

# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>11</b>
INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 Antecedentes.....	11
1.2 Área de Influencia.....	12
1.3 Localización Geográfica.....	14
1.3.1 Clima.....	16
1.3.2 Altitud.....	17
1.4 Objetivo del Estudio.....	18
1.5 Objetivos Específicos.....	18
1.6 Meta del Proyecto.....	18
1.7 Justificación.....	19
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>20</b>
ESTUDIOS PRELIMINARES .....	20
2.1 Parámetros de Diseño.....	20
2.1.1 Identificación del Problema.....	21
2.1.2 Obtención de Información.....	28
2.1.2.1 Percepción Ciudadana del Río y su Estado Actual.....	28
2.1.2.2 Análisis Físico Químico Bacteriológico del Río.....	29
2.1.2.3 Recopilación de Muestras.....	30
2.1.2.4 Caracterización de las Aguas.....	34
2.2 Estudio Hidrológico.....	51
2.2.1 Definición de Cuenca.....	52
2.2.2 Verificación del Caudal del Río.....	53
2.2.2.1 Caudal Promedio.....	54
2.2.2.2 Caudal de Crecida.....	58
2.3 Descripción de Obras Existentes.....	61
2.4 Sistemas con Inadecuado Servicio de Drenaje.....	68
2.5 Mapas de Superficies Aportantes.....	69
2.5.1 Obtención de Información.....	69
2.5.2 Procesamiento de Datos.....	69
2.5.3 Presentación de Resultados.....	70
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>71</b>
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....	71
3.1 Recopilación de Información Existente.....	71
3.1.1 Información Geológica.....	71
3.2 Evaluación de Condiciones de Estabilidad.....	73
3.3 Información Geotécnica.....	93
3.3.1 Visita de Campo.....	94
3.3.2 Identificación de Puntos de Descarga.....	94
3.4 Ubicación de los Puntos de Descarga.....	96
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>117</b>
IMPACTO AMBIENTAL.....	117

4.1	Definición de Línea Base .....	117
4.2	Caracterización Ambiental del Área .....	117
4.2.1	Componente Físico.....	117
4.2.2	Componente Atmosférico.....	118
4.2.2.1	Indicador Calidad del Aire.....	118
4.2.3	Componente Hídrico .....	119
4.2.3.1	Descarga de Aguas Residuales y Pluviales al Río .....	119
4.2.4	Componente Biótico.....	120
4.2.5	Componente Socioeconómico .....	120
4.2.5.1	Indicador Salud y Calidad de Vida .....	120
4.2.5.2	Indicador Valor de los Predios.....	121
4.3	Identificación de Impactos Ambientales .....	121
4.4	Cuantificación de Impactos Ambientales.....	124
4.5	Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación Ambiental.....	130
4.5.2	Mitigación de Efectos Causados por la Construcción de las Obras.....	131
4.5.3	Medidas de Compensación .....	132
4.6	Plan de Manejo Ambiental .....	132
4.6.1	Diseño Medidas Ambientales .....	135
4.7	Especificaciones Ambientales .....	146
4.7.1	Control de la Contaminación .....	146
4.7.2	Control de la Contaminación por Ruido.....	147
4.7.3	Control de la Calidad del Aire .....	148
4.7.3.1	Emanaciones, Olores y Humo .....	148
4.7.3.2	Polvo.....	148
4.7.4	Control y Manejo de Contaminantes Potenciales .....	149
4.7.4.1	Desechos líquidos.....	150
4.7.4.2	Desechos Sólidos .....	150
4.7.5	Salud Ocupacional y Seguridad Industrial .....	151
4.7.6	Control de Deslizamientos y de Migración de Sedimentos en los Frentes de Excavación y Relleno.....	151
4.7.7	Revegetación y Siembra .....	152
4.7.8	Señalización de Tránsito y Rotulación Ambiental.....	153
4.7.9	Instalación de Tuberías.....	155
4.7.10	Pruebas en Tuberías .....	156
4.7.10.1	Pruebas de Exfiltración.....	156
4.7.10.2	Pruebas de Infiltración.....	157
4.7.10.3	Pruebas de Humo .....	158
4.7.11	Difusión y Educación Ambiental.....	158
4.7.11.1	Educación Ambiental .....	158
4.7.12	Monitoreo .....	159
<b>CAPÍTULO V.....</b>		<b>160</b>
DESARROLLO URBANO Y RURAL .....		160
5.1	Problemas Sanitarios por Contaminación .....	160
5.2	Leyes Sanitarias .....	162
5.3	Análisis de Puntos Críticos.....	164
<b>CAPÍTULO VI.....</b>		<b>169</b>

TOPOGRAFÍA .....	169
6.1    Perfil Longitudinal del Río Sambache .....	170
6.1.1    Recopilación de Información .....	170
6.1.2    Procesamiento de Datos .....	170
6.1.3    Presentación de Resultados.....	171
<b>CAPÍTULO VII.....</b>	<b>172</b>
DIAGNÓSTICO Y ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD .....	172
7.1    Selección y Evaluación de Alternativas .....	172
7.1.1    Tipo de Muro .....	173
7.1.2    Sistema de Interceptores de Aguas Residuales .....	174
7.1.3    Tamaño de la Planta .....	174
7.1.4    Origen y Composición de las Aguas a Tratarse.....	175
7.1.5    Ubicación de la Planta.....	175
7.1.6    La población Actual y Futura .....	176
7.1.7    Desarrollo y expansión del área de influencia .....	176
7.2    Comparación de Alternativas .....	177
7.2.1    Muros para Protección de Orillas.....	178
7.2.2    Sistema de Intercepción de Aguas Residuales.....	178
7.2.3    Planta de Tratamiento de Aguas Residuales .....	178
7.3    Definición de Alternativa .....	179
7.3.1    Muros para protección de Orillas.....	179
7.3.2    Sistemas de Intercepción de Aguas servidas .....	180
7.3.3    Planta de Tratamiento.....	180
7.4    Prefactibilidad de la Alternativa .....	181
7.4.1    Muro de Gaviones .....	181
7.4.2    Sistema de Intercepción de Aguas Residuales.....	199
7.4.3    Planta IMHOFF.....	209
7.5    Presupuesto Referencial .....	214
.....	<b>214</b>
<b>CAPÍTULO VIII.....</b>	<b>215</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>215</b>
8.1    Conclusiones.....	215
8.2    Recomendaciones .....	216
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>217</b>

## LISTADO DE TABLAS

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>11</b>
Tabla 1.3.2.1 Altura y Temperatura de las Parroquias del Cantón Rumiñahui .....	17
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>20</b>
Tabla 2.1.2.2.1 Puntos en los que se realizaron la toma de las muestras.....	30
Tabla 2.1.2.4.1 Valores del pH .....	35
Tabla 2.1.2.4.2 Valores del Coliformes Totales.....	43
Tabla 2.2.2.1 Cálculo del Caudal Promedio “Estimado” .....	58
Tabla 2.2.2.2 Estimación del Caudal de Crecida .....	61
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>71</b>
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>117</b>
Tabla 4.4.1 Calificación Cualitativa y Cuantitativa de los Impactos .....	124
Tabla 4.4.2 Componentes e Indicadores Ambientales específicos para el Proyecto ....	126
Tabla 4.6.1 Plan de Manejo Ambiental .....	133
Tabla 4.6.2 Actividades para las Obras de Impacto Ambiental.....	134
Tabla 4.7.10.1 Pérdidas por exfiltración en tuberías .....	157

## LISTADO DE CUADROS

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>11</b>
Cuadro 1.3.1.1 Precipitaciones Promedio Mensuales .....	16
Cuadro 3.4.1 Datos de coordenadas de las descargas .....	99
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>160</b>
Cuadro 5.3.1 Los niveles de contaminación que considera la población .....	167
Cuadro 5.3.2 Elementos Contaminantes.....	167
Cuadro 5.3.3 Posibles Soluciones .....	168
Cuadro 5.3.4 Percepción de Beneficios de tener cerca el Río Sambache.....	168
Cuadro 5.3.5 Beneficios que daría luego de la Recuperación .....	169

## LISTADO DE FIGURAS

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>20</b>
Figura 1.3.1 División Política de la Provincia de Pichincha.....	14
Figura 1.3.2 División Política del Cantón Rumiñahui .....	15
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>70</b>
Figura 3.1.1.1 Mapa de Fallas Geológicas del Cantón Rumiñahui.....	72
Figura 3.4.1 Recepción de Satélites .....	97
Figura 3.4.2 Pantalla del GPS .....	97
Figura 3.4.3 Pantalla de Datos .....	98

## LISTADO DE GRAFICOS

<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>11</b>
Gráfico 1.2.1 Área de Influencia.....	14
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>20</b>
Gráfico 2.1.2.4.1: pH.....	35
Gráfico 2.1.2.4.2 Temperatura .....	36
Gráfico 2.1.2.4.3 Turbidez .....	37
Gráfico 2.1.2.4.4 DBO5.....	39
Gráfico 2.1.2.4.5 Detergentes .....	42
Gráfico 2.1.2.4.6 Coliformes Totales .....	44
Gráfico 2.1.2.4.7 Sólidos Totales .....	45
Gráfico 2.1.2.4.8 Aceites y Grasas .....	46
Gráfico 2.1.2.4.9: Oxígeno Disuelto .....	48
Gráfico 2.1.2.4.10 Nitritos .....	51
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>70</b>
Gráfico 3.2.1 Área de Trabajo Nuevo .....	74
Gráfico 3.2.2 Cuadro que nos permite leer el formato del Archivo .....	75
Gráfico 3.2.3 Abrir el archivo .....	75
Gráfico 3.2.4 Faja Topográfica .....	76
Gráfico 3.2.5 Despliegue de tabla de valores de elevación de curvas.....	78
Gráfico 3.2.6 Crear un TIN.....	78
Gráfico 3.2.7 Simulación Tridimensional de la Faja Topográfica del río Sambache .....	79
Gráfico 3.2.8 Rango de Elevaciones Km. 1 .....	80
Gráfico 3.2.9 Rango de Elevaciones Km. 2.....	81
Gráfico 3.2.10 Rango de Elevaciones Km. 3.....	82
Gráfico 3.2.11 Rango de Elevaciones Km. 4.....	83
Gráfico 3.2.12 Rango de Elevaciones Km. 5.....	84
Gráfico 3.2.13 Rango de Elevaciones Km. 6.....	85
Gráfico 3.2.14 Crear mapa de pendientes.....	86
Gráfico 3.2.15 Pendientes Km. 1 .....	87
Gráfico 3.2.16 Pendientes Km. 2 .....	88
Gráfico 3.2.17 Pendientes Km. 3 .....	89
Gráfico 3.2.18 Pendientes Km. 4 .....	90
Gráfico 3.2.19 Pendientes Km. 5 .....	91
Gráfico 3.2.20 Pendientes Km. 6 .....	92

## LISTADO DE GRÁFICAS

<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>20</b>
Gráfica 2.2.2.1 Perfil Longitudinal del Río Sambache.....	56
Gráfica 2.2.2.2 Perfiles Transversales estimados para el cálculo del Caudal de Crecida	60

## LISTADO DE FOTOGRAFIAS

<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>20</b>
Fotografía 2.1.2.3.1 Medición de Temperatura de la Muestra de Agua.....	30
Fotografía 2.1.2.3.2 Medición del pH .....	31
Fotografía 2.1.2.3.3 Llenado de los recipientes .....	32
Fotografía 2.1.2.3.4 Sellado de recipientes.....	32
Fotografía 2.2.2.1 Medición del Perfil Transversal del Río Sambache.....	55
Fotografía 2.4.1 Obras con inadecuado drenaje.....	68

## **EXTRACTO**

El presente trabajo aborda un estudio de la Recuperación Hidrosanitaria del Río Sambache, con análisis y diseños de sistemas interceptores y de planta de tratamiento, para descontaminar las aguas del río, así como el diseño de muros de gaviones para protección de estructuras que se encuentran en las orillas del río, todos estos estudios fueron realizados a nivel de prefactibilidad, los cuales tienen sus respectivos justificativos, que permitan que el agua del río Sambache recupere su composición tanto física como química natural.

## **ABSTRACT**

The present document makes the Study of the Hidrosanitary Recovery of Sambache River, this makes analysis and design the Interceptor systems and also the Treatment Plant, to decontaminating the river's water, in this way to design de gravity walls for the protection of the structure in the river's bank, all this studies were make in the perfectibility time, that is the reason because this project has all the support documentation; to get Sambache River's water in a future the natural characteristics.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

El Cantón Rumiñahui hidrológicamente esta constituido por un sistema de varios ríos, los cuales lo atraviesan en toda su extensión; entre los más importantes tenemos: Pita, Cachaco, Santa Clara, Sambache, San Nicolás, San Pedro y Capelo; a lo largo de los ríos antes mencionados se han desarrollado barrios que a futuro representarán un incremento importante en la densidad poblacional. Cabe recalcar que el crecimiento de la ciudad con sus barrios, ha afectado directamente las condiciones de los ríos, los mismos que han generado problemas sanitarios, ambientales, salud y socioeconómicos a los habitantes del cantón.

En la zona de influencia del río Sambache existen industrias, plantaciones florícolas, haciendas, que utilizan químicos para mejoramientos de tierras y derivados del petróleo como fungicidas, las mismas que se deben acoger a las ordenanzas de prevención y control de descargas hacia los cuerpos receptores, para que estas sean de calidad aceptable.

La Dirección del Medio Ambiente del Cantón Rumiñahui tiene registrado 45 industrias, 5 florícolas, 15 gasolineras y varias lubricadoras dentro del cantón, los mismos que según la municipalidad están sometidos a un control del grado de

contaminación de descargas; en caso de sobrepasar límites establecidos serán sometidos a sanciones.

## **1.2 Área de Influencia**

El Río Sambache nace a los 2980 m.s.n.m. en la unión de las Quebradas El Colegio y Quillín como se puede apreciar en el Grafico 1.2.1, para de ahí dirigirse hacia el norte del cantón atravesando zonas en las cuales influye directamente como son: Santa Ana, Curipungo, San Vicente, Coop. de Vivienda del B.N.F., San José del Vinculo, Plan del Vivienda I.M.R., Portal Los Chillos 2, Alfredo Albornoz, San Juan Salcoto, Coop de Vivienda “Rosita Paredes”, Urb. Olmedo Andrade, Selva Alegre lado oeste, Club Naval de la Armada del Ecuador, Urb. MAG, Urb. Los Jardines, Barrio la Florida, Sector Colegio Juan de Salinas, Sector del Redondel del Choclo, donde se convierte en un afluente del Río Santa Clara, con una longitud de 13.45 Km , presentando una superficie de 13.85 Km<sup>2</sup> y una altitud de 2507 m.s.n.m.



## Gráfico 1.2.1 Área de Influencia

### 1.3 Localización Geográfica

El Proyecto se encuentra localizado en la provincia de Pichincha, en el cantón Rumiñahui, el cual se encuentra ubicado al sur oriente de la misma. El Cantón tiene una superficie de 134.15 Km<sup>2</sup>.

Los límites como lo muestra la figura 1.3.1 son: Al norte las parroquias del Distrito Metropolitano de Quito El Tingo y Alangasí, al Sur el Cantón Mejía, al Este las Parroquias del Distrito Metropolitano de Quito Alangasí y Pintag, y al Oeste las Parroquias del Distrito Metropolitano de Quito Amaguaña y Conocoto.

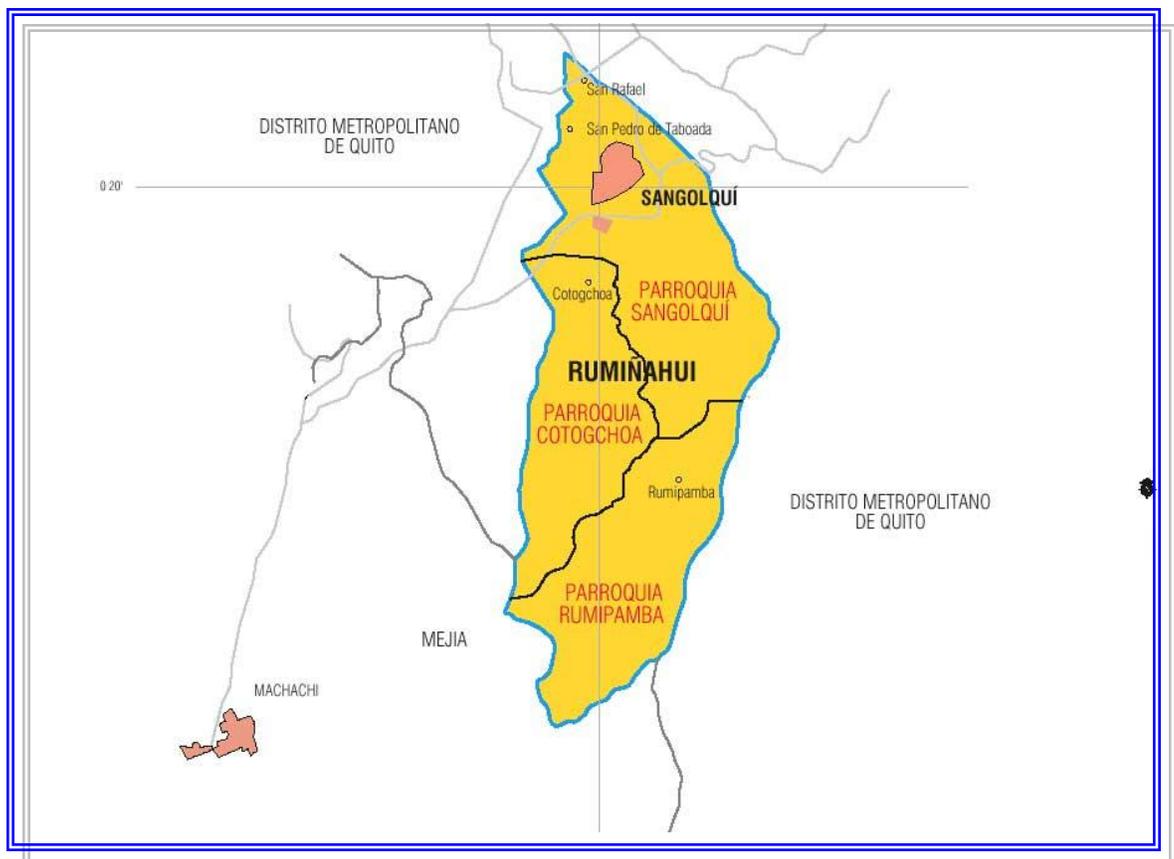
Figura 1.3.1 División Política de la Provincia de Pichincha<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Fuente <http://www.pichincha.gov.ec>

El Cantón Rumiñahui está dividido en cinco parroquias como se muestra en la figura 1.3.2., de las cuales: Sangolquí, San Rafael y San Pedro de Taboada, son parroquias urbanas y representan el 42.52% de la superficie del cantón es decir 57.04 km<sup>2</sup>; y Cotogchoa y Rumipamba, que son parroquias rurales y representan el 57.48% de la superficie es decir 77.11 km<sup>2</sup>.

**Figura 1.3.2** División Política del Cantón Rumiñahui<sup>2</sup>



El río en estudio atraviesa por dos de las parroquias, nace en el sector denominado El Colegio perteneciente a la Parroquia de Rumipamba hasta la zona sur de la parroquia Sangolquí.

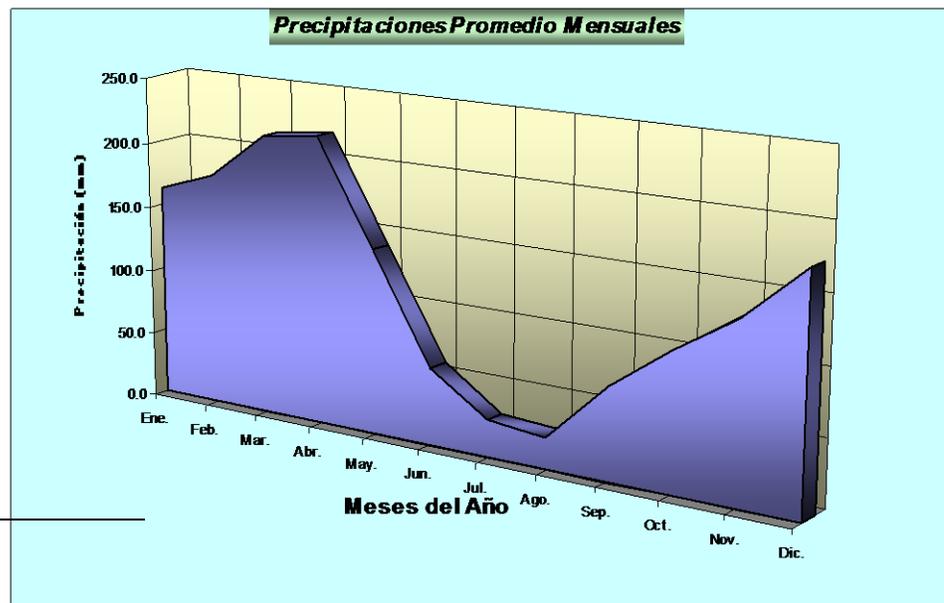
<sup>2</sup> Fuente: <http://www.pichincha.gov.ec>

### 1.3.1 Clima

Este cambia de acuerdo a la zona por donde atraviesa el Río ya que en sus primeros kilómetros de recorrido esta por encima de los 2612 m.s.n.m., esta rodeado de altas elevaciones y entruncado en la Cordillera de los Andes, por lo cual llega a tener temperaturas medias de 12 °C, cuando recorre zonas mas bajas el clima es templado y propicio para zonas residenciales y el desarrollo de la agricultura, llegando a tenerse temperaturas medias de 18 °C.

Con respecto a la pluviosidad presente en el cantón en términos generales existen precipitaciones torrenciales y continuas, lo que permite tener una humedad en la zona del 67.1%; como se muestra en el cuadro 1.3.1.1. El mes de mayor precipitación es marzo con (138.2 mm) y el mes mas seco es julio con (17.4 mm). Es importante mencionar que se presenta una precipitación media anual de 1350 mm.

**Cuadro 1.3.1.1** Precipitaciones Promedio Mensuales<sup>3</sup>



<sup>3</sup>Fuente : INHAMI

La dirección del viento en la zona del río Sambache, es nor-este con una velocidad promedio de 2 m/seg, y siendo en julio y agosto los meses con más vientos a una velocidad de 4 m/seg.

### 1.3.2 Altitud

La altitud del cantón Rumiñahui fluctúa entre los 2509 y 3400 m.s.n.m, como se aprecia en la tabla 1.3.2.1., el presente proyecto se inicia a 2612 m.s.n.m., y concluye a 2505 m.s.n.m.

**Tabla 1.3.2.1** Altura y Temperatura de las Parroquias del Cantón Rumiñahui<sup>4</sup>

<b>CANTON RUMINAHUI</b>	<b>ALTURA (m.s.n.m)</b>	<b>TEMPERATURA MEDIA ANUAL °C</b>
<b>PARROQUIA MATRIZ</b>		
SANGOLQUÍ	-	-
CIUDAD DE SANGOLQUÍ	2519,01	16°C
SAN RAFAÉL (PARROQUIA URBANA)	2509	20°C
SAN PEDRO DE TABOADA (P. URBANA)	2515	17°C
<b>PARROQUIAS RURALES</b>		
COTOGCHOA	2900	14°C
RUMIPAMBA	3400	12°C

<sup>4</sup> Fuente: I. Fuente: I. Municipio de Rumiñahui

#### **1.4 Objetivo del Estudio**

Realizar un estudio a nivel de prefactibilidad de los diferentes puntos críticos que componen el sistema de recolección y conducción de aguas residuales y/o industriales para la recuperación hidrosanitaria del río Sambache.

#### **1.5 Objetivos Específicos**

- Identificar los diferentes puntos críticos de las descargas de aguas residuales existentes en el sector.
- Realizar un estudio de la calidad del agua en los diferentes tramos del río Sambache.
- Determinar los trabajos relacionados con el mantenimiento de las obras existentes en la ribera del río.
- Determinar la mejor alternativa en beneficio tanto de las autoridades como de la población.

#### **1.6 Meta del Proyecto**

Obtener índices de descontaminación adecuada de las aguas del río Sambache, llevando un control basado en datos exactos de los cambios que se generen, tomando en cuenta desde las condiciones iniciales hasta las actuales, y así nos permita determinar los rangos aceptables de contaminación, identificando los sitios con mayor demanda de contaminantes.

## **1.7 Justificación**

Debido al descuido y al no existir un control técnico y adecuado, sobre la descarga de aguas servidas tanto residenciales como industriales, sumado a esto la eliminación de desechos sólidos, que han llevado a la contaminación imparable del río en estudio.

Existen poblaciones en especial en zonas rurales como son: Santa Ana, Curipungo que cuentan con necesidades básicas como es el alcantarillado ; pero que realizan descargas inadecuadas de aguas negras al río, es claro que no existe ninguna actividad de recuperación ambiental y tampoco un estudio apropiado del caudal del río.

Las necesidades y problemas antes mencionados podrán ser solucionados mediante la elaboración de proyectos de alcantarillados y saneamiento ambiental que satisfagan las demandas tanto de las poblaciones actuales como futuras; así como también diseños de plantas de tratamientos, tanto para aguas residuales como industriales para mejorar sus condiciones en el momento de su descarga final en los cuerpos receptores, por lo cual este proyecto está plenamente justificado.

## CAPÍTULO II

### ESTUDIOS PRELIMINARES

#### 2.1 Parámetros de Diseño

Debido a la existencia de zonas que no cuentan con alcantarillado, pero que realizan descargas sin ningún sistema técnico que contrarreste la contaminación tanto del suelo como del río en estudio. La presencia de fábricas, conjuntos residenciales, industrias, parques, etc. que tienen descargas que son inadecuadas, las cuales necesitan un tratamiento para aguas residuales antes de ser desechadas al cuerpo receptor, es por eso que se debe considerar:

- Mejoramiento de los sistemas de descarga existentes.
- En zonas de descarga de aguas servidas de industrias, no existe ningún tipo de tratamiento.
- Existen sectores que no cuentan totalmente con alcantarillado, y sumado a esto existen deficiencias en el desecho de aguas servidas hacia el cuerpo receptor.
- Falta de plantas de tratamientos de aguas residuales en zonas donde existe urbanizaciones con considerables niveles de descargas de aguas servidas, así como en las descargas de las fabricas existentes.

### **2.1.1 Identificación del Problema**

Las aguas servidas se definen como las aguas que abastecieron a una población y después de haber sido usadas son contaminadas por diversos usos.

- **Problemas Directos**

El principal problema es la contaminación del río Sambache, debido al desecho de aguas residuales y de desperdicios sólidos, que lleva consigo un peligro de insalubridad y déficit de higiene a las zonas por donde atraviesa el río en estudio.

#### **Aguas Residuales**

En el análisis físico químico del agua del río Sambache, se obtuvieron resultados en cuanto al porcentaje de existencia de aguas residuales en un 43% de contaminación a las aguas del río en estudio, es por eso que se necesita realizar una adecuada descarga de aguas residuales debidamente tratadas hacia el cuerpo receptor, para cumplir con requerimientos de preservación de la calidad.

Existen probabilidades de que en el desecho de dichas aguas lleven consigo factores infecciosos, enfermedades o parásitos que infecten el río que las recepta.

No se considera como factor de índice de insalubridad a la apariencia desagradable de las aguas negras, solo es aplicable en el diseño de los sistemas de evacuación de aguas residuales.

A continuación clasificaremos a las aguas residuales:

### **Tipos de Aguas Residuales:**

La clasificación de aguas residuales se basa de acuerdo a su origen, el cual determina su composición.

#### **a. Aguas Residuales Urbanas:**

Son las aguas vertidas que se generan en los centros de población urbana como consecuencia de las actividades propias de éstos.

Como aportes contaminantes que generan esta agua son:

- Aguas negras o fecales
- Aguas de lavado doméstico
- Aguas provenientes del sistema de drenaje de calles y avenidas
- Aguas de lluvia y lixiviados

En cuanto a la composición y carga contaminante las aguas residuales urbanas presentan una cierta homogeneidad, debido a que sus aportes no varían.

Es claro que la homogeneidad es propia de cada zona urbana, ya que las características de cada vertido urbano van a depender del núcleo de población en el que se genere,

influyendo parámetros tales como el número de habitantes, la existencia de industrias, tipo de industria, etc.

**b. Aguas Residuales Industriales:**

Se denominan así a las provenientes de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Existe gran variedad en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos, no sólo de una industria a otro, sino también dentro de un mismo tipo de industria.

A veces, las industrias no emite vertidos de forma continua, si no únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial.

Estas son más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además difícil de erradicar.

Presentan gran complejidad en cuanto a su tratamiento, siendo preciso un estudio específico para cada caso.

**c. Aguas Pluviales:**

Estas se forman por el escurrimiento superficial de las lluvias, que fluyen desde los techos, pavimentos y otras superficies naturales del terreno.

#### **d. Aguas Negras Combinadas:**

Se definen como aguas negras combinadas, a la mezcla de las aguas negras domésticas o sanitarias y de las aguas pluviales, cuando se colectan en las mismas alcantarillas.

#### **Tipos de Contaminantes:**

Actualmente, la contaminación de los cauces naturales tiene su origen en tres fuentes:

- Vertidos urbanos
- Vertidos industriales
- Contaminación difusa (lluvias, lixiviados, etc.)

#### **Clasificación de los Contaminantes:**

Las sustancias contaminantes que pueden aparecer en un agua residual son muchas y diversas.

##### **a. Contaminantes Orgánicos:**

Son compuestos cuya estructura química está compuesta fundamentalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Son los contaminantes mayoritarios en vertidos urbanos y vertidos generados en la industria agroalimentaria.

Los compuestos orgánicos que pueden aparecer en las aguas residuales son:

- ▶ **Proteínas:** Estas provienen principalmente de excretas humanas o de desechos de productos alimentarios. Son elementos biodegradables, bastante inestables y generalmente producen malos olores.
- ▶ **Carbohidratos:** Se incluyen a este grupo azúcares, almidones y fibras celulósicas. Son generados al igual que las proteínas, de excretas y desperdicios.
- ▶ **Aceites y Grasas:** Presentan alto nivel de estabilidad, inmiscibles con el agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades.
- ▶ **Otros:** Entre otros contaminantes orgánicos tenemos varios tipos de compuestos, como los tensioactivos, fenoles, organoclorados y organofosforados, etc. El origen es muy variable y presentan elevada toxicidad.

**b. Contaminantes Inorgánicos:**

En su mayoría son de origen mineral y de naturaleza variada: sales, óxidos, ácidos y bases inorgánicas, metales, etc.

Estos aparecen en cualquier tipo de agua residual, aunque son más abundantes en los vertidos generados por la industria.

Los componentes inorgánicos de las aguas residuales estarán en función del material contaminante así como de la propia naturaleza de la fuente contaminante.

**Residuos con requerimiento de Oxígeno:**

Se consideran así a los compuestos tanto orgánicos como inorgánicos que sufren fácilmente y de forma natural procesos de oxidación, que se van a llevar a cabo un consumo de oxígenos del medio. Estas oxidaciones van a realizarse bien por vía química o bien por vía biológica.

**c. Nitrógeno y Fósforo:**

Son los principales causantes del deterioro de las masas acuáticas. Su presencia en las aguas residuales es debida a los detergentes y fertilizantes, principalmente. El nitrógeno orgánico también es aportado a las aguas residuales a través de las excretas humanas.

**d. Agentes Patógenos:**

Son organismos que pueden ir en mayor o menor cantidad en las aguas residuales y que son capaces de producir o transmitir enfermedades.

**Agotamiento del contenido en Oxígeno:**

Los organismos acuáticos precisan del oxígeno disuelto en el agua para poder vivir. Cuando se vierten en las masas de agua, residuos que se oxidan fácilmente, bien por vía químico o por vía

biológica, se producirá la oxidación con el consiguiente consumo de oxígeno en el medio.

Si el consumo de oxígeno es excesivo, se alcanzarán niveles por debajo del necesario para que se desarrolle la vida acuática, dándose una muerte masiva de seres vivos.

Además, se desprenden malos olores como consecuencia de la aparición de procesos bioquímicos anaerobios, que dan lugar a la formación de compuestos volátiles y gases.

### **Desechos Sólidos**

Cuando estos se encuentran a cielo abierto provocan la contaminación de suelos, producen lixiviados que se grava día a día, generan también gas metano que contamina el aire y los olores fétidos que dañan la calidad del aire de las zonas aledañas.

Se encuentra basura en todos los ambientes y lugares, cuando existe botaderos estos se convierten en focos infecciosos, que provocan la contaminan en aire, suelo y agua. En nuestro país son inadecuados e ineficientes los sistemas de tratamiento de desechos. No existe municipio que realmente cumpla con las normativas requeridas para el tratamiento de desechos sólidos, con excepción de las ciudades de Loja y Cuenca.

Según estudios de la CEEA las basuras influyen en 40% en la contaminación del río y por ende en el análisis de aguas residuales.

### ➤ **Problemas Indirectos**

Mencionaremos como problema mas influyente a la inconciencia y falta de cultura de la población que vive en las orillas del río Sambache, así como también la falta de control y planificación de las entidades municipales, las cuales son las que deberían planificar y proyectar el uso del agua de dicho río.

#### **2.1.2 Obtención de Información**

Una vez determinada la extensión del Río Sambache, se procedió a determinar la posición exacta donde se producen las descargas de aguas servidas utilizando GPS receptor MERIDIAN MAGUELLAN, se determinó cinco puntos considerados como críticos de los cuales se realizó la toma de muestras de aguas residuales para luego ser sometidas a un análisis físico químico.

##### **2.1.2.1 Percepción Ciudadana del Río y su Estado Actual**

Es muy notable que las personas que residen en las orillas del río, presenten una baja percepción de las acciones que realizan, como es el arrojado de desperdicios hacia el cauce del río, sin darse cuenta del daño que ellos causan al proceder de dicha manera.

### **2.1.2.2 Análisis Físico Químico Bacteriológico del Río**

Para proceder con el análisis se realizó un recorrido del río, identificando su zona de influencia y el tipo de aguas que se están vertiendo hacia él.

Se identificó luego la existencia de dos fábricas que desechan aguas sin ningún tipo de tratamiento y el resto de descargas fueron identificadas como tipo doméstico, por lo cual se determinó que el 96% se realiza descargas de agua de tipo doméstico hacia el cuerpo receptor que en este caso es el río Sambache. Por lo cual se estableció que los análisis requeridos fueran los siguientes:

- PH
- Turbidez
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Detergentes
- Coliformes Totales
- Sólidos Totales
- Nitritos
- Aceites y Grasas
- Temperatura
- Oxígeno disuelto

A continuación se detallan los puntos donde se realizaron las muestras: (Ver tabla 2.1.2.2.1)

**Tabla 2.1.2.2.1** Puntos en los que se realizaron la toma de las muestras

<b>Muestra</b>	<b>Punto de Toma</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Abscisa</b>
M1	Punto A9	Hda. Puertas de Oro	No existe información topog.
M2	Punto A11	Salcoto	3+100
M3	Punto A13	Club Naval	4+500
M4	Punto A15	Urb. Portal “El Ejido”	5+280
M5	Punto A17	El Choclo	5+678

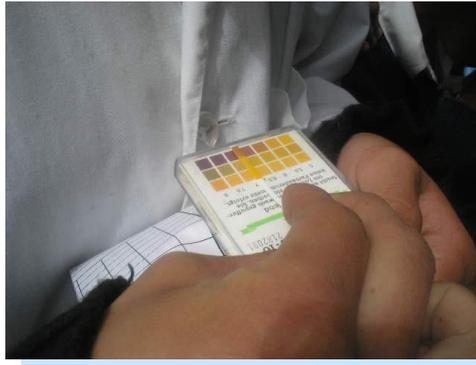
### 2.1.2.3 Recopilación de Muestras

El 13 Octubre del 2006 se realizo la toma de muestras con la asistencia de técnicos de la C.E.E.A., donde algunos de los análisis se realizaron en in situ tales como el pH, temperatura, color, olor, como se muestras en las siguientes fotografías:

**Fotografía 2.1.2.3.1** Medición de Temperatura de la Muestra de Agua



**Fotografía 2.1.2.3.2** Medición del pH



Para los análisis de laboratorio se procedió a tomar muestras en tres diferentes recipientes, el primero para análisis de Coliformes, el segundo análisis de Grasas y el tercero para análisis de Turbidez , que luego se procedieron a sellar con parafina para evitar que se alteren las muestras.

**Fotografía 2.1.2.3.3** Llenado de los recipientes



**Fotografía 2.1.2.3.4** Sellado de recipientes



Luego de proceder con la toma de muestras en los puntos anteriormente mencionados y de realizar los análisis en el laboratorio de la C.E.E.A., se obtuvieron los siguientes resultados:

**Resultados de los Análisis de las Muestras de Aguas Residuales del Río Sambache**

PARÁMETROS	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	RANGO ADMISIBLE	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS				
				M1 Had. Puertas de Oro	M2 Puente Salcoto	M3 Club Naval	M4 Portal El Ejido	M5 El Choclo
PH	SM 4500 - H+B	--	acido <7> alcalina	7,56(T=19,8 °C)	7,35 (T=19,2 °C)	6,94 (T=19,5 °C)	7,23 (T=19,7 °C)	7,61 (T=19,6 °C)
Turbidez	SM 2130 B	NTU	< 20 UTN, normal	14,1	6,58	2,34	9,41	2,27
DQO	SM 5220	mg./ lt.	250-600 ppm	<50	<50	<50	<50	<50
DBO5	SM 4500 -O-C	mg./ lt.	>30 mg/lit contaminada	8	16	18	22	15
Detergentes	SM 5540 -C	mg./ lt.	> 1mg/lit contaminada	0.02	0.02	0.03	0.12	0.04
Coliformes Totales	SM 9222 -B	CT / 100 ml.	>10000 CT/100ml contaminada	13060	11870	17124	36806	17216
Sólidos Totales	SM 2540 -B	mg./ lt.	>1000 mg/lit contaminada	318	212	230	220	260
Nitritos	HACH	mg./ lt.NO3-N	0.1-0.9 mg/lit aceptable	0.01	0.05	0.06	0.08	0.05
Aceites y Grasas	SM 5520 -B	mg./ lt.	>30 mg/lit contaminada	44	39	43	39	41
Temperatura	SM 4500-P-C	mg./ lt.	18-21mg/lit aceptable	16	18	17	20	19
Oxígeno Disuelto	SM 4500 -O-C	mg./ lt.	4-6 mg/lit aceptable	2.2	3.3	2.6	1.8	2.2

SM: Standard Method/99

**Comentarios:** Los análisis se realizaron en el laboratorio de la CEEA, en el cual se respetaron normas de análisis utilizando el método Standard/99, el cual permite realizar dicho tipo de ensayos.

Hay que mencionar que los valores presentados son los obtenidos en laboratorio los cuales son confiables y no presentan ninguna alteración.

#### **2.1.2.4 Caracterización de las Aguas**

Se deben tomar en cuenta una serie de parámetros para realizar la caracterización del agua que intervienen en la calidad de la misma:

##### **pH**

La concentración del ion hidrogeno es un importante parámetro de calidad de las aguas residuales. Hay que mencionar que el agua industrial con una concentración adversa de ion 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.

Se considera que el pH es neutro cuando tiene un valor de 7,0, el agua pura posee un pH neutro. Si el nivel de pH es menor 7,0 se considera ácida, por el contrario si el valor de pH es mayor a 7,0 se considera alcalina o base. El rango de pH que debe presentar el agua potable oscila entre 6,5 y 8,5. La vida vegetal y animal no soporta un pH inferior a 5,0 o mayor a 9,5 en agua dulce.

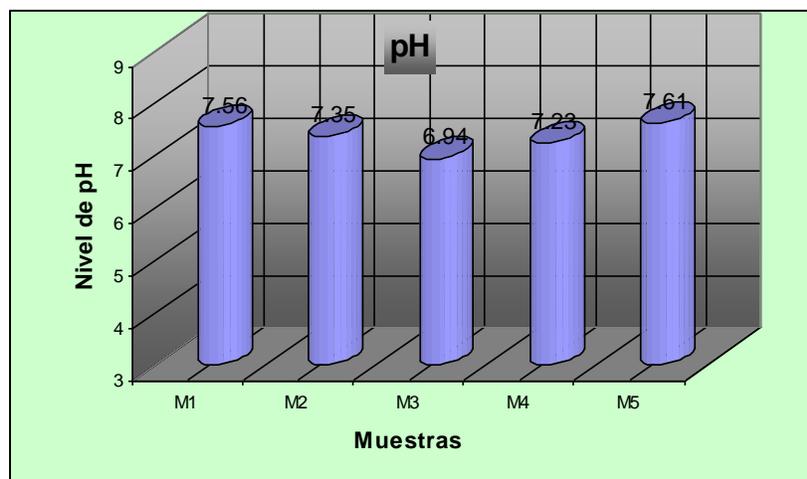
Se presenta a continuación una tabla donde se indica los valores del pH y la calidad según su valor.

