



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL,  
ARQUITECTURA Y DISEÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
PARA LA COMUNIDAD DE ZHUCAY, DEL PROYECTO REGIONAL TIGSAY,  
PROVINCIA DEL CAÑAR**

**AUTOR**

**PEDRO JOSÉ MALDONADO JARA**

**DIRECTOR:**

**ING. WILLER EDMUNDO BARRERA PINOS**

**CUENCA - ECUADOR**

**2016**

## **DECLARACIÓN**

Yo, Pedro José Maldonado Jara, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

---

Pedro José Maldonado Jara

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el estudiante Pedro José Maldonado Jara Mosquera, bajo mi supervisión.

---

**ING. EDMUNDO BARRERA**  
**DIRECTOR**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al Ing Edmundo Barrera Pinos, y al Ing. Vinicio Gonzales quienes me dirigió y apoyaron con el desarrollo de este trabajo de titularización ya que con sus consejos e indicaciones se logró un buen trabajo, esto me ayuda en mi vida profesional para desempeñarme en un futuro; de igual manera agradezco a todos los catedráticos en esta institución “UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA” quienes fueron fundamental en los años de aprendizaje, y el personal de la área directiva de la facultad.

## **DEDICATORIA**

En primera instancia a Dios que me dio fortaleza para seguir en los momentos más difíciles, a mis padres Pedro Vicente Maldonado y Susana Monserrath Jara quienes son los pilares de mi vida tanto académica y ahora profesional, mis hermanas quienes siempre me apoyan para lograr mis metas y sueños, a mis cuñados Mauricio y Eduardo que esta pendientes de mi para que no cometa errores en mi vida.

Este es el sueño de todo ingeniero civil llegar a concluir su carrera académica y comenzar con su carrera profesional.

## CONTENIDO

<b>CAPITULO I: ESTUDIOS PRELIMINARES .....</b>	<b>16</b>
1.1 INTRODUCCIÓN.....	16
1.2 OBJETIVOS Y ALCANCE .....	16
1.3 ANTECEDENTES.....	17
1.4 Diseño Hidráulico de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Proyecto Regional Tigsay.....	19
1.4.1 CALIDAD DE AGUA CRUDA.....	21
1.4.2 CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.....	25
1.5 UNIDAD DE FLOCULACIÓN .....	29
1.5.1 Criterios de diseño .....	30
1.5.2 CARGA HIDRÁULICA DE LA BATERÍA DE FILTROS Y PÉRDIDAS DE CARGA .....	33
1.5.3 MEDIO FILTRANTE MIXTO DE ARENA – ANTRACITA.....	33
1.5.4 SISTEMA DE DRENAJE DE LOS FILTROS .....	34
1.6 UNIDAD DE DESINFECCIÓN.....	36
1.7 OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	38
1.7.1 EDIFICACIONES .....	38
1.7.2 REDES DE SERVICIO INTERNO DE LA PLANTA .....	38
1.7.3 INSTRUMENTACIÓN DE CONTROL.....	39
1.8 ASPECTOS FÍSICOS .....	40
1.8.1 Ubicación Geográfica.....	40
1.8.2 Características Físicas.....	41
1.8.3 INFRAESTRUCTURA.....	42
1.9 ASPECTOS NATURALES.....	42
1.9.1 Características Climáticas.....	42
1.9.2 Recursos Hídricos.....	43
1.9.3 Riesgos Ambientales .....	44

1.10	ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS.....	46
1.10.1	Información Demográfica.....	46
1.10.2	Población Actual.....	47
1.10.3	Educación.....	48
1.10.4	Población Económicamente activa.....	49
<b>CAPITULO II: BASES DE DISEÑO .....</b>		<b>51</b>
2.1	GENERALIDADES.....	51
2.2	PERIODO DE DISEÑO.....	51
2.3	ANÁLISIS POBLACIONAL.....	52
2.3.1	Encuesta y Análisis de datos.....	52
2.4	CÁLCULO DE POBLACIÓN.....	52
2.4.1	Población Futura de la comunidad de Zhucay-Cañar.....	52
2.5	DEMANDA Y CONSUMO DE AGUA.....	57
2.5.1	Elección del Nivel de Servicio.....	57
2.5.2	Determinación de dotación.....	58
2.5.3	Caudal medio de Distribución.....	59
2.5.4	Variaciones de Demanda.....	60
2.6	CAUDAL DE DISEÑO.....	61
2.6.1	Red de Distribución.....	61
2.7	VIABILIDAD.....	62
2.7.1	Viabilidad Técnica.....	63
2.7.2	Viabilidad Social.....	64
<b>CAPITULO III: CÁLCULOS Y DISEÑO HIDRÁULICOS.....</b>		<b>66</b>
3.1	RED DE DISTRIBUCIÓN.....	66
3.2	CONEXIONES DOMICILIARIAS.....	69
<b>CAPÍTULO IV. ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>		<b>70</b>
4.1	PROYECTO U OBRA.....	70
4.2	DATOS GENERALES.....	70
4.3	CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA.....	71

