las mezclas de prueba; en ningún caso la relación agua/cemento usada en las obras, excederá en un

10% de la determinada en las pruebas.

6. Los mecanismos de pesado y dispersión de agua deberán ser mantenidos en buen funcionamiento. Su exactitud deberá ser verificada. Las mezcladoras que han estado fuera de uso por más de 30 minutos, deberán ser completamente limpiadas antes de que cualquier hormigón sea mezclado.

7. El hormigón preparado fuera del emplazamiento deberá cumplir con todos los requerimientos de hormigón mezclado en el emplazamiento. El hormigón



cargado en camiones mezcladores deberá estar compactado y en su posición final dentro de las dos horas posteriores a la mezcla del cemento con los agregados.

8. Cuando se use hormigón mezclado en camión, el agua será añadida bajo supervisión ya sea en el emplazamiento, o en la planta central del mezclado, pero bajo ninguna circunstancia se deberá añadir durante el transporte.

### **Tratamientos previos a la colocación del hormigón**

1. *Generalidades:* Para la colocación del hormigón, el constructor solicitará la autorización del fiscalizador por lo menos con 24 horas de anticipación. No se ejecutará ningún vaciado, sin previa inspección y aprobación del fiscalizador, de los encofrados y los elementos embebidos según los planos y estas especificaciones, así como el método a usarse para la colocación.

2. Se evitará el vaciado de hormigones sobre superficies inundadas, a menos que se disponga de equipos adecuados y de la autorización por escrito del fiscalizador. No se permitirá el vaciado sobre agua corriente y tampoco la acción de esta, mientras el endurecimiento del hormigón no garantice su comportamiento eficiente.

3. Superficie de fundación: Antes de colocar un hormigón sobre la superficie de fundación, ésta deberá estar exenta de agua estancada, lodos, aceite o residuos de cualquier material y cubierta de una capa de replantillo de hormigón simple clase C ( $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ ) de por lo menos 7.5 cm de espesor.

4. Superficie de construcción: Toda superficie sobre la cual se va a colocar hormigón o mortero fresco, incluyendo aquellas de hormigón ya endurecido (juntas de construcción), deberá ser rugosa, previamente limpiada, humedecida y exenta de todo material suelto indeseable. Si la superficie de contacto con el hormigón presentase alguna zona defectuosa o contaminada, ésta deberá ser completamente removida.

5. Para el proceso de limpieza se podrá utilizar cualquier método conocido por el fiscalizador, como por ejemplo entre otros: picado, chorro de agua y aire a alta presión, chorros de arena húmeda a alta presión, etc. Inmediatamente antes de la colocación de hormigón, la zona de contacto será preparada cuidadosamente; se la deberá lavar, cubrir de una pasta de cemento y por el último con una capa de mortero de aproximadamente 1cm de espesor, cuyas características serán iguales a las del hormigón a colocar excluido el agregado grueso.



## Colocación del hormigón

No se colocará el hormigón mientras los encofrados de obra no hayan sido revisados y, de ser necesario, corregidos y mientras todo el acero de refuerzo no esté completo, limpio y debidamente colocado en su sitio.

## Temperatura del hormigón

Durante la colocación, la temperatura del hormigón no deberá ser mayor a 21°C ni menor a 5°C.

## Colocación (vaciado):

Para la ejecución y control de los trabajos, se podrá utilizar las recomendaciones del ACI – 59 o las especificaciones del ASTM. El contratista deberá notificar al fiscalizador el momento en que se realizará el vaciado del hormigón fresco, de acuerdo con el plan y equipos ya aprobados. Todo el proceso de vaciado, a menos que se justifique para algún caso específico, se realizará bajo la presencia del fiscalizador.

En caso de interrupción en el proceso de vaciado continuo, el contratista procurará que ésta se produzca fuera de la zona crítica de la estructura o en su defecto procederá a la formación inmediata de una junta de construcción técnicamente diseñada o ejecutada, según los requerimientos del caso. Para la colocación de una misma clase de hormigón, se usarán los métodos y equipos más convenientes. El hormigón será compactado al máximo practicable de densidad, libre de acumulaciones de agregado grueso o aire entrampado y óptimamente acomodado a las formas del encofrado y de los elementos embebidos. El equipo de compactación, su operación y utilización estarán sujetos a la aprobación del fiscalizador. Los vibradores pueden ser de tipo eléctrico o neumático, electromagnético o mecánico, inmersión o de superficie, etc. Vibradores de inmersión: Su cabeza vibratoria será de 10 cm o más, su frecuencia de operación mínima será de 6000 rpm; si es menor de 10

cm, su frecuencia no será menor de 7000 rpm.