**Tabla 2.1.2.4.1** Valores del pH

<i>Nivel de pH</i>	<i>Calidad del Agua</i>
Menos de 5,5	<b>Mala:</b> Muy Ácida Casi imposible la vida vegetal y animal.
5,5 - 5,9	<b>Aceptable</b>
6,0 - 6,4	<b>Buena</b>
6,5 - 7,5	<b>Excelente</b>
7,6 - 8,0	<b>Buena</b>
8,1 - 8,5	<b>Aceptable</b>
Más de 8,6	<b>Mala:</b> Muy Alcalina Casi imposible la vida vegetal y animal.

**Según los análisis de laboratorio realizados del agua del río Sambache, la calidad del agua en cuanto al pH se encuentra en un rango agua EXCELENTE.**

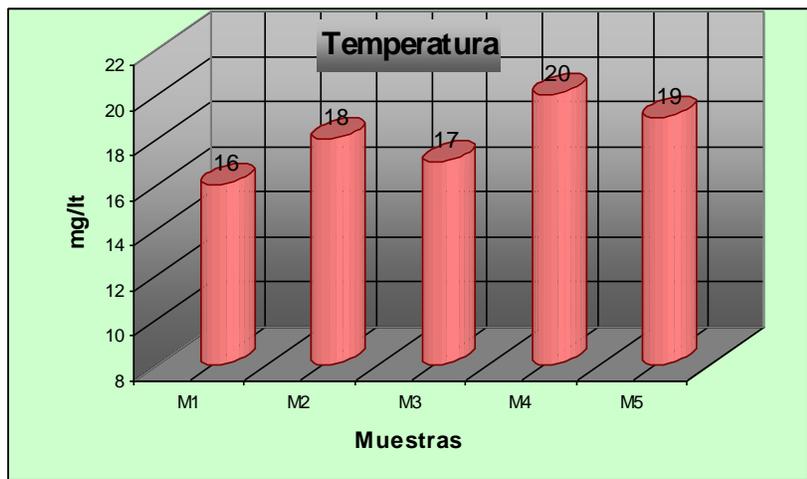
**Gráfico 2.1.2.4.1** pH



## Temperatura

Este factor es muy influyente en cuanto tiene que ver con el oxígeno disuelto y la demanda biológica de oxígeno, así como también en la supervivencia de especies acuáticas. Cuando la temperatura es baja el oxígeno se disuelve fácilmente, y por lo tanto existe mayor oxígeno disuelto, por el contrario como ocurre en agua con altas temperaturas donde es difícil la disolución del oxígeno.

Gráfico 2.1.2.4.2 Temperatura



## Turbidez

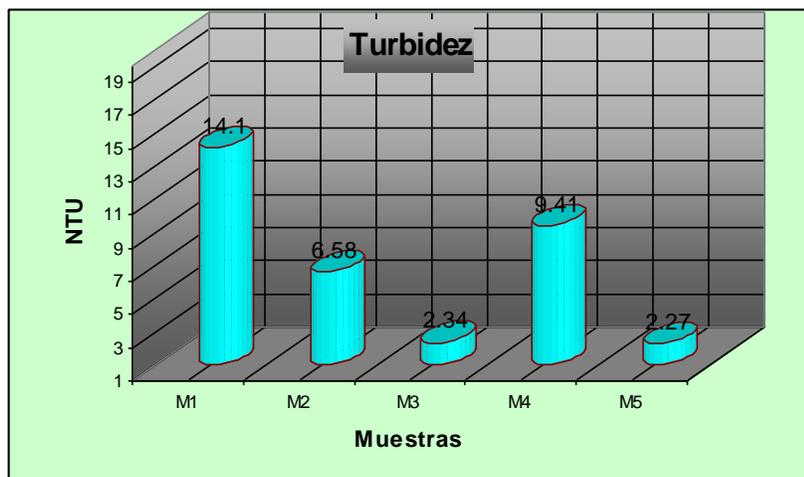
Este parámetro se refiere a cuán clara o cuán turbia está el agua. El agua clara tiene un nivel de turbidez bajo y el agua turbia o lodosa tiene un nivel alto de turbidez.

Si la turbidez del agua es alta, habrá muchas partículas suspendidas en ella. Estas partículas sólidas bloquearán la luz solar y evitarán que las plantas acuáticas obtengan la luz solar que necesitan para la fotosíntesis.

Las partículas suspendidas en el agua también absorberán calor adicional de la luz solar lo cual ocasionará que el agua sea más caliente. Las partículas suspendidas pueden transportar contaminantes en el agua.

Basados en los análisis de laboratorio podemos decir que el agua de río en estudio, presenta una turbidez considerada como normal obteniendo lectura de 14,10 como máxima, se dice que esta en condiciones normales cuando los valores de turbidez son menores a 20 UTN.

Gráfico 2.1.2.4.3 Turbidez



## Demanda Bioquímica de Oxígeno

El parámetro de 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 el agua y como resultado de la acción de oxidación bioquímica aeróbica, es por esto que este parámetro de contaminación sea tan utilizado en el tratamiento de las aguas residuales

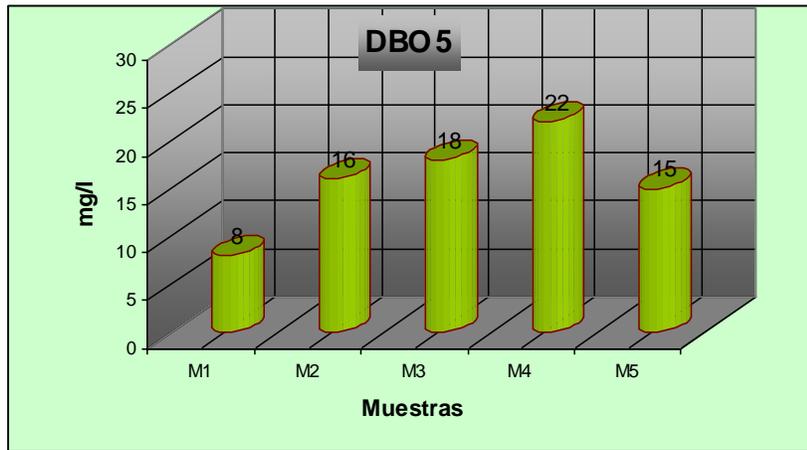
A mayor demanda de oxígeno (DBO alto) mayor contaminación del agua y a menor demanda de oxígeno (DBO bajo) menor cantidad de microorganismos". Si se tomara una muestra de las aguas servidas que salen de una casa -hacia el alcantarillado- ésta tendría una cantidad de 250 a 300 miligramos por litro de DBO. En el caso más desfavorable de la norma 90, el nivel de DBO, si hablamos de una planta de tratamiento el valor obtenido debe ser de 35mg/litro. Normalmente se mide transcurridos 5 días (DBO5) y se expresa en mg O<sub>2</sub>/litro.

**El parámetro no es aplicable para las aguas potables debido al valor tan bajo que se obtendrían. Se ha determinado que si los valores son mayores a 30 mg O<sub>2</sub>/litro, nos indica que el agua está contaminada,**

considerando que el agua residual puede alcanzar valores de DBO de miles de mg O<sub>2</sub>/litro.

Según los análisis se obtuvo un DBO de 25 mg./lt., lo que nos indica que se encuentra en los niveles normales y que este podría ir aumentando en un futuro si no se implementan sistemas de tratamiento.

Gráfico 2.1.2.4.4 DBO5



#### Demanda Química de Oxígeno

La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de materia orgánica susceptible de ser oxidada por medios químicos que hay en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en mg O<sub>2</sub>/litro.

**Las aguas residuales no tratadas son generalmente ricas en materia orgánica. La presencia de cantidades excesivas de nutrientes que se vierten con las aguas residuales no tratadas origina un incremento en el crecimiento de las bacterias así como de las algas.**

**Se considera que las aguas no contaminadas tienen valores de DQO de 1 a 5 ppm, o algo superiores. Las aguas residuales domésticas suelen contener entre 250 y 600 ppm, y en las residuales industriales la concentración depende de la actividad.**

**Según los análisis de laboratorio dio como resultado de DQO < 50 mg./lt. , en todas las muestras, este valor es bajo al parámetro permitido en aguas domésticas residuales, se debe a que no se realizó la toma de muestras en los puntos de descarga y es claro que los valores disminuyen a lo largo del trayecto del río.**

## Detergentes

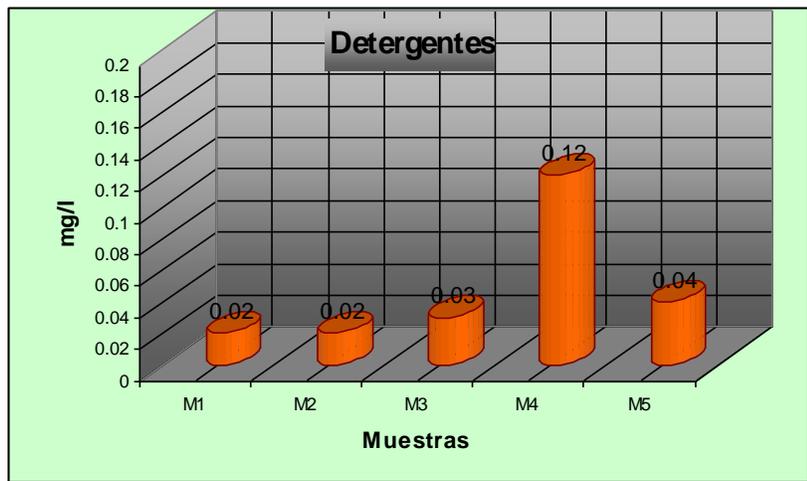
**Los jabones son sustancias que alteran la tensión superficial (disminuyen la atracción de las moléculas de agua entre sí en la superficie) de los líquidos, especialmente el agua. Este tipo de sustancias se denominan tensoactivas.**

**El agente tensoactivo que actúa modificando la tensión superficial disminuyendo la fuerza de adhesión de las partículas (mugre) a una superficie; por fosfatos que tienen un efecto ablandador del agua y flocculan y emulsionan a las partículas de mugre, y algún otro componente que actúe como solubilizante, blanqueador, bactericida, perfumes, abrillantadores ópticos.**

**Se consideran contaminantes a la mayoría de los detergentes sintéticos debido a que no son descompuestos fácilmente por la acción bacteriana. Existe dos clases de detergentes: los biodegradables se les llama detergentes duros y a los degradables detergentes blandos.**

Cuando son arrojados a los ríos provocan la disminución de la solubilidad del oxígeno disuelto en el agua con lo cual se dificulta la vida acuática.

Gráfico 2.1.2.4.6 Detergentes



En nuestro estudio se encontró un valor de 0.12mg./lt., lo que nos indica que se encuentra en un nivel aceptable para aguas servidas.

Coliformes Totales

La denominación genérica coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia

**relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.**

**Las bacterias de este género se encuentran principalmente en el intestino de los humanos y de los animales de sangre caliente, es decir, homeotermos, pero también ampliamente distribuidas en la naturaleza, especialmente en suelos, semillas y vegetales.**

**Los coliformes se introducen en gran número al medio ambiente por las heces de humanos y animales.**

**Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Por tanto, su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura.**

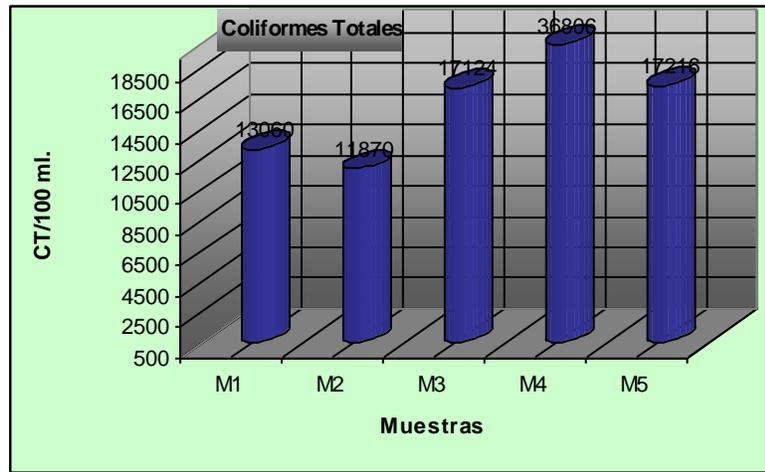
**La prueba de coliformes totales y fecales se utiliza para determinar la calidad bacteriológica de los efluentes de los sistemas de tratamiento de aguas servidas.**

**Tabla 2.1.2.4.2 Valores del Coliformes Totales**

<b>Niveles Recomendados para Coliformes Totales</b>
---

Agua Potable	menos de 0 colonias por 100 ml de la muestra de agua.
Natación	menos de 200 colonias por 100 ml de la muestra de agua.
Navegar/Pescar	menos de 1,000 colonias por 100 ml de la muestra de agua.

**Gráfico 2.1.2.4.7 Coliformes Totales**

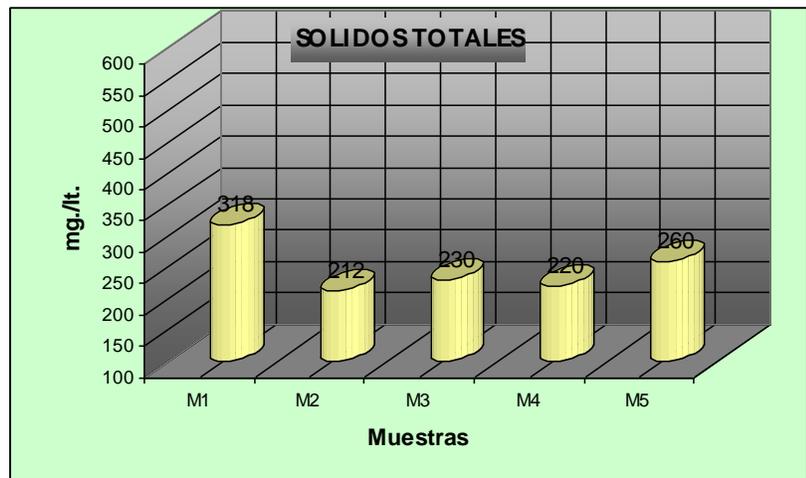


En el estudio de este parámetro se encontró un valor **36806 CT**, este nos indica la contaminación que existe por parte del ser humano, por lo cual se procederá a la utilización de una planta de tratamiento para reducir el valor.

Sólidos Totales

Generalmente, las aguas residuales contienen sólidos disueltos, sólidos en suspensión y sólidos en flotación, que normalmente no pasan de 1.000 ppm del total, aunque su tratamiento en estaciones depuradoras necesita de instalaciones especiales.

Gráfico 2.1.2.4.8 Sólidos Totales



Aceites y Grasa

Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de

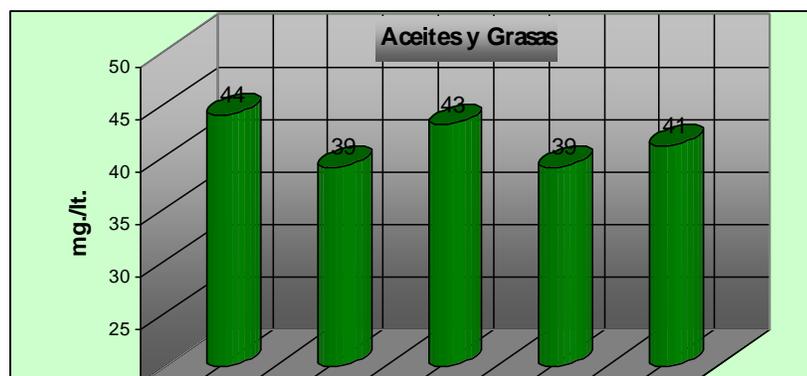
tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual.

Los aceites y las grasas son, desde un punto de vista químico, sustancias muy similares; son compuestos (ésteres) de alcohol y glicerol (glicerina) con ácidos grasos. Los glicéridos o ácidos grasos que son líquidos a temperaturas normales, se denominan aceites y los que son sólidos se denominan grasas.

Los aceites y las grasas que se encuentran en las aguas residuales proceden de la mantequilla, margarina, manteca, que normalmente se encuentra en carnes, cereales, semillas, frutos secos y ciertas frutas. El queroseno, lubricantes y aceites que son utilizados en las carreteras derivan de petróleos y alquitranes y contienen principalmente carbón e hidrogeno.

Estos aceites a veces alcanzan volúmenes considerables en las aguas residuales.

Gráfico 2.1.2.4.9 Aceites y Grasas



**De acuerdo con los análisis de laboratorio se obtuvo, un valor de 44 mg/lt, lo que nos indica que es necesario un tratamiento, debido a que el límite superior es de 30 mg./lt.**

#### Oxígeno Disuelto

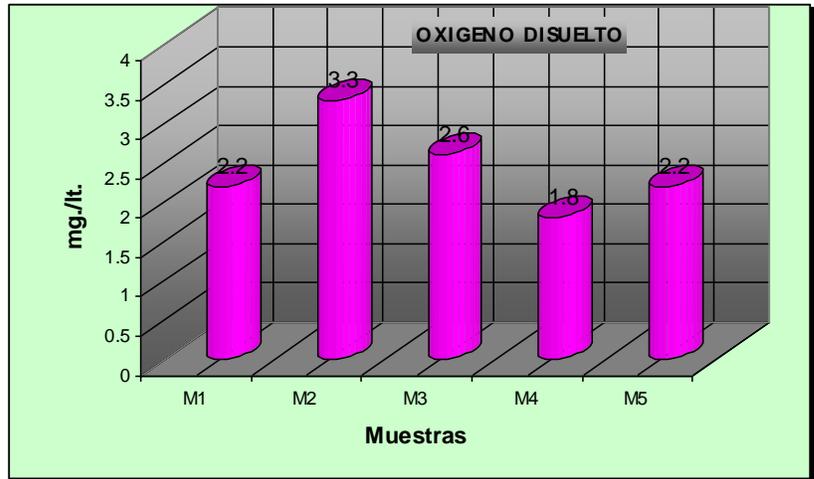
**Es la medida del oxígeno disuelto en el agua, expresado normalmente en ppm (partes por millón). La solubilidad del oxígeno en el agua depende de la temperatura: a mayor temperatura menos oxígeno se disuelve. Por otra parte si el agua está contaminada tiene muchos microorganismos y materia orgánica y la gran actividad respiratoria disminuye el oxígeno disuelto. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos organismos no pueden sobrevivir.**

**Los niveles de oxígeno disuelto típicamente pueden variar de 0 - 18 partes por millón (ppm) aunque la mayoría de los ríos requieren un mínimo de 5 - 6 ppm para soportar una diversidad de vida acuática. Además, los niveles de OD a veces se expresan en términos de Porcentaje de Saturación.**

**El Oxígeno disuelto es un parámetro indicador del estado del H<sub>2</sub>O en cualquier momento y como variables de gran peso al momento de realizar análisis de grado de solución de aguas residuales. Por lo tanto estos parámetros se deben mantener en valores OD= 4 – 6 mg/lts(ppm).**

**El Oxígeno actúa directamente sobre el agua a tratar en forma rápida y con eficiencia si el método de dosificación es el adecuado.**

**Gráfico 2.1.2.4.10 Oxígeno Disuelto**



En nuestro estudio se encontró un valor de 3.3 mg./lt., lo que nos indica que esta por debajo de los parámetros normales, se recomienda realizar saltos de agua para que esta se oxigene y los valores tomen niveles adecuados de oxígeno disuelto.

#### Nitritos

Proceso por el cual el amoníaco en el agua de desecho produce oxidación por nitrito y después por nitrato debido a reacción química o bacteriana. Es parte importante del ciclo del nitrógeno y permite que las plantas verdes dispongan de materiales inorgánicos nitrogenados.

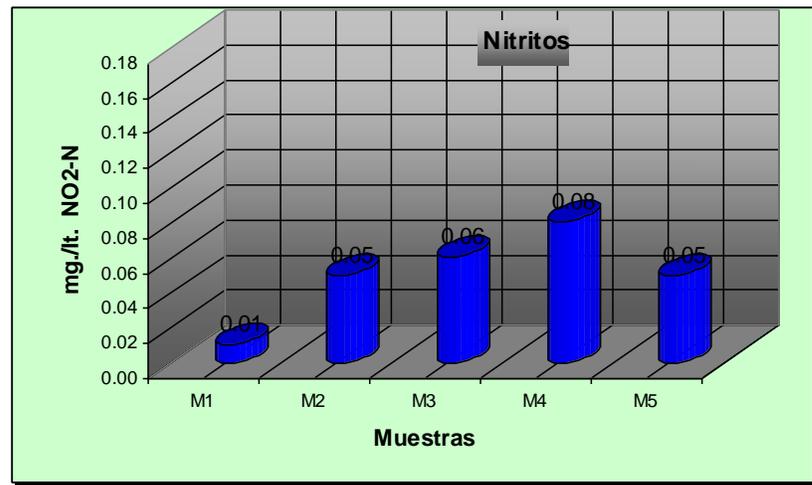
El nitrato es el producto final de la oxidación de materia orgánica nitrogenada y por consiguiente un tenor

alto de los mismos indica que el agua ha tenido contacto con materia orgánica.

Si no existen al mismo tiempo nitritos y amoníaco, es señal de que la oxidación ha sido completada, pero el agua sigue siendo potencialmente peligrosa. Por otra parte cabe destacar que su presencia indica que las aguas han estado en contacto con materias nitrogenadas en putrefacción. Por consiguiente toda agua que contenga nitritos es sospechosa.

La presencia de nitritos en el agua es indicativo de contaminación de carácter fecal reciente, en agua superficiales, bien oxigenadas, el nivel de nitrito no suele superar 0.1 mg./lt. Asimismo cabe indicar que el nitrito se halla en un estado de oxidación intermedio entre el amoníaco y el nitrato. Los valores de 0.1 – 0.9 mg./lt., pueden presentar problemas de toxicidad dependiendo del pH, asimismo valores por encima del 1.0 mg./lt/, son totalmente tóxicos y presentan un impedimento para el desarrollo de la vida. En general la concentración de nitritos en aguas superficiales es muy baja, pero pueden aparecer ocasionalmente en concentraciones inesperadamente altas debido a la contaminación industrial y de aguas residuales domésticas.

**Gráfico 2.1.2.4.11 Nitritos**



**En los estudios de laboratorio se encontró un valor de 0.08 mg./lt., lo que nos indica que esta en niveles normales y por debajo de los niveles de toxicidad. Por lo cual se determinó que no necesita ningún tipo de tratamiento para dicho parámetro.**

## **2.2 Estudio Hidrológico**

Este nos permitirá determinar los caudales característicos del río y de la cuenca, basados en datos de precipitación que nos proporcionan las estaciones meteorológicas cercanas de la zona.

El estudio que se realizó no cuenta con la información suficiente de datos que nos permitan desarrollar sin tropiezos el proyecto, así como también la escala inapropiada de la cartografía de la zona en estudio, es por eso que usaremos al máximo la información disponible y aplicaremos las técnicas más apropiadas para obtener los mejores resultados posibles.

### 2.2.1 Definición de Cuenca

Se definirá los parámetros físicos representativos de la cuenca del río Sambache. A continuación se describirá el procedimiento para definir la cuenca del río Sambache:

- Para la determinación del área de la misma, se necesita realizar el trazado que defina el contorno. Existiendo como un primer contorno el cual esta definido por la topografía, para esto se uso dos cartas topográficas de las zonas de Rumipamba y otra de Selva Alegre con escala 1:25000, donde se encuentra ubicado el río Sambache, sobre las cuales se determinó la cuenca vertiente por escorrentía superficial, es decir, a partir de los puntos cuya escorrentía vierta hacia ella.
- Para obtener la línea límite, se localizan en primer lugar los puntos más altos del límite de la cuenca.
- Luego se realiza un trazo por el contorno, siendo la escorrentía perpendicular a las curvas de nivel. Hay que tomar en cuenta la influencia de la geología de la cuenca en estudio, sobre el contorno topográfico de la misma, ya que es de gran importancia, debido a que pueden existir sustratos permeables y acuíferos que pueden modificar el estudio.

Luego de terminado el procedimiento obtuvimos los siguientes resultados:

Longitud del Río: 13.45 Km.

Área de la Cuenca: 13,85 Km<sup>2</sup>

Con la ayuda de la cartografía determinamos la Cota de Inicio y final del río para así determinar la pendiente del mismo.

Cota Inicial: 2980 m.

Cota Final: 2507 m.

Pendiente del Río Sambache en línea recta desde el punto inicial y final.

$J= 0.032$

### **2.2.2 Verificación del Caudal del Río**

### 2.2.2.1 Caudal Promedio

Para la obtención del caudal promedio se necesita realizar mediciones al menos durante veinte años, para así tener información más representativa.

A continuación describiremos los requerimientos de la zona donde se realizó el estudio:

- Primero se identificó el sector el cual deberá reunir las siguientes características:
  - El tramo del río deberá presentar una zona lo más recta posible.
  - En cuanto a la sección transversal del río, deberá ser lo más constante posible.
  - Deberá ser un tramo de libre de piedras, basura, vegetación que puedan obstaculizar el recorrido de las láminas de agua y de los objetos de ayuda para a toma de datos.
- Se estableció el tramo del río, que reunió las características antes mencionadas, dicho tramo se encuentra en el sector de la Urb. El Portal “El Ejido”, este inicia en la abscisa 5+000 m con una longitud de 42m, la fecha en la cual se realizó el ensayo fue el 15 de Septiembre del 2006.

- Luego realizamos la medición del calado transversal del cauce del río, en longitudes parciales cada 0.20 m., tomamos dichas mediciones en el inicio, medio y final del tramo, para obtener el área promedio del perfil transversal del río Sambache.

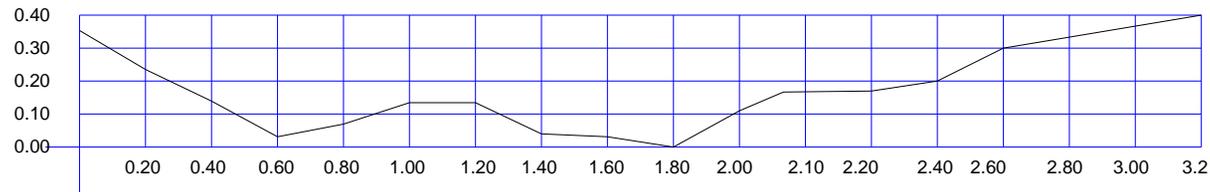


**Fotografía 2.2.2.1** Medición del Perfil Transversal del Río Sambache

# PERFIL TRANSVERSAL DEL RIO

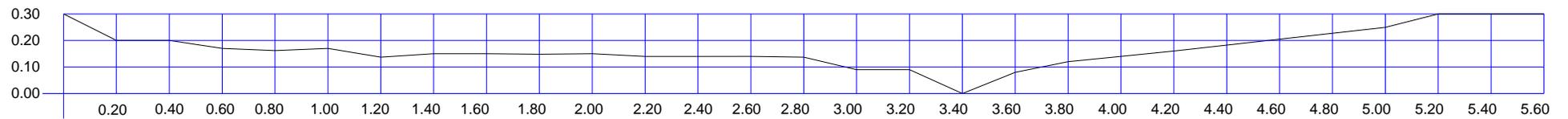
## SECCION TRANSVERSAL INICIO DEL TRAMO

AREA MOJADA: 0.604 m<sup>2</sup>



## SECCION TRANSVERSAL FINAL DEL TRAMO

AREA MOJADA: 0.7050 m<sup>2</sup>



**Gráfica 2.2.2.1** Perfil Longitudinal del Río Sambache

- A continuación realizamos la medición de tiempos de recorrido promedio del tramo seleccionado, usando un objeto flotante que en este caso fue una esfera de espumaflex, la cual recorre la longitud del tramo y tomamos el tiempo que se demora en hacerlo, este procedimiento se realizó 10 veces de la misma manera.
- Para seguir con la obtención del caudal del río Sambache, realizamos el cálculo de la velocidad con la fórmula de m.r.u. (movimiento rectilíneo uniforme), debido a que tenemos ya como datos la longitud y el tiempo de recorrido.

$$v = d / t$$

- Finalmente para calcular el caudal, aplicamos la fórmula de caudal, y tenemos como datos tenemos  $V =$  velocidad,  $A =$  área de la sección transversal.

$$Q = V \cdot A.$$

**Tabla 2.2.2.1** Cálculo del Caudal Promedio “Estimado”

CAUDAL PROMEDIO DEL RIO SAMBACHE					
Medición	Distancia ( m )	Tiempo ( seg. )	Velocidad ( m / seg. )	Área Promedio ( m <sup>2</sup> )	Caudal ( m <sup>3</sup> / seg. )
1	42	59.15	0.710	0.6545	0.465
2	42	50.19	0.837	0.6545	0.548
3	42	54.76	0.767	0.6545	0.502
4	42	57.51	0.730	0.6545	0.478
5	42	58.46	0.718	0.6545	0.470
6	42	53.69	0.782	0.6545	0.512
7	42	51.19	0.820	0.6545	0.537
8	42	56.26	0.747	0.6545	0.489
9	42	55.25	0.760	0.6545	0.498
10	42	53.51	0.785	0.6545	0.514
<b>Promedio</b>		<b>55.00</b>	<b>0.766</b>		<b>0.501</b>

#### 2.2.2.2 Caudal de Crecida

Para una proyección del caudal de crecida se debe establecer una marca histórica que sea claramente visible, que nos permita identificar sin dificultad el nivel máximo que alcanzó el río en una máxima crecida, también se realizó cinco mediciones del perfil transversal del río en una longitud de 100 metros en la abscisa 5+100, para proceder con el cálculo de la velocidad utilizando la fórmula de Manning, la misma que se rige a los siguientes parámetros:

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

Donde:

R.- radio hidráulico

$$R = \frac{A}{P}$$

A.- Área Mojada

P.- Perímetro Mojado

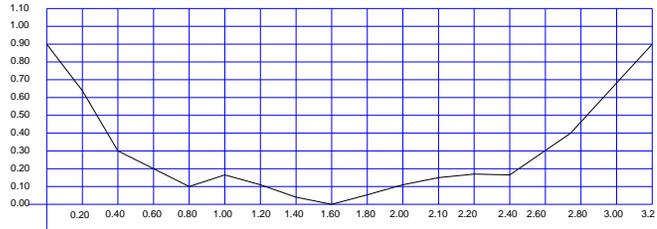
J.- Pendiente del río

A continuación presentamos los perfiles transversales medidos:

# PERFIL DEL RIO

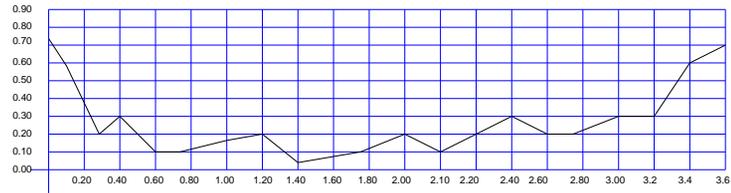
## SECCION TRANSVERSAL TRAMO 1

AREA MOJADA: 2.15 m<sup>2</sup>  
PERIMETRO MOJADO: 4.11 m



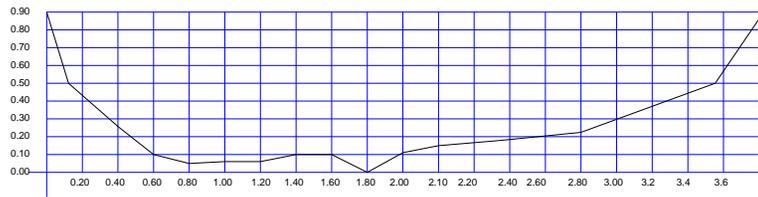
## SECCION TRANSVERSAL TRAMO 4

AREA MOJADA: 1.81 m<sup>2</sup>  
PERIMETRO MOJADO: 4.63 m



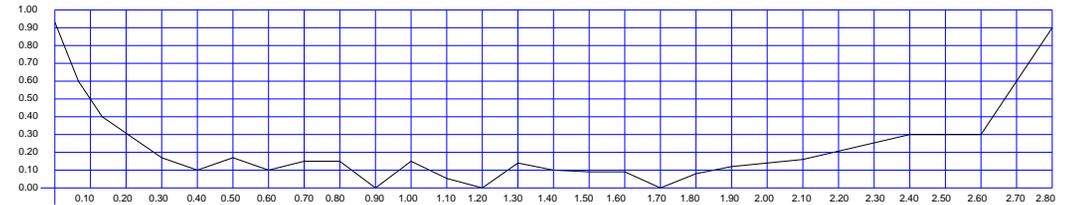
## SECCION TRANSVERSAL TRAMO 2

AREA MOJADA: 2.58 m<sup>2</sup>  
PERIMETRO MOJADO: 4.75 m



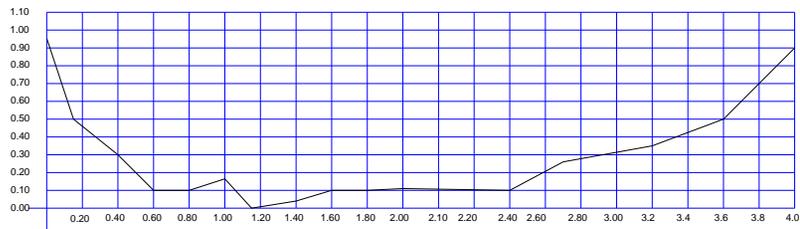
## SECCION TRANSVERSAL TRAMO 5

AREA MOJADA: 4.00 m<sup>2</sup>  
PERIMETRO MOJADO: 6.60 m



## SECCION TRANSVERSAL TRAMO 3

AREA MOJADA: 2.87 m<sup>2</sup>  
PERIMETRO MOJADO: 5.01 m



Gráfica 2.2.2.2 Perfiles Transversales estimados para el cálculo del Caudal de Crecida

Realizados los cálculos se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 2.2.2.2** Estimación del Caudal de Crecida

Medición del Caudal Crecida						
Sección	Área Mojada ( m <sup>2</sup> )	Perímetro Mojado ( m )	Radio Hidráulico ( R ) ( m )	Coef. Rugosidad (n)	Velocidad ( m / seg. )	Caudal ( m <sup>3</sup> / seg. )
1	2.15	4.11	0.52	0.15	2.16	4.65
2	2.58	4.75	0.54	0.15	2.22	5.73
3	2.87	5.01	0.57	0.15	2.30	6.60
4	1.81	4.63	0.39	0.15	1.78	3.23
5	4.00	6.60	0.61	0.15	2.39	9.55
Promedio					2.17	5.95

### 2.3 Descripción de Obras Existentes

Luego de realizar un recorrido por toda la extensión del río Sambache, se identifique seis obras importantes las cuales comprenden 2 puentes peatonales, 3 puentes viales y 1 tanque reservorio de agua. A continuación realizaremos una descripción de las características de cada uno de ellos, señalando tanto ubicación, características estructurales y estado actual de dicha obra.

Cada estructura se encuentra codificada y en un formato de fácil uso.



# ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

## PROYECTO: RECUPERACIÓN DEL RÍO SAMBACHE

### INVENTARIO DE OBRAS EXISTENTES

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Rumipamba	<b>Sector:</b> Club EL Rosario
<b>Material:</b> Acero y Hormigón	<b>Abscisa:</b> N.E.I.	<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006	
<b>Largo:</b> 5.35 m	<b>Ancho:</b> 3.85 m	<b>Cota:</b> 2663 m	<b>Estructura N°:</b> Estruc. 01
<b>Fotografía Aérea:</b> 		<b>Descripción y Ubicación:</b> Es un puente de estructura metálica con losa de hormigón armado, posee estribos de mampostería, tiene un solo carril de circulación, no existen aceras de circulación peatonal.	
<b>Fotografía de la Estructura:</b> 		<b>Estado Actual de la Obra:</b> El puente se encuentra en estado regular no necesita reparaciones.	
<b>Croquis de Ubicación:</b> No existe levantamiento topográfico.		<b>Recomendaciones:</b> Se recomienda realizar limpieza rutinaria, así como el retiro de la maleza que lo cubre. Por estar situado en un camino de herradura no se necesita señalización, sumado a esto son pocos los transeúntes que lo utilizan.	
<b>Elaborado por:</b>  Sr. Leonard Morales    Sr. Gabriel Gordillo Egresado FIC            Egresado FIC		<b>Aprobado por:</b>  Ing. Milton Silva Codirector de Proyecto	



# ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

## PROYECTO: RECUPERACIÓN DEL RÍO SAMBACHE

### INVENTARIO DE OBRAS EXISTENTES

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Sangoquí	<b>Sector:</b> Salcoto
<b>Material:</b> Hormigón Armado	<b>Abscisa:</b> 3+120m	<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006	
<b>Largo:</b> 8.60m	<b>Ancho:</b> 4.20m	<b>Cota:</b> 2555m	<b>Estructura N°:</b> Estruc. 02
<b>Fotografía Aérea:</b>		<b>Descripción y Ubicación:</b>	
		<p>Es un puente de hormigón armado, con estribos de mampostería, tienes un solo carril de circulación.</p> <p>Se encuentra en la calle Atahualpa, junto al tanque de agua potable.</p>	
<b>Fotografía de la Estructura:</b>		<b>Estado Actual de la Obra:</b>	
		<p>Se encuentra en perfecto estado .</p>	
<b>Croquis de Ubicación:</b>		<b>Recomendaciones:</b>	
		<p>Se recomienda poner señalización horizontal y vertical, construcción de aceras para el paso peatonal debido a que es difícil y sumamente peligroso el paso peatonal, por dicho puente.</p> <p>Se realice un mantenimiento rutinario.</p>	
<b>Elaborado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>	
<p>Sr. Leonard Morales Egresado FIC</p>		<p>Sr. Gabriel Gordillo Egresado FIC</p>	
		<p>Ing. Milton Silva Codirector de Proyecto</p>	



# ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

## PROYECTO: RECUPERACIÓN DEL RÍO SAMBACHE

### INVENTARIO DE OBRAS EXISTENTES

<b>Provincia:</b>	<b>Cantón:</b>	<b>Parroquia:</b>	<b>Sector:</b>
Pichincha	Rumiñahui	Sangolquí	Salcoto
<b>Material:</b>	<b>Abscisa:</b>	<b>Fecha:</b>	
Hormigón	3+120 m	12 Sep. 2006	
<b>Radio:</b>	<b>Alto:</b>	<b>Cota:</b>	<b>Estructura N°:</b>
6 m	3 m	2555 m	Estruc. 03

<b>Fotografía Aérea:</b>	<b>Descripción y Ubicación:</b>
	<p>El tanque es de hormigón armado, se a cinco metros del puente de la calle Atahualpa.</p>

<b>Fotografía de la Estructura:</b>	<b>Estado Actual de la Obra:</b>
	<p>El estado del tanque es bueno, pero su protección es insuficiente, ya que cualquier persona puede ingresar a la instalación.</p>

<b>Croquis de Ubicación:</b>	<b>Recomendaciones:</b>
	<p>Se recomienda construir un muro de protección del tanque para evitar que sea destruido por crecidas del río, así como es necesario se realice obras de cerramiento, para evitar que personas particulares entren y puedan causar danos a la estructura.</p>

<b>Elaborado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Sr. Leonard Morales Egresado FIC	Sr. Gabriel Gordillo Egresado FIC
Ing. Milton Silva Codirector de Proyecto	



## ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

### PROYECTO: RECUPERACIÓN DEL RÍO SAMBACHE

#### INVENTARIO DE OBRAS EXISTENTES

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Sangolquí	<b>Sector:</b> Urb. Los Jardines
<b>Material:</b> Hormigón y Madera	<b>Abscisa:</b> 4+820 m	<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006	
<b>Largo:</b> 8.50 m	<b>Ancho:</b> 1,75 m	<b>Cota:</b> 2532 m	<b>Estructura N°:</b> Estruc. 04
<b>Fotografía Aérea:</b>		<b>Descripción y Ubicación:</b>	
		<p>El puente peatonales de madera, su estructura se encuentra en condiciones regulares, este puente conecta la Urb. Los Jardines con el Polideportivo El Ejido.</p>	
<b>Fotografía de la Estructura:</b>		<b>Estado Actual de la Obra:</b>	
		<p>La estructura se encuentra en condiciones regulares, es inseguro el cruce por dicho puente ya que sus estructura esta desgastada y presenta deficiencias técnicas.</p>	
<b>Croquis de Ubicación:</b>		<b>Recomendaciones:</b>	
		<p>Se recomienda una reestructuración de dicho puente, colocar refuerzos tanto en pasamanos y plataforma. Es necesario pintura de protección para que se mantenga la madera.</p>	
<b>Elaborado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>	
 Sr. Leonard Morales Egresado FIC	 Sr. Gabriel Gordillo Egresado FIC	 Ing. Milton Silva Codirector de Proyecto	

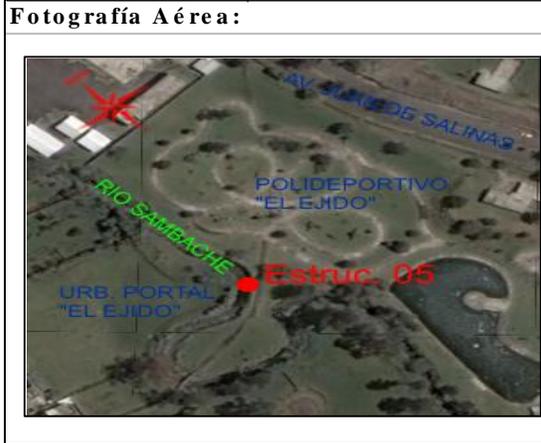


**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**PROYECTO: RECUPERACIÓN DEL RÍO SAMBACHE**

**INVENTARIO DE OBRAS EXISTENTES**

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Sangolquí	<b>Sector:</b> Portal El Ejido
<b>Material:</b> Acero	<b>Abscisa:</b> 5+070 m	<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006	
<b>Largo:</b> 15 m	<b>Ancho:</b> 1.20m	<b>Cota:</b> 2531 m	<b>Estructura N°:</b> Estruc. 05



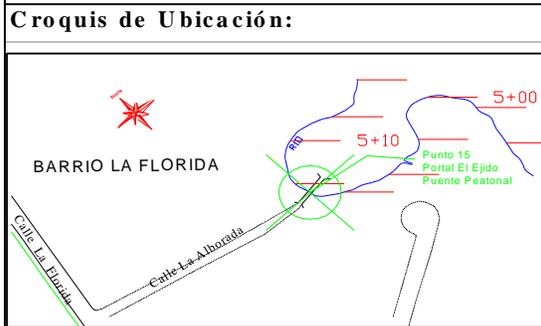
**Descripción y Ubicación:**

El puente peatonal es de estructura metálica, se ubica al pie de la Urb. Portal El Ejido, dicho puente conecta el polideportivo EL Ejido con la urbanización antes mencionada.