4.4	MARCO LEGAL REFERENCIAL .....	74
4.5	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	82
4.6	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	82
4.7	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN.....	83
4.7.1	Área de implantación física .....	83
4.7.2	Área de implantación biótica .....	85
4.7.3	Área de implantación social .....	87
4.8	PROYECTO DE MANEJO AMBIENTAL.....	89
4.9	PROYECTO DE MANEJO AMBIENTAL (PMA).....	89
4.9.1	Programa de Prevención y Aplacamiento de Impactos .....	89
4.9.2	Programa de Manejo de Desechos.....	92
4.9.3	Programa de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental..	93
4.9.4	Programa de Relaciones Comunitarias.....	95
4.9.5	Programa de Contingencias.....	97
4.9.6	Programa de Seguridad y Salud Ocupacional. ....	102
4.9.7	Programa de Monitoreo y Seguimiento.....	105
4.9.8	Programa de Monitoreo y Seguimiento.....	107
4.10	MEDIOS DE INFORMACIÓN SOCIAL .....	108
4.10.1	Encuesta Beneficiario .....	108
4.10.2	Opinión Pública.....	108
4.11	CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO .....	108
4.12	CRONOGRAMA VALORADO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)	109
4.13	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
4.14	FIRMA DE RESPONSABILIDAD .....	110
<b>CAPITULO V: PRESUPUESTO .....</b>		<b>111</b>
5.1	DETALLE DEL PRESUPUESTO .....	111
5.2	FINANCIACIÓN DE LA OBRA .....	112

5.3	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO.....	112
5.4	ALCANCE DEL TRABAJO .....	113
5.5	CANTIDADES.....	114
5.6	MODIFICACIONES .....	114
5.7	PERFILES Y TOPOGRAFÍA .....	114
5.8	ORDEN DE TRABAJO.....	114
5.9	RESPONSABILIDAD POR OBRA CIVIL, MATERIALES Y EQUIPOS..	115
5.10	TRANSPORTE Y BODEGAJE DE MATERIALES Y EQUIPOS .....	115
5.10.1	Medición y forma de pago.....	116
5.11	SEGURIDAD Y DISPOSICIONES DE TRABAJO .....	116
5.12	PREPARATIVOS PARA INICIAR LA CONSTRUCCIÓN .....	117
5.13	CAMPAMENTOS .....	117
5.13.1	MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO. ....	117
5.14	MANTENIMIENTO, PROTECCIÓN Y REPOSICIÓN DE SERVICIOS E INSTALACIONES .....	118
5.14.1	MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO .....	118
5.15	MATERIALES.....	118
5.15.1	CEMENTO .....	118
5.15.2	AGREGADOS.....	121
5.15.3	AGUA.....	127
5.15.4	ADITIVOS .....	127
5.15.5	Medición y forma de pago.....	128
5.16	MANO DE OBRA .....	129
5.17	MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS.....	129
5.18	CATASTRO DEL SISTEMA CONSTRUIDO.....	130
5.19	CLASIFICACIÓN Y MEDICIÓN PARA EL PAGO .....	130
5.20	SECCIÓN N° 2 PARTICULARES.....	131
5.21	REPLANTEO.....	131