El hormigón será transportado y colocado de modo que no ocurra contaminación, segregación o pérdida de los materiales constituyentes.

No se colocará hormigón fresco sobre otro que haya estado en posición por más de 30 minutos, a menos que se forme una junta de construcción.

El hormigón será depositado en capas horizontales de espesor uniforme, compactado cada capa antes de colocar la otra.



El hormigón no será vaciado desde una altura que exceda los 1,50 m, en caso de alturas mayores, se deberán utilizar pasarelas o toboganes y deberán colocarse de tal forma que se evite la segregación de los materiales o usar plastificantes en el proceso de elaboración del hormigón, para alturas mayores.

El hormigón bajo el agua será colocado en posición mediante tolva y tubería o una bomba, desde el mezclador. Durante y después del vaciado bajo el agua, ésta deberá estar tranquila en el lugar de operación. No se permitirá que el agua fluya sobre el hormigón hasta por lo menos 48 horas después del vaciado.

Inmediatamente después de terminada la compactación y durante los 7 días siguientes, el hormigón deberá ser protegido contra efectos dañinos, incluyendo lluvia, cambios rápidos de temperatura, resecado y radiación directa de la luz solar. Los métodos de protección usados deberán ser apropiados.

### **Curado del hormigón**

Generalidades: El contratista deberá contar con los medios necesarios para efectuar control de humedad, temperatura, curado, etc., del hormigón, especialmente durante los primeros días después del vaciado, a fin de garantizar un normal desarrollo del proceso de hidratación del cemento y de la resistencia del hormigón.

### **Especificaciones**

1. El curado del hormigón podrá ser efectuado siguiendo las recomendaciones del comité 612 del ACI. De manera general podrá utilizarse los siguientes métodos: Esparcir agua sobre la superficie endurecida, utilizar mantas impermeables de papel o plástico que reúnan las condiciones de las especificaciones ASTM C – 161, emplear compuestos líquidos que formen una membrana sobre la superficie del hormigón y que satisfaga las especificaciones ASTM C – 309, recubrir las superficies con capas de arena que se mantengan humedecidas.

2. Curado con agua. Los hormigones curados con agua deberán ser mantenidos húmedos durante el tiempo mínimo de 14 días. El curado comenzará tan pronto como el hormigón haya endurecido para prevenir cualquier daño que pudiera ocasionar el humedecimiento de la superficie y continuamente hasta completar el tiempo especificado de curado o hasta que sea cubierto de hormigón fresco.



3. El hormigón se mantendrá húmedo, recubriéndolo con un material saturado en agua o por un sistema de tubos perforados, rociadores mecánicos, mangueras porosas o cualquier otro método que mantenga húmeda la superficie continuamente. Los encofrados que estuvieren en contacto con el hormigón fresco también deberán ser mantenidos húmedos.

4. La protección para superficies terminadas, permanentemente expuestas a la vista, o superficies de pavimento de hormigón, no deberá ser aplicada directamente a la superficie hasta que el hormigón se haya endurecido lo suficiente para resistir las marcas. El contratista deberá proveer todos los soportes necesarios para mantener libre la superficie de hormigón donde requiera de la protección establecida.

### **Acabado del hormigón**

#### **Especificaciones**

1. Para superficies permanentemente expuestas a la vista, las formaletas serán cubiertas con planchas gruesas, con bordes cuadrados dispuestos en un patrón uniforme. Alternativamente, madera contrachapada o paneles de metal podrán ser utilizados si están libres de defectos que puedan restar la apariencia general de la superficie terminada. Las juntas entre tablas y paneles serán horizontales y verticales, a menos que fuere indicado de otra manera. Este acabado deberá ser de tal forma, que no requiera rellenado general de poros en la superficie ni protuberancias. Decoloración de la superficie y otros defectos menores serán corregidos por métodos aprobados.

2. Todas las aristas expuestas serán chaflanadas y deberán ser de 25 mm x 25 mm, a menos que se muestre de otra manera en los planos.