**Estado Actual de la Obra:**

El puente se encuentra en perfectas condiciones, pero parte de la protección de las bases ha sido destruida.



**Recomendaciones:**

Se recomienda se reconstruya el muro de protección de las bases del puente.

<b>Elaborado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>	
Sr. Leonard Morales Egresado FIC	Sr. Gabriel Gordillo Egresado FIC	Ing. Milton Silva Codirector de Proyecto	



# ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

## PROYECTO: RECUPERACIÓN DEL RÍO SAMBACHE

### INVENTARIO DE OBRAS EXISTENTES

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Sangolquí	<b>Sector:</b> La Florida
<b>Material:</b> Hormigón Armado	<b>Abscisa:</b> 5+500m	<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006	
<b>Largo:</b> 15m	<b>Ancho:</b> 7.50 m	<b>Cota:</b> 2527 m	<b>Estructura N°:</b> Estruc. 06

#### Fotografía Aérea:



#### Descripción y Ubicación:

El puente es de Hormigón Armado, cuenta con dos carriles de circulación y una vereda para paso de peatones. Se encuentra en la calle Los Abetos, a pie de la Urb. La Florida.

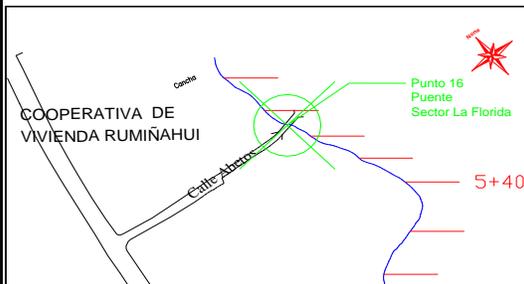
#### Fotografía de la Estructura:



#### Estado Actual de la Obra:

El estado del puente es bueno, no necesita reparaciones, sus bases están en perfecto estado.

#### Croquis de Ubicación:



#### Recomendaciones:

Se recomienda colocar señalización tanto vertical como horizontal, y un mantenimiento rutinario.

#### Elaborado por:

Sr. Leonard Morales Egresado FIC      Sr. Gabriel Gordillo Egresado FIC

#### Aprobado por:

Ing. Milton Silva Codirector de Proyecto

## 2.4 Sistemas con Inadecuado Servicio de Drenaje

Se encontraron sistemas de descarga de aguas servidas, con sistemas poco técnicos e inadecuados, especialmente en propiedades privadas, son las construcciones que se encuentran en las orillas del río, que son el principal factor de contaminación, sumado a esto provocan erosión de taludes quedando desprotegidos de vegetación, lo cual puede provocar desestabilización y deslaves de los mismo.

**Fotografía 2.4.1** Obras con inadecuado drenaje



## **2.5 Mapas de Superficies Aportantes**

### **2.5.1 Obtención de Información**

La información fue obtenida en la Dirección de Agua Potable y Alcantarillado y Comercialización del Cantón Rumiñahui (DAPAC-R), esta cuenta con estudios y planos el cantón, en los cuales podemos identificar claramente por donde atraviesan los sistemas de alcantarillado, tanto los separados como los combinados y donde desemboca cada uno de estos.

### **2.5.2 Procesamiento de Datos**

Para la determinación de las áreas que aportan al caudal de aguas servidas al río Sambache se uso los planos de distribución del sistema de alcantarillado de la zona por donde atraviesa dicho río, se determinan las zonas que aportan a dicho caudal, luego debemos calcular su área; basados en la densidad poblacional determinaremos un dato estimado de la población; en base a la dotación de agua potable se estimara la cantidad de agua servida que la población vierte hacia el río.

### **2.5.3 Presentación de Resultados**

Luego de determinar las zonas que están aportando con caudales de aguas residuales, se procedió a delimitarlas y codificarlas para que sea más fácil su identificación.

Los resultados se encuentran en los anexos de planos, en este se detallan cada una de las áreas con sus límites correspondientes y su identificación.

## **CAPÍTULO III**

### **GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**

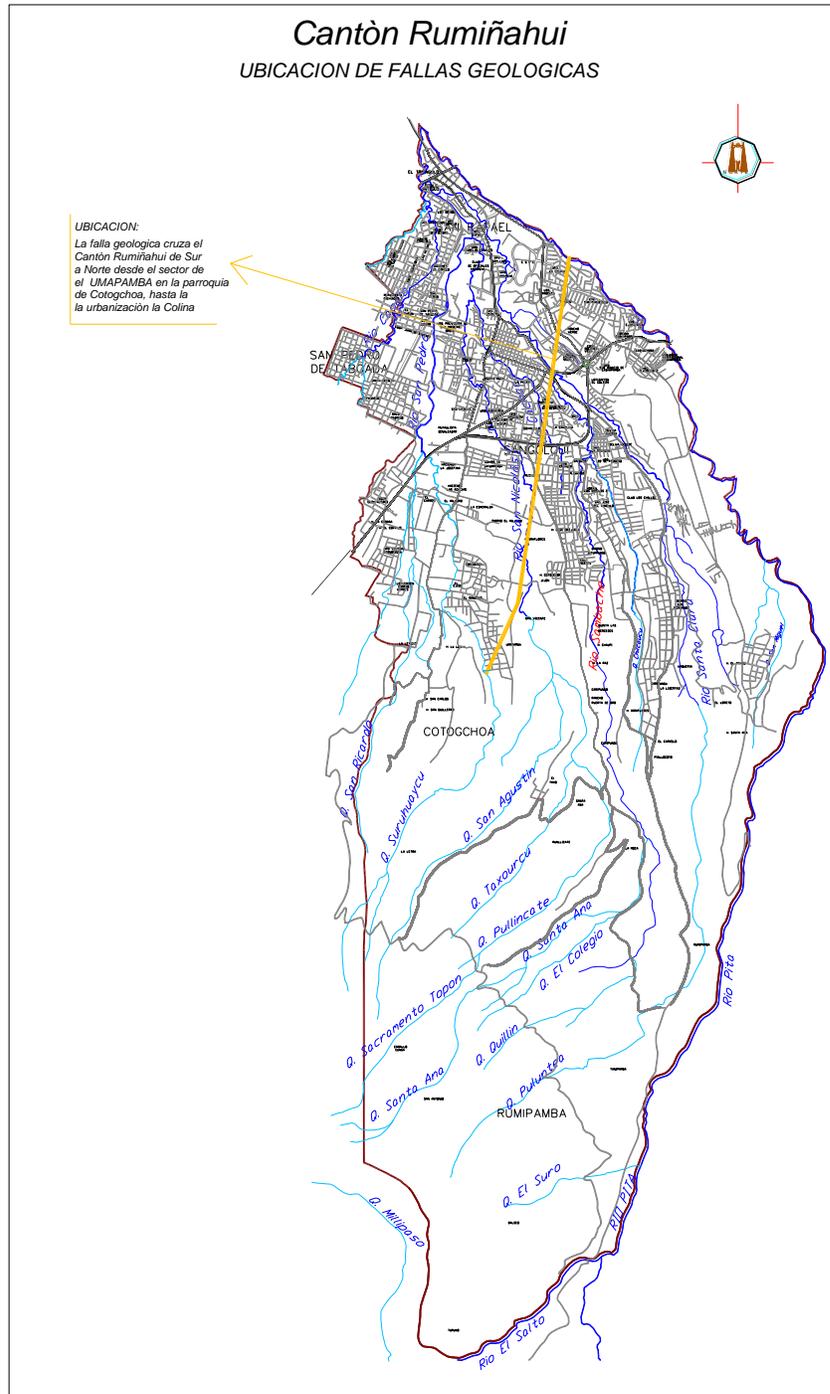
#### **3.1 Recopilación de Información Existente**

##### **3.1.1 Información Geológica**

Según estudios realizados por Municipio del Cantón Rumiñahui en el año 2003, se obtuvo como resultado la identificación y ubicación de una falla geológica que atraviesa por el Cantón, y que a su vez también atraviesa el río Sambache que es motivo de esta investigación, dicha falla nace en el sector de Umapamba en la Parroquia Cotogchoa y va hacia la parte Norte atravesando los cauces de los Ríos San Nicolás, Santa Clara, Cachaco hasta terminar en el cauce del Río Pita en la Parroquia Sangolquí sector La Colina.

A continuación presentaremos un plano que indica la ubicación exacta de la falla figura 3.1.1.1; en el plano se aprecia que el cauce del Río Sambache se encuentra atravesado por la falla, lo cual es de gran influencia en cuanto tiene que ver con el diseño de nuevas estructuras y conservación de las ya existente, estas deben soportar movimientos sísmicos, basados en el código de la construcción que rige y establece

factores de diseño que previenen la sismo resistencia de dichas construcciones.



**Figura 3.1.1.1** Mapa de Fallas Geológicas del Cantón Rumiñahui

### 3.2 Evaluación de Condiciones de Estabilidad

Para la determinación de las zonas con pendientes críticas y más sensibles en el sector de las orillas del río, se usará el plano topográfico, el cual luego procesarlo, lo importaremos al programa ARCVIEW, dicho programa nos permite identificar de una manera más sencilla y precisa las zonas que presente dicho inconveniente de pendiente crítica.

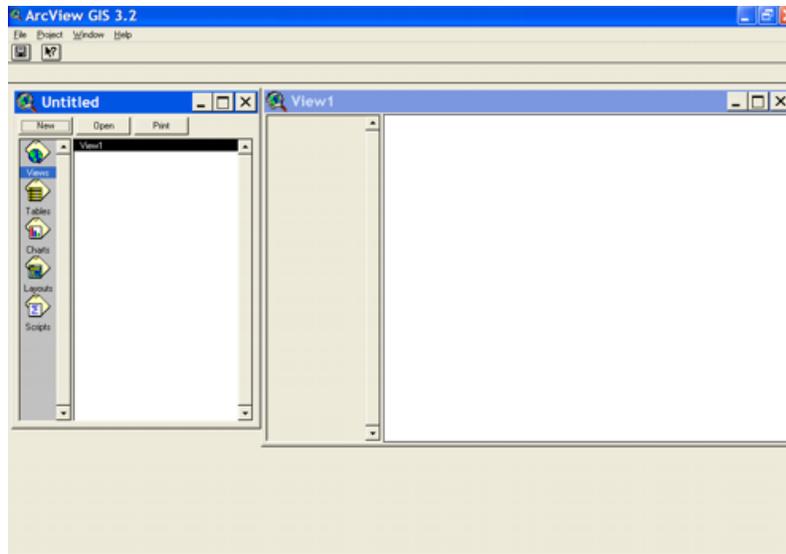
A continuación describiremos los pasos a seguir, en el uso del programa para poder obtener los resultados deseados:

#### **Características de lo Datos:**

- Se necesita una faja topográfica de la zona en estudio, donde el tipo de datos requeridos son las líneas de nivel tanto principales como secundarias, existen cualidades especiales en cuanto al proceso de datos, estas son que cada línea de nivel debe presentarse como un solo objeto, que en este caso es en polilínea y además tener coordenadas en tres dimensiones, es decir atributos como la latitud, longitud y elevación cada una de ellas.
- Luego de procesar el archivo debe ser guardado con extensión *dxf*, así el programa ArcView podrá leerlo, y almacenado en el disco duro del computador, dentro de una carpeta con el nombre conveniente para su trabajo e identificación.

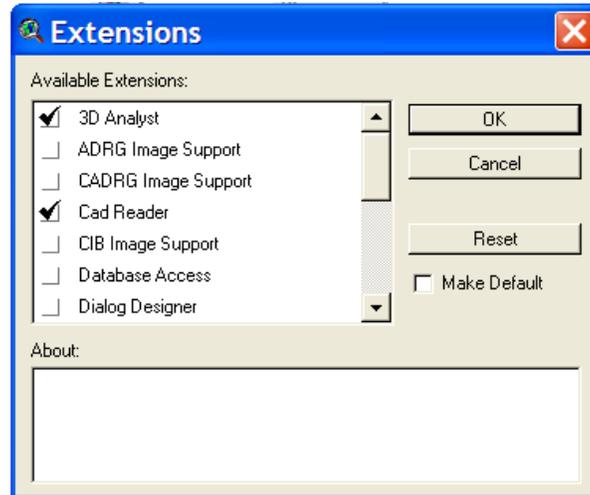
### Proceso de Análisis:

Para comenzar, una vez que se accede al programa, existe un icono de opción de nuevo trabajo “New”, al activarlo se creara un área de trabajo en la parte derecha y aparecerá con el nombre “View” y otro cuadro que indica el numero de trabajos abiertos.



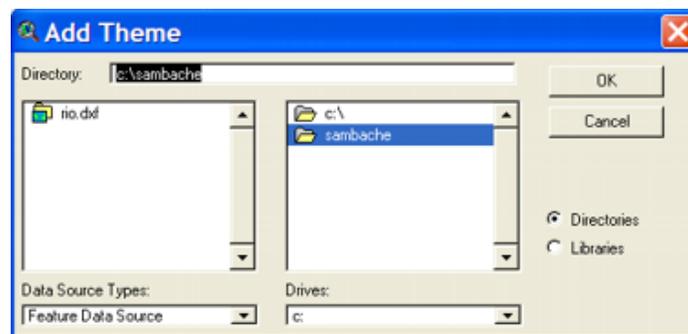
**Grafico 3.2.1** Área de Trabajo Nuevo

Luego para que el programa pueda leer el formato de nuestro archivo, es necesario activar las siguientes opciones, en la opción “File” activamos la opción “extensión”, se desplegará un cuadro en el cual debemos marcar “Cad Reader”, “3D Analyst” y “Spatial Analyst” y aceptamos con el botón “OK”.



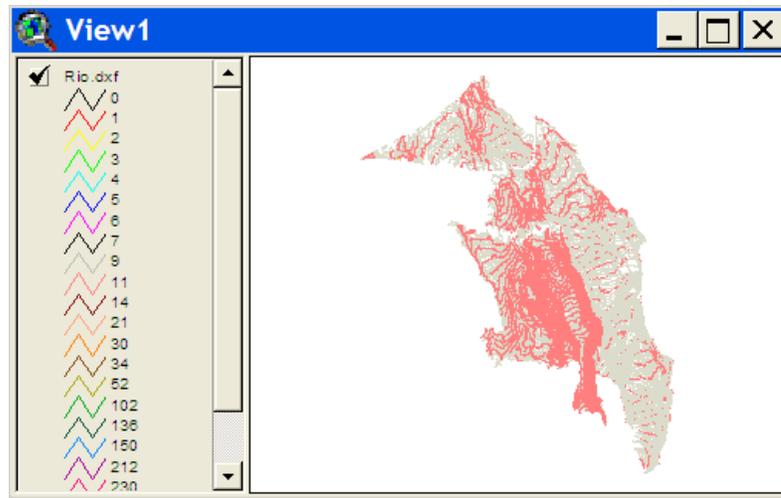
**Gráfico 3.2.2** Cuadro que nos permite leer el formato del Archivo

El archivo con el cual vamos a trabajar en este caso se llama “rio.dxf”, seleccionamos el archivo y se abrirá. Se debe buscar la extensión en donde se encuentra el archivo que necesitamos, lo activamos con “OK”.



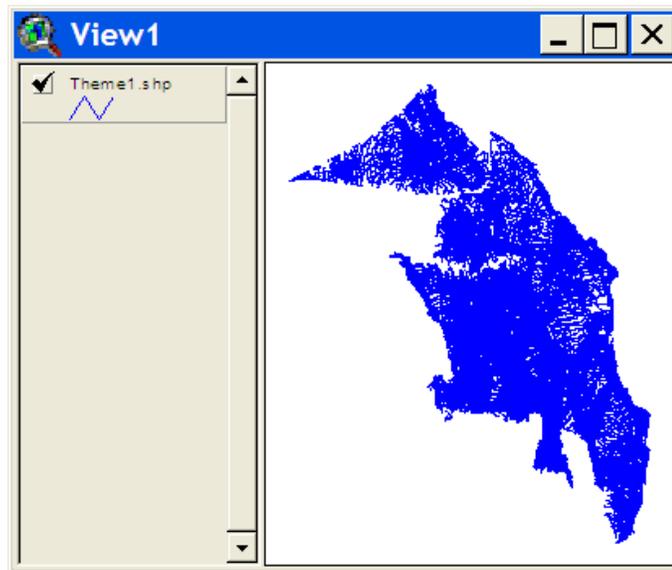
**Gráfico3.2.3** Abrir el archivo

Activamos el recuadro de que tiene el nombre de nuestro archivo y bajo este unas líneas de colores con valores, para así poder visualizar la faja topográfica del río Sambache.

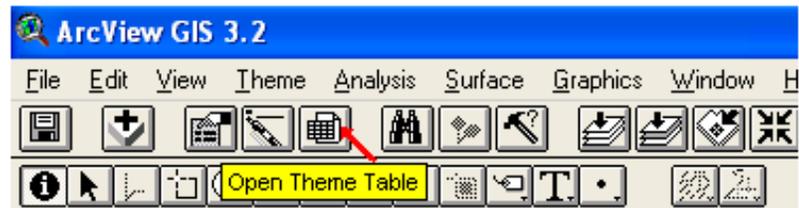


**Gráfico 3.2.4** Faja Topográfica

El programa necesita trabajar con un tipo de archivo de formato Shapefile, para lo cual es necesario convertir a nuestro archivo, siguiendo los pasos que describiremos a continuación, activamos la barra de tareas en “Theme”, “Convert to Shapefile”; luego escogeremos la dirección de la carpeta donde grabaremos el nuevo archivo, la carpeta donde se almacenará debe ser en la carpeta inicial de nuestro trabajo, y se guardara con extensión “.shp”, al final aparece un cuadro de diálogo en el cual nos indica si queremos que se visualice la aplicación anterior a lo cual aceptamos.



Inicialmente es necesario comprobar que todas las curvas de nivel tengan valor de elevación, para lo cual activamos el icono que se muestra a continuación.



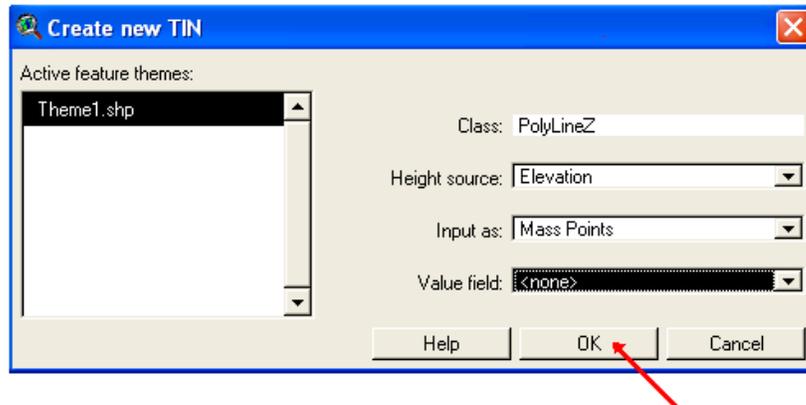
Aparecerá entonces una tabla que indica el tipo de línea, nombre, elevación, color. El control que se debe tener es el que todas las líneas cuenten con el valor de altura y sean “polyline”.

Shape	Entity	Layer	Elevation	Thickness
PolyLineZ	Line	CURVAS_INTERMED	2538.00000	
PolyLineZ	Line	CURVAS_INTERMED	2538.00000	
PolyLineZ	Line	CURVAS_INTERMED	2582.00000	
PolyLineZ	Line	CURVAS_INTERMED	2574.00000	
PolyLineZ	Line	CURVAS_INTERMED	2651.00000	
PolyLineZ	Line	CURVAS_INTERMED	2661.00000	
PolyLineZ	Line	CURVAS_INTERMED	2642.00000	
PolyLineZ	Line	CURVAS_INTERMED	2594.00000	
PolyLineZ	Line	CURVAS_INTERMED	2714.00000	
PolyLineZ	Line	CURVAS_INTERMED	2718.00000	
PolyLineZ	Line	CURVAS_INTERMED	2602.00000	
PolyLineZ	Line	CURVAS_INTERMED	2609.00000	
PolyLineZ	Line	CURVAS_INTERMED	2637.00000	
PolyLineZ	Polyline	CURVAS_INTERMED	2536.00000	
PolyLineZ	Polyline	CURVAS_INTERMED	2536.00000	
PolyLineZ	Polyline	CURVAS_INTERMED	2537.00000	
PolyLineZ	Polyline	CURVAS_INTERMED	2537.00000	
PolyLineZ	Polyline	CURVAS_INTERMED	2541.00000	
PolyLineZ	Polyline	CURVAS_INTERMED	2538.00000	
PolyLineZ	Polyline	CURVAS_INTERMED	2538.00000	

**Gráfico 3.2.5** Despliegue de tabla de valores de elevación de curvas

### OBTENCIÓN DE RESULTADOS:

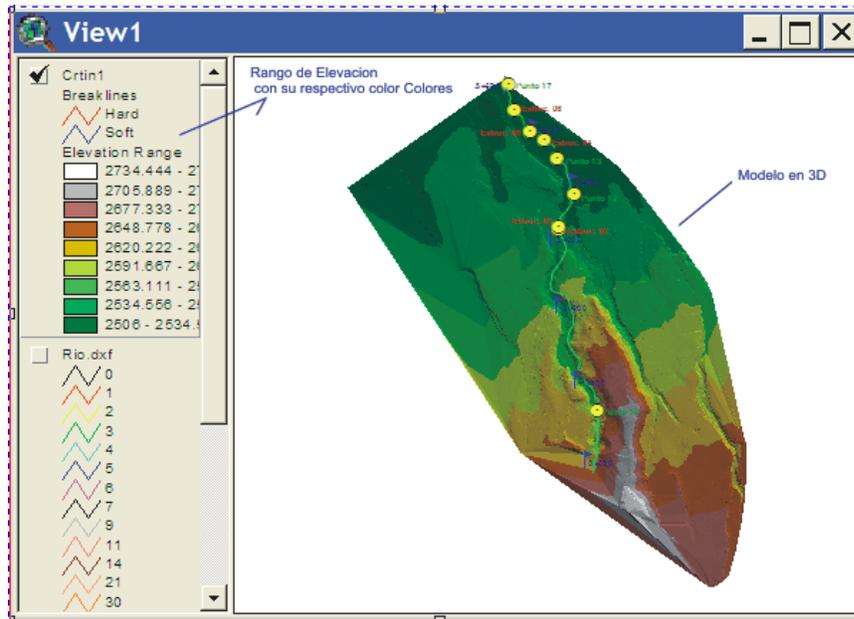
Como primer resultado que obtenemos una vista tridimensional con los datos de las curvas de nivel. En la barra de tareas activamos “Surface” y de ahí “Create TIN from Features”; aparece un cuadro de ayuda el cual debemos modificarlo cambiando a opción de “Mass Points” para que el grafico sea el que nosotros buscamos.



**Gráfico 3.2.6** Crear un TIN

Luego se guardara el nuevo archivo con un nombre fácil de trabajar. El programa realiza un análisis mediante triangulación de puntos que tengan cotas

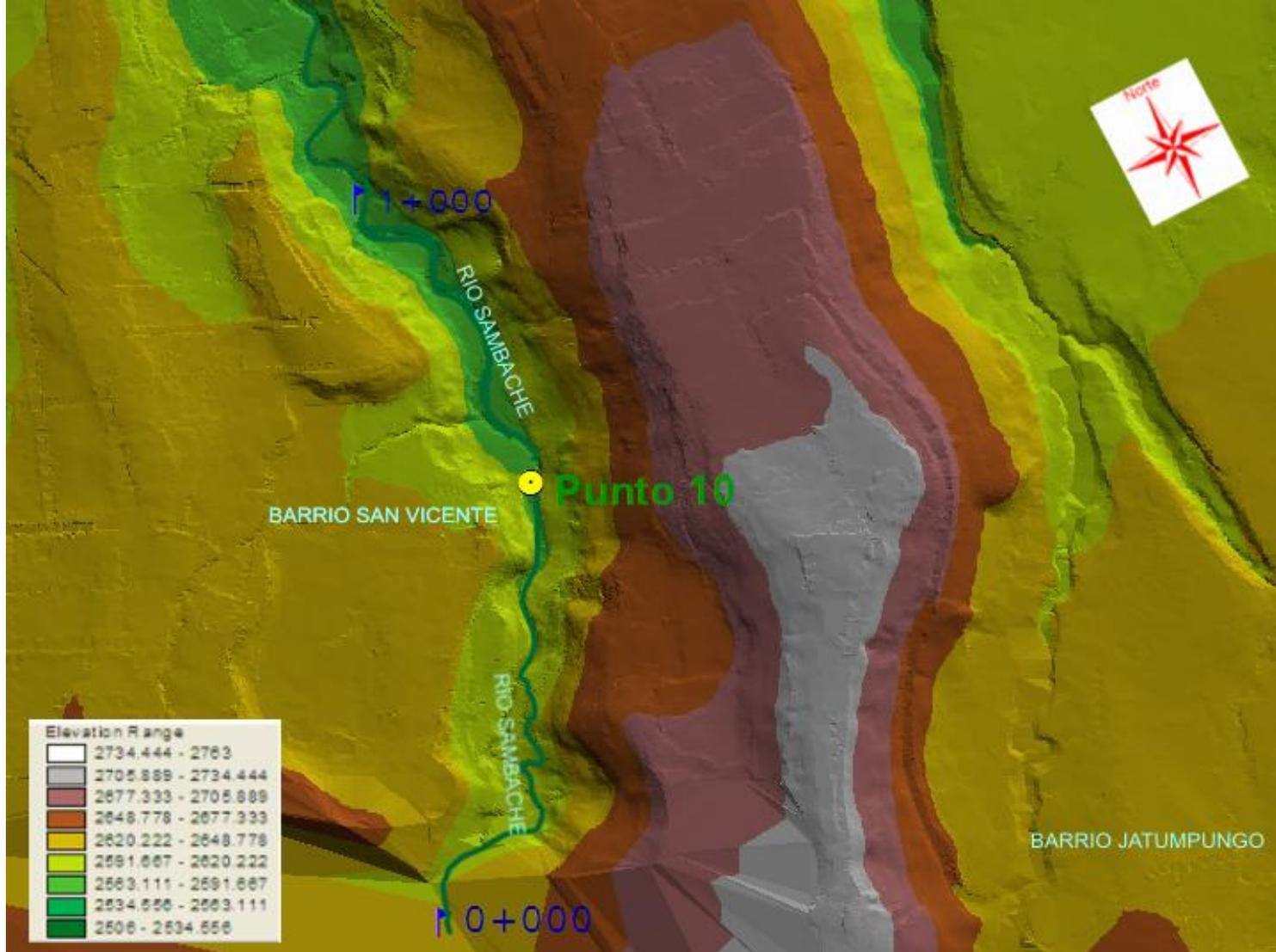
iguales para poder presentarnos una simulación de cómo se vería tridimensionalmente nuestra faja topográfica en estudio. Para poder visualizar el resultado debemos marcar el nombre del nuevo archivo “crtin1”.



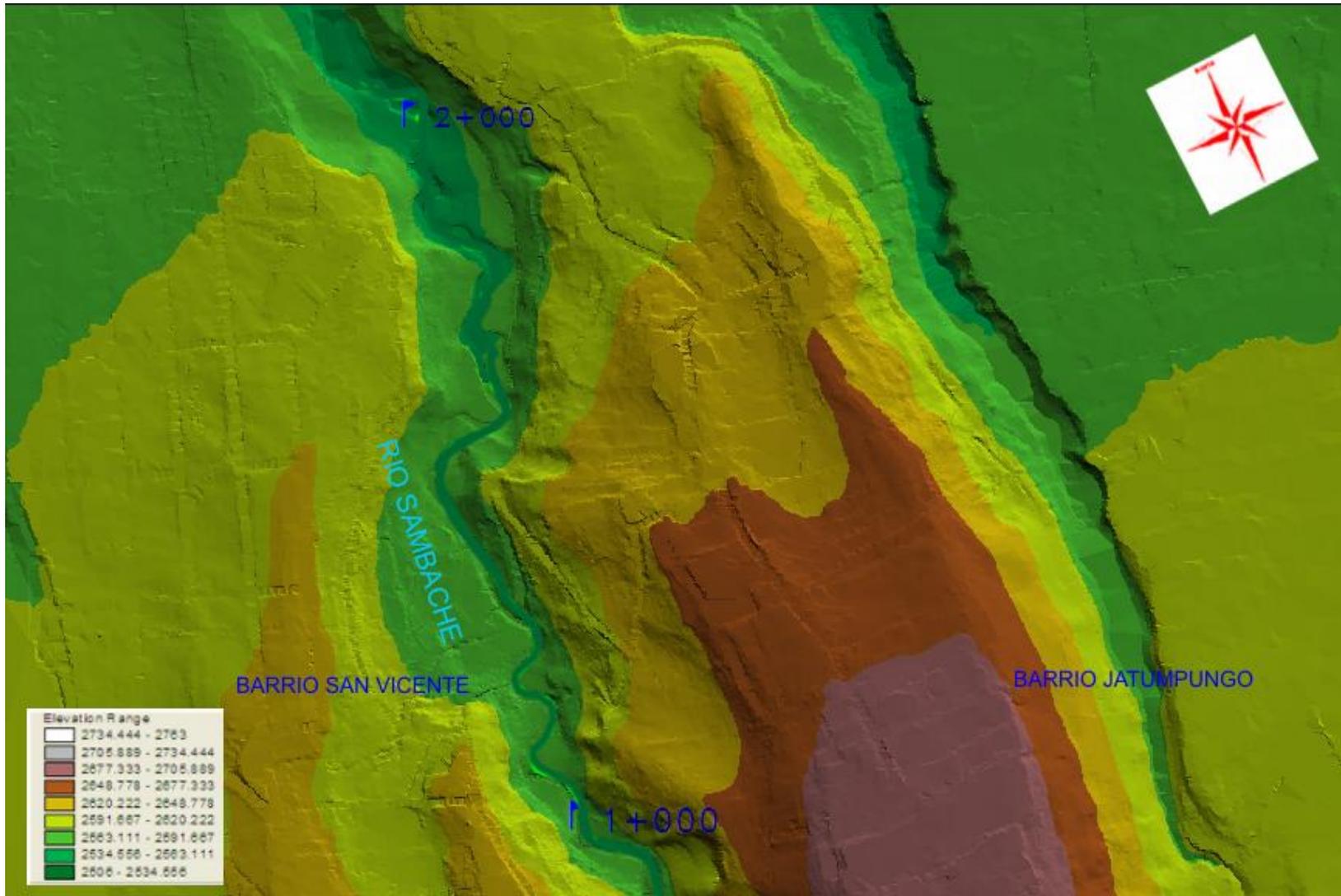
**Gráfico 3.2.7** Simulación Tridimensional de la Faja Topográfica del río Sambache

Una vez terminado el análisis presentamos a continuación graficas en las cuales se pueden visualizar las altitudes a lo largo del río, y así tomar como herramienta de estudio para determinar los cambios de la pendiente longitudinal que se presentan en la topografía del sector y en el cauce del río Sambache.

Realizamos divisiones cada kilómetro del recorrido del río, para facilitar la visualización de las alturas presentes en el río en estudio.