5.21.1	MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO. ....	131
5.21.2	MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO. ....	132
5.22	EXCAVACIONES.....	132
5.22.1	ALCANCE DE LOS TRABAJOS.....	132
5.22.2	GENERALIDADES. ....	132
5.22.3	CUIDADOS EN LA EXCAVACIÓN.....	134
5.22.4	DRENAJE TEMPORAL.....	134
5.22.5	DERRUMBES Y EROSIÓN.....	134
5.22.6	PROTECCIÓN Y MANTENIMIENTO.....	134
5.22.7	CLASIFICACIÓN DE LAS EXCAVACIONES EN GENERAL.....	135
5.23	PLATAFORMAS.....	136
5.24	RELLENO DE ZANJAS Y OBRAS ANEXAS.....	137
5.24.1	MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.....	137
5.25	HORMIGONES.....	137
5.25.1	COLOCACIÓN DEL HORMIGÓN.....	138
5.25.2	COMPACTACIÓN.....	141
5.25.3	LABORATORIOS.....	142
5.25.4	TOLERANCIAS PARA LAS CONSTRUCCIONES DE HORMIGÓN	
	143	
5.25.5	REPARACIÓN DEL HORMIGÓN.....	144
5.25.6	CONSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN.....	144
5.25.7	MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.....	144
5.26	MALLAS ELECTROSOLDADAS.....	145
5.26.1	Definición.....	145
5.26.2	Especificaciones.....	145
5.26.3	Medición y Pago.....	146
5.26.4	MATERIALES.....	146
5.27	REPLANTILLO DE PIEDRA.....	146
5.27.1	MEDICIÓN Y PAGO.....	147
5.28	DRENAJE.....	147
5.28.1	Definición.....	147

5.28.2	Especificaciones .....	147
5.28.3	Medición y Pago .....	148
5.29	TUBERÍAS Y ACCESORIOS.....	148
5.29.1	SUMINISTRO DE MATERIALES Y ACCESORIOS.....	148
5.29.2	TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE PVC.....	150
5.29.3	TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE HIERRO GALVANIZADO (HG)..	155
5.29.4	MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO .....	160
5.29.5	GRIFO DE AGUA DE 3/4” .....	160
5.30	ALAMBRE GALVANIZADO # 12. (por Kg).....	160
5.31	INSTALACIONES DOMICILIARIAS.....	161
5.31.1	OBJETIVO .....	161
5.31.2	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....	161
<b>CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>167</b>
6.1	CONCLUSIONES.....	167
6.2	RECOMENDACIONES .....	168
6.3	BIBLIOGRAFÍA.....	169
<b>CAPITULO VII: ANEXOS .....</b>		<b>171</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación de la planta de agua Potable. ....	19
Ilustración 2. División geográfica de la Parroquia San Antonio.....	40
Ilustración 3. Geología de las Cuencas Hidrológicas.....	44

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Calidad del agua del río Tigsay.....	22
Cuadro 2 Parámetros hidráulicos empleados en el diseño de la unidad de floculación.....	30
Cuadro 3 Instrumentos básicos para el control de la planta .....	39
Cuadro 4. Análisis de Riesgos Ambientales .....	45
Cuadro 5. Información de la Comunidad de Zhucay .....	47
Cuadro 6. Comunidad de Zhucay según analfabetismo y género .....	49
Cuadro 7. Población Económicamente activa de la Parroquia de Zhucay.....	49
Cuadro 8 Elementos a utilizarse .....	51
Cuadro 9. Población futura de Zhucay.....	57
Cuadro 10 Niveles de servicio para la comunidad de Zhucay. ....	58
Cuadro 11 Dotación de agua de la Comunidad de Zhucay.....	59
Cuadro 12 Valores del cálculo del caudal. Comunidad de Zhucay-Cañar. ....	61
Cuadro 10. Flora Existente .....	86
Cuadro 14. Fauna de la Comunidad Zhucay .....	86
Cuadro 15 Impurezas indeseables en agregado fino.....	123
Cuadro 16 Impurezas indeseables en agregado fino.....	123

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1..Parámetro Turbiedad.....	23
Gráfico 2. Parámetro Color. ....	23
Gráfico 3.Parámetro pH. ....	23
Gráfico 4. Parámetro Sólidos Totales Disueltos.....	23
Gráfico 5. Parámetro Coliformes Totales. ....	24
Gráfico 6.Distribución de la Comunidad de Zhucay, según el grupo etario.....	48
Gráfico 7. Población Económicamente activa por sector de producción .....	50

## RESUMEN

El proyecto “DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL PROYECTO REGIONAL TIGSAY, PROVINCIA DEL CAÑAR” se describe el diseño de un sistema de agua potable para la dotación del líquido vital a la comunidad de Zhucay de la provincia del Cañar, el mismo tiene una proyección de 30 años y está diseñado para una población de 1500.