3. Si cualquier porción de las caras se considera insatisfactoria al remover el encofrado, deberá ser eliminada sin dilatación y corregida como fuere necesario. Ningún empañetado en las superficies de hormigón será permitido. Hoyos de clavos, huecos pequeños y porosidades menores de la superficie, podrán ser rellenados mediante pulimento con cemento y mortero de arena de las mismas propiedades del hormigón. El tratamiento será hecho inmediatamente después de la remoción del encofrado.



## Prueba de hormigón y control de calidad

### Especificaciones

1. Laboratorios: Todos los ensayos que el fiscalizador juzgare necesarios para efectuar control de los trabajos con hormigones, serán realizados por la fiscalización en los laboratorios aprobados por la fiscalización y correrán a cargo del contratista. Las disposiciones para dicho control serán las especificaciones de la ASTM, partes 9 y 10, los estándares ACI, capítulos I,

II, III.

2. Los resultados de laboratorio deberán ser considerados como definitivos y constituirá evidencia suficiente para aprobar o rechazar material o procedimiento de trabajo.

3. El fiscalizador decidirá, según convenga, la frecuencia de los ensayos y proporcionará al contratista una copia de todos los resultados obtenidos.

4. Los cilindros de prueba serán hechos, curados y probados de acuerdo con las normas ASTM C – 31, C – 39, C – 172.

5. De cada ensayo del diseño del hormigón se realizará 12 cilindros de prueba y se establecerá su resistencia, probado 4 cilindros de edad de 3 días, 4 cilindros de 7 días y 4 cilindros de 28 días de edad.

6. De igual manera, en cada fundición de hormigón colocado se probará como mínimo 4 cilindros, uno de los cuales se probará a 7 días y 3 a los 28 días.

El fiscalizador podrá ordenar la toma de un mayor número de cilindros, según se requiera.

7. Si los resultados de las pruebas indican que los requerimientos especificados no han sido o no pueden ser cumplidos, se podrá ordenar la interrupción de todo el hormigonado en las obras permanentes hasta tener la certeza de que la acción correcta ha sido tomada para conseguir el cumplimiento de las especificaciones.

8. El contratista establecerá y mantendrá un control estricto del trabajo con hormigón en el emplazamiento, de manera que las resistencias mínimas especificadas siempre se obtenga.





## Reparación del hormigón

1. Toda reparación del hormigón será realizada por gente experimentada, bajo la aprobación y presencia del fiscalizador y en el lapso de 24 horas, después de haber retirado el encofrado. Las imperfecciones serán reparadas de tal manera que se produzca la uniformidad, textura y coloración del resto de la superficie, para estar de acuerdo con las especificaciones sobre acabados.
2. Según los casos, para las reparaciones se podrá utilizar pasta de cemento, mortero, hormigón que incluya aditivos tales como ligantes, acelerantes, expansores, colorantes, cemento blanco, etc. Cuando la calidad del hormigón fuere defectuoso, todo el volumen comprometido deberá ser reemplazado a satisfacción del fiscalizador.

## FORMA DE PAGO

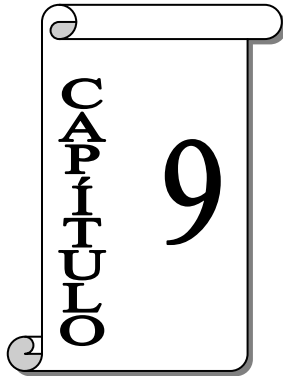
El hormigón será medido en metros cúbicos con 2 decimales de aproximación, determinándose directamente en la obra las cantidades correspondientes.

El hormigón simple de bordillos se medirá en metros lineales con 2 decimales de aproximación.

Las losetas de hormigón prefabricado se medirán en unidades.

## CONCEPTOS DE TRABAJO

HORMIGÓN PREMEZCLADO $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
HORMIGÓN SIMPLE $f'c=180$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 9.1. CONCLUSIONES

Para el proyecto la dotación media futura que se adoptara será de 160 litros/habitante/día. Por ser una zona rural-agrícola donde el promedio de consumo de la población es de 100 litros/habitante/día y el resto utilizan para otras actividades, como consumo de agua para sus animales (ganado porcino y vacuno, etc.) que poseen.

Con los estudios del proyecto del Alcantarillado combinado se mejorará las condiciones de vida de los moradores del Barrio Panzaleo, permitiendo una correcta evacuación tanto de aguas servidas, como de aguas de tipo pluvial.