**Gráfico 3.2.8** Rango de Elevaciones Km. 1



**Gráfico 3.2.9** Rango de Elevaciones Km. 2

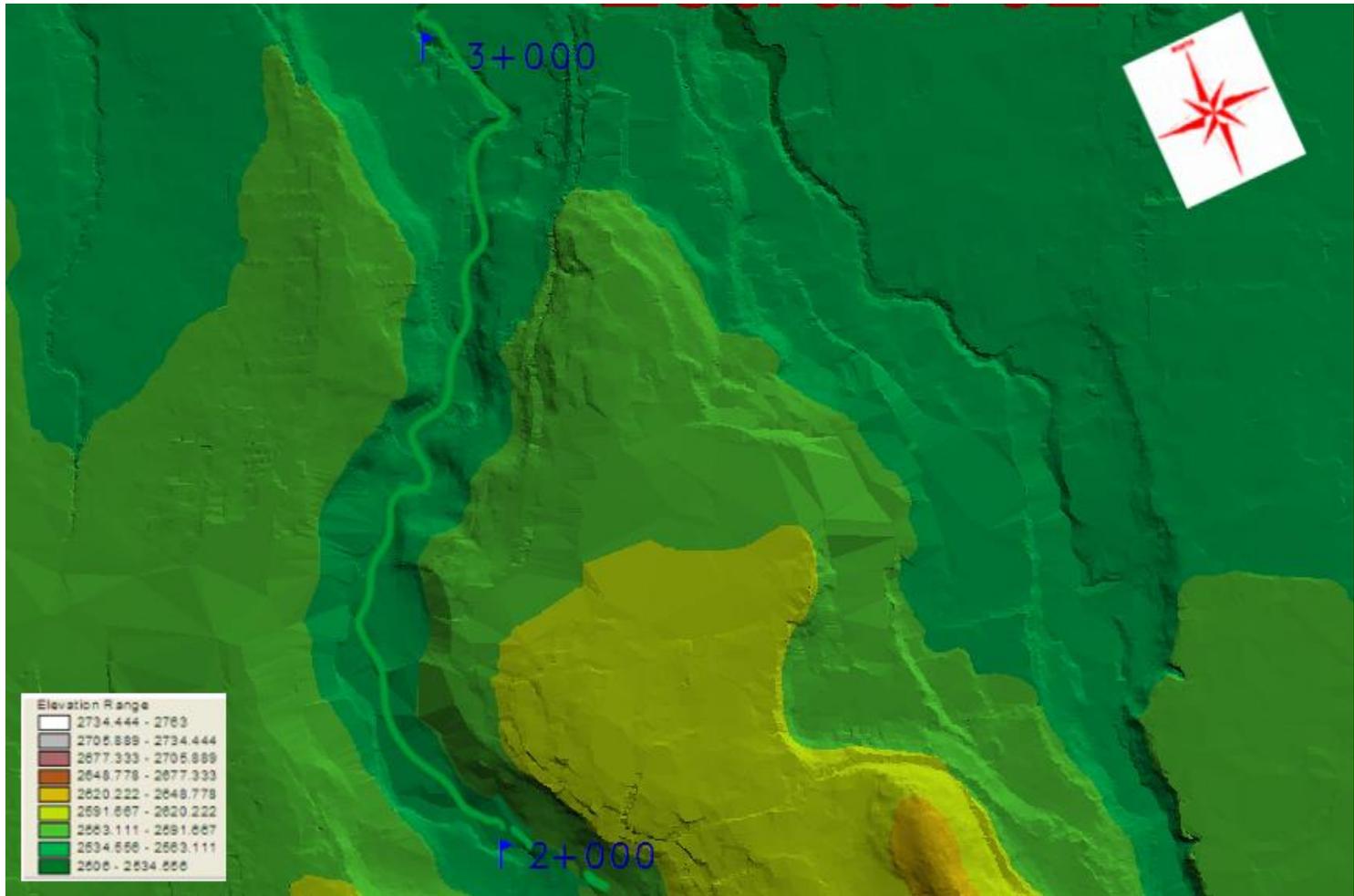


Gráfico 3.2.10 Rango de Elevaciones Km. 3

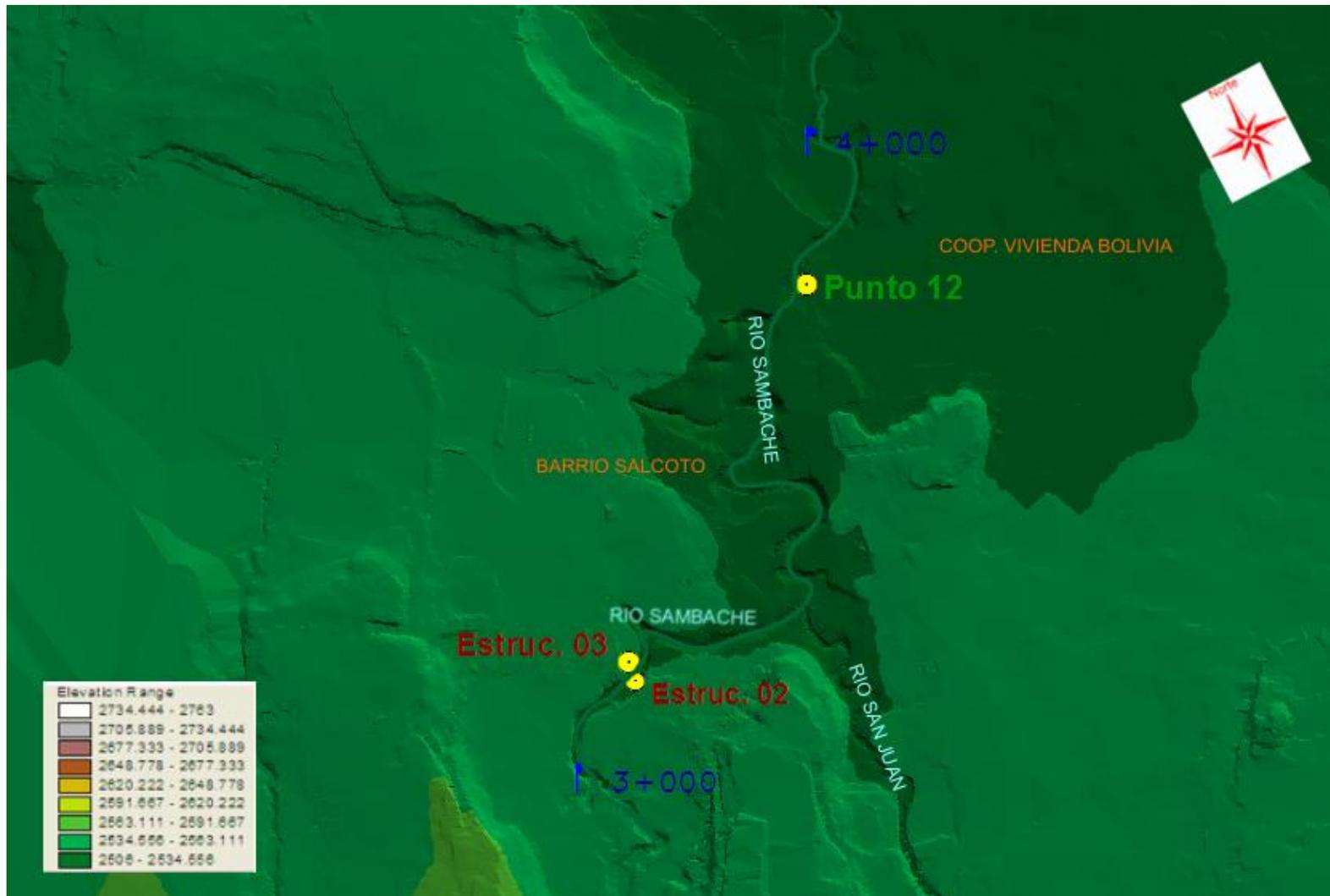


Gráfico 3.2.11 Rango de Elevaciones Km. 4

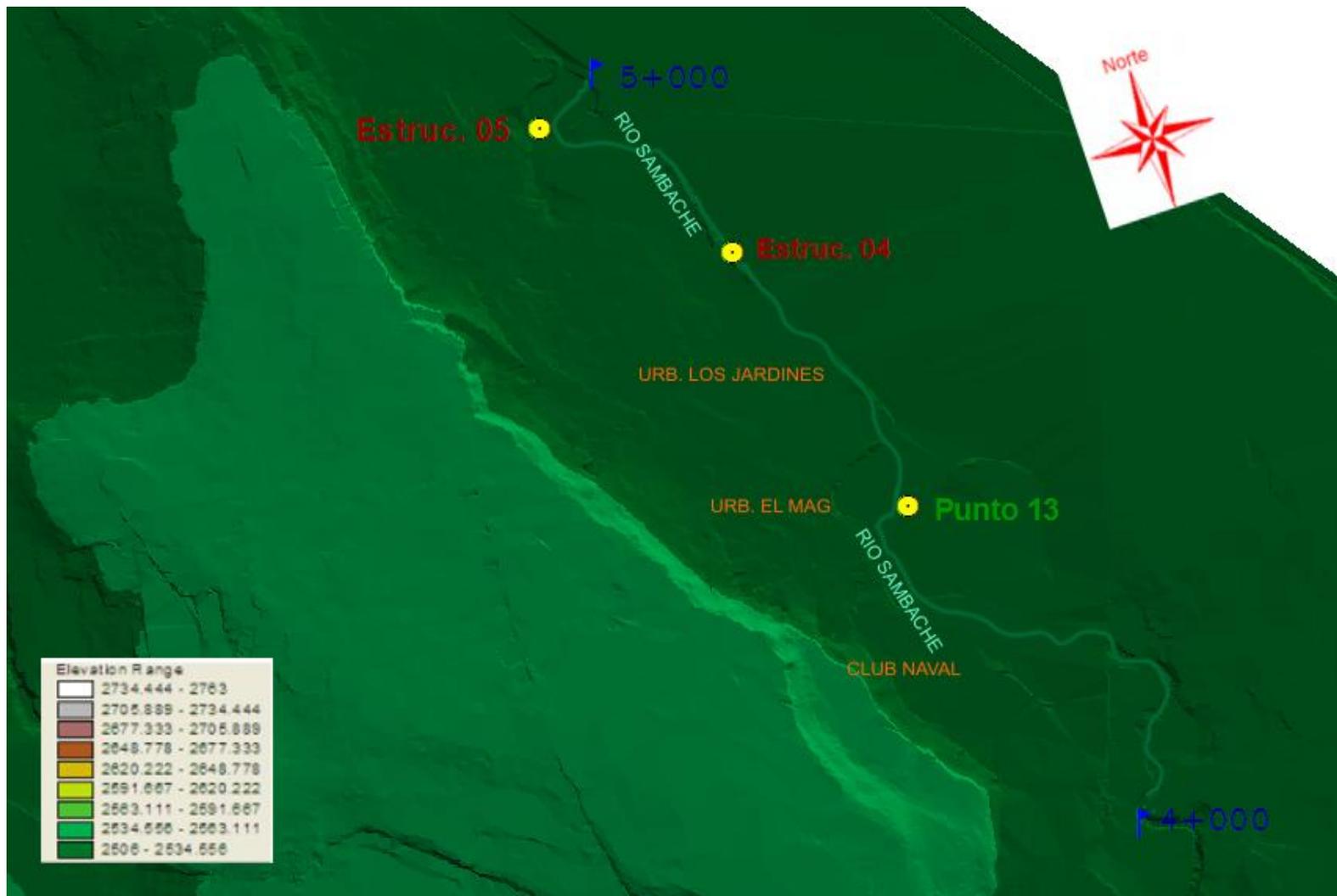


Gráfico 3.2.12 Rango de Elevaciones Km. 5

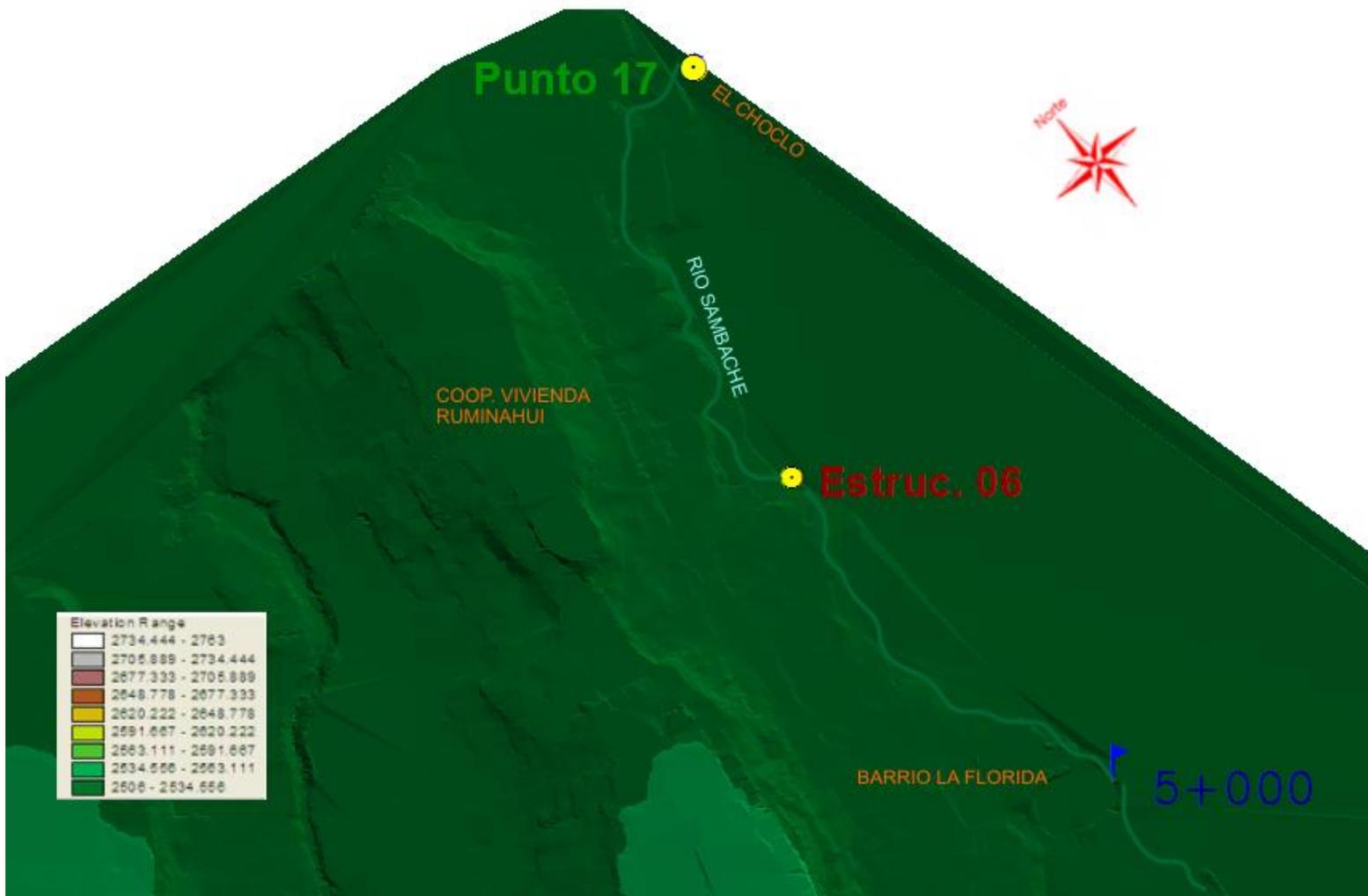
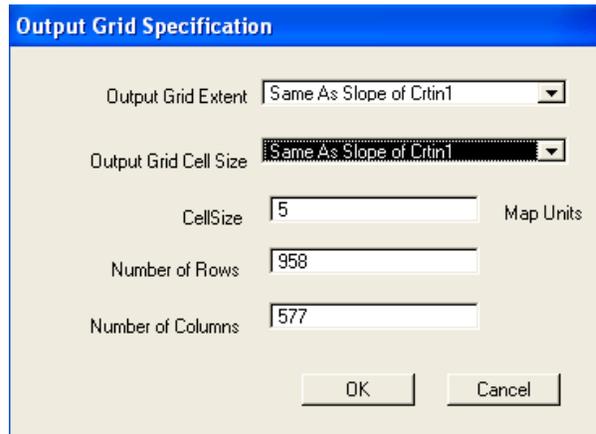


Gráfico 3.2.13 Rango de Elevaciones Km. 6

En cuanto tiene que ver con el mapa de pendientes, realizamos lo siguiente activamos el “crtin1” y activamos la barra de tareas en “surface”, luego “derive slope”, y sin modificaciones aceptamos.



**Gráfico 3.2.14** Crear mapa de pendientes

Después de realizado el proceso el software realiza una modelación con los valores de cada una de las curvas de la faja topográfica y nos proporciona información de las pendientes del tramo longitudinal del río.

A continuación se presentan gráficos en los cuales se aprecia las pendientes existentes en la zona, estas están identificadas por colores y cuyos intervalos están valorados en porcentajes.

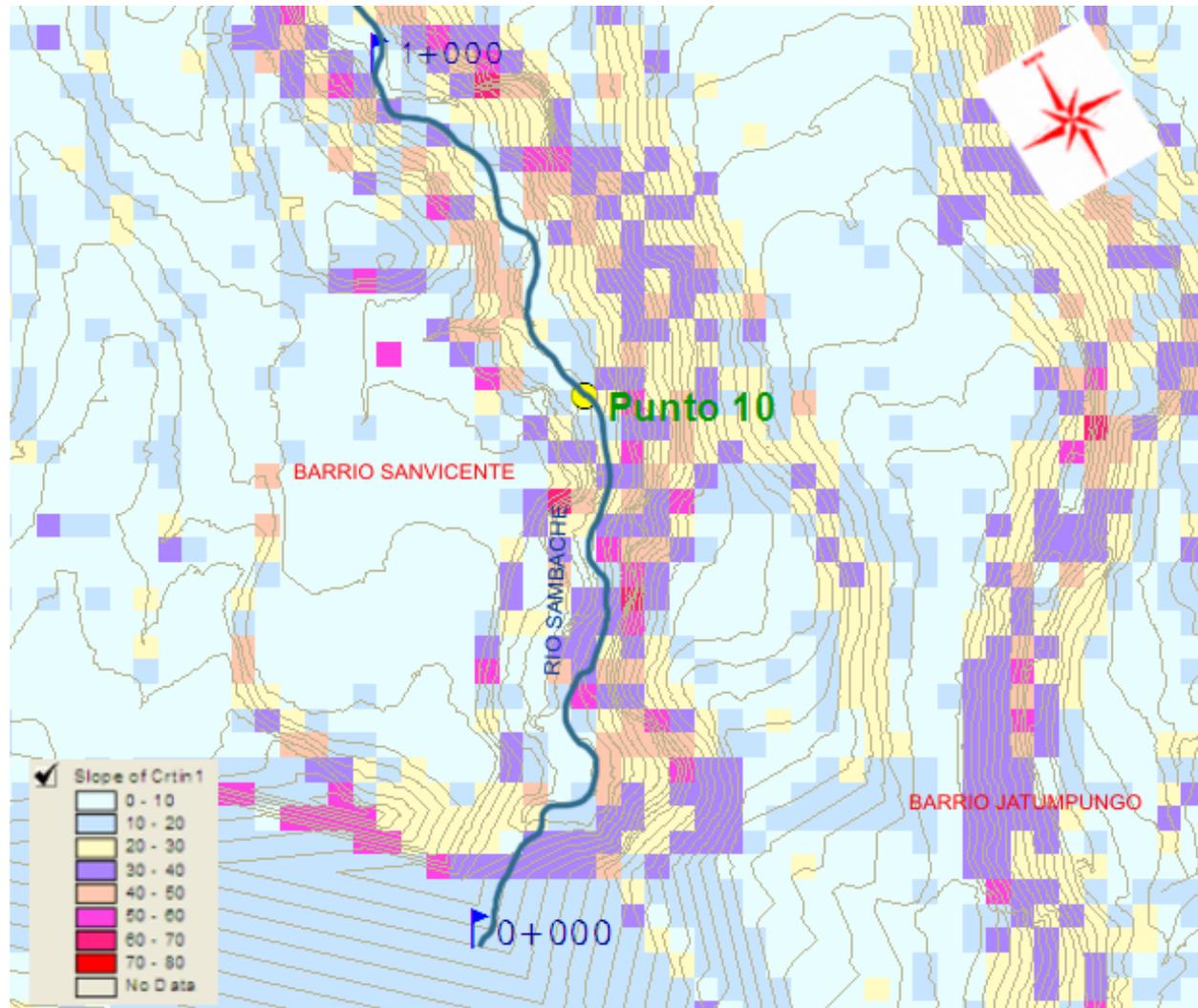
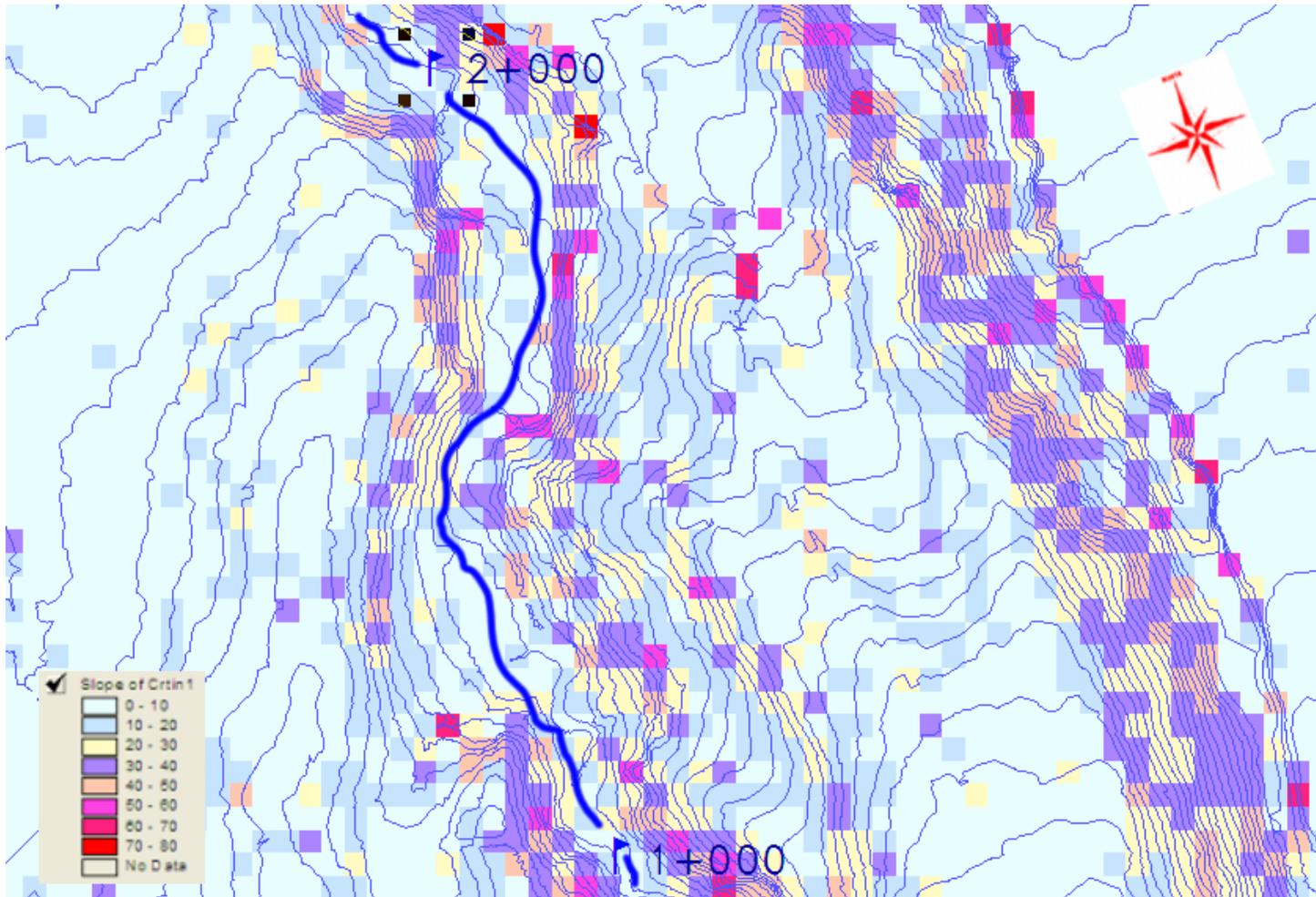


Gráfico 3.2.15 Pendientes Km. 1



**Gráfico 3.2.16** Pendientes Km. 2

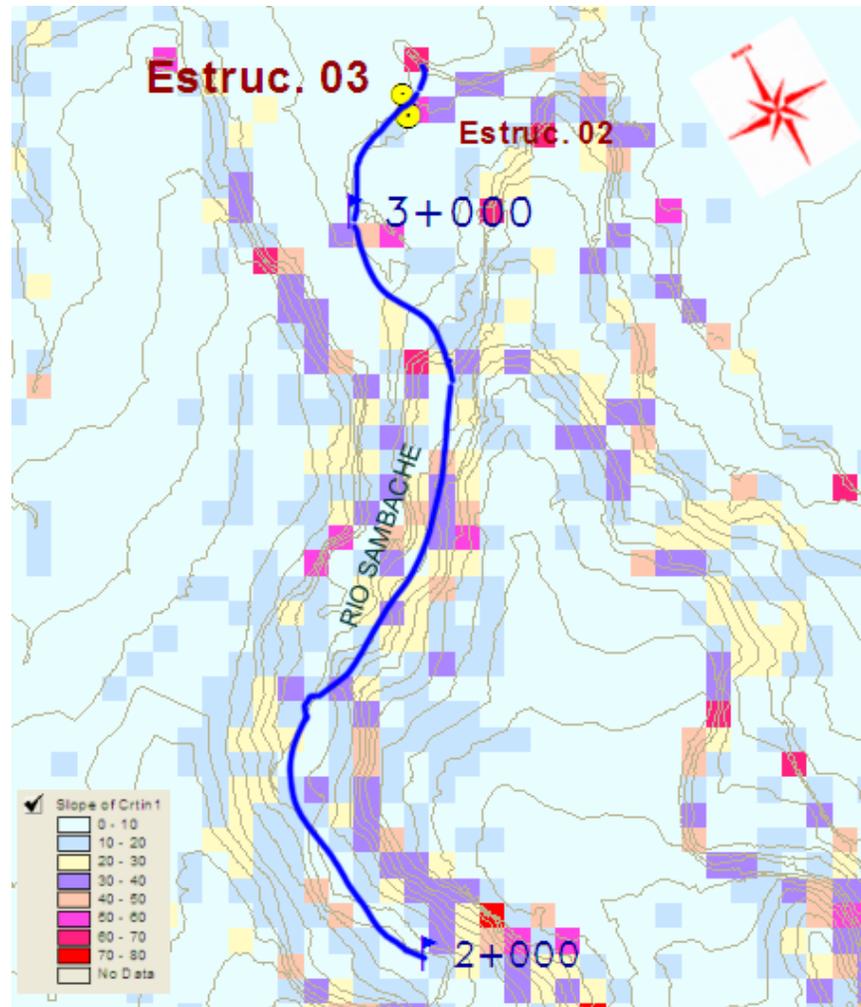


Gráfico 3.2.17 Pendientes Km. 3

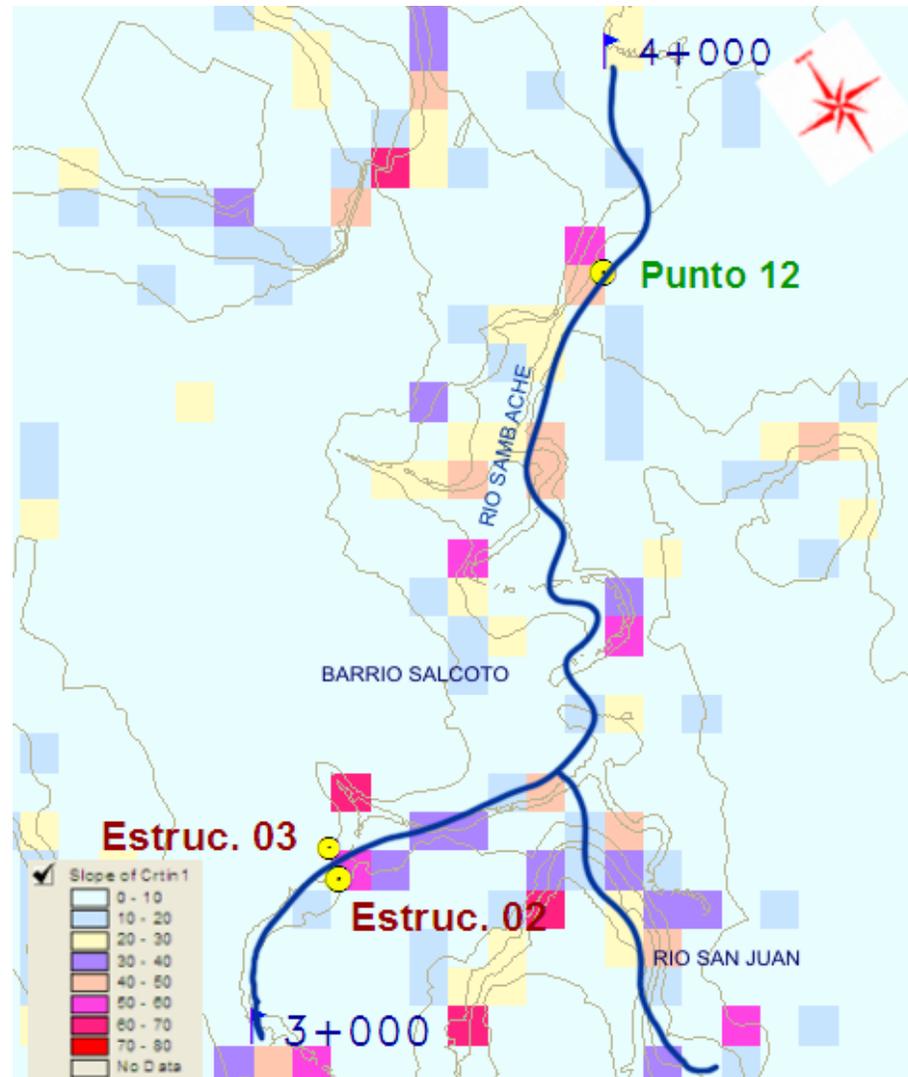


Gráfico 3.2.18 Pendientes Km. 4

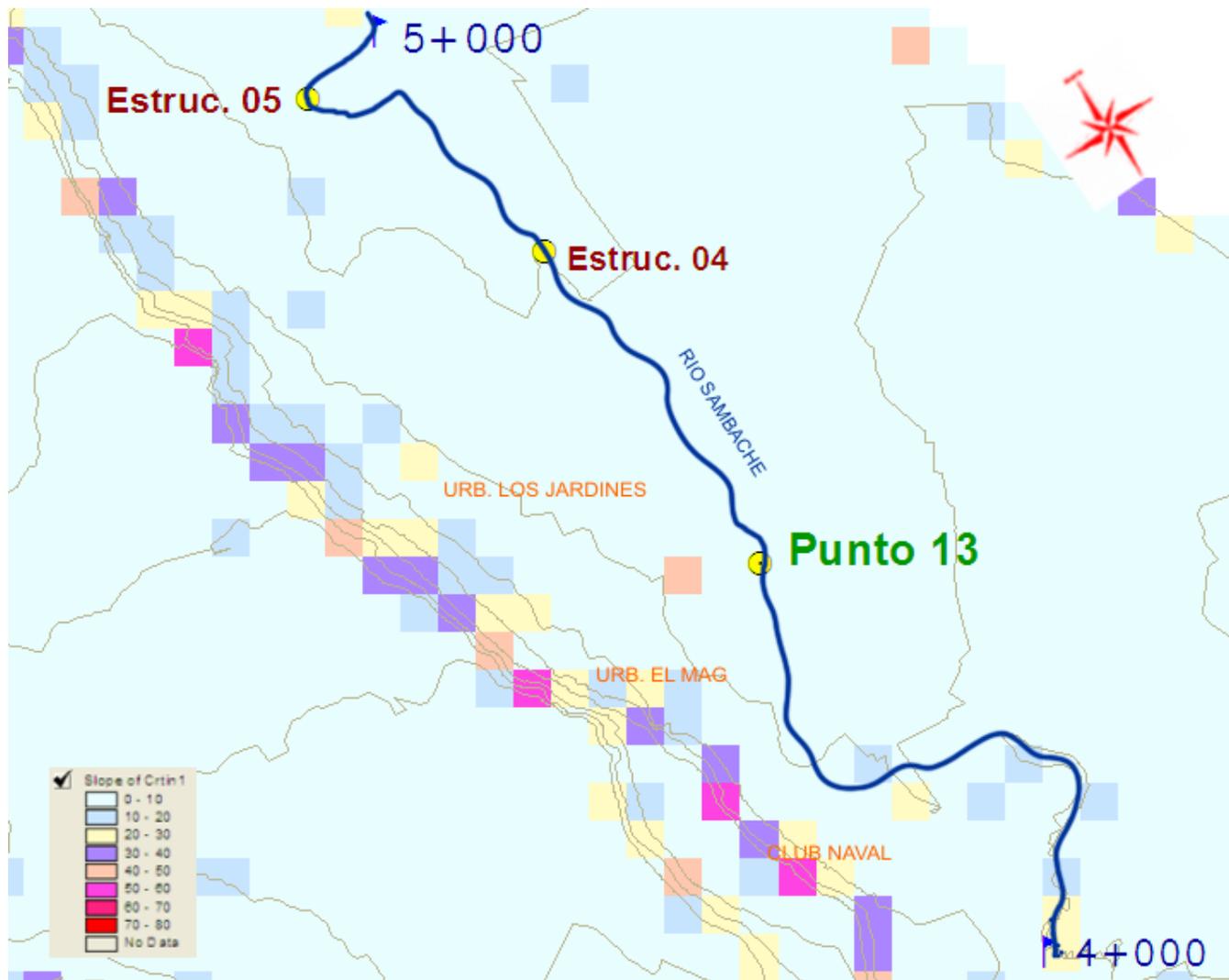


Gráfico 3.2.19 Pendientes Km. 5

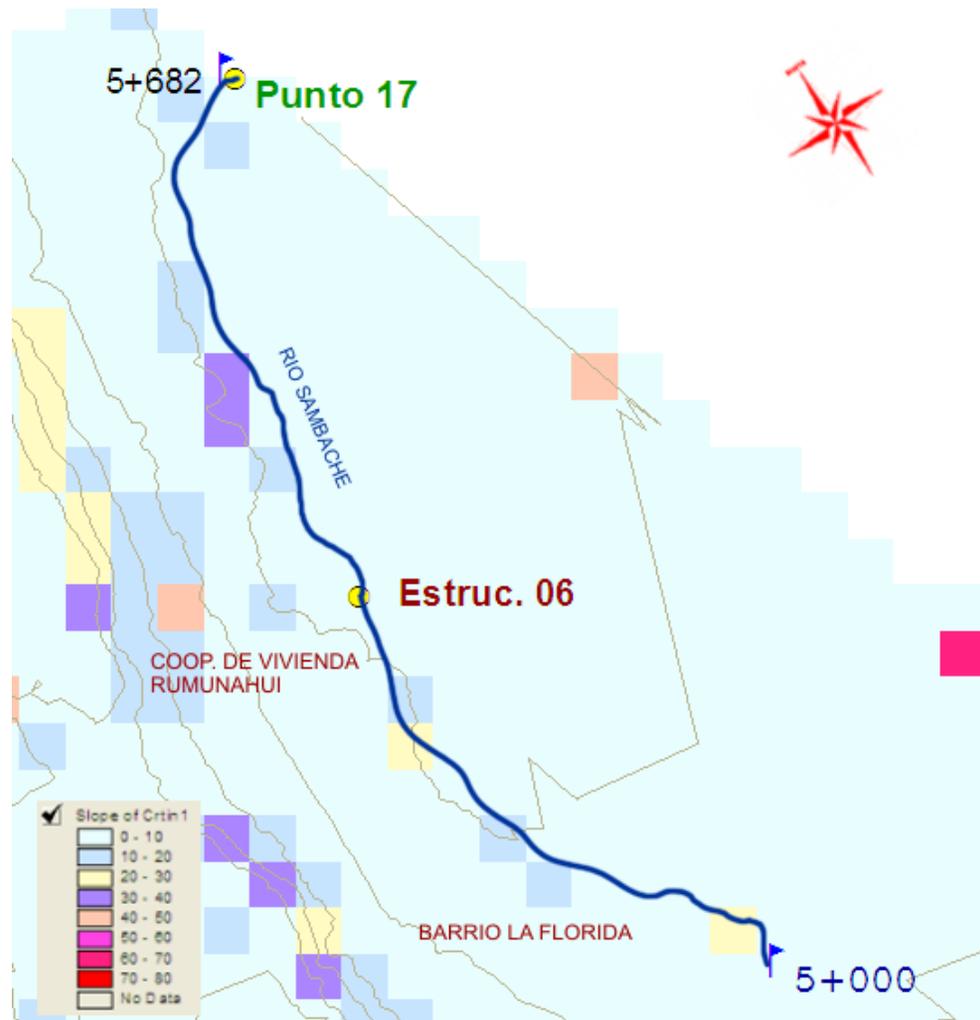


Gráfico 3.2.20 Pendientes Km. 6

Luego de estudiar la modelación se encontró zonas con pendientes que excedían el 60%, por lo cual consideramos que dichas las zonas son peligrosas en cuanto tiene que ver con la estabilidad de taludes.

Es por eso que creemos conveniente sugerir las siguientes medidas para evitar problemas de desestabilización de laderas:

- Se realicen muros de protección en las orillas de las obras existentes, para evitar su destrucción, mencionando que obras públicas no se encuentran en peligro.
- Determinar zonas con riesgo y crear ordenanzas municipales que eviten que los pobladores construyan en dichos sectores.
- En zonas donde ya existen construcciones se realicen las protecciones debidas en caso de ocurrir deslizamientos.

### **3.3 Información Geotécnica**

Debido a la escasa información existente sobre la ubicación exacta de las zonas donde se realizan las descargas hacia el río, usamos un equipo de navegación receptor GPS MAGELLAN MERIDIAN de alta precisión con tecnología WAAS, con el cual determinamos la ubicación exacta de las descargas críticas que se realizan a las aguas del río Sambache.

### **3.3.1 Visita de Campo**

El trabajo inicia con el recorrido longitudinal de toda la extensión del río, en donde se estableció los puntos críticos de descargas, estos puntos están perfectamente identificados mediante un análisis visual tanto fotográfico como de video, luego procedimos a determinar la posición global exacta de cada uno de los puntos usando el sistema de Posicionamiento Global Satelital (GPS) con el equipo antes mencionado.

Mas adelante presentaremos una descripción de cada uno de los puntos, con el uso de un formato elaborado que facilite la identificación de la información correspondiente a dichos lugares.

El receptor GPS se ubicará en cada descarga a lo largo del río Sambache.

### **3.3.2 Identificación de Puntos de Descarga**

En el río Sambache se identificaron 17 puntos de descarga a lo largo de los 13.46 kilómetros que posee dicho río, de los cuales solo 5.68 Km. se tiene información topográfica, hay que mencionar que se realizaron análisis de agua solo en cinco puntos, estos se establecieron estratégicamente y se los considero como graves y con posibilidades de generar mayor contaminación.

Con el uso del GPS Maguellan Meridian determinamos la posición de cada punto, considerando un error que fluctúa entre 0.3 m y 1.5m, estos errores son desapercibidos según el Instituto Geográfico

Militar (IGM). A continuación describiremos lo que las especificaciones técnicas del IGM , en lo que tiene que ver con los errores:

a) **Planimetría:** La posición en el Mapa Digital del 95 % de los puntos bien definidos, no diferirán de la verdadera en más de 0,3 mm. por el denominador de la escala.

b) **Altimetría:** Las elevaciones del 90 % de los puntos acotados en el Mapa Digital, no diferirá de la verdadera en más de  $\frac{1}{4}$  del valor del intervalo de Curva de Nivel, el 5 % restante nunca excederá del valor del  $\frac{1}{2}$  del intervalo de la curva de nivel. Las elevaciones del 90 % de los puntos cuyas cotas se obtengan por interpolación entre curvas de nivel, no diferirán de las verdaderas en más de  $\frac{1}{2}$  del intervalo de curva de nivel. El 10 % restante no puede exceder el valor de la equidistancia”.

De acuerdo a lo anterior acotado, el error se debe calcular con la siguiente fórmula:

$$e = \frac{0,3 \times \text{esc. carta}}{1000}$$

Para el estudio, se utilizó una carta de escala 1:25000, entonces el error se calcularía así:

$$e = \frac{0,3 \times 25000}{1000} = 7,5m.$$

El equipo GPS usado nos dio información con un error de hasta 2m, con lo cual los resultados obtenidos son técnicamente aceptables y aptos para el desarrollo de presente proyecto.

### **3.4 Ubicación de los Puntos de Descarga**

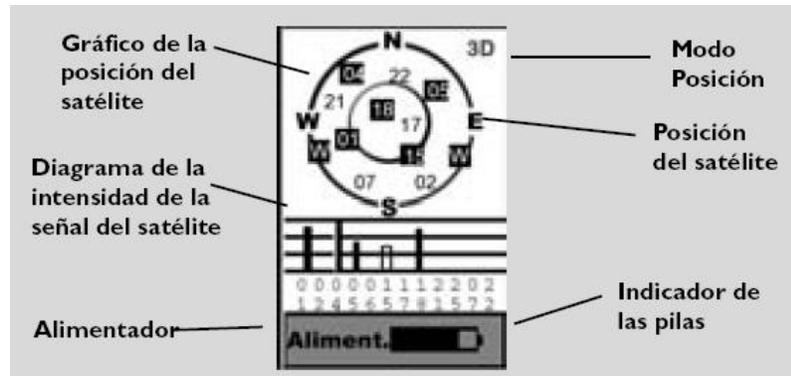
#### **Procedimiento para la Toma de Datos:**

Para la obtención de la ubicación de los puntos realizamos el siguiente procedimiento:

1. Luego de la identificación de las descargas se procedió a activar el interceptor GPS Maguellan Meridian, y lo colocamos en el lugar donde están las descargas y lo mantenemos en el lugar 5 minutos para que este promedie el resultado de por lo menos 4 satélites y se reduzca el error de la información en un rango que fluctuó de 0.5m a 2m. como se muestra en la Fig. 3.4.1, lo que recomienda las especificaciones técnicas del Instituto Geográfico Militar.

#### **Pantalla Estado de Satélites**

La pantalla Estado de Sat le proporciona una visualización gráfica de los satélites a la vista y cuáles son los utilizados para calcular los datos de navegación. Los gráficos de barras le muestran las correspondientes potencias de señal recibidas de cada satélite.

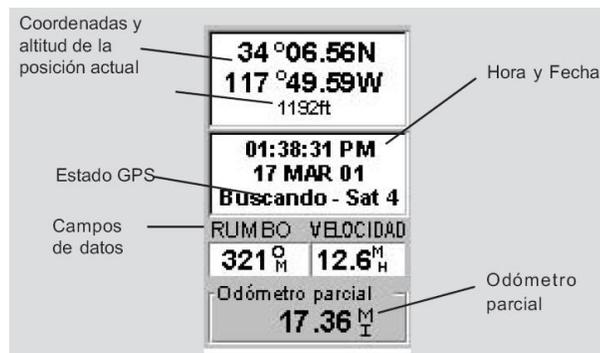


**Figura 3.4.1** Recepción de Satélites

2. Se presentaron las siguientes condiciones atmosféricas en el día que se realizaron las mediciones:
  - Cielo despejado, pocas nubes
  - Temperatura 18°C
  - Existió poco viento
  - Poca humedad relativa
  - Ningún obstáculo adicional
3. Para realizar la descarga de datos solo fue de simple lectura en la pantalla del equipo como muestra la Fig. 3.4.2 y Fig. 3.4.3.



**Figura 3.4.2** Pantalla del GPS



**Figura 3.4.3** Pantalla de Datos

Luego de haber realizado la ubicación de todas las descargas y seguido el procedimiento mencionado anteriormente obtuvimos la ubicación exacta de cada una de las descargas, tanto en coordenadas Geodésicas y Coordenadas UTM, como muestra el Cuadro 3.4.1.

Puntos Críticos de Descargas						
<b>Proyecto:</b> Recuperación Hidrosanitaria del Río Sambache						
<b>Equipo:</b> Receptor GPS MERIDIAN MAGUELLAN						
PUNTO	COORDENADAS					ALTURA m.s.n.m.
	UTM		GEODESICAS			
A1	17786582 E	9954012 N	0°24'56"	S	78°25'31"	O 2875
A2	17786718 E	9954222 N	0°24'49"	S	78°25'27"	O 2870
A3	17786653 E	9954266 N	0°24'48"	S	78°25'29"	O 2860
A4	17785961 E	9954846 N	0°24'29"	S	78°25'51"	O 2859
A5	17785862 E	9955341 N	0°24'13"	S	78°25'55"	O 2823
A6	17785711 E	9956209 N	0°23'45"	S	78°25'59"	O 2845
A7	17785741 E	9956619 N	0°23'32"	S	78°25'59"	O 2800
A8	17785494 E	9958626 N	0°22'26"	S	78°26'07"	O 2684
A9	17785690 E	9957940 N	0°22'49"	S	78°26'00"	O 2663
A10	17785910 E	9959395 N	0°22'01"	S	78°25'03"	O 2636
A11	17785486 E	9961382 N	0°20'57"	S	78°26'07"	O 2555
A12	17785652 E	9961763 N	0°20'44"	S	78°26'00"	O 2549
A13	17785471 E	9962153 N	0°20'32"	S	78°26'07"	O 2529
A14	17785331 E	9962353 N	0°20'25"	S	78°26'12"	O 2532
A15	17785178 E	9962452 N	0°20'20"	S	78°26'16"	O 2531
A16	17785003 E	9962687 N	0°20'14"	S	78°26'22"	O 2527
A17	17784937 E	9962962 N	0°20'05"	S	78°26'25"	O 2531

### **Cuadro 3.4.1** Datos de coordenadas de las descargas

Una vez obtenidos los resultados de cada uno de los puntos en estudio realizamos la monografía de punto de cada uno de ellos.

En las monografías detallaremos la ubicación precisa de cada uno de los puntos escogidos lo cuales cuentan con coordenadas UTM y Geodésicas como ya mencionamos anteriormente, ya que estas nos facilitan la localización en las cartas respectivas. También cuentan con una fotografía aérea la cual ayudará a la ubicación del punto y un croquis de la zona con nombres de sectores y calles aledañas para establecer posibles accesos a estos.



## ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

Proyecto: RECUPERACIÓN HIDROSANITARIA DEL RÍO SAMBACHE

### MONOGRAFÍA DE PUNTO DE GPS

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Rumipamba	<b>Sector</b> Had. El Colegio
<b>Tipo de Medición:</b> Estática	<b>Equipo:</b> GPS MAGELLAN WAAS		<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006
<b>Código Punto:</b> A1	<b>Datum:</b> WGS84	<b># de Satélites promedio :</b> 5	

#### COORDENADAS UTM

#### COORDENADAS GEODÉSICAS

<b>Norte:</b> 9954012 m	<b>Este:</b> 786582 m	<b>Latitud:</b> 0°24'56" S	<b>Longitud:</b> 78°25'31" W
<b>Zona:</b> 17 S		<b>Cota:</b> 2870 m	

#### Fotografía Aérea:



#### Descripción y Ubicación:

Se encuentra en el puente, a 50m hacia el sur de la unión de la quebrada Santa Ana y el río Sambache.