El Sistema de Agua Potable es diseñado de manera técnica y cumple parámetros de normalización, que garantiza la eficiencia del mismo. Para ello se ha elaborado diseños de infraestructura hidrológica, ambiental, económica e hidráulica. A demás cuenta con un estudio de impacto ambiental, siendo sus resultados un impacto de consideración mínima, que no afecta a ecosistema alguno de forma considerable. Así mismo el análisis de la viabilidad del sistema de agua potable es favorable para la ejecución del proyecto de dotación de agua en esta comunidad.

**Palabras clave:** AGUA POTABLE, INFRAESTRUCTURA HIDROLÓGICA, CÁLCULO POBLACIONAL, IMPACTO AMBIENTAL

## **ABSTRACT**

The project "DESIGN DISTRIBUTION NETWORK SYSTEM WATER FOR REGIONAL PROJECT TIGSAY, PROVINCE OF CAÑAR" designing a water system for the provision of vital liquid to the community Zhucay of the province of Canar described , it has a projection 30 and is designed for a population of 1500.

The Water System is designed technically and meets normalization parameters, which guarantees efficiency. To this end, it has developed designs hydrological, environmental, economic and hydraulic infrastructure. The other has an environmental impact, and its results a minimal impact consideration, it does not affect any ecosystem considerably. Likewise, the analysis of the viability of the drinking water system is favorable for the implementation of water supply project in this community.

**Keywords:** DRINKING WATER, HIDRAULIC INFRASTRUCTURE, CALCULATING POPULATION, ENVIRONMENTAL IMPACT.

## **PRESENTACIÓN**

De acuerdo a los lineamientos constitucionales de nuestro país, se considera el acceso al agua como un derecho humano que no puede ser esquilmo por ninguna razón política, religiosa, étnica, ni afectado por ningún cálculo político coyuntural, por tanto constituye un derecho fundamental e irrenunciable, tal como reza en el art. 12. Además, en el art.14 se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano, el cual se vincula directamente con el derecho a la salud (Art. 32) y otros que sustentan el buen Vivir, sumak kawsay.

En este sentido, la Universidad Católica de Cuenca, a través de la Unidad Académica de Ingeniería Civil, Arquitectura y Diseño en alianza con la Empresa Electro Generadora del Austro ELECAUSTRO S.A., han formalizado un convenio en pro de favorecer al desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida de la población aledaña a los proyectos de generación eléctrica.

El proyecto del Sistema de Agua Potable Regional Tigsay se ejecuta en la zona Central Ocaña I, con posibilidades de implementar una segunda etapa en la zona de influencia Ocaña II (La Unión). Como parte del proyecto Regional Tigsay, la presente investigación se enfoca en beneficiar y optimizar la calidad de vida de la Comunidad de Zhucay, quienes han expresado reiteradamente la necesidad del líquido vital en el ámbito social, cultural y económico.

Finalmente, la Comunidad de Zhucay dispondrá de los diseños de la red de distribución de agua potable, la evaluación actual y recomendaciones de diseño parcial o total del sistema de saneamiento de agua residual, así como los presupuestos respectivos y la estimación del impacto ambiental generado durante la fase de construcción.

## **CAPITULO I: ESTUDIOS PRELIMINARES**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

En el presente estudio que se realizar en la comunidad Zhucay, del Proyecto Regional Tigsay perteneciente a la Provincia del Cañar, se supo ver varios parámetros que demuestran que este sector no cuenta con un buen sistema de distribución de agua potable, siendo necesario un rediseño de la misma.

Al momento esta comunidad cuenta con un sistema antiguo e inapropiado, entendiéndose por lo tanto que el agua no es óptima para el consumo humano, ni en calidad ni cantidad. Con estas observaciones se tomó la resolución con las autoridades de ELECAUSTRO, de hacer un análisis y rediseño de la red existente, para que este sector cuente con un sistema optimo que beneficiara a toda la población de este sector.

La Empresa Electro Generadora del Austro ELECAUSTRO S.A. se encuentra realizando una obra de gran magnitud en el sector, es por esto que ve la necesidad de que esta zona cuente con un buen sistema de agua potable, para el desarrollo de la colectividad.