Para desarrollar el diseño del sistema de alcantarillado combinado para el barrio Panzaleo, se realizó un análisis de las características físicas, ambientales, naturales, socio – económicas que permitieron tomar decisiones adecuadas en cuanto a la elección del sistema.

El sistema de alcantarillado diseñado es de tipo combinado, tomando en cuenta los Parámetros de Diseño de Alcantarillado de la EMAAP-Q, ya que el barrio en estudio se encuentra cerca del Distrito Metropolitano de Quito.

También se realiza el estudio y diseño del alcantarillado sanitario mediante el cual se logra reducir en mucho el costo del proyecto, al



optimizar el uso de la tubería, a fin de reducir el diámetro y evitar el uso de colectores más costosos.

En el proceso de diseño se toma en cuenta y con criterio técnico todos los parámetros de diseño tanto para el cálculo del sistema de alcantarillado combinado y sanitario como para el sistema de tratamiento de las aguas servidas ya que de lo contrario este estudio no cumplirá con el objetivo impuesto.

La construcción del Alcantarillado Sanitario y sistema de tratamiento beneficiará a la población ya que les permitirá tener un método adecuado de disposición de sus aguas residuales.

La topografía del barrio Panzaleo, es adecuada para la implementación de este proyecto.

El Municipio debe tomar la decisión de utilizar o cambiar el tipo de material, en la ejecución del proyecto.

Los resultados de la valoración sobre conocimientos y actitudes de la población del barrio Panzaleo en cuanto al saneamiento básico ambiental y su relación con la salud, demuestran una insuficiencia en la educación sanitaria en una parte apreciable de la población, lo que a su vez incide en la actitud de los habitantes para participar de forma activa en la solución de las deficiencias que aún existen en los servicios comunitarios de saneamiento y alcantarillado.

Los FAFAs con medio de soporte en guadua son eficiente en la remoción de materia orgánica (DQO, DBO5), individuales.

Aumentar la carga orgánica volumétrica aumenta la eficiencia de remoción de materia orgánica de los filtros individuales



Con los filtros en serie FAFA (duplicación del tiempo de retención hidráulica) se obtiene mayores eficiencias que individualmente.

El sistema de filtros no es eficiente para la remoción de sólidos suspendidos totales y de los nutrientes nitrógeno y fósforo. Se confirma el buen funcionamiento de la guadua como medio de soporte.

Los resultados de la investigación demuestran que el filtro anaeróbico de flujo ascendente con medio de soporte en guadua, es una solución sencilla, eficiente y económica para el tratamiento de las aguas residuales.

La sencillez en su construcción y operación lo hace adecuado para ser utilizado en nuestro medio, reduciendo la carga contaminante producida actualmente, contribuyendo a la recuperación de los recursos hídricos de la región.

El impacto ambiental es mínimo, siendo la etapa de construcción la más perjudicial, por lo cual el constructor del proyecto tiene que tomar en cuenta las recomendaciones dadas en el capítulo respectivo.

Según el estudio de suelos realizado podemos determinar que los suelos encontrados son mayoritariamente MH limos inorgánicos micáceos o diatomáceos de bajas plasticidades. También existe presencia de suelos tipo ML en menor cantidad, es decir limos inorgánicos arenosos y ligeramente plásticos, presentan una humedad natural promedio de 40%, es decir humedad media, y su coloración va desde café oscuro hasta café claro, amarillo claro hasta tonalidades muy oscuras, detallado en los registros de perforación, tampoco se detectó presencia de nivel freático en todas las perforaciones realizadas a una profundidad de 4 m.

La capacidad portante del suelo es buena está alrededor de 10.0 kg/cm<sup>2</sup> por lo que se recomienda solo realizar un mejoramiento de suelo en el lugar donde se van a construir las estructuras como tanques enterrados y pozo separador de caudales.



## 9.2. RECOMENDACIONES

El presente estudio y diseño del Sistema de Alcantarillado para el barrio Panzaleo. Constituye un desarrollo para la comunidad, por lo tanto debería en lo posible ser aplicado.

Dado que el diseño del sistema de alcantarillado combinado propuesto es sobredimensionado para los requerimientos del sector ya que este barrio no cuenta con un diseño vial adecuado para este tipo de alcantarillado ya que las vías son de tipo empedrado, por lo tanto el proyecto no prevé la colocación de sumideros para la recolección de las aguas pluviales ya que estas se infiltran en los campos; por lo tanto se recomienda utilizar el sistema de alcantarillado sanitario por su factibilidad y análisis técnico-económico, ya que así se reducirá considerablemente el presupuesto del proyecto.