#### Monumentación:

Sobre el puente existe una placa metálica con nomenclatura BM-M2 (IGM)

#### Croquis de Ubicación:

#### Abastecimiento y Recursos:

Es una zona agrícola, es difícil la obtención de agua y alimentos, así como también de combustible.

#### Observaciones:

Es fácil acceso, existe camino empedrado.

No existe levantamiento topográfico de la zona.

#### Elaborado por:

#### Revisado por:

Sr. Leonard Morales  
Egresado FIC

Sr. Gabriel Gordillo  
Egresado FIC

Ing. Milton Silva  
Codirector Proyecto



## ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO

Proyecto: RECUPERACIÓN HIDROSANITARIA DEL RÍO SAMBACHE

### MONOGRAFÍA DE PUNTO DE GPS

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Rumipamba	<b>Sector</b> Hcda. El Colegio
<b>Tipo de Medición:</b> Estática	<b>Equipo:</b> GPS MAGELLAN WAAS		<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006
<b>Código Punto:</b> A 2	<b>Datum:</b> WGS84	<b># de Satélites promedio :</b> 5	
<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>COORDENADAS GEODESICAS</b>	
<b>Norte:</b> 9954222 m	<b>Este:</b> 786718 m	<b>Latitud:</b> 0°24'49' 'S	<b>Longitud:</b> 78°25'27" W
<b>Zona:</b> 17 S		<b>Cota:</b> 2870 m	

#### Fotografía Aérea:



#### Descripción y Ubicación:

Se encuentra en la parte superior de la toma de agua para el canal de riego, esta a 20m de la unión del río Sambache y la Q. Sta. Ana.

#### Monumentación:

No existe ninguna.

#### Croquis de Ubicación:

No existe levantamiento topográfico de la zona.

#### Abastecimiento y Recursos:

Es una zona agropecuaria y es difícil el abastecimiento de alimentos, agua y combustible.

#### Observaciones:

Existe camino empedrado de acceso y no hay edificaciones.

#### Elaborado por:

Sr. Leonard Morales  
Egresado FIC

Sr. Gabriel Gordillo  
Egresado FIC

#### Revisado por:

Ing. Milton Silva  
Codirector Proyecto



## ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**Proyecto: RECUPERACIÓN HIDROSANITARIA DEL RÍO SAMBACHE**

### MONOGRAFÍA DE PUNTO DE GPS

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Rumipamba	<b>Sector</b> Hcda. El Colegio
<b>Tipo de Medición:</b> Estática	<b>Equipo:</b> GPS MAGELLAN WAAS		<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006
<b>Código Punto:</b> A 3	<b>Datum:</b> WGS84	<b># de Satélites promedio :</b> 5	
<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>COORDENADAS GEODESICAS</b>	
<b>Norte:</b> 9954266 m	<b>Este:</b> 786653 m	<b>Latitud:</b> 0°24'48" S	<b>Longitud:</b> 78°25'29" W
<b>Zona:</b> 17 S		<b>Cota:</b> 2860 m	

<b>Fotografía Aérea:</b> 	<b>Descripción y Ubicación:</b> <p>El punto se encuentra en la unión del río Sambache y la Q. Santa Ana.</p>
<b>Monumentación:</b> <p>No existe ninguna.</p>	

<b>Croquis de Ubicación:</b>          <p>No existe levantamiento topográfico de la zona.</p>	<b>Abastecimiento y Recursos:</b> <p>Es una zona agrícola y es difícil la obtención de agua, alimentos y combustible.</p>
<b>Observaciones:</b> <p>Es de difícil acceso. Es una zona con mucha vegetación.</p>	

<b>Elaborado por:</b>  <p style="text-align: center;"> <span style="display: inline-block; width: 45%; border-top: 1px solid black; text-align: center;">Sr. Leonard Morales</span> <span style="display: inline-block; width: 45%; border-top: 1px solid black; text-align: center;">Sr. Gabriel Gordillo</span>  <span style="display: inline-block; width: 45%; text-align: center;">Egresado FIC</span> <span style="display: inline-block; width: 45%; text-align: center;">Egresado FIC</span> </p>	<b>Revisado por:</b>  <p style="text-align: center;"> <span style="display: inline-block; width: 100%; border-top: 1px solid black; text-align: center;">Ing. Milton Silva</span>  <span style="display: inline-block; width: 100%; text-align: center;">Codirector Proyecto</span> </p>
---	--



## ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

Proyecto: RECUPERACIÓN HIDROSANITARIA DEL RÍO SAMBACHE

### MONOGRAFÍA DE PUNTO DE GPS

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Rumipamba	<b>Sector</b> Santa Ana
<b>Tipo de Medición:</b> Estática	<b>Equipo:</b> GPS MAGELLAN WAAS		<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006
<b>Código Punto:</b> A4	<b>Datum:</b> WGS84	<b># de Satélites promedio :</b> 5	
<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>COORDENADAS GEODESICAS</b>	
<b>Norte:</b> 9954846 m	<b>Este:</b> 785961 m	<b>Latitud:</b> 0°24'29" S	<b>Longitud:</b> 78°25'51" W
<b>Zona:</b> 17 S		<b>Cota:</b> 2859 m	

#### Fotografía Aérea:



#### Descripción y Ubicación:

El punto se encuentra en la vía en el centro del caserío.

#### Monumentación:

No existe ninguna.

#### Croquis de Ubicación:

#### Abastecimiento y Recursos:

Es una zona poblada y el abastecimiento de agua y alimento es difícil, así como también de combustible.

#### Observaciones:

Es de fácil acceso con vía empedrada, la población cuenta con servicios básicos de agua y electricidad.

No existe levantamiento topográfico de la zona.

#### Elaborado por:

Sr. Leonard Morales  
Egresado FIC

Sr. Gabriel Gordillo  
Egresado FIC

#### Revisado por:

Ing. Milton Silva  
Codirector Proyecto



## ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**Proyecto: RECUPERACIÓN HIDROSANITARIA DEL RÍO SAMBACHE**

### MONOGRAFÍA DE PUNTO DE GPS

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Rumipamba	<b>Sector</b> Los Tubos
<b>Tipo de Medición:</b> Estática	<b>Equipo:</b> GPS MAGELLAN WAAS		<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006
<b>Código Punto:</b> A5	<b>Datum:</b> WGS84	<b># de Satélites promedio :</b> 5	
<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>COORDENADAS GEODESICAS</b>	
<b>Norte:</b> 9955341 m	<b>Este:</b> 785862 m	<b>Latitud:</b> 0°24'13" S	<b>Longitud:</b> 78°25'55" W
<b>Zona:</b> 17 S		<b>Cota:</b> 2823 m	
<b>Fotografía Aérea:</b>		<b>Descripción y Ubicación:</b>	
		El punto se encuentra en el paradero de buses que va hacia Quito.	
		<b>Monumentación:</b> No existe ninguna.	
<b>Croquis de Ubicación:</b>		<b>Abastecimiento y Recursos:</b>	
		Es una zona poblada, el abastecimiento de alimento es ya accesible, para la población.	
No existe levantamiento topográfico de la zona.		<b>Observaciones:</b>	
		Es de fácil acceso, vía asfaltada.	
<b>Elaborado por:</b>		<b>Revisado por:</b>	
Sr. Leonard Morales Egresado FIC		Sr. Gabriel Gordillo Egresado FIC	
		Ing. Milton Silva Codirector Proyecto	



## ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

Proyecto: RECUPERACIÓN HIDROSANITARIA DEL RÍO SAMBACHE

### MONOGRAFÍA DE PUNTO DE GPS

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Rumipamba	<b>Sector</b> Barrio Curipungo
<b>Tipo de Medición:</b> Estática	<b>Equipo:</b> GPS MAGELLAN WAAS		<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006
<b>Código Punto:</b> A6	<b>Datum:</b> WGS84	<b># de Satélites promedio :</b> 5	
<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>COORDENADAS GEODESICAS</b>	
<b>Norte:</b> 9956209 m	<b>Este:</b> 785711 m	<b>Latitud:</b> 0°23'45" S	<b>Longitud:</b> 78°25'59" W
<b>Zona:</b> 17 S		<b>Cota:</b> 2845 m	

#### Fotografía Aérea:



#### Descripción y Ubicación:

El punto se encuentra en el centro de la población.

#### Monumentación:

No existe ninguna.

#### Croquis de Ubicación:

#### Abastecimiento y Recursos:

Es zona poblada, el abastecimiento de comida, agua, y combustible es de fácil acceso.

#### Observaciones:

Es de fácil acceso cuenta con vía asfaltada.

No existe levantamiento topografico de la zona.

#### Elaborado por:

Sr. Leonard Morales  
Egresado FIC

Sr. Gabriel Gordillo  
Egresado FIC

#### Revisado por:

Ing. Milton Silva  
Codirector Proyecto



## ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

Proyecto: RECUPERACIÓN HIDROSANITARIA DEL RÍO SAMBACHE

### MONOGRAFÍA DE PUNTO DE GPS

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Rumipamba	<b>Sector</b> Barrio Curipungo
<b>Tipo de Medición:</b> Estática	<b>Equipo:</b> GPS MAGELLAN WAAS		<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006
<b>Código Punto:</b> A7	<b>Datum:</b> WGS84	<b># de Satélites promedio :</b> 5	
<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>COORDENADAS GEODESICAS</b>	
<b>Norte:</b> 9956619 m	<b>Este:</b> 785741 m	<b>Latitud:</b> 0°23'32" S	<b>Longitud:</b> 78°25'59" W
<b>Zona:</b> 17 S		<b>Cota:</b> 2800 m	
<b>Fotografía Aérea:</b> 		<b>Descripción y Ubicación:</b> El punto se encuentra en la zona de descarga del sistema de alcantarillado del sector. Ubicado como muestra la imagen.	
		<b>Monumentación:</b> No existe ninguna.	
<b>Croquis de Ubicación:</b>  No existe levantamiento topográfico de la zona.		<b>Abastecimiento y Recursos:</b> Es zona poblada, es fácil el abastecimiento de agua, comida y combustible.	
		<b>Observaciones:</b> Es de fácil acceso a la población, el punto se encuentra en la maleza, por lo cual es de difícil acceso.	
<b>Elaborado por:</b>  Sr. Leonard Morales Egresado FIC		<b>Revisado por:</b>  Ing. Milton Silva Codirector Proyecto	
Sr. Gabriel Gordillo Egresado FIC			





## ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**Proyecto: RECUPERACIÓN HIDROSANITARIA DEL RÍO SAMBACHE**

### MONOGRAFÍA DE PUNTO DE GPS

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Rumipamba	<b>Sector</b> Club El Rosario
<b>Tipo de Medición:</b> Estática	<b>Equipo:</b> GPS MAGELLAN WAAS		<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006
<b>Código Punto:</b> A9	<b>Datum:</b> WGS84	<b># de Satélites promedio :</b> 5	
<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>COORDENADAS GEODESICAS</b>	
<b>Norte:</b> 9957940 m	<b>Este:</b> 785690 m	<b>Latitud:</b> 0°22'49" S	<b>Longitud:</b> 78°26'00" W
<b>Zona:</b> 17 S		<b>Cota:</b> 2663 m	

<b>Fotografía Aérea:</b> 	<b>Descripción y Ubicación:</b> El punto se encuentra en el centro del puente, el cual atraviesa el río Sambache.
<b>Monumentación:</b> No existe ninguna.	

<b>Croquis de Ubicación:</b>          No existe levantamiento topográfico.	<b>Abastecimiento y Recursos:</b> El sector es agrícola, es difícil el abastecimiento de agua, alimento y combustible.
<b>Observaciones:</b> Es de acceso limitado, debido al camino de herradura.	

<b>Elaborado por:</b>  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">           Sr. Leonard Morales Egresado FIC         </div> <div style="width: 45%;">           Sr. Gabriel Gordillo Egresado FIC         </div> </div>	<b>Revisado por:</b>  <div style="text-align: center;">           Ing. Milton Silva Codirector Proyecto         </div>
---	--

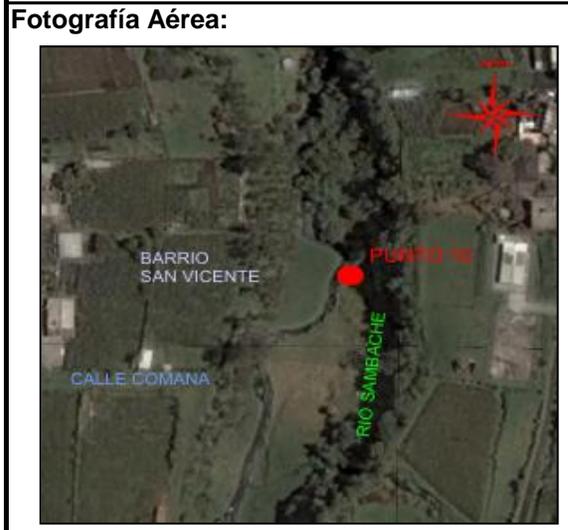


## ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**Proyecto: RECUPERACIÓN HIDROSANITARIA DEL RÍO SAMBACHE**

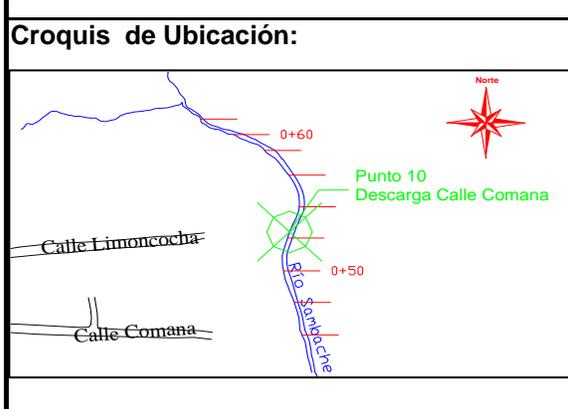
### MONOGRAFÍA DE PUNTO DE GPS

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Rumipamba	<b>Sector</b> Barrio San Vicente
<b>Tipo de Medición:</b> Estática	<b>Equipo:</b> GPS MAGELLAN WAAS		<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006
<b>Código Punto:</b> A10	<b>Datum:</b> WGS84	<b># de Satélites promedio :</b> 5	
<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>COORDENADAS GEODESICAS</b>	
<b>Norte:</b> 9959395 m	<b>Este:</b> 785910 m	<b>Latitud:</b> 0°22'01" S	<b>Longitud:</b> 78°25'03" W
<b>Zona:</b> 17 S		<b>Cota:</b> 2636 m	



**Descripción y Ubicación:**  
El punto se encuentra en la descarga del sistema de alcantarillado del sector.

**Monumentación:**  
No existe ninguna.



**Abastecimiento y Recursos:**  
Es zona poblada, es fácil el abastecimiento de agua, alimentos y combustible

**Observaciones:**  
Es de fácil acceso, con autorización del propietario del terreno aledaño al río.

**Elaborado por:**

Sr. Leonard Morales  
Egresado FIC
Sr. Gabriel Gordillo  
Egresado FIC

**Revisado por:**

Ing. Milton Silva  
Codirector Proyecto



# ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

Proyecto: RECUPERACIÓN HIDROSANITARIA DEL RÍO SAMBACHE

## MONOGRAFÍA DE PUNTO DE GPS

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Sangolquí	<b>Sector</b> Salcoto
<b>Tipo de Medición:</b> Estática	<b>Equipo:</b> GPS MAGELLAN WAAS		<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006
<b>Código Punto:</b> A11	<b>Datum:</b> WGS84	<b># de Satélites promedio :</b> 5	
<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>COORDENADAS GEODESICAS</b>	
<b>Norte:</b> 9961382 m	<b>Este:</b> 785486 m	<b>Latitud:</b> 0°20'57" S	<b>Longitud:</b> 78°26'07" W
<b>Zona:</b> 17 S		<b>Cota:</b> 2555 m	
<b>Fotografía Aérea:</b>		<b>Descripción y Ubicación:</b>	
		<p>El punto se encuentra en la parte superior del puente que atraviesa el río Sambache.</p>	
		<b>Monumentación:</b>	
		No existe ninguna.	
<b>Croquis de Ubicación:</b>		<b>Abastecimiento y Recursos:</b>	
		<p>Es zona urbana poblada, el abastecimiento de agua, alimentos y combustible es fácil.</p>	
		<b>Observaciones:</b>	
		Es un punto de fácil acceso, con grandes edificaciones a su alrededor.	
<b>Elaborado por:</b>		<b>Revisado por:</b>	
<p>Sr. Leonard Morales Egresado FIC</p>		<p>Sr. Gabriel Gordillo Egresado FIC</p>	
		<p>Ing. Milton Silva Codirector Proyecto</p>	



## ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**Proyecto: RECUPERACIÓN HIDROSANITARIA DEL RÍO SAMBACHE**

### MONOGRAFÍA DE PUNTO DE GPS

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Sangolquí	<b>Sector</b> Est. de Bombeo Selva Alegre
<b>Tipo de Medición:</b> Estática	<b>Equipo:</b> GPS MAGELLAN WAAS		<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006
<b>Código Punto:</b> A12	<b>Datum:</b> WGS84	<b># de Satélites promedio :</b> 5	
<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>COORDENADAS GEODESICAS</b>	
<b>Norte:</b> 9961763 m	<b>Este:</b> 785652 m	<b>Latitud:</b> 0°20'44" S	<b>Longitud:</b> 78°26'00" W
<b>Zona:</b> 17 S		<b>Cota:</b> 2549 m	
<b>Fotografía Aérea:</b>		<b>Descripción y Ubicación:</b>	
		<p>El punto se encuentra en la sección transversal del río, junto al tanque cisterna de Selva Alegre.</p>	
		<b>Monumentación:</b>	
		No existe ninguna.	
<b>Croquis de Ubicación:</b>		<b>Abastecimiento y Recursos:</b>	
		<p>Zona poblada, fácil abastecimiento de agua, alimentos y combustibles.</p>	
		<b>Observaciones:</b>	
		Es de fácil acceso.	
<b>Elaborado por:</b>		<b>Revisado por:</b>	
<p style="text-align: center;">Sr. Leonard Morales      Sr. Gabriel Gordillo Egresado FIC                  Egresado FIC</p>		<p style="text-align: center;">Ing. Milton Silva Codirector Proyecto</p>	



# ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**Proyecto: RECUPERACIÓN HIDROSANITARIA DEL RÍO SAMBACHE**

## MONOGRAFÍA DE PUNTO DE GPS

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Sangolquí	<b>Sector</b> Club Naval
<b>Tipo de Medición:</b> Estática	<b>Equipo:</b> GPS MAGELLAN WAAS		<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006
<b>Código Punto:</b> A13	<b>Datum:</b> WGS84	<b># de Satélites promedio :</b> 5	
<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>COORDENADAS GEODESICAS</b>	
<b>Norte:</b> 9962153 m	<b>Este:</b> 785471 m	<b>Latitud:</b> 0°20'32" S	<b>Longitud:</b> 78°26'07" W
<b>Zona:</b> 17 S		<b>Cota:</b> 2529 m	

**Fotografía Aérea:**



**Descripción y Ubicación:**

El punto se encuentra en la zona de descarga de agua servida, en la sección transversal de río.

**Monumentación:**

No existe ninguna.

**Croquis de Ubicación:**



**Abastecimiento y Recursos:**

Es zona poblada con fácil abastecimiento de agua, alimento y combustible.

**Observaciones:**

Es de fácil acceso.

**Elaborado por:**

Sr. Leonard Morales  
Egresado FIC

Sr. Gabriel Gordillo  
Egresado FIC

**Revisado por:**

Ing. Milton Silva  
Codirector Proyecto



# ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

Proyecto: RECUPERACIÓN HIDROSANITARIA DEL RÍO SAMBACHE

## MONOGRAFÍA DE PUNTO DE GPS

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Sangolquí	<b>Sector</b> Urb. Los Jardines
<b>Tipo de Medición:</b> Estática	<b>Equipo:</b> GPS MAGELLAN WAAS		<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006
<b>Código Punto:</b> A14	<b>Datum:</b> WGS84	<b># de Satélites promedio :</b> 5	
<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>COORDENADAS GEODESICAS</b>	
<b>Norte:</b> 9962353 m	<b>Este:</b> 785331 m	<b>Latitud:</b> 0°20'25" S	<b>Longitud:</b> 78°26'12" W
<b>Zona:</b> 17 S		<b>Cota:</b> 2532 m	

### Fotografía Aérea:



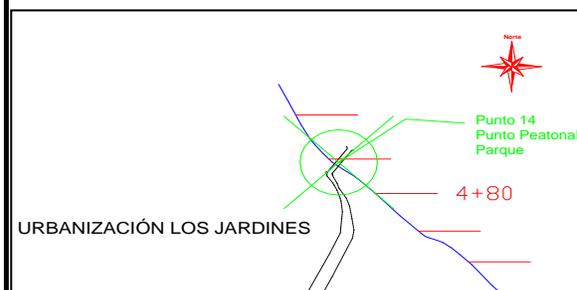
### Descripción y Ubicación:

El punto se encuentra en la parte superior central del puente peatonal que atraviesa al río Sambache

### Monumentación:

No existe ninguna.

### Croquis de Ubicación:



### Abastecimiento y Recursos:

Es zona poblada con fácil abastecimiento de agua, alimentos y combustibles.

### Observaciones:

Es de fácil acceso.

### Elaborado por:

Sr. Leonard Morales  
Egresado FIC

Sr. Gabriel Gordillo  
Egresado FIC

### Revisado por:

Ing. Milton Silva  
Codirector Proyecto



# ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**Proyecto: RECUPERACIÓN HIDROSANITARIA DEL RÍO SAMBACHE**

## MONOGRAFÍA DE PUNTO DE GPS

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Sangolquí	<b>Sector</b> Portal EL Ejido
<b>Tipo de Medición:</b> Estática	<b>Equipo:</b> GPS MAGELLAN WAAS		<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006
<b>Código Punto:</b> A15	<b>Datum:</b> WGS84	<b># de Satélites promedio :</b> 5	
<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>COORDENADAS GEODESICAS</b>	
<b>Norte:</b> 9962452 m	<b>Este:</b> 785178 m	<b>Latitud:</b> 0°20'20" S	<b>Longitud:</b> 78°26'16" W
<b>Zona:</b> 17 S		<b>Cota:</b> 2531 m	
<b>Fotografía Aérea:</b>		<b>Descripción y Ubicación:</b>	
		<p>El punto se encuentra en la parte superior central del puente peatonal que atraviesa al río Sambache.</p>	
		<b>Monumentación:</b>	
		No existe ninguna	
<b>Croquis de Ubicación:</b>		<b>Abastecimiento y Recursos:</b>	
		<p>Es zona poblada con fácil abastecimiento de agua, alimentos y combustibles.</p>	
		<b>Observaciones:</b>	
		Es de fácil acceso, se encuentra en una zona recreacional.	
<b>Elaborado por:</b>		<b>Revisado por:</b>	
<p>Sr. Leonard Morales Egresado FIC</p> <p>Sr. Gabriel Gordillo Egresado FIC</p>		<p>Ing. Milton Silva Codirector Proyecto</p>	



## ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**Proyecto: RECUPERACIÓN HIDROSANITARIA DEL RÍO SAMBACHE**

### MONOGRAFÍA DE PUNTO DE GPS

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Sangolquí	<b>Sector</b> La Florida
<b>Tipo de Medición:</b> Estática	<b>Equipo:</b> GPS MAGELLAN WAAS		<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006
<b>Código Punto:</b> A16	<b>Datum:</b> WGS84	<b># de Satélites promedio :</b> 5	
<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>COORDENADAS GEODESICAS</b>	
<b>Norte:</b> 9962687 m	<b>Este:</b> 785003 m	<b>Latitud:</b> 0°20'14" S	<b>Longitud:</b> 78°26'22" W
<b>Zona:</b> 17 S		<b>Cota:</b> 2527 m	

<p><b>Fotografía Aérea:</b></p>	<p><b>Descripción y Ubicación:</b> El punto se encuentra en la parte superior central del puente vehicular que atraviesa al río Sambache.</p> <p><b>Monumentación:</b> No existe ninguna</p>
---------------------------------	--

<p><b>Croquis de Ubicación:</b></p> <p style="text-align: center;">N.E.I.</p>	<p><b>Abastecimiento y Recursos:</b> Es zona poblada con fácil abastecimiento de \ agua, alimentos y combustibles.</p> <p><b>Observaciones:</b> Es de fácil acceso, se encuentra en una zona recreacional.</p>
---	--

<p><b>Elaborado por:</b></p> <p style="text-align: center;"> <u>Sr. Leonard Morales</u>      <u>Sr. Gabriel Gordillo</u>  Egresado FIC                      Egresado FIC </p>	<p><b>Revisado por:</b></p> <p style="text-align: center;"> <u>Ing. Milton Silva</u>  Codirector Proyecto </p>
---	--



# ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**Proyecto: RECUPERACIÓN HIDROSANITARIA DEL RÍO SAMBACHE**

## MONOGRAFÍA DE PUNTO DE GPS

<b>Provincia:</b> Pichincha	<b>Cantón:</b> Rumiñahui	<b>Parroquia:</b> Sangolquí	<b>Sector</b> El Choclo
<b>Tipo de Medición:</b> Estática	<b>Equipo:</b> GPS MAGELLAN WAAS		<b>Fecha:</b> 12 Sep. 2006
<b>Código Punto:</b> A17	<b>Datum:</b> WGS84	<b># de Satélites promedio :</b> 5	
<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>COORDENADAS GEODESICAS</b>	
<b>Norte:</b> 9962962 m	<b>Este:</b> 784937 m	<b>Latitud:</b> 0°20'05" S	<b>Longitud:</b> 78°26'25" W
<b>Zona:</b> 17 S		<b>Cota:</b> 2531 m	
<b>Fotografía Aérea:</b>		<b>Descripción y Ubicación:</b>	
		El punto se encuentra en la parte de descarga de aguas servidas de la Empresa de Graficas .	
		<b>Monumentación:</b> No existe ninguna	
<b>Croquis de Ubicación:</b>		<b>Abastecimiento y Recursos:</b>	
		Es zona poblada con fácil abastecimiento de \ agua, alimentos y combustibles.	
		<b>Observaciones:</b> Es de fácil acceso.	
<b>Elaborado por:</b>		<b>Revisado por:</b>	
Sr. Leonard Morales Egresado FIC		Sr. Gabriel Gordillo Egresado FIC	
		Ing. Milton Silva Codirector Proyecto	

## **CAPÍTULO IV**

### **IMPACTO AMBIENTAL**

#### **4.1 Definición de Línea Base**

El río Sambache en los actuales momentos presenta altos índices de contaminación, esto debido a la falta de control de las autoridades con lo que tiene que ver a la calidad del agua que lleva las descargas hacia el río.

#### **4.2 Caracterización Ambiental del Área**

##### **4.2.1 Componente Físico**

La apertura de zanjas, el movimiento del equipo para la transportación del material desalojado y para la instalación de las redes de recolección y posterior construcción de la Planta de Tratamiento afectan al suelo de diferente manera: mezcla, remoción, pérdida, compactación.

Para la línea de conducción que tiene una extensión aproximada de 5920m lineales, la apertura de zanjas tiene una afectación directo en la capa vegetal y orgánica; la misma que luego será utilizada para el relleno de zanjas

Se tiene que tomar muy en cuenta que el material removido no permanezca expuesto mucho tiempo en contacto con los agente climáticos; además el relleno de zanjas debe hacerse inmediatamente después de ser colocada la tubería, de esta forma se previene los procesos erosivos de la tubería y la zanja.

Es importante mencionar que en el cauce del río se deposita basura de todo tipo, comenzando desde desechos de haciendas hasta basura domestica, también en la urbanización M.A.G. se utiliza como escombrera una longitud aproximada de 500m, todos estos eventos afectan directamente la calidad del suelo y las aguas.

## **4.2.2 Componente Atmosférico**

### **4.2.2.1 Indicador Calidad del Aire**

En los recorridos de campo se pudo observar que la contaminación atmosférica es mínima, debido a que la densidad poblacional de la zona es baja.

En la fase de construcción de las obras, la remoción y movilización del material causara el levantamiento de partículas de polvo en las y bajos niveles, las mismas que causaran molestias a los habitantes de las zonas contiguas a las orillas del río.

Otro factor de importancia que hay que tomar en cuenta dentro de la contaminación ambiental es la emanación

de gases proveniente de los combustibles de los camiones los mismos que pueden ser: monóxido de carbono, oxido de azufre, etc.

En la manipulación de maquinaria y dentro del transporte de materiales también se va a producir una contaminación por el ruido de estos, este tendrá una afectación de menor magnitud pero hay que tratarlo con la importancia debida.

### **4.2.3 Componente Hídrico**

#### **4.2.3.1 Descarga de Aguas Residuales y Pluviales al Río**

El cantón Rumiñahui tiene un sistema de alcantarillado combinado, el mismo que descarga directamente y sin ningún tratamiento de las aguas a los cauces de los ríos y quebradas.

De la misma forma hay que mencionar que en el cantón existen florícolas, mecánicas, industrias de diferente tipo; las mismas que descargan sus aguas de forma directa a los ríos causando un grave daño ambiental a los recursos hídricos de la zona.

#### **4.2.4 Componente Biótico**

La vegetación en el cantón es muy variada, especialmente en las zonas de montaña y rurales.

En la zona de desarrollo del proyecto habrá una afectación moderada en la flora y fauna; esto debido a que la colocación de las redes de conducción y la construcción de la planta de tratamiento se encuentra en la zona residencial.

#### **4.2.5 Componente Socioeconómico**

##### **4.2.5.1 Indicador Salud y Calidad de Vida**

Este indicador se refiere a las facilidades y servicios con que cuentan los habitantes de la zona, en cambio lo que es salud se mide por la frecuencia en que se presentan las enfermedades en los mismos habitantes.

En el caso nuestro los habitantes de las zonas aledañas están afectados por las aguas residuales que descargan en los ríos, las mismas que causan enfermedades como: infecciones cutáneas, infecciones intestinales, infecciones respiratorias. Este tipo de enfermedades tiene un incremento en las épocas de verano; las mismas que atraen la presencia de ratas e insectos.

#### **4.2.5.2 Indicador Valor de los Predios**

Hay que señalar que el valor de los predios dentro del desarrollo de nuestro proyecto esta en incremento debido a que la ciudad esta creciendo hacia las zonas altas; pero también hay que dividirlo en dos sectores: el urbano y rural.

En la zona rural el valor de los predios es medio debido a que cuentan de forma parcial con los servicios básicos. En cambio en la zona urbana tienen un valor alto debido al desarrollo mismo del cantón y además que cuentan con todos los servicios básicos y facilidades viales.

### **4.3 Identificación de Impactos Ambientales**

Para la calificación de los impactos generados por las obras y acciones de construcción de las redes de conducción, se debe utilizar la matriz de calificación de impactos. Esta matriz de calificación maneja dos ámbitos, los mismos que son cualitativos y cuantitativos.

En la *matriz de calificación cualitativa y cuantitativa de impactos redes de conducción y planta de tratamiento* que a continuación se presenta se maneja de la siguiente manera: en el eje de las Y se presentan los indicadores ambientales agrupados por componentes; en el eje de las X se caracterizan los impactos en forma cualitativa y cuantitativa.

La calificación de los impactos se realiza de la siguiente manera:

Las columnas 1, 2, 3, 4 son de calificación cualitativa y en ellas se indica los siguientes parámetros:

- 1) **Efectos generales.** Se refiere a la afectación general que el proyecto causa sobre cada uno de los indicadores ambientales.
- 2) **Afectación.** Se define si el impacto es debido en forma directa al proyecto (directo) o si es una consecuencia indirecta del mismo (indirecto) por lo que el proyecto no tiene responsabilidad en él. No presenta calificación cuantitativa.
- 3) **Etapas de aparición del impacto.** Se determina si el impacto tiene su ocurrencia en la etapa de construcción o de operación del proyecto. Esta calificación tampoco se representa con valor numérico. Estas tres calificaciones se presentan a manera de información y no reciben ninguna calificación numérica.
- 4) **Tipo de Impacto.** En la cuarta columna se define el tipo de impacto (positivo o negativo), los impactos benéficos tendrán una calificación cualitativa representada por un valor con signo positivo (+) y los adversos con un valor numérico negativo (-)

Las columnas 5, 6, 7, 8 se refieren a una calificación cuali-cuantitativa, que tiene su correspondiente cuantificación.

Al sumar los valores dados en las columnas 5 a 8 a un indicador ambiental específico y multiplicar este número resultante por el tipo de

Impacto (+ ó -), dará un valor, cuyo rango estará entre +5 y +20 (impactos positivos) y entre -5 y -20 (impactos negativos). Este valor numérico se debe indicar en la columna 9.

Las columnas 5 a 8 tienen una calificación cualitativa y cuantitativa y se refieren a:

- 5) **Probabilidad de ocurrencia:** Indica si el impacto va a ocurrir (seguro) o si es solamente probable que suceda con una factibilidad alta, media o baja.
- 6) **Intensidad:** Con la que se va a presentar el impacto: alta, media o baja.
- 7) **Duración:** Puede ser temporal o permanente. Además hay impactos que pueden darse cada cierto tiempo de manera cíclica o periódica, o ser imposibles de predecir, como en el caso de una emergencia o contingencia; estos últimos se denominan impactos indeterminados.
- 8) **Área de Influencia:** Indica el área que será afectada por el impacto del proyecto.

En la columna 9 se presenta la calificación cuantitativa de los impactos que afectan a cada indicador ambiental. El valor numérico presentado es el resultante de la sumatoria de los valores de las columnas 5 a 8, multiplicadas por la columna 4. Entre menor sea el número absoluto, menor será el impacto sobre el indicador y mientras mayor sea el número absoluto, mayor será la incidencia o efecto del impacto sobre el indicador ambiental.

En la columna 10 se indica la posibilidad de mitigación de los impactos, por lo tanto esta calificación aplica solo para los impactos negativos y se refiere a la posibilidad de evitar (si tiene mitigación o reversible), o de minimizar los impactos adversos del proyecto sobre el medio ambiente. Los impactos también pueden ser irreversibles o compensables mediante medidas compensatorias.

En la columna 11 se indica el valor final del impacto del proyecto a realizarse con las respectivas medidas de mitigación.

#### **4.4 Cuantificación de Impactos Ambientales**

La evaluación de los posibles impactos que serán causados en el proceso de construcción y en la operación de las obras de conducción y planta de tratamiento de proyecto, se realiza para las acciones a ser ejecutadas y operadas, y además su calificación cualitativa y cuantitativa se lo hace para la calificación cualitativa y cuantitativa, la tabla 4.4.1 presenta la identificación de de los parámetros a ser calificados.

**Tabla 4.4.1** Calificación Cualitativa y Cuantitativa de los Impactos

IDENTIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
	CUALITATIVA	CUANTITATIVA
Afectación	<b>Directa</b>	
	<b>Indirecta</b>	
Etapa de Aparición	<b>Construcción</b>	
	<b>Operación</b>	
Tipo de Impacto	<b>Positivo</b>	(+)
	<b>Negativo</b>	(-)
Probabilidad de Ocurrencia	<b>Segura</b>	<b>5</b>
	<b>Muy Alta</b>	<b>4</b>
	<b>Alta</b>	<b>3</b>
	<b>Media</b>	<b>2</b>
	<b>Baja</b>	<b>1</b>
Intensidad	<b>Alta</b>	<b>5</b>
	<b>Media</b>	<b>4-2</b>
	<b>Baja</b>	<b>1</b>
Duración	<b>Permanente</b>	<b>5</b>
	<b>Temporal</b>	<b>4-2</b>
	<b>Indeterminada</b>	<b>1</b>
Área de influencia	<b>Puntual</b>	<b>5</b>
	<b>Lineal</b>	<b>4 - 2</b>
	<b>Zona</b>	<b>1</b>
Mitigación	<b>Si (reversible)</b>	<b>5</b>

<b>Parcialmente</b>	<b>4-3</b>
<b>No pero</b>	<b>2-1</b>
<b>compensable</b>	<b>0</b>
<b>No (irreversible)</b>	

Las obras que se tienen que realizar también deben ser especificadas y también acompañadas de los indicadores ambientales y los efectos generales que estos pueden causar, todos estos parámetros se resumen en la tabla 4.4.2.

**Tabla 4.4.2** Componentes e Indicadores Ambientales específicos para el Proyecto

COMPONENTES	INDICADORES	EFFECTOS
AMBIENTALES	AMBIENTALES	GENERALES
Físico	<b>Escombreras</b>	<b>Construcción</b>
	<b>Material de corte y excavación</b>	<b>Remoción</b>
	<b>Movimiento de tierra</b>	<b>Transporte,</b>
	<b>Uso del suelo</b>	<b>disposición</b>
	<b>Calidad del suelo</b>	<b>Construcción</b>

	<b>Accesos</b>	<b>Afectación</b>
		<b>Cambio, afectación</b>
Atmósfera	<b>Emisiones atmosféricas</b>	<b>Aumento</b>
	<b>Partículas en suspensión</b>	<b>Aumento</b>
	<b>Emisiones sonoras</b>	<b>Aumento</b>
Hídrico	<b>Patrón drenaje superficial</b>	<b>Cambio</b>
	<b>Uso del agua</b>	<b>cambio</b>
	<b>Calidad del agua</b>	<b>afectación</b>
Biótico	<b>Cobertura vegetal</b>	<b>Disminución</b>
Socio-económico	<b>Salud</b>	<b>afectación,</b>
	<b>Empleo</b>	<b>mejoramiento</b>
	<b>Calidad de vida</b>	<b>aumento</b>
	<b>Valorización predial</b>	<b>mejoramiento</b>
	<b>Viviendas, construcciones</b>	<b>aumento</b> <b>afectación</b>

**MATRIZ DE CALIFICACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE IMPACTOS  
REDES DE CONDUCCIÓN Y PLANTA DE TRATAMIENTO**

<b>CALIFICACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE IMPACTOS</b>											
<b>Componentes Indicadores</b>	1 Efectos generales	2 Afecta	3 Etapa Aparición	4 Tipo de Impacto	5. Prob. Ocu	6 Intensidad	7 Duración	8 Área Influencia	9 Valor sin Mitigar	10 Mitigable	11 Valor con Mitigación
<b>COMPONENTE FÍSICO</b>											
Escombreras	Construcción	Directa	Construcc	-	5	5	3	3	-16	2	-14
Excavación	Remoción	Directa	Construcc	-	5	5	3	2	-15	3	-12
Movimiento de Tierra	Transporte, disposición	Directa	Construcc	-	5	4	3	2	-14	0	-14
Uso del Suelo	Cambio	Directa	Construcc	-	4	3	2	2	-11	3	-8
Calidad del Suelo	Afectación	Directa	Construcc	-	4	2	2	2	-10	3	-7
Accesos	Construcción	Directa	Construcc	-	5	4	5	5	-19	1	-18
<b>COMPONENTE ATMOSFÉRICO</b>											
Emisiones Atmosféricas	Aumento	Directa	Construcc	-	4	4	3	4	-15	5	-10
Partículas Suspendidas	Aumento	Directa	Construcc	-	4	4	3	4	-15	5	-10
Emisiones Sonoras	Aumento	Directa	Construcc	-	4	4	3	4	-15	5	-10

**COMPONENTE HÍDRICO**

Uso del Agua	Cambio	Directa	Operación	+	4	5	5	4	+18		+18
Calidad del Agua	Cambio	Directa	Operación	+	4	5	5	4	+18		+18

**COMPONENTE BIÓTICO**

Cobertura Vegetal	Disminución	Directa	Construcc	-	4	3	1	4	-12	5	-7
-------------------	-------------	---------	-----------	---	---	---	---	---	-----	---	----

**COMPONENTE SOCIOECONÓMICO**

Salud	Afectación,	Directa	Operación	+	5	5	5	4	+19		+19
Empleo	Mejora	Indirecta	Construcc	+	2	2	1	1	+6		+6
Calidad de Vida	Aumento	Directa	Construcc	+	5	5	5	4	+19		+19
Valorización Predial	Aumento	Directa	Operación	+	4	4	4	4	+16		+16
Viviendas Construcciones	Aumento		Construcc	-	2	5	4	4	-15		-15

## **4.5 Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación Ambiental**

En la sección de "Evaluación de Impactos", se identificaron y calificaron en cada una de las actividades de las fases del proyecto, los impactos tanto positivos como negativos que pueden ser generados (por causa de la construcción de nuevas obras) sobre los diversos indicadores de los componentes ambientales; en este punto, se definen y especifican las implicaciones ambientales adversas generadas de manera directa durante las fases de construcción y operación de las obras de las redes de conducción de aguas residuales y una planta de tratamiento.