En este proyecto, se va a diseñar la red de agua potable, para satisfacer las necesidades de la comunidad de Zhucay, y puedan contar con un adecuado servicio, ejecutado bajo el marco del convenio interinstitucional suscrito entre ELECAUSTRO y la Universidad Católica de Cuenca.

### **1.2 OBJETIVOS Y ALCANCE**

Esta Investigación se ha planteado como objetivo principal “Realizar el diseño de la red de distribución del sistema de agua potable para la Comunidad de Zhucay, del cantón Cañar, de manera que satisfaga a la población actual y futura”.

Además, con el fin de alcanzar el objetivo general, se han formulado los siguientes objetivos específicos:

- Estudiar la zona a servir y determinar sus características socioeconómicas y de salud.
- Reconocer la opción óptima para el diseño.
- Realizar el levantamiento Topográfico de la zona.
- Diseño de la red de distribución de agua potable.
- Realizar un estudio referencial de impacto ambiental.
- Obtener un presupuesto referencial para la ejecución posterior de la obra.
- Costos de operación y mantenimiento

Para este estudio se ha estimado como alcance entregar al término de doce meses la evaluación del sistema de distribución de agua; en función de esta información se plantea en nueva red de distribución que es parte del sistema integral Tigsay, de igual manera, se diseña el sistema de recolección y disposición final de las aguas residuales de la población de Zhucay. Igualmente, el informe expone los diferentes criterios ambientales que se deben considerar durante la construcción de los dos sistemas mencionados.

Por otra parte, se presenta el presupuesto del proyecto completo con el objetivo de que la comunidad beneficiaria de Zhucay y poblaciones aledañas, gestionen los recursos económicos necesarios para el financiamiento y posterior ejecución del proyecto.

### **1.3 ANTECEDENTES**

Durante los últimos años, han sido constantes los esfuerzos liderados por las autoridades gubernamentales para gestionar y posibilitar el diseño de una nueva red de distribución de agua potable, complementado por el estudio integral del

tratamiento de aguas residuales, y por tanto disponer de criterios técnicos y profesionales para el diseño y construcción de dichos sistemas.

En este contexto, la Universidad Católica de Cuenca en función de aportar con el desarrollo social, cultural y económico del país, formula el “Estudio Integral de agua potable y saneamiento Tigsay”, el cual se desarrolla en las localidades de TutiFrutti, Asociación Agrícola 4 de julio, San José y Zhucay. En cada una de las localidades involucradas, se hace un estudio base que determine el estado actual de los sistemas, con el fin de obtener referencias específicas y certeras de los requerimientos propios de cada zona a intervenir.

Adicionalmente, la Universidad Católica de Cuenca gestiona alianzas estratégicas que potencialicen la viabilidad del proyecto, tal es el caso del convenio firmado el 4 de marzo de 2015 con Electro generadora del Austro S. A., con el objetivo de trabajar en la investigación, de manera conjunta e integral entre estudiantes y personal de la empresa.

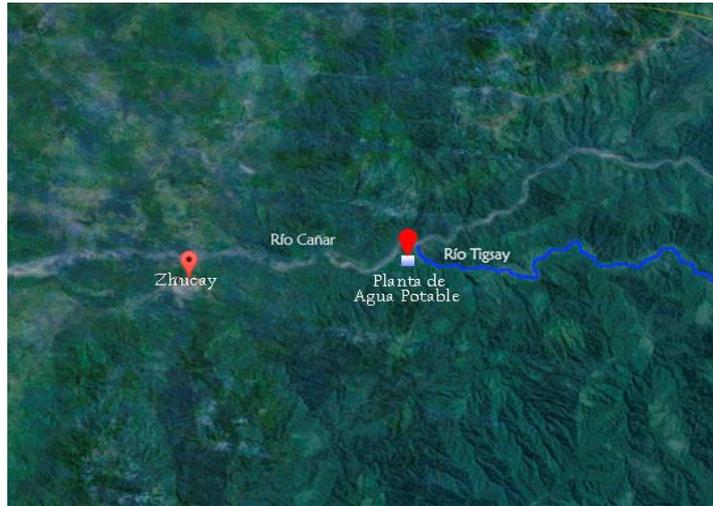
La empresa ELECAUSTRO, es una sociedad de carácter estatal que se encarga de la generación de electricidad utilizando principalmente, energía hidráulica. A esta empresa pertenece la Central Hidroeléctrica Ocaña I, ubicada en la parroquia San Antonio de Paguay, la cual inició oficialmente su funcionamiento en enero del 2012 y genera 26MW utilizando las aguas del río Cañar.