Se debe realizar un mantenimiento a la red del alcantarillado sanitario, consistiendo en que, desde el pozo en dificultad proveer un caudal de agua a presión cada mes no necesariamente para este mantenimiento se necesita algún tipo de maquinaria específica sino que consiste en levantar la tapa de los pozos especificados en el análisis de cada tramo y con baldes de 20 litros llenos de agua proceder a vaciarlos con la presión necesaria de la fuerza del cuerpo humano, por los conductos de las tuberías con fin de mantenerlos limpias para que su funcionamiento sea el óptimo.

Como complemento del sistema de alcantarillado sanitario se recomienda construir un sistema de tratamiento.

En la etapa de construcción se debe tener en cuenta las precauciones del caso, para garantizar la seguridad de los trabajadores como del perfecto desarrollo de la obra en su ejecución.



Evitar la des-actualización del estudio y por tanto, los costos que implicará una nueva realización de éste.

En el momento en que la Municipalidad ejecute el proyecto, tome en consideración lo estipulado en el estudio, así como también que sea aplicado de forma que no pierda vigencia.

Realizar mantenimiento constante a los filtros: remoción de natas, de sólidos y sobrenadante, filtrar en la salida del FAFA 1 para retener los sólidos que salen del filtro concentrados de los nutrientes nitrógeno y fósforo.

Eventualmente realizar un retro lavado del material de empaque (lecho 1, lecho 2 detallados en los planos) para evitar la colmatación del filtro (esta se presenta debido a la presencia de residuos con alto contenido de sólidos en suspensión).

Para remoción de nitrógeno y fósforo, complementar el sistema de FAFA's (p.e. con un sistema aeróbico).

Se debe realizar un adecuado mantenimiento del sistema de tratamiento del alcantarillado combinado para que este pueda cumplir perfectamente sus funciones de descontaminar las aguas servidas para ser desembocadas en el río San Pedro y mediante su mantenimiento pueda cumplir con su periodo para el que fue diseñado.

Para la operación y mantenimiento el Municipio del cantón Mejía debe proveer de personal calificado o con suficientes conocimientos en el cuidado y limpieza del sistema de tratamiento; o a su vez capacitar a las personas del sector para que estas puedan dar mantenimiento permanente al sistema.

La realización del proyecto del sistema de alcantarillado es urgente para mejorar las condiciones ambientales y sanitarias, ya que además de la disminución de los índices de enfermedades gastro- intestinales y el alto grado de contaminación de los recursos hídricos.



Se recomienda el uso actual de los sistemas anaeróbicos en zonas rurales y comunidades dispersas, dado que precisan de menor suministro de energía externa y, eventualmente, podrían obtenerse subproductos de utilidad como el caso del biogás y además por que ocupa una área pequeña para su ejecución y construcción.

Se recomienda para la construcción, como primera fase realizar la ejecución del sistema de tratamiento y como segunda fase la ejecución del sistema de alcantarillado y así evitar que las aguas servidas sean descargadas directamente al rio San Pedro.

Se recomienda tomar muy en cuenta los siguientes artículos del Ámbito jurídico – administrativo de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) detallados en el capítulo V



### 9.3. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ ARIAS, Miguel. Sistemas de Alcantarillado. Programa de Ingeniería Sanitaria. Escuela Politécnica del Ejército.
- ❖ BURBANO, Guillermo, Criterios Básicos de Diseño para Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería Civil.
- ❖ CAMARA DE LA CONSTRUCCIÓN DE QUITO. Manual de costos en la Construcción.
- ❖ CARVAJAL, Edgar. Apuntes de la Materia de Ingeniería Ambiental, Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ingeniería Civil.
- ❖ Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Quito, Parámetros de Diseño para Sistemas de Alcantarillado.
- ❖ Ilustre Municipio del Cantón Mejía, dirección de Agua Potable y Alcantarillado.
- ❖ Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, Normas para el Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes.
- ❖ Instituto Nacional de Meteorología, Hidrología (INAMHI). Estudio de Intensidades.
- ❖ LEON, Francisco. Tomado de Apuntes de Topografía, Ingeniería Civil.
- ❖ TORRES, Milton. Mecánica de Suelos I, Apuntes de Materia, Ingeniería Civil – ESPE.