### **4.5.1 Prevención de Efectos Causados por la Construcción de las Obras**

Al estar el proyecto relacionado con un recurso natural muy vulnerable debemos reducir la cantidad de impactos que la construcción de este proyecto pueda producir; se deberá tomar medidas de prevención, las cuales estarán dirigidas especialmente a los obreros de la construcción y a los pobladores de la zona en donde se encontrará la misma.

El Municipio por una parte deberá emitir normativas con sus correspondientes sanciones para que la comunidad no interfiera en la zona de construcción y puedan ocasionar algún tipo de impacto.

El Contratista por su parte deberá adiestrar a su personal para evitar que se produzcan potenciales impactos.

#### 4.5.2 Mitigación de Efectos Causados por la Construcción de las Obras

La ejecución de las redes de recolección y una planta de tratamiento requiere de *excavaciones* a lo largo de las líneas de conducción y en la zona en donde se disponga la planta de tratamiento. Para mitigar estos efectos se recomiendan las siguientes acciones:

- Disposición temporal del material separadamente a ambos lados de la zanja, para evitar el mal manejo.
- Disposición permanente del material sobrante para la los rellenos de las mismas obras.
- Disposición permanente del material vegetal de lenta descomposición, para ser utilizado en cercas y obras de control de erosión

La construcción de las obras civiles requiere de la instalación de campamentos que pueden afectar el medio acuático y terrestre, con los vertimientos de residuos líquidos y sólidos; produciendo efectos adversos temporales, razón por lo que se deben implementarse las siguientes medidas de prevención:

- El manejo de residuos sólidos (canecas, basuras, empaques, latas de pintura, filtros de aceite, de aire, etc.) debe hacerse mediante depósitos temporales que sean llevados periódicamente a los rellenos sanitarios del Municipio.
- Los residuos de grasas y aceites deben transportar a un sitio de reciclaje, donde existan separadores de grasas y aceites.
- Se recomienda colocar señalización adecuada mientras se estén efectuando las obras.

Se presentará impacto urbano adverso con afectación de vías, accesos, zonas verdes, tráfico, riesgo de accidentalidad y generación de ruido y polvo.

#### **4.5.3 Medidas de Compensación**

Las redes producen efectos adversos permanentes no mitigables, afectando la vegetación, su fauna asociada y a las quebradas; para compensar estos efectos se recomiendan las siguientes medidas:

- Revegetalización de los alrededores de las quebradas receptoras a lo largo del Río Sambache, en una franja de 10 a 20 metros a cada lado del cauce, creando un nuevo paisaje en la zona.
- Impedir la invasión en la zona de protección de las quebradas, construyendo una cerca perimetral a la ronda.

#### **4.6 Plan de Manejo Ambiental**

En la tabla 4.6.1, en su primera columna se presenta las actividades o ítems proyectados y requeridos para la construcción de cada una de las obras (causa), las cuales muy seguramente durante esta fase de construcción generarán impactos significativos adversos, identificados en la segunda columna (efecto), los que podrán ser mitigados total o parcialmente, o compensados, como se indica en la tercera columna.

En la tabla 4.6.2 se indica las actividades que se deberán hacer para poder mitigar los impactos que en la construcción estas puedan producir.

**Tabla 4.6.1** Plan de Manejo Ambiental

CAUSA	EFFECTOS ADVERSOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
<b>OBRAS PARA LA RECUPERACIÓN SANITARIA DEL RÍO SAMBACHE</b>		
<b>1. PLANTA DE TRATAMIENTO</b>		
1. Replanteo 2. Instalación Campamento 3. Transporte equipos, maquinaria pesada y materiales 4. Excavaciones y rellenos 5. Planta de Tratamiento, cimentaciones, Drenajes, y empates tuberías. 6. Muros y Concretos. 7. Transporte y disposición final de sobrantes. 8. Cerramiento perimetral.	1. Conflictos por uso de predios 2. Reclamos contaminación de aguas y suelos 3. Afectación red vial y tráfico vehicular. 4. Pérdida cobertura vegetal, ruido, polvo, accidentalidad 5. Ruido, polvo y contaminación de aguas. 6. Ruido, polvo, contaminación de aguas y riesgo de accidentalidad. 7. Afectación áreas de botaderos, derrumbes y contaminación de aguas. 8. Impacto visual	8.1 Negociación y compra de predios 8.2 Manejo de materiales y desechos sólidos y líquidos 8.3 Cierre de vías sólo en casos necesarios y señalización 8.4 Prevención para la emisiones de ruido, polvo y Seguridad Industrial 8.5 Concretos y fuentes de materiales por explotación de canteras. Seguridad Industrial 8.6 Concretos y fuentes de materiales. Seguridad Industrial 8.7 Normas de transporte, tráfico y señalización. Selección del sitio y materiales para relleno, revegetalización 8.8 Barreras vivas
<b>2. REDES DE RECOLECCIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUAS RESIDUALES</b>		
1. Replanteo 2. Instalación Campamentos 3. Transporte maquinaria pesada, tuberías, material. 4. Excavaciones en zanjas y rellenos. 5. Instalación de tubería, accesorios y anclajes. 6. Transporte y disposición final de sobrantes.	1. Daños a infraestructura 2. Invasión espacio público, ruido, polvo y contaminación visual. 3. Afectación red vial, tráfico vehicular y riesgo de accidentes. 4. Afectación red vial y accesos, polvo, ruido y otros servicios. 5. Ruido y accidentalidad. 6. Afectación áreas de botaderos, derrumbes, contaminación de aguas.	1. Estudio de planos de otros servicios con posible interferencia. Impacto Urbano 2. Manejo de materiales y desechos sólidos y líquidos. Señalización en vías y andenes. 3. Transporte vial 4. Excavaciones e Impacto urbano. Manejo del tráfico y señalización. 5. Impacto urbano. 6. Normas de transporte y señalización

**Tabla 4.6.2** Actividades para las Obras de Impacto Ambiental

<b>ACTIVIDADES PARA LAS OBRAS DE IMPACTO URBANO</b>	
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>MEDIDA DE MITIGACIÓN</b>
<b>Señalización en frentes de obra, cruces con vías y en calzadas viales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar la señalización adecuada en los frentes de obra y cruces con vías, tanto diurnas como nocturnas (reflectivas con luz intermitente):               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Señales de peligro</li> <li>➢ Preventivas</li> <li>➢ Prohibitivas</li> <li>➢ Informativas</li> </ul> </li> </ul>
<b>Desvíos del tráfico en cruces</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización de desvíos.</li> <li>• Tener una persona que indique permanentemente el paso de vehículos.</li> <li>• Luces nocturnas y avisos con señales claras</li> </ul>
<b>Maquinaria y mantenimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adecuada disposición de lubricantes y combustibles</li> <li>• Mantenimiento periódico de la maquinaria y los vehículos</li> </ul>
<b>Seguridad del Personal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguir todas las medidas de seguridad industrial para prevención de accidentes como :               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Uso de implementos adecuados según el trabajo</li> <li>➢ Guantes, Cascos y botas de trabajo</li> <li>➢ Vestidos para trabajo</li> <li>➢ Anteojos protectores</li> <li>➢ Mascarilla para evitar polvo</li> <li>➢ Protectores auditivos</li> <li>➢ Chalecos reflectivos</li> </ul> </li> </ul>
<b>Botaderos o escombreras (disposición permanente de material sobrante)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Localización relleno sanitario del Municipio</li> <li>• Relleno compactado con pendientes no mayores de 45° para evitar erosión o derrumbes. Al final, sembrar vegetación para evitar dispersión por el viento y para mejorar el paisaje.</li> </ul>
<b>Disposición temporal de material de obra sobrante</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación adecuada que permita la menor afectación posible a tráfico vehicular y peatonal</li> </ul>
<b>Transporte de material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento adecuado de volquetes</li> <li>• Respetar velocidades máximas en vías y en la ciudad.</li> <li>• Utilizar toldos en los volquetes para evitar dispersión del material por el viento.</li> <li>• Llenar los volquetes únicamente con la capacidad indicada según el tipo y llenar sólo hasta el borde del volquete.</li> <li>• Humedecer sitios de trabajo en sectores poblados.</li> </ul>
<b>Arborización y paisajismo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como medida de compensación se recomienda:               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Arborización las quebradas y de la planta de tratamiento</li> </ul> </li> </ul>

#### **4.6.1 Diseño Medidas Ambientales**

Esta sección presenta las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental para las acciones específicas del proyecto de redes como son:

- Permisos Ambientales, negociación de predios y servidumbres para la planta de tratamiento, línea de recolección y conducción.
- Campamentos y Seguridad Industrial.
- Replanteo de obras, excavación, rellenos y disposición de material sobrante.
- Escombreras.
- Carga y transporte y Señalización.
- Revegetalización y restauración de áreas afectadas.
- Impacto Urbano por Instalación de tuberías y obras complementarias.
- Educación Ambiental

Las medidas planteadas hacen referencia a los indicadores de un componente o componentes ambientales, en los que se producen efectos, tanto positivos como negativos (ruido, emisión de partículas y gases a la atmósfera, generación de empleo, etc.), al sitio específico donde sucede el impacto (positivo o negativo).

##### **Medida 1 Negociación de predios y servidumbres**

Estas medidas son previas a la construcción de las redes, sin el cumplimiento pleno de estos requisitos no se pueden iniciar legalmente las obras. Se deberá legalizar el área del terreno en que se ubicará la planta de

tratamiento así como los permisos de ocupación de vías, así como el reconocimiento de servidumbres y daños a propiedades particulares que se darán especialmente en el trazado de la línea de conducción.

Las actividades de legalizar los terrenos y servidumbres, serán de competencia del Gobierno Municipal. El contratista será el responsable por afectación a la propiedad privada durante la construcción de las obras.

A continuación se presentan los pasos a seguirse:

- Negociación de predios, servidumbres y convenios para la implantación de la planta de tratamiento.
- Negociación de servidumbre de los corredores para la instalación de la línea de conducción de aguas residuales, conforme a las leyes vigentes.
- Reconocimiento de daños a cercas vivas, cercas, cimientos, accesos y otros no contemplados (en el caso de contingencias).

La legalización de concesiones, así como la notificación a los propietarios afectados deberá ser con suficiente anticipación para evitar mayores conflictos de intereses por lo que, el Municipio y, el contratista de las obras, en base a los diseños deberá realizar un inventario real de los predios a ser afectados con sus características en cuanto a el área, uso, existencia de construcciones y mejoras.

El contratista dentro de sus costos indirectos deberá cargar los valores por pago de daños a mejoras y construcciones existentes que podrían ser afectadas de manera temporal o permanente, debiendo

adelantarse los procesos de negociación de predios (adquisición, alquiler), reconocimiento de mejoras y reconocimiento de daños.

Informar oportunamente a las autoridades locales y a la comunidad sobre el proyecto, programación de las obras, las restricciones que implican y los beneficios posteriores.

Incorporar de manera preferente a los trabajadores de los predios afectados como mano de obra no calificada en la construcción de las redes.

## **Medida 2 Campamentos y Seguridad Industrial**

El Proyecto de redes, al desarrollarse en áreas urbanas, se recomienda que el contratista alquile viviendas o solares del sector y, adecuarla a sus requerimientos (bodegas, herramientas, patios de maniobra, talleres, oficinas para los Ingenieros Residentes y de la Fiscalización). Estos sí, producirán impactos urbanos negativos no significativos y de baja intensidad, alterarán la calidad del suelo y del agua por vertimientos de grasas y aceites, generarán ruido, polvo, contaminación visual e invasión temporal de espacios públicos.

Los campamentos deberán contar como mínimo con:

- Tanque Séptico
- Campo de Infiltración
- Trampa de grasas y aceites
- Almacenamiento de combustibles y lubricantes
- Disposición de desechos sólidos

- Señalización

### **Medidas de seguridad industrial**

- 1) Todo el personal que labora con maquinaria debe usar equipo menor de protección y seguridad, como mínimo: botas, casco, guantes, protectores auditivos sencillos o ergonómicos para los operadores de equipo, en caso necesario.
- 2) Las herramientas de trabajo deberán estar dispuestas en un mismo sitio para cada cuadrilla durante los descansos en la jornada diaria de trabajo; al finalizar el día se deberá almacenar en el sitio específico destinado para tal fin en el campamento.
- 3) En el caso de movimiento de tierras o disposición de sobrantes de material de corte, no debe encontrarse personal talud abajo del sitio del frente específico de trabajo.
- 4) Cuando se esté trabajando en alguna actividad que afecte o invada la banca de una vía, este sector debe encontrarse debidamente señalizado, para evitar accidentes de trabajo ya sea de tipo vehicular o peatonal.
- 5) El campamento debe contar con equipo contra incendios, por lo menos extintores de polvo seco. En el caso de incendios por combustibles no se debe utilizar agua, sino extintores de polvo seco o concentrado de espuma. En caso que la magnitud del incendio sobrepase la capacidad de manejo directo por parte del

personal del contratista, éste debe avisar a los bomberos de las poblaciones aledañas.

- 6) El campamento debe contar con un botiquín de primeros auxilios convencional para atender accidentes menores de campo.

### **Medida 3      Excavación de Zanjas y Rellenos**

La actividad más significativa es el movimiento de tierras por excavaciones de zanjas para la instalación de tuberías, generará un impacto adverso sobre la zona por las que cruzan las redes. Esta actividad genera impactos adversos sobre el medio físico, hídrico, biótico, social y económico, no solamente en el sitio de la respectiva obra, sino que de manera también directa se afectan otras áreas. Dentro de los impactos negativos a mitigar se cuentan:

- El replanteo de las redes generará expectativas y conflictos entre los propietarios de predios dentro del área de influencia directa.
- Alteración de áreas de disposición temporal del material sobrante de obras.
- Aumento en la cantidad de partículas suspendidas durante las labores de excavación, relleno y transporte de material.
- Eventualidad de accidentes.
- Aumento del ruido por movimiento de maquinaria con detrimento de la calidad de vida de los vecinos a las obras.
- Afectación de accesos a las viviendas y de infraestructura pública.

**Replanteo.-** La localización de las obras, definirá las áreas a ser afectadas, así como a demarcación y aislamiento del área de los trabajos. Estas deben coincidir y tener en cuenta los linderos y modificaciones prediales actualizadas y sujetarse al resultado de las negociaciones concertadas especialmente en lo referente a la ubicación de la planta de tratamiento.

El replanteo de la línea de conducción deberá incluir el levantamiento actualizado de los predios, sus usos y la cuantificación de los daños en propiedades, cercas, accesos y vegetación arbustiva, como base para la atención de reclamos a compensar.

**Excavación.-** El contratista deberá instalar barreras de seguridad y señales de demarcación para alerta y control interno del tránsito vehicular y peatonal; aislar el perímetro de las obras e impedir el paso de materiales y sobrantes a las zonas adyacentes a las de trabajo. Las barreras se podrán construir con tabiques de madera, vallas metálicas o cintas reflectoras con su respectivo soporte, incluyendo señales portátiles, vallas, conos de plástico y cintas reflectoras; se recomienda la instalación de iluminación intermitente mediante las señales de demarcación para alerta y control de tránsito vehicular nocturno de ser necesario.

El almacenamiento temporal del material de excavación, a ser utilizado como relleno, deberá manejarse en cercanías al sitio del rehúso, debiéndose confinar para evitar su dispersión y arrastre. Puede disponerse sobre el piso con divisiones en tabiques de madera, y cubrirse con plástico o lonas.

**Rellenos.-** El manejo y manipuleo de los materiales de relleno alterará la calidad del aire por el aumento de las partículas en suspensión. Para mitigar este impacto adverso se recomienda el uso de mascarillas para todo el personal que labora cerca del área afectada y la aplicación periódica de agua con rociador.

#### **Medida 4 Carga, Transporte y Señalización**

Las actividades del transporte en las redes conllevan la carga, descarga y transporte de materiales de construcción, tuberías, equipos y maquinaria, utilizarán las vías existentes con las restricciones y limitaciones impuestas por las especificaciones.

Se debe tener en cuenta lo relativo a las señalizaciones de tipo reglamentario, preventivo, informativo y prohibitivo, tanto en cada frente de obra como en los accesos independientes y compartidos, a fin de evitar en lo posible cualquier tipo de accidente vehicular o peatonal.

Los impactos negativos de baja intensidad a producirse durante la fase de construcción y operación, se darán por el transporte de maquinaria, volquetes, equipos, materiales y personal, lo que implicará el deterioro de las vías y sus obras de arte, disminución en la velocidad del tráfico vehicular, polución ambiental por emisiones de gases provenientes de la combustión de motores, aporte de material en suspensión (polvo), ruido y mayor riesgo de accidentalidad, por lo que, previo a la apertura de los frentes de trabajo se deberá:

- Solicitar permiso de uso de vías públicas.

- Prever una adecuada señalización.

**Tránsito Vehicular y Peatonal.-** Durante la construcción, el contratista garantizará el acceso a las obras y a los barrios; establecerá un procedimiento y un cronograma de actividades que no interfiera con el desarrollo de las mismas; establecerá las siguientes medidas:

- Señalización e información del tramo bloqueado temporalmente por las obras.
- Se debe establecer límites de velocidad para el tráfico en general, para evitar accidentes, pues se presenta entrada y salida de maquinaria. Estos límites variarán de acuerdo al tipo de vía y deberán estar convenientemente indicadas antes del acceso en ambos sentidos.
- Se deben programar aquellas obras que producen ruido de alta intensidad, en las horas en que no se alteren las labores diurnas de las áreas comerciales, escuelas, así como con el descanso nocturno de las zonas residenciales.

Cuando se requiera desviar el tráfico vehicular, se señalará la dirección y sentido del desvío e indicar claramente la ruta a seguir hasta llegar a la vía interrumpida al otro lado de la obra. Deberá tener señalización tanto diurna como nocturna.

**Señalización.-** Éstas deben cumplir y seguir las normas generales de la Jefatura de Tránsito, en cuanto a codificación, tamaño y colores, así:

- Círculos de 0.80 m de diámetro para señales prohibitivas.

- Cuadrados de 0.90 m de lado para señales preventivas.

Las normas específicas por tipo de señal son:

- **Preventivas.** Tienen por objeto advertir al usuario de un peligro y la naturaleza de éste; las señales serán cuadradas de 0,90 m de lado en fondo naranja con símbolos y marcos negros. Otras señales empleadas son barricadas, conos de delineación, delineadores luminosos.
- **Reglamentarias.** Indican al usuario algunas limitaciones, prohibiciones o restricciones y su violación constituye falta. Tienen forma circular de 0,90 m de diámetro, sobre fondo blanco con símbolo y marco negro con línea oblicua en rojo.
- **Informativas.** Identifican y guían al usuario. Son de forma rectangular con fondo naranja, símbolo y marco negro.
- **Señales nocturnas.** Los avisos deben ser luminosos o reflectivos para evitar accidentes nocturnos.

#### **Medida 5      Revegetalización de sitios de obras y áreas afectadas**

Una vez terminadas las redes, se debe proceder a la revegetalización de las diferentes zonas en las que la cobertura vegetal fue afectada como son los corredores de la línea de conducción y cruces de quebradas en las que se realizaran movimientos de tierra con posterior recuperación de la zona afectada, se debe realizar de acuerdo con el tipo de vegetación existente.

La revegetalización se la hará con las especies nativas y en lo posible deberá coincidir con las épocas de lluvia para asegurar el riego natural de las plantas y disminuir el costo de mantenimiento por concepto de riego.

Los impactos a mitigar son especialmente la desestabilización de taludes en las quebradas y afectaciones visuales a lo largo de la línea de transmisión.

#### **Medida 6 Impacto urbano por instalación de redes de recolección y conducción de aguas residuales**

Las actividades relativas a la instalación de tuberías, empates, pruebas, mantenimiento, generarán impactos adversos en:

- 1) **Espacio público.-** Las actividades de demarcación y señalización son previas a la construcción, que aunque evitan la accidentalidad, causan restricciones en el uso del espacio urbano.
- 2) **Drenajes.-** El material sobrante de las excavaciones será arrastrado por las lluvias; los residuos líquidos, contaminantes o no, producen charcos y escurrimientos que afectan las vías, andenes, cuerpos de agua receptores, y el tráfico vehicular y peatonal.
- 3) **Vegetación.-** Las excavaciones de las zanjas en zonas verdes (parques y quebradas), afectan la vegetación gramínea y arbustiva.
- 4) **Ruido.-** La utilización de retroexcavadoras y compresores, en las zanjas, generan ruido con niveles superiores a 65 decibeles.

- 5) **Material de excavación reutilizable.**- El material para rehúso invade un espacio temporal, afectando el tráfico y puede ser arrastrado por las lluvias hasta los sumideros y alcantarillas existentes en el área.
- 6) **Sobrantes.**- Las excavaciones de las zanjas y demás obras civiles producen material sobrante no utilizable en la misma obra, el cual restringe el espacio público; en caso de no disponerse de inmediato, será arrastrado por las lluvias hasta los sumideros y alcantarillas existentes en el área.
- 7) **Polvo.**- Las excavaciones producen emisión de partículas en suspensión con contaminación del aire, afectando la salud con enfermedades respiratorias.
- 8) **Tráfico.**- La ocupación de vías impide y restringe el tráfico, por lo que es necesario programar desvíos del tránsito vehicular.
- 9) **Infraestructura pública.**- La apertura de zanjas puede ocasionar la rotura o desconexión de otros servicios, con daños graves al sistema y con posibilidad de causar contingencias.
- 10) **Accidentalidad.**- La apertura de zanjas y la ocupación del espacio público pueden ocasionar accidentes vehiculares, peatonales y hasta de animales.
- 11) **Salud.**- Algunas obras generan ruido, polvo y contacto directo con los residuos; éstas afectan la salud con trastornos auditivos, enfermedades respiratorias e infecciones varias y de la piel.

Estos impactos se presentarán durante la fase de construcción y operación del Proyecto.

## **4.7 Especificaciones Ambientales**

### **4.7.1 Control de la Contaminación**

El cauce del Río Sambache necesitan se protegido de derrames accidentales directos o indirectos de desechos, basuras, etc., por lo que, el Contratista, durante la ejecución del Proyecto, tomará las medidas necesarias para evitar su contaminación.

Se deberá realizar controles de fluidos superficiales contaminantes (aguas de lavado, aceites, gasolinas, etc.) pueden incluirse entre otros.

Durante la construcción, el Contratista deberá tomar medidas rutinarias tendientes a disminuir la producción de sedimentos y a controlar de la calidad del agua. Las líneas de descarga y drenaje, u otras facilidades que podrían alterar las velocidades del flujo en los cauces, deberán también ser monitoreadas y controladas por el Contratista, a fin de evitar alteraciones hidráulicas que puedan inducir ya ser socavación o sedimentación en los cauces.

El uso de detergentes y varios químicos de uso común para lavado de ropa, implementos y maquinaria en campamentos, será restringido por constituirse éstos contaminantes potenciales.

#### **4.7.2 Control de la Contaminación por Ruido**

Los niveles de ruido generados en los múltiples frentes de trabajo deberán ser controlados a fin de evitar perturbar a la población ubicada en los barrios y cooperativas existentes a lo largo del proyecto.

Los trabajos serán realizados de tal manera que los niveles medios del ruido exterior, no excedan en ningún momento de 80 dB (A).

Los equipos que excedieran los niveles permitidos de ruido deberán ser movilizadas desde los sitios de obra a los talleres para ser reparados, y retornarán al trabajo una vez que éstos cumplan con los niveles admisibles.

La fiscalización tiene la obligación de restringir ciertas áreas del Proyecto o prohibir cualquier trabajo que produzca ruidos objetables durante las horas de sueño normal: de 22 horas a 06 horas, o en otro horario establecido por el Gobierno Municipal.

El equipo ruidoso puede requerir de las siguientes acciones correctivas:

- Utilización de silenciadores de escape.
- Eliminación de señales audibles innecesarias con sirenas y pitos, y reemplazo, en lo posible, con señales visibles como luces intermitentes, etc.
- Calibración, o cambio de dispositivos de alarmas, pitos de vehículos o de maquinaria, con otros más adecuados, de tal manera que sus señales

audibles no sobrepasen en ningún momento la intensidad indicada anteriormente.

### **4.7.3 Control de la Calidad del Aire**

#### **4.7.3.1 Emanaciones, Olores y Humo**

El nivel de emanaciones, olores y contaminación por humo debería ser monitoreado y minimizado o eliminado cuanto sea posible. El contratista puede reducir los olores y emanaciones reasegurando las tapas de los contenedores de combustibles, uso de equipo eficiente, procedimientos de operación y de mantenimiento adecuados, ajuste de motores. Los motores no deberían ser dejados funcionando sin necesidad.

#### **4.7.3.2 Polvo**

El personal del Proyecto y los residentes cercanos deberían ser protegidos de los riesgos de polvo para la salud. El Polvo es producido por una variedad de operaciones de construcción incluyendo la excavación, rellenos, manejo del cemento, y el tráfico sobre caminos sin pavimento.

Para evitar la producción del polvo, el Contratista deberá regar agua sobre los suelos superficiales expuestos al tránsito vehicular, mediante la utilización de carros cisternas

que humedecerán el material en las áreas de trabajo; al hacerlo la velocidad de los tanqueros no deberá exceder los 5 km./h. Adicionalmente, y previa la autorización de la Fiscalización, el Contratista podrá recubrir los materiales de construcción sueltos con lonas u otro material similar.

No podrán utilizarse químicos para controlar el polvo, salvo en aquellos casos en los cuales que éstos no produzcan efectos nocivos al ambiente ni a los suelos orgánicos de la zona.

#### **4.7.4 Control y Manejo de Contaminantes Potenciales**

Materiales contaminantes tales como combustibles, lubricantes, detergentes y productos químicos tóxicos, deberán ser transportados con seguridad y con las medidas necesarias para su preservación, evitando arriesgar la integridad del personal y del entorno.

El almacenamiento de estos materiales deberá efectuarse y mantenerse bajo estrictas medidas de seguridad, para prevenir derrames, pérdidas, o daños por lluvia, enajenamiento, robos o incendios. Todo material o producto de uso delicado que se emplace en cualquiera de los sitios de trabajo deberá ser protegido y cubierto de las inclemencias del tiempo y de la manipulación.

#### **4.7.4.1 Desechos líquidos**

Contaminantes potenciales como combustibles y lubricantes no podrán ser vertidos ni al suelo ni a los cursos de agua existentes. Se prohíbe estrictamente el uso de pesticidas o herbicidas.

#### **4.7.4.2 Desechos Sólidos**

El Contratista deberá hacer una separación de los desperdicios que genere, así:

- Desechos sólidos no tóxicos y biodegradables, como restos de alimentos, de vegetación, entre otros, deberán ser dispuestos en sitios de confinamiento de desechos sólidos para que puedan ser retirados por el sistema de recolección de basuras de la ciudad.
- Productos no biodegradables o recalcitrantes, como el material de desecho de vidrio (botellas o ventanas rotas), plásticos, etc., deberán ser acopiados y entregados al sistema de recolección de desechos sólidos de la ciudad.
- No se permitirá que los desechos, estén expuestos superficialmente.
- Los productos de caucho y plástico no podrán ser quemados.

#### **4.7.5 Salud Ocupacional y Seguridad Industrial**

El Contratista tendrá la obligación de adoptar las medidas de seguridad ocupacional e industrial necesarias en los frentes de trabajo, y de mantener programas que tiendan a lograr una adecuada salud física y mental de todo su personal. Como requerimientos mínimos para este efecto, deberá considerar lo siguiente:

- El personal deberá estar provisto con indumentaria y protección, el Contratista deberá proveer la vestimenta básica como cascos protectores, ropa impermeable, botas de goma con punta de acero, mascarillas de polvo y demás implementos recomendados por las normas de seguridad industrial.
- Para un mayor control, se deberá reglamentar los horarios de comidas y fundamentalmente el consumo de bebidas alcohólicas.

#### **4.7.6 Control de Deslizamientos y de Migración de Sedimentos en los Frentes de Excavación y Relleno**

Los trabajos comprendidos en esta Sección incluyen el suministro de mano de obra, equipos, materiales y herramientas, transporte e instalación de elementos necesarios para estabilizar y controlar el flujo eólico o hídrico de sedimentos hacia las quebradas y poder controlar de la erosión en áreas excavadas a cielo abierto.

Los principales elementos que el Contratista deberá utilizar para este efecto son, entre otros, los siguientes:

- Interceptores de arena
- Gaviones
- Vallas de madera

Las vallas de madera, interceptores de arena y gaviones, actuarán como estructuras para prevenir la erosión y sedimentación, y se construirían en los sitios donde indiquen los planos.

Puesto que estas estructuras en general sólo permitirán controlar la erosión por tiempos pequeños y hasta que se azolven, el Contratista deberá procurar imprimir la mayor celeridad posible a sus trabajos para evitar que se inicien dinámicas erosivas incontrolables o de dificultosa y costosa recuperación.

#### **4.7.7 Revegetación y Siembra**

Estas medidas, cubrirán el suministro de materiales y la ejecución de todos los trabajos de revegetación y siembra en todos los sitios donde la cobertura vegetal natural haya sido afectada por las actividades de construcción del proyecto (pistas para la tubería, taludes de quebradas, etc.).

Una vez concluidas las actividades de construcción, se procederá a reacondicionar el terreno cuya superficie haya sido modificada. A fin de homogeneizar la superficie, se procederá a colocar en la superficie alterada una capa base de material fino con un espesor mínimo de 0,20 cm., y

posteriormente sobre ésta material orgánico almacenado en los acopios de la capa vegetal.

#### **4.7.8 Señalización de Tránsito y Rotulación Ambiental**

Las señales deberán ser localizadas a través del Proyecto para dirigir e informar al personal de construcción, habitantes del sector, visitante y conductores. Los típicos signos incluyen prevenciones de seguridad, circulación de tráfico y la identificación de instalaciones públicas.

Se procurará mantener abierto al tránsito por lo menos la mitad de la calle o camino. El trabajo, en un lugar determinado, tendrá el grado de celeridad que el tránsito lo exija. Se comenzará y terminará un trabajo en un área, antes de comenzar en otra.

Las señales deberían ser diseñadas para complementar y armonizar con los barrios y, con los diseños estandarizados de la Dirección de Tránsito, cuando sea adecuado.

Cuando la señalización deje de ser necesaria deberá ser retirada de inmediato. La señalización se ajustará a las Especificaciones de la Dirección General de Tránsito. El personal de campo tendrá casaquilla reflectante y los elementos de seguridad necesarios para la ejecución de los trabajos. Tan pronto como la señalización de un sector de la carretera deje de ser necesaria será retirada de inmediato.

En cuanto a la función, las señales se clasificarán en:

➤ **Señales informativas**

Las señales informativas servirán para advertir a los trabajadores y público en general sobre la presencia en las vecindades de un componente del proyecto. Estas señales serán rectangulares y tendrán las siguientes dimensiones:

- TIPO I; 122 cm. 305 cm. (para frentes de trabajo)
- TIPO II; 56 cm. x 147 cm. (transito preventivas).

➤ **Señales Preventivas y Restrictivas**

Las señales preventivas tendrán por objetivo advertir a los trabajadores y usuarios acerca de la existencia y naturaleza de peligros potenciales en las zonas de trabajo, e indicar la existencia de ciertas limitaciones o prohibiciones que se presenten. Entre otros, los casos principales que ameritarán la colocación de este tipo de señales serán:

- Circunstancias que representen peligro
- Prohibición o limitación de paso vehicular

Todas las señales deben ser visualmente efectivas, pero debe tomarse cuidado para que no sean ofensivas visualmente ni de ninguna otra manera. Las señales temporales deberían ser mantenidas nítidamente durante las operaciones de construcción por

medio de pintura, tomando cuidado de remover la maleza y reparar el vandalismo.

Los grandes y permanentes letreros que describen e interpretan el Proyecto al público deberían ser diseñados y localizados para que armonicen con el medio circundante. Estos letreros deberían ser mantenidos mientras dure la construcción del Proyecto. Pueden obtenerse beneficios de anuncios que alienten a los trabajadores y futuros usuarios para un buen uso del recurso agua.

La rotulación incluirá la fabricación y colocación de los letreros de acuerdo con los planos del proyecto. Los rótulos serán pintados con pinturas fluorescentes y montadas fijamente en el terreno, de acuerdo con los planos respectivos. En casos de que los letreros sean móviles, se montarán sobre postes o sobre caballetes desmontables.

Los colores de las señales informativas serán en acabado mate y los correspondientes a las de prevención y restricción, en amarillo o blanco y rojo. El fondo de la señal será siempre luminorefectivo.

#### **4.7.9 Instalación de Tuberías**

El Constructor proporcionará las tuberías y uniones fabricadas en los materiales, diámetros y clases que sean necesarios y que señale el proyecto.

Previamente a su instalación la tubería estará limpia de tierra, aceite, polvo o cualquier otro material que se encuentre en su interior o en las caras exteriores de los extremos de los tubos.

Las tuberías se colocarán de manera que se apoye en toda su longitud en el fondo de la excavación previamente preparada y será manejada de tal manera que no se produzcan esfuerzos de flexión.

En la instalación de las tuberías se tendrá cuidado de que no penetre agua o cualquier otra sustancia que ensucie las partes interiores de los tubos y uniones.

Cuando se presente interrupciones en el trabajo, o al término de cada jornada de labores, se tapan los extremos abiertos de las tuberías cuya instalación no esté terminada, de manera que no puedan penetrar en su interior materias extrañas, tierra, basura, etc.

#### **4.7.10 Pruebas en Tuberías**

Todas las tuberías de desagüe, serán sometidas a pruebas de exfiltración, infiltración y prueba de humo.

##### **4.7.10.1 Pruebas de Exfiltración**

Se debe hacer una vez terminado un tramo y antes de procederse al relleno de la zanja.

En el extremo aguas debajo de un tramo se colocará un tapón y se llenará, desde el otro extremo con suficiente agua

hasta que llegue a una altura no menor a 30cm, bajo la superficie del terreno. Para establecer cuanta agua se ha perdido se medirá la altura inicial y final en un tiempo determinado.

La prueba se iniciará solamente cuando se considere que el período de absorción total de la tubería haya concluido, para tubería de hormigón, 8 horas; tendrá una duración mínima de 10 minutos y la pérdida de agua no podrá exceder los valores de la tabla 4.7.10.1

**Tabla 4.7.10.1** Pérdidas por exfiltración en tuberías

<b>Diámetro en mm.</b>	200	250	315	355	400
<b>Filtración cm<sup>3</sup>/min./m.</b>	25	32	38	44	50

#### **4.7.10.2 Pruebas de Infiltración**

Donde se encuentre agua subterránea, las tuberías serán probadas por infiltración.

Se medirá el flujo de agua infiltrado por medio de un vertedero sobre la parte inferior interna de la tubería. La cantidad de infiltración para cualquier sección de la tubería no excederá de 1.5 l/seg./Km. Si la infiltración excede lo especificado, se revisará el tramo y las juntas, las que serán reparadas por el Contratista.

#### **4.7.10.3 Pruebas de Humo**

Será hecha inmediatamente después que la zanja ha sido rellenada y apisonada hasta 30cm sobre la tubería. Todas las aberturas de la tubería serán selladas en forma segura. El humo será introducido a una presión no menor a  $0.07 \text{ Kg./cm}^2$  por un compresor que tenga la capacidad de 500 l/seg.

#### **4.7.11 Difusión y Educación Ambiental**

Esta acción pretende crear conciencia entre los pobladores sobre usos y aprovechamientos del agua y del cuidado que se debe tener con los cuerpos receptores como lo son los ríos permitiendo de esta manera elevar los estándares de salud pública y de que se transformen en agentes multiplicadores efectivos para la vigilancia y protección de estos.

##### **4.7.11.1 Educación Ambiental**

Los técnicos en educación ambiental elaboraran los Planes sintéticos y analíticos en dos unidades educativas: Usos del agua y, una temática adecuada al medio donde los usuarios se desarrollan. Cada tema ambiental debe tener una actividad práctica de conservación o manejo adecuado del recurso agua, y estará dirigido a la niñez, juventud y adultos.

#### **4.7.12 Monitoreo**

El monitoreo de la calidad del agua posterior a la construcción de las obras es muy importante para que se poder saber si estas están cumpliendo con su objetivo.

Se deberá realizar pruebas físico – químicas cada mes y así establecer si el río se encuentra libre de sustancias que lo puedan contaminar nuevamente.

Las pruebas que se recomienda realizar son:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Oxígeno Disuelto (OD)
- Aceites y Grasas
- Ph
- Detergentes
- Coliformes

Los métodos de análisis para determinación de calidad seguirán los procedimientos dados en los Estándares de Calidad de la AWWA.

## CAPÍTULO V

### DESARROLLO URBANO Y RURAL

#### 5.1 Problemas Sanitarios por Contaminación

El planeta únicamente posee el (3%) de agua dulce por eso que debemos tener en cuenta que la capacidad de aprovechamiento del escaso porcentaje de agua disponible, se ve notablemente disminuida debido a los incesantes cambios en nuestra civilización que conducen inexorablemente a su deterioro y escasez.

Definimos como contaminación del agua, a la acción y el efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica.

En el Cantón Rumiñahui y principalmente en el cauce del río Sambache, los principales consumos de agua corresponden a la agricultura, con cerca del 70% del total de la longitud del mismo, mientras que el sector urbano y el industrial utilizan el 30% restante.

De los datos anteriores podemos deducir que el consumo doméstico es de unos 210 litros de agua por habitante y día. Pero las medias aritméticas resultan a veces engañosas. En realidad, hay grandes contrastes en los consumos medios por persona y día.

Las aguas servidas tienen su composición química alterada, de tal manera que ya no reúnen las condiciones generales para algunos o para el conjunto de usos que está destinado en su estado natural.

En este marco, la contaminación de las aguas es uno de los factores más importante que rompe la armonía entre el hombre y su medio, no sólo de forma inmediata sino también a medio y a largo plazo; por tanto, la prevención y lucha contra dicha contaminación constituye actualmente una necesidad de importancia prioritaria.

El agua contaminada presenta los siguientes problemas sanitarios:

- **Agentes Patógenos.-** Son los provenientes de desechos orgánicos, ejem: bacterias, virus, protozoarios, parásitos.
- **Desechos que Requieren Oxígeno.-** Estos se descomponen por bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos.
- **Sustancias Químicas Inorgánicas.-** Son compuestos de metales tóxicos (Mercurio, Plomo), que llevan al envenenamiento del agua.
- **Nutrientes Vegetales.-** Provocan un exceso de vegetación marina que al morir se descomponen, disminuyendo el oxígeno del agua y de este modo causan la muerte de las especies marinas.
- **Sustancias Químicas Orgánicas.-** Detergentes, Pesticidas, Petróleo, plásticos.
- **Sedimentos o Materia Suspendeda.-** Son las partículas insolubles de suelo que enturbian el agua.
- **Sustancias Radiactivas.-** Causantes de efectos congénitos y cáncer.

- **Calor.-** Ingresos de agua caliente que disminuyen el contenido de oxígeno.
- **Fuentes Puntuales.-** Son descargas contaminantes en localizaciones específicas a través de tuberías y alcantarillas.
- **Fuentes No Puntuales.-** Descargas contaminantes al agua sobre una región extensa, estas son sustancias químicas, tierras de cultivo, lotes para pastar ganado, construcciones, tanques sépticos.

Se recomienda que las industrias también han de ser conscientes (y no sólo la población en general) de que tienen que preservar y cuidar el ambiente evitando, por todos los medios a su alcance, que este tipo de accidentes se produzcan ya que las consecuencias a largo plazo son imprevisibles.

## 5.2 Leyes Sanitarias

Existe un Tratado Unificado de Legislación Ambiental Secundario ( TULAS ), esta es la norma técnica ambiental vigente que fue dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, esta norma es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional; tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua.

La presente norma técnica determina o establece:

- a. Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado
- b. Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,

- c. Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

El objetivo principal de la presente norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general; las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la presente Norma.

El TULAS, posee criterios de calidad para los diferentes usos, así lo determina:

**Criterios de Calidad por Usos:**

1. Criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico, previo a su potabilización.
2. Criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas dulces.
3. Criterios de calidad para aguas de uso agrícola o de riego.
4. Criterios de calidad para aguas con fines recreativos.
5. Criterios de calidad para aguas de uso estético.
6. Criterios de calidad para aguas de uso industrial.

Según las condiciones que presenta el río Sambache de todos estos criterios aplicaremos el “Criterio de Calidad para Aguas de Uso Estético”.