De igual manera, ELECAUSTRO a través de diferentes alianzas estratégicas con universidades, impulsa la investigación con el objetivo de optimizar las condiciones de vida de las comunidades beneficiadas y promover su desarrollo productivo como empresa.

El Proyecto Regional Tigsay se ejecuta en las cercanías de la Central Ocaña I y las proyecciones definitivas de la Central Ocaña II, por tanto la empresa ELECAUSTRO, como parte de la alianza estratégica, facilita la documentación pertinente como fuente principal de información del ámbito geológico, geotécnico, hidrológico y climatológico de la región.

Es así que esta investigación hace parte del Proyecto Regional Tigsay y realiza sus actividades en función de evaluar y diseñar la red de distribución de agua potable y la disposición final de las aguas residuales.

Ilustración 1. Ubicación de la planta de agua Potable.



**Fuente:** Google Maps.

**Elaborado:** Maldonado, Pedro José

#### **1.4 Diseño Hidráulico de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Proyecto Regional Tigsay**

A continuación se presenta el diseño Hidráulico y Sanitario de la planta potabilizadora (PTAP) del sistema de agua potable Regional Tigsay, para la comunidad de Zhucay, pertenecientes a la provincia del Cañar.

La fuente de abastecimiento de la mencionada planta, será el río Tigsay, la cual fue seleccionada debido a que en el estudio de caracterización, presentó los menores valores en los parámetros físicos, lo que de acuerdo a las estimaciones de costos de producción, se traduce en un ahorro importante de sustancias químicas y costos de producción. Así también, las aguas del río Tigsay presentó las menores concentraciones de hierro y manganeso, los cuales resultaron similares a la concentración deseable señalada en las Guías de Calidad de Agua

Potable, publicadas por la OMS (2006), por lo tanto no se requiere contemplar su remoción, aspecto que conllevó a una simplificación importante de la línea de tratamiento, al prescindirse de una fase de oxidación de los mismos; así como, un ahorro en los costos de construcción y de operación del nuevo sistema.

Los estudios de la fuente de abastecimiento se realizaron en los meses donde la presencia de lluvia es esporádica, siendo la precipitación media a baja, esto impacto mínimamente sobre los niveles registrados en parámetros de calidad de agua cruda. Además se presentó la posibilidad reducida de obtener muestras de condiciones físicas críticas que nos permita pruebas de tratabilidad y la determinación de ciertos valores y parámetros hidráulicos, para ello utilizamos la normativa nacional e internacional de diseño hidráulico de la PTAP.

En base al estudio de la fuente, es posible aplicar las distintas etapas de tratamientos utilizados en la potabilización del agua cruda, la misma debe incrementarse durante los meses de precipitaciones mayores en la cuenca del río Tigsay, que es por encima de los niveles máximos aceptados por la Norma Nacional de calidad del agua para consumo humano, NTE INEN 1108:2011. En relación a los parámetros físicos del agua, se indica que el riesgo sanitario en la cuenca hidrológica es reducido y será controlado mediante la desinfección del agua en las etapas de cloración.

Los procedimientos técnicos empleados en este diseño, se asume como procesos actuales y modernos en el tratamiento del agua para consumo humano. El estándar utilizado es en base a la Norma Nacional de Potabilización del Agua NTE INEN 1108:2011.

A continuación se describe la condición operacional de la planta.

La planta de tratamiento contempla las siguientes etapas:

1. Conducciones de ingreso de agua cruda del Río Tigsay.

2. Unidad de mezcla rápida.
3. Floculadores hidráulicos de flujo horizontal
4. Dos Sedimentadores de flujo ascendente laminar.
5. Cuatro unidades de filtros rápidos
6. Caseta de cloración y bodega de químicos.
7. Cerramiento.

#### **1.4.1 CALIDAD DE AGUA CRUDA**

La presentación de los parámetros físicos del agua, da a conocer la calidad de la misma para determinar su composición química y microbiológica, además de saber si se necesitaran mayores requerimientos económicos para su tratamiento.