### **Criterios de Calidad para Aguas de Uso Estético:**

El uso estético del agua se refiere al mejoramiento y creación de la belleza escénica. Las aguas que sean usadas para uso estético, tendrán que cumplir con los siguientes criterios de calidad:

- a) Ausencia de material flotante y de espumas provenientes de la actividad humana.
- b) Ausencia de grasas y aceites que formen película visible.
- c) Ausencia de sustancias productoras de color, olor, sabor, y turbiedad no mayor a **20 UTN**.
- d) El oxígeno disuelto será no menor al **60%** del oxígeno de saturación y no menor a **6 mg/l**.

### **5.3 Análisis de Puntos Críticos**

Después de realizar un análisis de los diferentes sectores de longitud del río Sambache se a determinado los siguientes puntos críticos: como primer punto tenemos el del sector de Salcoto en la Calle Atahualpa, es donde existen un puente vehicular, la urbanización UNE que no cuenta con el sistema adecuado de descarga de aguas servida, un tanque de agua que no esta funcionando, que necesita protección en caso de aumento de caudal del río, frente a este ultimo encontramos la Escuela “Juan Salinas” que esta desprotegida y los estudiantes tienen fácil acceso al río, donde corren un gran peligro de accidentes, sumándose las posibilidades de contaminarse y contraer enfermedades, por la calidad del

agua en donde muchas veces se recrean, existe también a pocos metros la fabrica Novatex que no trata adecuadamente las aguas que ellos desechan.

Como segundo punto crítico se considero un puente peatonal que se encuentra en el sector de la Urb. Los Jardines, este conecta el Polideportivo “El Ejido” con la urbanización antes mencionada, presenta condiciones deplorables ya que su estructura de madera se encuentra en condiciones deficientes y atenta con la integridad de las personas que lo usan diariamente.

El tercer punto critico a considerar es un puente metálico peatonal, esta ubicado en el sector del Portal EL Ejido y conecta la Urb. El Ejido con el Polideportivo El Ejido, la estructura se encuentra en perfectas condiciones, pero el muro de protección de las bases se a destruido, es por eso la necesidad de una reconstrucción del mismo y que además la urbanización antes mencionada no posee ningún tipo de tratamiento de aguas servidas.

Como cuarto punto critico consideramos la descarga de la Fabrica de Graficas que se ubica en el sector de El Choclo en la Av. Juan Salinas, donde se puede observar claramente las descargas inadecuadas que realizan hacia el río Sambache, ya que no posee una planta de tratamiento de aguas servidas en este caso aguas de residuo industrial, contamina en un nivel muy alto el agua del río en estudio.

Es deber del Municipio controlar que se cumplan las normativas vigentes en cuanto al manejo de desechos sólidos y líquidos que se vierten sobre el agua. Dicho control incluye el manejo de aguas servidas, basura, agricultura, agro industria e industrias que usan a ríos y quebradas para arrojar sus desperdicios.

Hay que mencionar que la responsabilidad se comparte con ministerios como el del Ambiente, en zonas protegidas; Obras Publicas, en la construcción de carreteras; de Agricultura, en la construcción y manejo de canales de riego o salud, para garantizar el uso y conservación del agua.

El manejo errado de los desechos sólidos, la tala de árboles, la contaminación del agua de los ríos, excesiva contaminación con gas carbónico emanado por los vehículos, la falta de cultura y colaboración de la misma población que dificultan la protección del entorno ambiental, son entre otros los problemas que afectan al medio ambiente en el Cantón Rumiñahui.

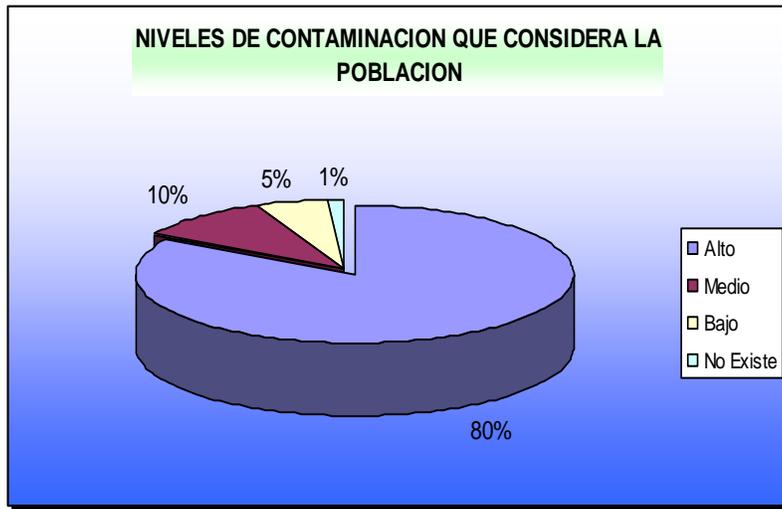
La falta de información y responsabilidad de las personas respecto a la protección ambiental en los sectores donde habitan, que agravan aun mas el problema.

Existen sectores del río Sambache, donde no existe un adecuado tratamiento de los desechos sólidos, problemas que ha perjudicado la salud de quienes habitan cerca al lugar.

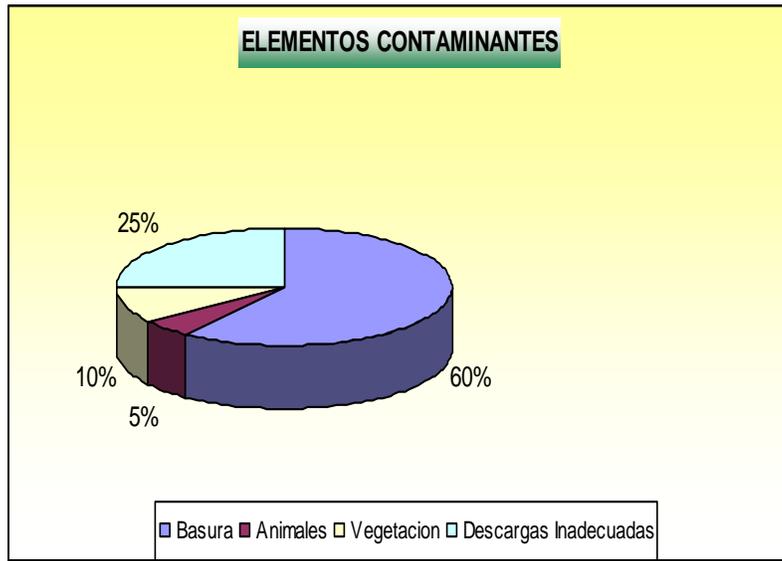
Urbanizaciones que descargan aguas servidas al río sin ningún tipo de tratamiento de las mismas, fabricas que arrojan aguas industriales de desecho que contaminan en un grado mayor el agua del río.

Una vez determinados los problemas presentes se realizo una encuesta para estimar lo que los habitantes de las zonas del cauce del río Sambache opinan en relación al nivel de contaminación, sus causas y posibles soluciones, dichas respuestas se aprecian en los cuadros a continuación:

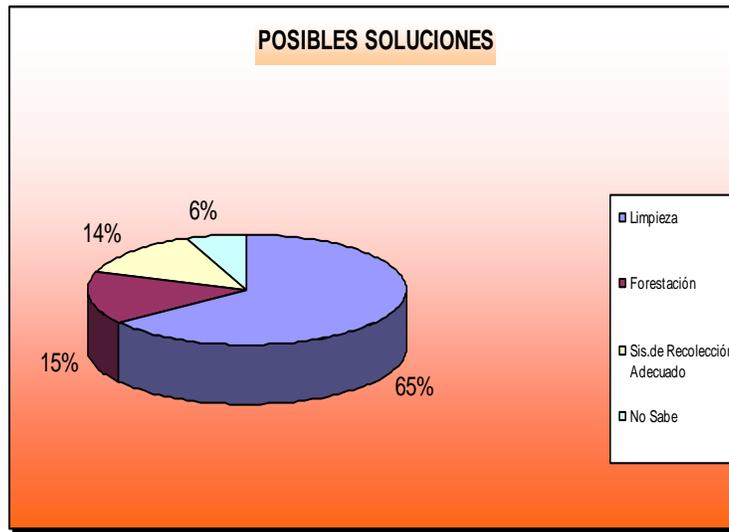
**Cuadro 5.3.1** Los niveles de contaminación que considera la población



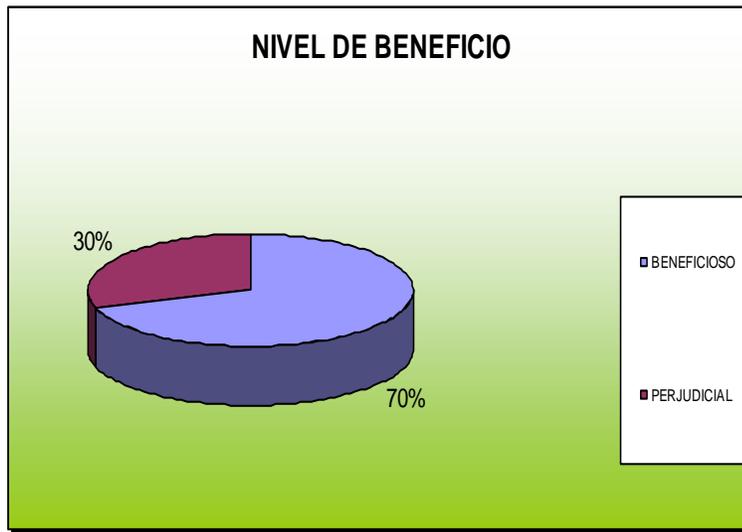
**Cuadro 5.3.2** Elementos Contaminantes



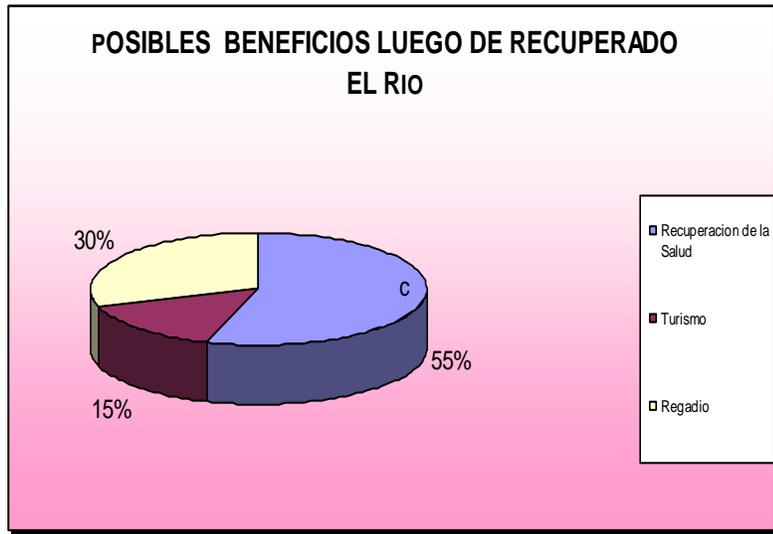
**Cuadro 5.3.3** Posibles Soluciones



**Cuadro 5.3.4** Percepción de Beneficios de tener cerca el Río Sambache



**Cuadro 5.3.5** Beneficios que daría luego de la Recuperación



Conservemos conscientemente nuestros recursos hídricos en el presente, para que en un futuro podamos seguir gozando de los beneficios que ellos nos brindan.

## CAPÍTULO VI

### TOPOGRAFÍA

## **6.1 Perfil Longitudinal del Río Sambache**

### **6.1.1 Recopilación de Información**

Dentro del Municipio de Rumiñahui existe el Departamento de Catastro, el cual nos proporciono un plano topográfico escala 1:100 (en archivo Autocad), y con curvas de nivel con intervalo de un metro; en este consta también el detalle de la topografía del Cantón la misma que se utilizo para obtener la información necesaria para el proyecto.

### **6.1.2 Procesamiento de Datos**

Luego de haber recopilado la información necesaria procedimos a realizar el perfil longitudinal del río Sambache, abscisando toda la longitud del río cada 20 m., luego se secciono al plano cada kilómetro del recorrido del río, para así realizar el perfil longitudinal, con el uso de una cuadrícula representamos puntos con datos de distancia en la abscisa y elevación en las ordenadas, tomando en cuenta una adecuada escala tanto vertical y horizontal para una mejor apreciación de gráfica.

Es importante mencionar que en las zonas donde no existe información topográfica, ya sea por ser límite cantonal o no se realiza todavía el levantamiento topográfico, lo que se procedió a realizar fue una simulación de curvas mediante el programa ArcView, este software trata de cerrar el polígono con la información existente y procede a unir las curvas con el mismo valor de nivel y simula el recorrido de las mismas.

Luego se procedió a pasar los puntos más significativos de las líneas y a unirlos mediante el programa AutoCad.

Al finalizar el proceso se obtuvo una serie de curvas que simulan la topografía del sector en el cual no se poseía información.

### **6.1.3 Presentación de Resultados**

Los resultados se ubican en los anexos de planos, en estos se presentan los perfiles longitudinales del terreno y los cuales nos sirve para determinar las cotas en las que se implantará el proyecto de los interceptores de aguas residuales.

## **CAPÍTULO VII**

### **DIAGNÓSTICO Y ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD**

#### **7.1 Selección y Evaluación de Alternativas**

Luego de un análisis de los datos obtenidos sobre los problemas existentes en el río Sambache, se han determinado una serie de obras que mitigarían los inconvenientes que se presentan, es por eso que se ha determinado las siguientes obras:

- Muros de contención en zonas donde existe inestabilidad de taludes, así como también muros de protección de obras en estructuras existentes como puentes y aquellas que estén en la orillas de río.
- Sistema de recolección de aguas servidas.
- Plantas de tratamiento de aguas residuales, ubicadas en zonas estratégicas.

A continuación mencionaremos algunos aspectos que se deben tomar para el desarrollo adecuado del proyecto las cuales son:

Para poder realizar una adecuada selección de la mejor alternativa para el proyecto que se desarrollará debemos tomar en cuenta algunos aspectos tales como:

- Tipo de Muro
- Sistema de Recolección de Aguas Residuales
- Tamaño de la planta
- Origen y Composición de las Aguas a Tratarse
- Configuración y Topografía del Área de Implantación y Zonas Circundantes
- La Población Actual y Futura
- Desarrollo y Expansión del Área de Influencia

#### **7.1.1 Tipo de Muro**

La selección del muro dependerá de una serie de parámetros y la función que vaya a desempeñar, y solo así se establecerá el más adecuado para el presente proyecto.

Los muros según el material que los constituyen se clasifican en muros de tierra, mampostería, hormigón ciclópeo, hormigón armado; y según las características de su cálculo y solicitaciones a las que están sometidos tenemos: muros a gravedad, voladizo, anclados.

Según los aspectos antes mencionados se deberá seleccionar la mejor alternativa que se ajuste a las condiciones del proyecto.

### **7.1.2 Sistema de Interceptores de Aguas Residuales**

El sistema de intercepción de aguas residuales tendrá como principal objetivo la intercepción de las descargas directas que se hacen al Río Sambache.

Hay que tomar muy en cuenta que al existir alcantarillado combinado es necesario la separación de agua lluvia y agua servida, esto se solucionara con el diseño de interceptores que contengan separadores de caudales, debido a que el caudal de agua lluvia no es considerado en el tratamiento, por los índices de contaminación bajos que esta suele presentar.

En cuanto al material de los interceptores se debe considerar, el caudal del agua que conduzca, sumado a esto la pendiente necesaria para salvar la topografía y así lograr una conducción adecuada de la misma.

### **7.1.3 Tamaño de la Planta**

El tamaño dependerá básicamente del tipo de planta, sumado a esto el tratamiento que se vaya a dar al agua y las condiciones que se proyecte obtener de dicho tratamiento.

Hay que ubicar la extensión donde será colocada la planta de tratamiento, debido a que en la ciudad ya definida, se dificulta su implantación por la gran extensión que esta ocupa.

En nuestro proyecto se dificulta la ubicación de la planta, ya que muchas de las construcciones se encuentran en las orillas de río, es por eso

que hemos optado por una planta al final del recorrido, puesto que en esa zona se cuenta con el espacio y sería la ubicación mas adecuada de dicha planta. Además es necesario que las industrias que realizan el vertido hacia el río implementen un sistema de tratamiento de aguas servidas.

#### **7.1.4 Origen y Composición de las Aguas a Tratarse**

El origen de la aguas que se vierten hacia el río es de origen residencial, como ya se lo menciono en el capítulo II, debido a que no existen lubricadoras, lavadoras, cultivos, que aporten grandemente a la contaminación del río Sambache.

#### **7.1.5 Ubicación de la Planta**

Existen factores determinantes para la ubicación mas adecuada de la planta estos son: el impacto social, riesgos físicos y la topografía de la zona.

Lo mas adecuado en cuanto a la ubicación de la planta se considera técnicamente que deberá ser en la zona baja del río, pues es de fácil conducción de las agua sin la necesidad de implementar sistemas de bombeo, abaratando así los costos.

Para mitigar los riesgos físico como son inundaciones o posibles movimientos sísmicos se deberá realizar obras técnicas de protección de la planta de tratamiento.

El impacto social será un factor determinante, ya que la población tendrá contradictorios oponiéndose a la construcción de la obra, por lo cual será necesario negociar y compensar a la comunidad con obras de infraestructura y de un manejo adecuado de la zona donde se realizara la implantación.

#### **7.1.6 La población Actual y Futura**

Es fundamental determinar la población actual, para establecer los caudales que serán recolectados, para luego diseñar los sistemas de conducción que serán implementados.

En la zona de estudio se presentan muchas descargas directas hacia el río, las cuales no se encuentran conectadas al sistemas de alcantarillado público, por lo cual no se podrán tomar como información directa, este dato tendrá que ser estimado basándonos en la densidad poblacional y también en las áreas aportantes, así obtendremos la población actual y mediante estadística se estimara la población futura, luego de estas operaciones se podrá calcular el consumo de agua y por lo tanto la cantidad de agua que desecha hacia el río.

#### **7.1.7 Desarrollo y expansión del área de influencia**

Luego de haber realizado todas las obras y actividades en cuanto tiene que ver con la recuperación hidrosanitaria del río, se deberá emitir

una ordenanza que controle el uso del suelo en la totalidad de la longitud del río, para evitar que elementos contaminantes se instalen, los cuales pueden ser lubricadoras, lavadoras, industrias, ya que en el diseño no se contempla el tratamiento para las actividades que estos desarrollan.

En cuanto tiene que ver con el crecimiento poblacional se debe realizar en forma ordenada y que este bajo un control donde las construcciones que están cerca al río no realicen descargas directas hacia el agua del mismo, sino que se deberá normalizar la conexión al sistema de conducción de aguas servidas, es importante mencionar que se necesitara una exigencia a los conjuntos y urbanizaciones, tanto existentes como en proyección, que posean una planta de tratamiento de aguas por lo menos un tratamiento primario o físico, antes de las descargas hacia el sistema interceptor.

## **7.2 Comparación de Alternativas**

La selección de alternativas deberá presentar un balance entre costos-beneficio y el más bajo impacto ambiental, por lo cual se realizara la comparación de alternativas para las obras que se implantara en el proyecto.

El momento de establecer la alternativa esta deberá ser factible en la construcción, en el aspecto económico y con menor impacto al entorno.

### **7.2.1 Muros para Protección de Orillas**

Los muros que se realicen tendrán como función la protección y disipación de la energía del agua, que puede afectar tanto a los taludes como a las bases de las obras existentes, las cuales son principalmente puentes viales y peatonales, dichos muros mitigaran los efectos que puede producir una máxima crecida del río.

### **7.2.2 Sistema de Intercepción de Aguas Residuales**

El objetivo de este sistema será el de interceptar las descargas del alcantarillado publico hacia el río, para luego conducir las agua hacia una planta de tratamiento.

Como factores determinantes para la selección del sistema y el material de la línea de conducción tenemos los siguientes: el caudal de diseño el cual esta basado en los consumos diarios, la pendiente que esta relacionado a la topografía, y las velocidades que tendrá el agua.

### **7.2.3 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**

Esta dependerá de los contaminantes que presente el agua, ya que la planta podría ser de tratamiento primario, secundario y avanzado, según los factores mencionados.

El primario es de remoción física, esto es eliminación de materia en suspensión, basura, material de arrastre.

El secundario es de tipo físico químico para la disminución tanto de materia en suspensión como de aceites, grasas y materia orgánica, los cuales permanecen después del tratamiento primario.

Los tratamientos avanzados se utilizan para la reducción de amoníaco, nitrógeno orgánico, nitrógeno total, fósforo y sólidos disueltos.

La complejidad de la planta dependerá de la complejidad del tipo de tratamiento que se quiera dar al agua, por lo cual se deberá elegir la mas efectiva y menos compleja, que facilite su funcionamiento y mantenimiento.

Hay que tomar en cuenta que si la planta es muy compleja el costo será alto y tanto la operación y mantenimiento tendrán mayor costo y complejidad. Hay que recordar que este tipo de instalaciones son administradas por entidades públicas y dichos costos deberán ser absorbidos por el Municipio, sumado a esto el beneficio es para una zona determinada y el costo deberá ser asumido por todos los usuarios del cantón.

### **7.3 Definición de Alternativa**

#### **7.3.1 Muros para protección de Orillas**

Los muros a diseñarse dependerán del material que los constituirá y de las solicitaciones a las cuales estén sometidos, si tendríamos un muro de pantalla maciza como protección será efectivo pero la energía que disipa el agua al chocar con este destruiría su estructura, por otro lado los

muros de gaviones serian los indicados para solucionar dicho problema ya que para protección son efectivos y para la disipación de energía son los indicados, esto se debe al contenido de vacíos que evita que toda la energía choque con la pantalla del muro.

Por otra parte los muros de hormigón armado son susceptibles al contacto con el agua llevándolo a su deterioro con posibilidades de que colapse su estructura.

En lo que tiene que ver con el costo la construcción de un muro de gaviones es seis veces menor que uno de hormigón armado. Por lo cual definimos en este proyecto el uso de muro de gaviones, ya que es el más apto y el menos costoso, puesto que se podría aprovechar del material del río para la conformación de su estructura.

### **7.3.2 Sistemas de Intercepción de Aguas servidas**

Este será un sistema tradicional de conducción de aguas servidas. El material se definirá cuando ya determinemos el diámetro de tuberías y las velocidades de los caudales, la selección del material será el más económico y adecuado para dicho sistema.

### **7.3.3 Planta de Tratamiento**

Según resultados de los análisis de laboratorio se ha determinado que el mayor contaminante del agua del río Sambache es de tipo biológico

y también de cantidades de aceites y grasas que no están dentro de lo normal, estos factores contaminantes atentan con la salud pública.

Se recomienda una planta que realice un tratamiento que permita eliminar los agentes físicos y además haga lo propio con los químicos y bacteriológicos.

Por lo General es necesario un área extensa para la implantación de dichas planta, es por eso que se propone la construcción de Tanques IMHOFF, los cuales son dispositivos que permiten un tratamiento primario de las aguas residuales, mediante la eliminación de la materia particulada sedimentable y de los flotantes. Dicho dispositivo permitirá la mineralización de los sólidos sedimentados vía anaerobia, y además lograría eliminar de 50 a 75% los coliformes presentes en el agua del río Sambache.

## **7.4 Prefactibilidad de la Alternativa**

### **7.4.1 Muro de Gaviones**

Inicialmente fue necesario obtener datos como es el esfuerzo admisible del suelo donde se realizara la cimentación de los muros, las tomas de muestras de las cuales se obtuvieron los datos, fueron obtenidas, la primera en la zona denominada “Salcoto” en la abscisa 3+ 200 y la segunda toma en el sector de “El Ejido” en la abscisa 5+100, se extrajo una muestra de cada zona a una profundidad de 3m. con dimensiones de 50x50x50 cm., para realizar en laboratorio de Suelos de la ESPE el ensayo

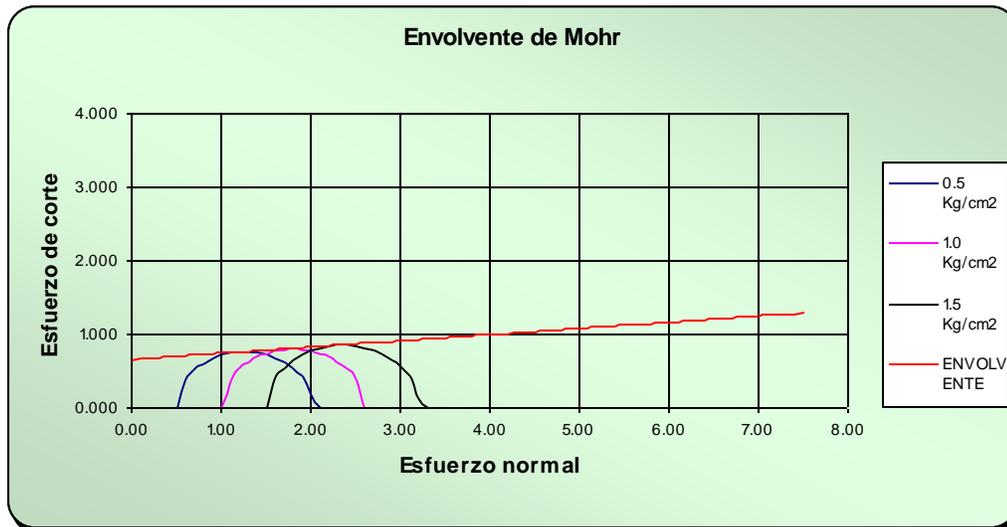
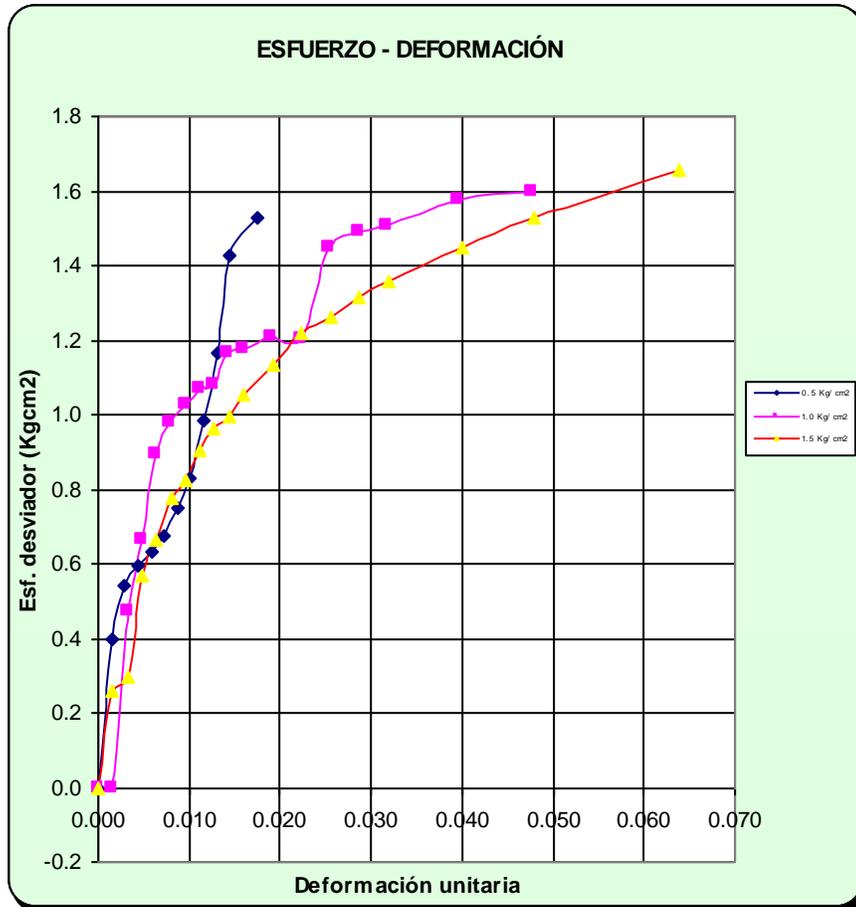
TRIAxIAL, dicho ensayo no da como resultados el ángulo de fricción interno y la capacidad portante del suelo.

A continuación mostraremos los resultados del ensayo Triaxial:









$$\phi = 5.7^\circ$$

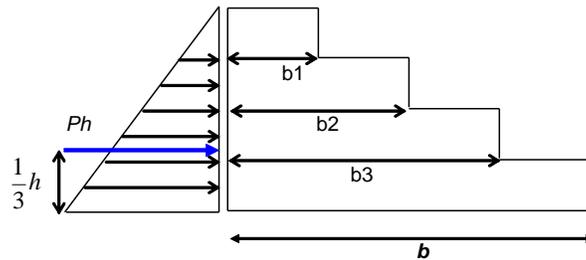
$$c = 0.62 \text{ Kg/cm}^2$$

Se obtuvo un ángulo de fricción interna de  $5.7^\circ$  y una cohesión de  $0.62 \text{ Kg./cm}^2$  con dicho datos diseñaremos el muro de gaviones con las respectivas consideraciones de seguridad.

## DISEÑO DE MUROS DE GAVIONES

### Datos Iniciales:

Altura del Muro:  $h = 4.00 \text{ m}$   
 Peso Especifico del Suelo:  $\gamma_s = 1.35 \text{ Ton/m}^3$   
 Angulo de Fricción Interna:  $\phi = 5.7^\circ$



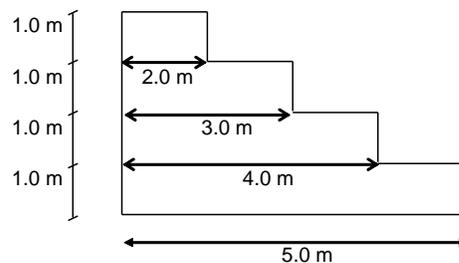
### Ecuaciones Fundamentales:

$$Ph = \frac{1}{2} \gamma \cdot K_h \cdot h^2$$

$$K_h = Tg^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

### b iniciales:

b1 =	2.00 m
b2 =	3.00 m
b3 =	4.00 m
b4 =	5.00 m
b =	5.00 m



$$\gamma_{PIEDRA} = 2 \text{ Ton/m}^3$$

$$\gamma_{GAVION \text{ (20\% DE VACIOS)}} = 1.6 \text{ Ton/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{ÁREA DEL MURO} &= 14 \text{ m}^2 \\ \mathbf{W} &= 22.4 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$K_h = Tg^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = 0.8193$$

$$Ph = \frac{1}{2} \gamma \cdot K_h \cdot h^2 = 8.8485 \text{ Ton}$$

Coefficiente de fricción  $\mu = 0.55$   
entre arenas y gravas finas  
(0.5 - 0.6)

**DESLIZAMIENTO:**

MOMENTOS

Fig.	Peso	Distancia	Momento
1	3.20	0.5	1.6
2	4.80	1.5	7.2
3	6.40	2	12.8
4	8.00	2.5	20

$$x = 1.330$$

$$e = 1.170$$

$$\Sigma = 22.40 \quad 41.6$$

$$M_v = 11.80$$

$$M_E = 41.60$$

DESLIZAMIENTO:

$$F_{sd} = \left( \frac{W_t + P_v}{Ph} \right) \mu = 1.39 \text{ Cambiar Dimensiones}$$

VOLCAMIENTO:

$$F_{sv} = \frac{\sum M_E}{\sum M_v} = 3.53 \text{ OK}$$

$$C = 6.60 \text{ T/m}^2$$

$$Nq = e^{\pi \cdot tg \phi} \cdot Tg^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) = 1.282 \quad 0.099483767$$

$$Nc = C \cdot ctg \phi \cdot (Nq - 1) = 1.865$$

$$Nw = 1.8(Nq - 1) \cdot tg \phi = 0.051$$

$$\sigma_{ADM} = C \cdot Nc + \gamma \cdot h \cdot Nq + 0.5 \cdot \gamma \cdot b \cdot Nw = 19.40 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_1 = 10.76752463 \text{ Ok}$$

$$\sigma_2 = -1.807524629 \text{ Ok} \quad \text{usar fórmula} \quad q = \frac{2R}{3a}$$

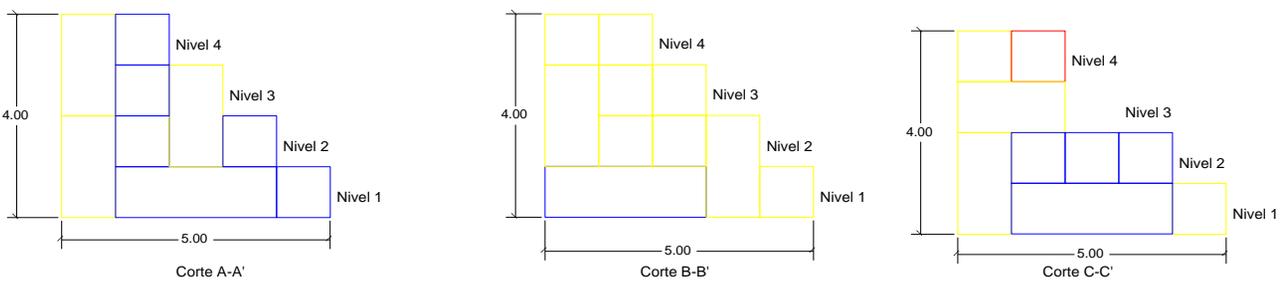
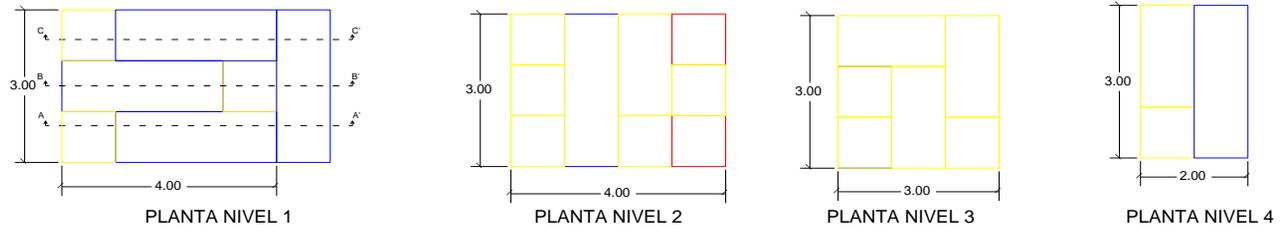
$$\sigma_{ADM} > \sigma$$

Según los cálculos de diseño realizados por metro lineal de muro, se determinaron módulos de 3m de largo por 5m de profundidad y una altura de 4m, por lo cual se obtuvieron 24 módulos, los cuales están constituidos por mallas estándar de IDEAL – ALAMBREC S.A., cuyas dimensiones son 1x1x1m , 2x1x1m y de 3x1x1 m.

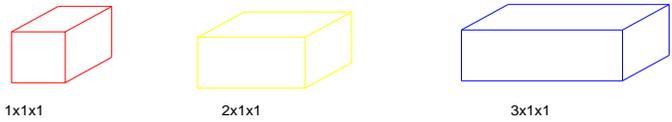
A continuación se detallara la forma de distribución de los sub módulos, además se suma un replantillo de hormigón simple  $f'c$ : 140 Kg./cm<sup>2</sup> de un espesor de 10 mm

Este muro será colocado en el sector de Salcoto en las dos orillas del río, en la abscisa antes mencionada, 12 módulos a cada orilla.

### Muro de Gaviones Sector Salcoto



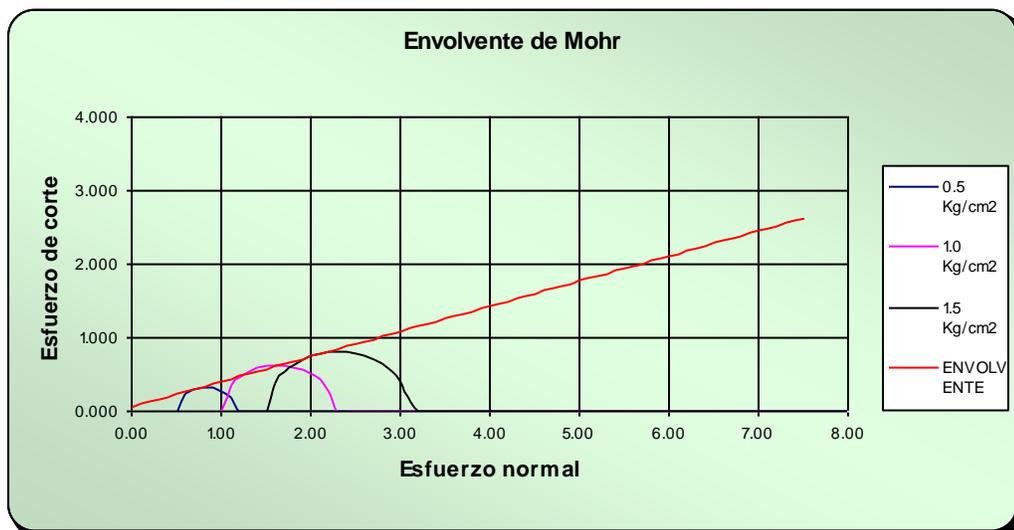
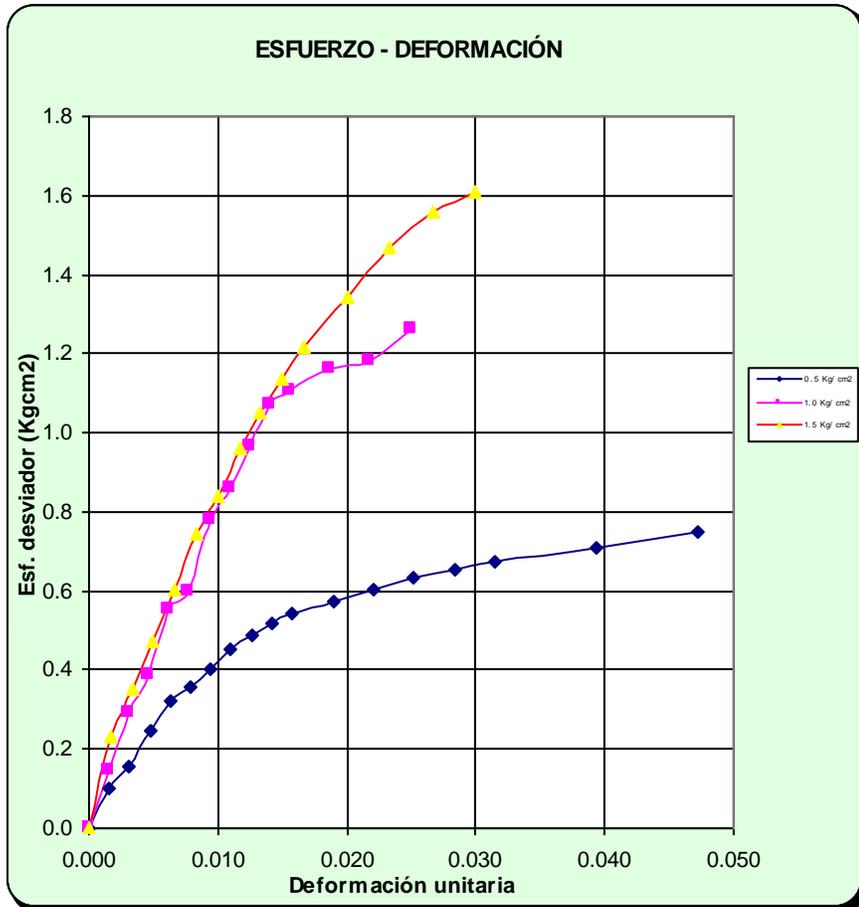
### Tamano de Mallas Usadas para el Trabado











$$\phi = 22.2^\circ$$

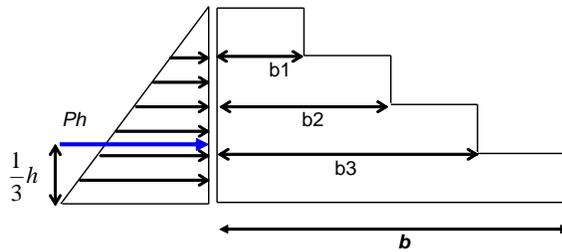
$$c = 0.02 \text{ Kg/cm}^2$$

Se obtuvo un ángulo de fricción interna de  $22.2^\circ$  y una cohesión de  $0.02 \text{ Kg./cm}^2$  con dicho datos diseñaremos el muro de gaviones con las respectivas consideraciones de seguridad.

**DISEÑO DE MUROS DE GAVIONES**

**Datos Iniciales:**

Altura del Muro:  $h = 4.00 \text{ m}$   
 Peso Especifico del Suelo:  $\gamma_s = 1.35 \text{ Ton/m}^3$   
 Angulo de Fricción Interna:  $\phi = 22.2^\circ$



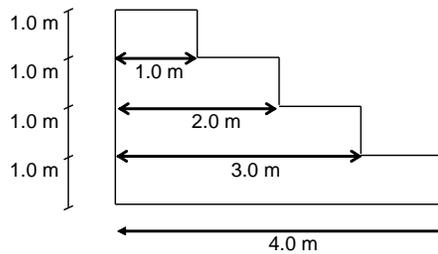
**Ecuaciones Fundamentales:**

$$Ph = \frac{1}{2} \gamma \cdot K_h \cdot h^2$$

$$K_h = \text{Tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

**b iniciales:**

<b>b1 =</b>	1.00 m
<b>b2 =</b>	2.00 m
<b>b3 =</b>	3.00 m
<b>b4 =</b>	4.00 m
<b>b =</b>	4.00 m



$$\gamma_{PIEDRA} = 2 \text{ Ton/m}^3$$

$$\gamma_{GAVION} \text{ (20\% DE VACIOS) } = 1.6 \text{ Ton/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{ÁREA DEL MURO} &= 10 \text{ m}^2 \\ \mathbf{W} &= 16 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$K_h = Tg^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = 0.4515$$

$$Ph = \frac{1}{2} \gamma \cdot K_h \cdot h^2 = 4.8767 \text{ Ton}$$

Coeficiente de fricción  $\mu = 0.55$   
entre arenas y gravas finas  
(0.5 - 0.6)

**DESLIZAMIENTO:**

**MOMENTOS**

Fig.	Peso	Distancia	Momento
1	1.60	0.5	0.8
2	3.20	1	3.2
3	4.80	1.5	7.2
4	6.40	2	12.8

$$x = 1.094$$

$$e = 0.906$$

$$\Sigma = 16.00 \quad 24$$

$$M_v = 6.50$$

$$M_E = 24.00$$

**DESLIZAMIENTO:**

$$F_{sd} = \left( \frac{W_t + P_v}{Ph} \right) \mu = 1.80 \text{ OK}$$

**VOLCAMIENTO:**

$$F_{sv} = \frac{\sum M_E}{\sum M_v} = 3.69 \text{ OK}$$

$$C = 6.60 \text{ T/m}^2$$

$$Nq = e^{\pi \cdot tg \phi} \cdot Tg^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) = 1.952 \quad 0.387463094$$

$$Nc = C \cdot ctg \phi \cdot (Nq - 1) = 1.540$$

$$Nw = 1.8(Nq - 1) \cdot tg \phi = 0.700$$

$$\sigma_{ADM} = C \cdot Nc + \gamma \cdot h \cdot Nq + 0.5 \cdot \gamma \cdot b \cdot Nw = 22.60 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_1 = 9.438351212 \text{ Ok}$$

$$\sigma_2 = -1.438351212 \text{ Ok usar fórmula}$$

$$q = \frac{2R}{3a}$$

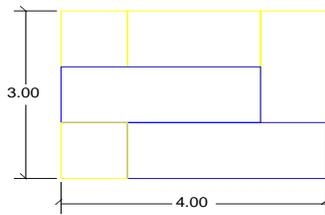
$$\sigma_{ADM} > \sigma$$

Según los cálculos de diseño realizados por metro lineal de muro, se determinaron módulos de 3m de largo por 4m de profundidad y una altura de 4m, por lo cual se obtuvieron 9 módulos, los cuales están constituidos por mallas estándar de IDEAL – ALAMBREC S.A., cuyas dimensiones son 1x1x1m , 2x1x1m ,y de 3x1x1 m.

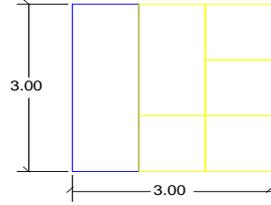
A continuación se detallara la forma de distribución de los sub módulos, además se suma un replantillo de hormigón simple  $f'c$ : 140 Kg/cm<sup>2</sup> de un espesor de 10 mm

Este muro será colocado en el sector del El Ejido en el margen Oriental en la abscisa antes mencionada.

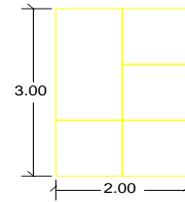
## Muro de Gaviones Sector El Ejido



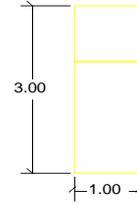
PLANTA NIVEL 1



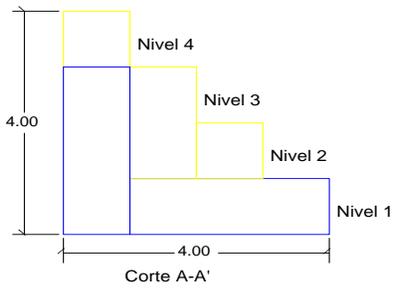
PLANTA NIVEL 2



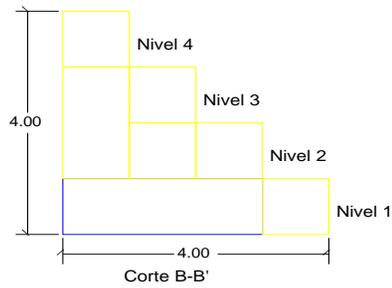
PLANTA NIVEL 3



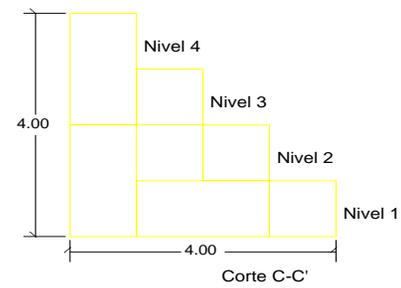
PLANTA NIVEL 4



Corte A-A'

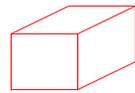


Corte B-B'



Corte C-C'

## Tamaño de Mallas Usadas para el Trabado



1x1x1



2x1x1



3x1x1

#### 7.4.2 Sistema de Intercepción de Aguas Residuales

Debido a la falta de información acerca del caudal de aguas residuales que se descargan hacia el río Sambache, se procedió a obtener este dato basado en cálculos de la población la cual se obtuvo determinando las áreas aportantes y la densidad poblacional del Cantón, que según el INEC al censo del 2001 existe una densidad de 3.37 personas por hectárea, con este dato se calculo la población actual y luego se realizo una proyección de 25 anos y así determinar la población futura, aplicando la formula de método geométrico, la cual es:

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

Donde:

Pf = Población Futura

Pa = Población Actual

Tc = Tasa de Crecimiento

n = Número de años de la proyección

Se presenta a continuación una tabla en la cual se indica los resultados obtenidos:

#### CALCULO DE LA DENSIDAD

AREA	AREA (m2)	AREA (Ha)	DENSIDAD (hab/Ha)	POBLACION	POBLACION FUTURA METODO GEOMETRICO	DENSIDAD (hab/Ha)
1	745586.33	74.56	3.37	251	575	8
2	599925.56	59.99		202	463	8
3	57364.00	5.74		19	44	8
4	671538.00	67.15		226	518	8
5	627834.00	62.78		212	485	8
6	368301.00	36.83		124	284	8
7	428680.00	42.87		144	331	8
8	162632.00	16.26		55	126	8

Luego de haber obtenido la población futura, la densidad y las áreas aportantes, se realizó un diseño preliminar, usando el plano topográfico de la zona, en el cual se trazo la línea de conducción en la sección transversal del río Sambache. Hay que mencionar que se ubicaron pozos de revisión a cada 100 metros para salvar la diferencia de pendientes existentes entre tramos y también respetando el buen funcionamiento de la red que se va a colocar, se suma el control de pendientes mínimas para garantizar que las velocidades sean las adecuadas para el funcionamiento de dicho proyecto, cabe indicar que para el diseño solo se consideró el caudal de aguas residuales, debido a que el caudal de aguas lluvias es receptado al sistema existente de alcantarillado de la zona y la descarga de dicho caudal será realizado directamente hacia el río, esta descarga no provocará mayor contaminación por el origen del cual provienen.

Se determinaron las cotas del terreno para luego realizar cálculos del caudal de diseño, la velocidad, el diámetro y la pendiente

Se presenta a continuación un cuadro de resumen de los cálculos realizados.

**DISEÑO DEL SISTEMA INTERCEPTOR DE LA ORILLA OCCIDENTAL DEL RIO SAMBACHE**

DOTACION DE AGUA POTABLE= 300      lts/hb/día  
 DENSIDAD POBLACIONAL = 8      hb/ha  
 C= 0.40  
 n TUBERIA= 0.015

POZO Nº	LONGIT mts	A RE A S (Ha)		AGUAS SERVIDAS (L/S)		FACT M	CAUDAL SANITARIO l/s Qs	CAUDAL DISEÑO l/s Qd	DISEÑO DE LA TUBERIA								COTAS		DESIV TRAMO m	TUB. CLASE		
		PARC.	ACUM.	POBLACION ACUMULADA	AGUAS SERVIDAS Qas				D o	mm	J o/o	TUBERIA LLENA		TIEMPO FLUJO L/60V	DATOS HIDRAULICOS						TERRENO	PROYECTO
												V m/s	Q l/s		Qd/Q	Vdiseño m/s	Vminima m/s	Calado m				
P1	100.00	75.00	75.00	600	1.46	4.00	5.83	5.83	250	5	0.86	42	1.95	0.14	0.62	0.62	0.035	2609.000	2607.500	0.50	2	
P2	100.00		75.00	600	1.46	4.00	5.83	5.83	250	50	2.71	133	0.62	0.04	1.29	1.29	0.011	2609.000	2607.000	5.00	2	
P3	100.00		75.00	600	1.46	4.00	5.83	5.83	250	40	2.42	119	0.69	0.05	1.20	1.20	0.012	2604.000	2602.000	4.00	2	
P4	100.00		75.00	600	1.46	4.00	5.83	5.83	250	42	2.48	122	0.67	0.05	1.22	1.22	0.012	2600.000	2598.000	4.20	2	
P5	100.00		75.00	600	1.46	4.00	5.83	5.83	250	38	2.36	116	0.71	0.05	1.18	1.18	0.013	2595.000	2593.800	3.80	2	
P6	100.00		75.00	600	1.46	4.00	5.83	5.83	250	22	1.80	88	0.93	0.07	1.00	1.00	0.017	2592.000	2590.000	2.20	2	
P7	100.00		75.00	600	1.46	4.00	5.83	5.83	250	23	1.84	90	0.91	0.06	1.01	1.01	0.016	2589.000	2587.800	2.30	2	
P8	100.00		75.00	600	1.46	4.00	5.83	5.83	250	30	2.10	103	0.79	0.06	1.10	1.10	0.014	2587.000	2585.500	3.00	2	
P9	100.00		75.00	600	1.46	4.00	5.83	5.83	250	20	1.71	84	0.97	0.07	0.97	0.97	0.017	2584.000	2582.500	2.00	2	
P10	100.00		75.00	600	1.46	4.00	5.83	5.83	250	10	1.21	59	1.38	0.10	0.78	0.78	0.025	2582.000	2580.500	1.00	2	
P11	100.00		75.00	600	1.46	4.00	5.83	5.83	250	20	1.71	84	0.97	0.07	0.97	0.97	0.017	2581.000	2579.500	2.00	2	
P12	100.00	60.00	135.00	1080	2.63	4.00	10.50	10.50	250	20	1.71	84	0.97	0.12	1.20	1.20	0.031	2837.305	2834.805	2.00	2	
P13	100.00		135.00	1080	2.63	4.00	10.50	10.50	250	30	2.10	103	0.79	0.10	1.37	1.37	0.025	2577.000	2575.500	3.00	2	
P14	100.00		135.00	1080	2.63	4.00	10.50	10.50	250	20	1.71	84	0.97	0.12	1.20	1.20	0.031	2574.000	2572.500	2.00	2	
P15	100.00		135.00	1080	2.63	4.00	10.50	10.50	250	20	1.71	84	0.97	0.12	1.20	1.20	0.031	2572.000	2570.500	2.00	2	
P16	100.00		135.00	1080	2.63	4.00	10.50	10.50	250	10	1.21	59	1.38	0.18	0.95	0.95	0.044	2570.000	2568.500	1.00	2	
P17	100.00		135.00	1080	2.63	4.00	10.50	10.50	250	30	2.10	103	0.79	0.10	1.37	1.37	0.025	2569.000	2567.500	3.00	2	
P18	100.00		135.00	1080	2.63	4.00	10.50	10.50	250	20	1.71	84	0.97	0.12	1.20	1.20	0.031	2566.000	2564.500	2.00	2	
P19	100.00		135.00	1080	2.63	4.00	10.50	10.50	250	20	1.71	84	0.97	0.12	1.20	1.20	0.031	2564.000	2562.500	2.00	2	
P20	100.00		135.00	1080	2.63	4.00	10.50	10.50	250	20	1.71	84	0.97	0.12	1.20	1.20	0.031	2562.000	2560.500	2.00	2	

P21	100.00		135.00	1080	2.63	4.00	10.50	10.50	250	30	2.10	103	0.79	0.10	1.37	1.37	0.025	2560.000	2558.500	3.00	2
P22	100.00		135.00	1080	2.63	4.00	10.50	10.50	250	20	1.71	84	0.97	0.12	1.20	1.20	0.031	2557.000	2555.500	2.00	2
P23	100.00		135.00	1080	2.63	4.00	10.50	10.50	250	10	1.21	59	1.38	0.18	0.95	0.95	0.044	2555.000	2553.500	1.00	2
P24	100.00		135.00	1080	2.63	4.00	10.50	10.50	250	30	2.10	103	0.79	0.10	1.37	1.37	0.025	2554.000	2552.500	3.00	2
P25	100.00	58.00	193.00	1544	3.75	4.00	15.01	15.01	250	40	2.42	119	0.69	0.13	1.71	1.71	0.032	2551.000	2549.500	4.00	2
P26	100.00		193.00	1544	3.75	4.00	15.01	15.01	250	10	1.21	59	1.38	0.25	1.04	1.04	0.063	2547.000	2545.500	1.00	2
P27	100.00		193.00	1544	3.75	4.00	15.01	15.01	250	20	1.71	84	0.97	0.18	1.35	1.35	0.045	2546.000	2544.500	2.00	2
P28	100.00		193.00	1544	3.75	4.00	15.01	15.01	250	30	2.10	103	0.79	0.15	1.55	1.55	0.036	2544.000	2542.500	3.00	2
P29	100.00		193.00	1544	3.75	4.00	15.01	15.01	250	10	1.21	59	1.38	0.25	1.04	1.04	0.063	2541.000	2539.500	1.00	2
P30	100.00		193.00	1544	3.75	4.00	15.01	15.01	250	35	2.27	111	0.74	0.13	1.64	1.64	0.034	2540.000	2538.500	3.50	2
P31	100.00		193.00	1544	3.75	4.00	15.01	15.01	250	20	1.71	84	0.97	0.18	1.35	1.35	0.045	2537.000	2535.000	2.00	2
P32	100.00		193.00	1544	3.75	4.00	15.01	15.01	250	20	1.71	84	0.97	0.18	1.35	1.35	0.045	2535.000	2533.000	2.00	2
P33	100.00		193.00	1544	3.75	4.00	15.01	15.01	250	35	2.27	111	0.74	0.13	1.64	1.64	0.034	2533.000	2531.000	3.50	2
P34	100.00		193.00	1544	3.75	4.00	15.01	15.01	250	5	0.86	42	1.95	0.36	0.78	0.78	0.089	2529.000	2527.500	0.50	2
P35	100.00		193.00	1544	3.75	4.00	15.01	15.01	250	5	0.86	42	1.95	0.36	0.78	0.78	0.089	2529.000	2527.000	0.50	2
P36	100.00	68.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	30	2.10	103	0.79	0.16	1.60	1.60	0.040	2528.000	2526.500	3.00	2
P37	100.00		261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	5	0.86	42	1.95	0.40	0.80	0.80	0.099	2525.000	2523.500	0.50	2
P38	100.00		261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	15	1.48	73	1.12	0.23	1.24	1.24	0.057	2525.000	2523.000	1.50	2
P39	100.00		261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	5	0.86	42	1.95	0.40	0.80	0.80	0.099	2523.000	2521.500	0.50	2
P40	100.00		261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	15	1.48	73	1.12	0.23	1.24	1.24	0.057	2523.000	2521.000	1.50	2

P41	100.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	7	1.01	50	1.64	0.33	0.91	0.91	0.084	2521.000	2519.500	0.70	2
P42	100.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	3	0.66	33	2.51	0.51	0.66	0.66	0.128	2520.000	2518.800	0.30	2
P43	100.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	10	1.21	59	1.38	0.28	1.06	1.06	0.070	2520.000	2518.500	1.00	2
P44	100.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	5	0.86	42	1.95	0.40	0.80	0.80	0.099	2519.000	2517.500	0.50	2
P45	100.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	5	0.86	42	1.95	0.40	0.80	0.80	0.099	2519.000	2517.000	0.50	2
P46	100.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	10	1.21	59	1.38	0.28	1.06	1.06	0.070	2518.000	2516.500	1.00	2
P47	100.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	5	0.86	42	1.95	0.40	0.80	0.80	0.099	2517.000	2515.500	0.50	2
P48	100.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	5	0.86	42	1.95	0.40	0.80	0.80	0.099	2517.000	2515.000	0.50	2
P49	100.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	5	0.86	42	1.95	0.40	0.80	0.80	0.099	2516.000	2514.500	0.50	2
P50	100.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	5	0.86	42	1.95	0.40	0.80	0.80	0.099	2516.000	2514.000	0.50	2
P51	100.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	15	1.48	73	1.12	0.23	1.24	1.24	0.057	2514.000	2512.500	1.50	2
P52	100.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	5	0.86	42	1.95	0.40	0.80	0.80	0.099	2514.000	2512.000	0.50	2
P53	100.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	15	1.48	73	1.12	0.23	1.24	1.24	0.057	2512.000	2510.500	1.50	2
P54	100.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	10	1.21	59	1.38	0.28	1.06	1.06	0.070	2511.000	2509.500	1.00	2
P55	100.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	3	0.66	33	2.51	0.51	0.66	0.66	0.128	2511.000	2509.200	0.30	2
P56	100.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	17	1.58	78	1.06	0.21	1.30	1.30	0.054	2509.000	2507.500	1.70	2
P57	100.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	17	1.58	78	1.06	0.21	1.30	1.30	0.054	2507.000	2505.800	1.70	2
P58	100.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	13	1.38	68	1.21	0.25	1.17	1.17	0.061	2506.000	2504.500	1.30	2
P59	100.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	3	0.66	33	2.51	0.51	0.66	0.66	0.128	2506.000	2504.200	0.30	2
P60	100.00	261.00	2088	5.08	3.28	16.66	16.66	250	3	0.66	33	2.51	0.51	0.66	0.66	0.128			0.30	2

**DISENO DEL SISTEMA INTERCEPTOR DE LA ORILLA ORIENTAL DEL RIO SAMBACHE**

DOTACION DE AGUA POTABLE= 300 lts/hb/día  
 DENSIDAD POBLACIONAL = 8 hb/ha  
 C= 0.40  
 n TUBERIA= 0.015

POZO Nº	LONGIT mts	A R E A S (Ha)		AGUAS SERVIDAS (L/S)		FACT M	CAUDAL SANITARIO l/s Qs	CAUDAL DISEÑO l/s Qd	DISEÑO DE LA TUBERIA								COTAS		DESNIK TRAMO m	TUB. CLASE		
		PARC.	ACUM.	POBLA ACUMULADA	AGUAS SERVIDAS Qas				D	mm	J	TUBERIA LLENA		TIEMPO FLUJO L/60V	DATOS HIDRAULICOS						TERRENO	PROYECTO
												V m/s	Q l/s		Qd/Q	Vdiseño m/s	Vminima m/s	Calado m				
P61	100.00	62.78	62.78	502	1.22	4.00	4.88	4.88	250	5	0.86	42	1.95	0.12	0.59	0.59	0.029	2609.000	2607.500	0.50	2	
P62	100.00		62.78	502	1.22	4.00	4.88	4.88	250	50	2.71	133	0.62	0.04	1.22	1.22	0.009	2609.000	2607.000	5.00	2	
P63	100.00		62.78	502	1.22	4.00	4.88	4.88	250	40	2.42	119	0.69	0.04	1.13	1.13	0.010	2604.000	2602.000	4.00	2	
P64	100.00		62.78	502	1.22	4.00	4.88	4.88	250	42	2.48	122	0.67	0.04	1.15	1.15	0.010	2600.000	2598.000	4.20	2	
P65	100.00		62.78	502	1.22	4.00	4.88	4.88	250	38	2.36	116	0.71	0.04	1.11	1.11	0.011	2595.000	2593.800	3.80	2	
P66	100.00		62.78	502	1.22	4.00	4.88	4.88	250	22	1.80	88	0.93	0.06	0.93	0.93	0.014	2592.000	2590.000	2.20	2	
P67	100.00		62.78	502	1.22	4.00	4.88	4.88	250	23	1.84	90	0.91	0.05	0.95	0.95	0.014	2589.000	2587.800	2.30	2	
P68	100.00		62.78	502	1.22	4.00	4.88	4.88	250	30	2.10	103	0.79	0.05	1.03	1.03	0.012	2587.000	2585.500	3.00	2	
P69	100.00		62.78	502	1.22	4.00	4.88	4.88	250	20	1.71	84	0.97	0.06	0.91	0.91	0.015	2584.000	2582.500	2.00	2	
P70	100.00		62.78	502	1.22	4.00	4.88	4.88	250	10	1.21	59	1.38	0.08	0.73	0.73	0.021	2582.000	2580.500	1.00	2	
P71	100.00		62.78	502	1.22	4.00	4.88	4.88	250	20	1.71	84	0.97	0.06	0.91	0.91	0.015	2581.000	2579.500	2.00	2	
P72	100.00		62.78	502	1.22	4.00	4.88	4.88	250	20	1.71	84	0.97	0.06	0.91	0.91	0.015	2837.305	2834.805	2.00	2	
P73	100.00	37.00	99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	20	1.71	84	0.97	0.06	0.91	0.91	0.015	2577.000	2575.500	2.00	2	
P74	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	30	2.10	103	0.79	0.08	1.22	1.22	0.019	2574.000	2572.500	3.00	2	
P75	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	20	1.71	84	0.97	0.09	1.08	1.08	0.023	2572.000	2570.500	2.00	2	
P76	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	20	1.71	84	0.97	0.09	1.08	1.08	0.023	2570.000	2568.500	2.00	2	
P77	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	10	1.21	59	1.38	0.13	0.86	0.86	0.033	2570.000	2568.500	1.00	2	
P78	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	30	2.10	103	0.79	0.08	1.22	1.22	0.019	2569.000	2567.500	3.00	2	
P79	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	20	1.71	84	0.97	0.09	1.08	1.08	0.023	2566.000	2564.500	2.00	2	
P80	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	20	1.71	84	0.97	0.09	1.08	1.08	0.023	2564.000	2562.500	2.00	2	
	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	20	1.71	84	0.97	0.09	1.08	1.08	0.023	2562.000	2560.500	2.00	2	

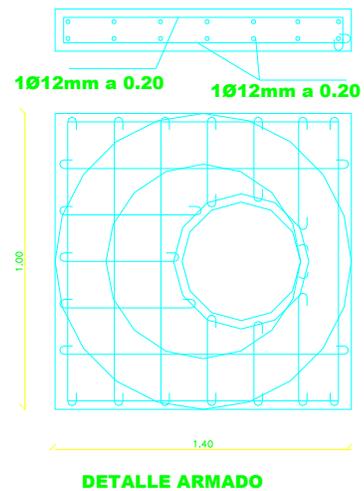
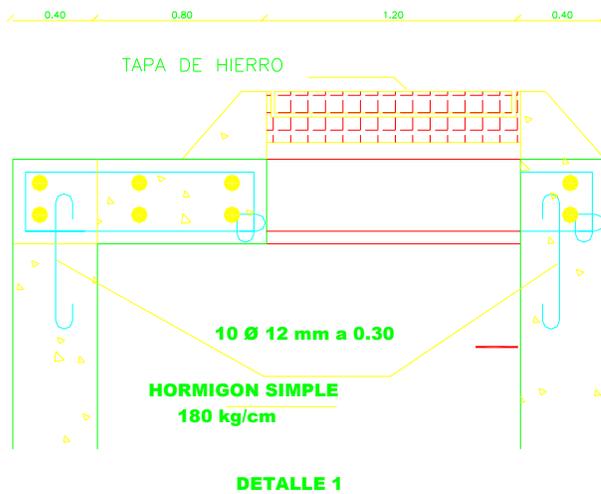
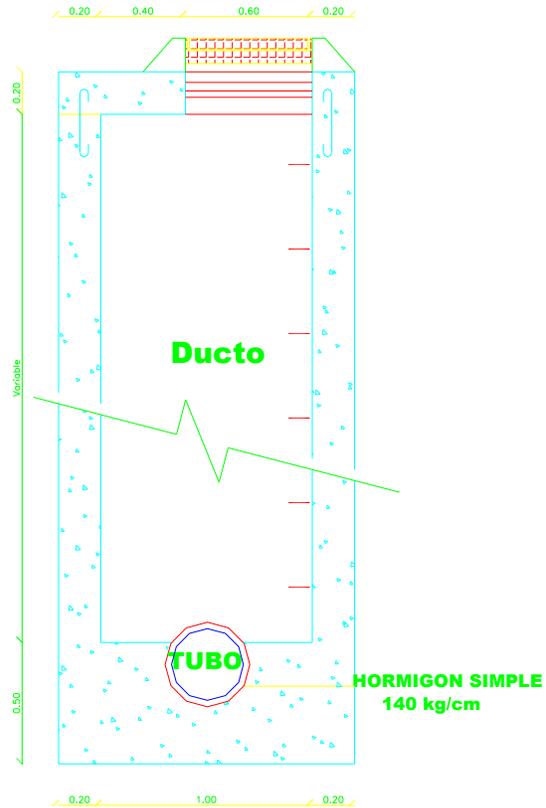
P81	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	30	2.10	103	0.79	0.08	1.22	1.22	0.019	2560.000	2558.500	3.00	2
P82	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	20	1.71	84	0.97	0.09	1.08	1.08	0.023	2557.000	2555.500	2.00	2
P83	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	10	1.21	59	1.38	0.13	0.86	0.86	0.033	2555.000	2553.500	1.00	2
P84	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	30	2.10	103	0.79	0.08	1.22	1.22	0.019	2554.000	2552.500	3.00	2
P85	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	40	2.42	119	0.69	0.07	1.34	1.34	0.016	2551.000	2549.500	4.00	2
P86	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	10	1.21	59	1.38	0.13	0.86	0.86	0.033	2547.000	2545.500	1.00	2
P87	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	20	1.71	84	0.97	0.09	1.08	1.08	0.023	2546.000	2544.500	2.00	2
P88	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	30	2.10	103	0.79	0.08	1.22	1.22	0.019	2544.000	2542.500	3.00	2
P89	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	10	1.21	59	1.38	0.13	0.86	0.86	0.033	2541.000	2539.500	1.00	2
P90	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	10	1.21	59	1.38	0.13	0.86	0.86	0.033	2540.000	2538.500	1.00	2
P91	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	35	2.27	111	0.74	0.07	1.28	1.28	0.017	2537.000	2535.000	3.50	2
P92	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	20	1.71	84	0.97	0.09	1.08	1.08	0.023	2535.000	2533.000	2.00	2
P93	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	20	1.71	84	0.97	0.09	1.08	1.08	0.023	2533.000	2531.000	2.00	2
P94	100.00		99.78	798	1.94	4.00	7.76	7.76	250	35	2.27	111	0.74	0.07	1.28	1.28	0.017	2529.000	2527.500	3.50	2
P95	100.00	43.00	142.78	1142	2.78	4.00	11.11	11.11	250	5	0.86	42	1.95	0.18	0.68	0.68	0.046	2529.000	2527.000	0.50	2
P96	100.00		142.78	1142	2.78	4.00	11.11	11.11	250	30	2.10	103	0.79	0.11	1.40	1.40	0.027	2528.000	2526.500	3.00	2
P97	100.00		142.78	1142	2.78	4.00	11.11	11.11	250	5	0.86	42	1.95	0.26	0.74	0.74	0.066	2525.000	2523.500	0.50	2
P98	100.00		142.78	1142	2.78	4.00	11.11	11.11	250	15	1.48	73	1.12	0.15	1.11	1.11	0.038	2525.000	2523.000	1.50	2
P99	100.00		142.78	1142	2.78	4.00	11.11	11.11	250	5	0.86	42	1.95	0.26	0.74	0.74	0.066	2523.000	2521.500	0.50	2
P100	100.00		142.78	1142	2.78	4.00	11.11	11.11	250	15	1.48	73	1.12	0.15	1.11	1.11	0.038	2523.000	2521.000	1.50	2

P101	100.00		142.78	1142	2.78	4.00	11.11	11.11	250	7	1.01	50	1.64	0.22	0.84	0.84	0.056	2521.000	2519.500	0.70	2
P102	100.00		142.78	1142	2.78	4.00	11.11	11.11	250	3	0.66	33	2.51	0.34	0.60	0.60	0.085	2520.000	2518.800	0.30	2
P103	100.00		142.78	1142	2.78	4.00	11.11	11.11	250	10	1.21	59	1.38	0.19	0.97	0.97	0.047	2520.000	2518.500	1.00	2
P104	100.00		142.78	1142	2.78	4.00	11.11	11.11	250	5	0.86	42	1.95	0.26	0.74	0.74	0.066	2519.000	2517.500	0.50	2
P105	100.00		142.78	1142	2.78	4.00	11.11	11.11	250	5	0.86	42	1.95	0.26	0.74	0.74	0.066	2519.000	2517.000	0.50	2
P106	100.00		142.78	1142	2.78	4.00	11.11	11.11	250	10	1.21	59	1.38	0.19	0.97	0.97	0.047	2518.000	2516.500	1.00	2
P107	100.00		142.78	1142	2.78	4.00	11.11	11.11	250	5	0.86	42	1.95	0.26	0.74	0.74	0.066	2517.000	2515.500	0.50	2
P108	100.00	16.26	159.04	1272	3.09	4.00	12.37	12.37	250	5	0.86	42	1.95	0.29	0.75	0.75	0.074	2517.000	2515.000	0.50	2
P109	100.00		159.04	1272	3.09	4.00	12.37	12.37	250	5	0.86	42	1.95	0.29	0.75	0.75	0.074	2516.000	2514.500	0.50	2
P110	100.00		159.04	1272	3.09	4.00	12.37	12.37	250	15	1.48	73	1.12	0.17	1.15	1.15	0.042	2516.000	2514.000	1.50	2
P111	100.00		159.04	1272	3.09	4.00	12.37	12.37	250	5	0.86	42	1.95	0.29	0.75	0.75	0.074	2514.000	2512.500	0.50	2
P112	100.00		159.04	1272	3.09	4.00	12.37	12.37	250	15	1.48	73	1.12	0.17	1.15	1.15	0.042	2514.000	2512.000	1.50	2
P113	100.00		159.04	1272	3.09	4.00	12.37	12.37	250	10	1.21	59	1.38	0.21	0.99	0.99	0.052	2512.000	2510.500	1.00	2
P114	100.00		159.04	1272	3.09	4.00	12.37	12.37	250	3	0.66	33	2.51	0.38	0.61	0.61	0.095	2511.000	2509.500	0.30	2
P115	100.00		159.04	1272	3.09	4.00	12.37	12.37	250	17	1.58	78	1.06	0.16	1.20	1.20	0.040	2511.000	2509.200	1.70	2
P116	100.00		159.04	1272	3.09	4.00	12.37	12.37	250	17	1.58	78	1.06	0.16	1.20	1.20	0.040	2509.000	2507.500	1.70	2
P117	100.00		159.04	1272	3.09	4.00	12.37	12.37	250	13	1.38	68	1.21	0.18	1.09	1.09	0.046	2507.000	2505.800	1.30	2
P118	100.00		159.04	1272	3.09	4.00	12.37	12.37	250	3	0.66	33	2.51	0.38	0.61	0.61	0.095	2506.000	2504.500	0.30	2
P119	100.00		159.04	1272	3.09	4.00	12.37	12.37	250	3	0.66	33	2.51	0.38	0.61	0.61	0.095	2506.000	2504.200	0.30	2
P120	100.00		159.04	1272	3.09	4.00	12.37	12.37	250	3	0.66	33	2.51	0.38	0.61	0.61	0.095	2506.000	2503.900	0.30	2

Los detalles de la línea de conducción se presentan en los anexos de planos identificada kilómetro a kilómetro y con sus respectivos valores.

Se presenta a continuación un esquema para la construcción de los diferentes pozos de revisión a lo largo de los interceptores hidráulicos del río.

# POZO DE REVISION TIPO



### **7.4.3 Planta IMHOFF**

Como alternativa de tratamiento de aguas residuales para el proyecto en estudio se definió la realización de lo tanque Imhoff, que son tanques de sedimentación primaria en los cuales se incorpora la digestión de lodos en un compartimiento localizado en la parte inferior; este tanque será ubicado en la abscisa 5 + 300 lugar denominado Polideportivo EL Ejido, que es la zona mas propicia y cuenta con el espacio adecuado para la construcción de la estructura, sin alterar grandemente a la población aledaña, en el sitio existe una zona recreacional definida como zona verde donde existe un parque, y la afectación seria mínima para los moradores del lugar. Es por eso que se recomienda que la ubicación de la planta se realice en el sector antes mencionado.

Como consideraciones de diseño de la zona de sedimentación se considerará un volumen mínimo de 1300 litros, utilizando los siguientes criterios:

- a) El área requerida se determinara con una carga superficial de  $100 \text{ km}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ .
- b) El período de retención nominal será entre 2 h a 3 h.

- c) Se dimensionará la cámara de sedimentación con una tasa de 30 litros por habitante.
- d) El fondo del tanque será de sección transversal en forma de V y la pendiente de los lados esta en una relación de 1:2.
- e) Abertura de paso entre cámaras 0.15 m a 0.25 m.
- f) El borde libre será entre 0.5 m a 0.75m

El diseño del comportamiento del almacenamiento y digestión de lodos (zona de digestión) se considerará un volumen mínimo de 2800 litros, utilizando los siguientes criterios:

- a) El compartimiento será dimensionado para almacenar lodos durante un período de de 4 a 6 meses, al cabo de el cual se considera completa la digestión.
- b) El fondo del compartimiento de digestión tendrá una viga pirámide, cuyas paredes tendrán una inclinación de 30° a 45° con respecto a la horizontal.

La remoción de lodos digeridos debe ser diseñada en forma similar que para sedimentadores primarios, considerando que los lodos son retirados para secado en forma intermitente. Para el efecto se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- a) El diámetro usado será en las tuberías de remoción de lodos será mínimo de 20 cm.

- b) El diámetro usado en la tubería de remoción de lodos debe estar 15 cm. por encima del fondo del tanque.
- c) Para remoción hidráulica del lodo se requiere por lo menos una carga hidrostática de 1.5 m.

Según los parámetros mencionados se presenta a continuación el diseño del tanque Imhoff:

### **Dimensionamiento del Tanque Imhoff**

**Datos:**

	Población:	3000 Hab.
	Gasto Q:	1700 lt / día
	Periodo de Retención:	2 horas
	Carga Superficial:	24 lt. día / m <sup>2</sup>
Velocidad Promedio en la Cámara de Sedimentación:		< 0.30 m/seg.
	Capacidad de la Cámara de Digestión:	100 lt/ persona
	Área Superficial de las Ventosas de gas:	> 25.00 % del área total

### **Dimensiones de la Camara de Sedimentacion**

2bL=	35 m <sup>2</sup>	
L=	5 b	Relacion Largo Ancho

**Donde:**

b= 1.9 m		b adoptado = 3.15 m
L= 9.4 m		L adoptado= 11.0 m

Area de un sedimentador = 35 m<sup>2</sup>

Velocidad en la Camara de sedimentacion= 0.092 < 0.30 m/seg. Bien

Volumen de la Camara de Sedimentacion

S1= 71 m<sup>3</sup>

### Dimensiones de la Camara de Digestion

Volumen de la Camara de Digestion

$$S2 = 300 \text{ m}^3$$

$$S2 = fhL + h^2L/12$$

Donde:

$$h = 4.65 \text{ m}$$

$$a = 0.75 \text{ m}$$

$$f = 2.74 \text{ m}$$

Profundidad del Tanque

$$D = c + d + e + f + g$$

$$D = 7.30 \text{ m}$$

### Resultados:

Dimensiones del Tanque Imhoff:

$$a = 0.75 \text{ m}$$

$$b = 3.15 \text{ m}$$

$$c = 0.60 \text{ m}$$

$$d = 1.90 \text{ m}$$

$$e = 0.60 \text{ m}$$

$$f = 2.70 \text{ m}$$

$$g = 1.50 \text{ m}$$

Los planos estructurales del tanque imhoff en los anexos de planos en los cuales se detalla dimensiones, disposición de cámaras, armado de hierro, corte de hierros, montos de hierro y hormigón.

## 7.5 Presupuesto Referencial

<b>Presupuesto Referencial</b>				
<b>Proyecto: Recuperación Hidrosanitaria del Río Sambache</b>				
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO USD</b>	<b>COSTO TOTAL USD</b>
Nivelación y Replanteo	m <sup>2</sup>	2500	0.58	1450.00
Excavación de zanjas con maquinaria	m <sup>3</sup>	12189.42	3.42	41687.80
Relleno compactado con suelo natural	m <sup>3</sup>	12189.42	3.12	38030.99
<b>INTERCEPTORES DE AGUAS RESIDUALES</b>				
Tubería Hormigón 250mm CL2	m	11952	6.49	77568.48
Empate de tuberías mortero 1:3	u	11990	7.36	88246.40
Empate de tubería - pozo mortero 1:3	u	246	4.48	1102.08
Pozo de Revisión H.S.	u	120	119.1	14292.00
<b>MUROS DE GAVIONES</b>				
Excavación 4-6m con máquina	m <sup>3</sup>	1512	3.62	5473.44
Gavión 1x1x1	u	48	16.45	789.60
Gavión 2x2x1	u	297	25	7425.00
Gavión 3x3x1	u	180	35	6300.00
Replanteo H.S. f'c=140kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	46.8	76.21	3566.63
Piedra	m <sup>3</sup>	1278	11	14058.00
<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>				
Cerramiento provisional madera h=2,4	m	500	10.78	5390.00
Acero de refuerzo 6 -16 mm	Kg	4181	1.02	4264.62
Hormigón	m <sup>3</sup>	442	142	62764.00
<b>SEÑALETICA</b>				
Señalética del proyecto	m <sup>2</sup>	90		0.00
			<b>Total:</b>	<b>372409.04</b>

## CAPÍTULO VIII

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 8.1 Conclusiones

- La mayor contaminación se presenta en los lugares donde se encuentran fábricas que vierten aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento.
- Se concluyó que la mayor contaminación es de origen biológico, proveniente de la actividad humana, que reside en las orillas del río Sambache.
- Debido a la falta de un sistema interceptor de aguas residuales, se realizan descargas directas al río llevándolo a una contaminación desmedida.
- Se determinó que es necesario un sistema interceptor de aguas residuales, que debe ser implantado a las dos orillas del río Sambache.
- Se definió como mejor alternativa de tratamiento de las aguas del sistema, una planta tipo IMHOFF.
- Con la construcción de muros de gaviones en las estructuras, se evitara un riesgo de destrucción de las edificaciones que se encuentran en las orillas del río.

## 8.2 Recomendaciones

- Es necesario que se mejore la recolección de residuos sólidos, para evitar que estos se han desechados en las aguas del río.
- Mediante controles municipales evitar que se realicen descargas de industrias sin adecuados sistemas de tratamiento de aguas que estos desechen.
- Es necesario que el I. Municipio de Rumiñahui haga cumplir ordenanzas municipales, que no permitan que el río siga siendo contaminado.
- Las autoridades municipales deben crear métodos que permitan una concienciación de la comunidad, sobre las verdaderas consecuencias de la contaminación que se realiza hacia el río Sambache.
- Es imprescindible que el I. Municipio realice los trabajos necesarios para la protección de las edificaciones públicas.
- Se recomienda que se realice limpiezas periódicas del cauce del río.
- La construcción de la planta de tratamiento se debe realizar en época de estiaje para evitar dificultades en el sistema constructivo.
- El I. Municipio deberá realizar estudios económicos sobre tarifas de uso del sistema interceptor como de la planta de tratamiento, para que se facilite el mantenimiento y operación de los mismos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, McGHENEE Terence, Mc Graw Hill, Sexta Edición.
- Agua, Saneamiento y Medio Ambiente; AEISA, Cuarta Edición
- ¿Cómo es el Cantón Rumiñahui?, ICEP, Editorial ICEP, Primera edición 1996.
- Manual de Tratamiento de Aguas Negras, Editorial Limusa, S.A., Decimoctava edición .
- Tratamiento de Aguas Residuales en Poblaciones Pequeñas, RIGOLA Miguel, Mc. Graw Hill.