La calidad del agua cruda del río Tigsay presentó las siguientes ventajas:

- a) Niveles bajos en los parámetros físicos, reduciendo así costos de producción inferiores, que resultan en el ahorro de sustancias químicas.
- b) Niveles de hierro y manganeso en niveles menores, similares a la concentración deseable de 0,10 mg/L. Recordemos que la calidad del agua potable es en referencia internacional a las Guías de Calidad de Agua Potable publicadas por la OMS (2006); por lo tanto, no es necesario su remoción; aspecto que simplifica la línea de tratamiento, al prescindirse de una fase para la oxidación de ambos elementos y su remoción posterior mediante precipitación; resultando en un ahorro de costos durante la obra.
- c) La calidad microbiológica de la fuente de abastecimiento, indica un riesgo sanitario reducido en la cuenca tributaria.

En el cuadro N°1, se evidencian los resultados de laboratorio (Laboratorios de Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca; ETAPA; etc ) relativos al río Tigsay.

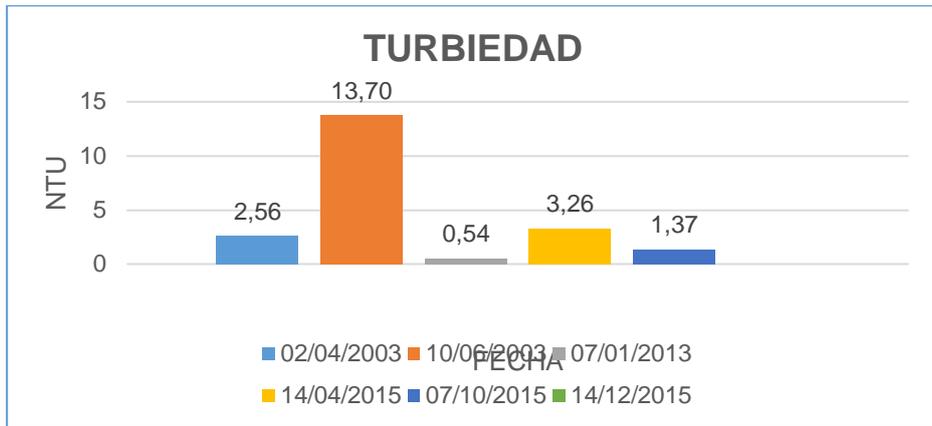
Cuadro 1. Calidad del agua del río Tigsay.

PARÁMETROS	UNIDAD	NORMA NTE INEN 1108:2011	RIO TIGSAY				
			02/04/2003	10/06/2003	07/01/2013	14/04/2015	07/10/2015
			M.I La Troncal	Leopold Izq / Gije	M.I Cañar	ETAPA E.P.	U de Cuenca
<b>ANÁLISIS FÍSICOS</b>							
Temperatura	°C		20	25		20	
Color Aparente	U.C. Pt-Co					28	17
Color Real	U.C. Pt-Co	15			11	<u>16</u>	<u>15</u>
Conductividad	mS/m				122,9	10,44	158,7
S.T.D.	mg/l			99	58	68	104,7
pH	UpH	6,5 - 8,5	7,8	8		7,87	8,32
Turbiedad	N.T.U.	5	2,56	<u>13,7</u>	0,54	3,26	1,37
<b>ANÁLISIS QUÍMICOS</b>							
Acidez	mg/l CaCO <sub>3</sub>					1,76	
Alcalinidad Total	mg/l CaCO <sub>3</sub>		39,2	46	50	42,95	53
Dureza Total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	0,40	102	51,48	48	44,5	69
<b>ANÁLISIS DE METALES</b>							
Arsénico	mg/l	0,01				0,004	
Calcio	mg/l			14,63	13,6	13,64	22
Hierro	mg/l	0,10		0,012	0,05	< 0,1	0,02
Magnesio	mg/l			3,640	3,36	2,52	3,4
Manganeso	mg/l	0,40			0,08		0,1
Cloruros	mg/l			3,54			5,5
Sulfatos	mg/l			4			13,18
Cobre	mg/l						0,10
<b>ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS</b>							
Coliformes Totales	NMP/100ml	AUSENCIA	<u>920</u>	<u>490</u>	<u>542</u>	<u>540</u>	<u>220</u>
Coliformes Fecales	NMP/100ml	AUSENCIA	<u>280</u>	<u>330</u>	<u>109</u>	<u>79</u>	<u>26</u>

**Elaboración:** Maldonado, Pedro José

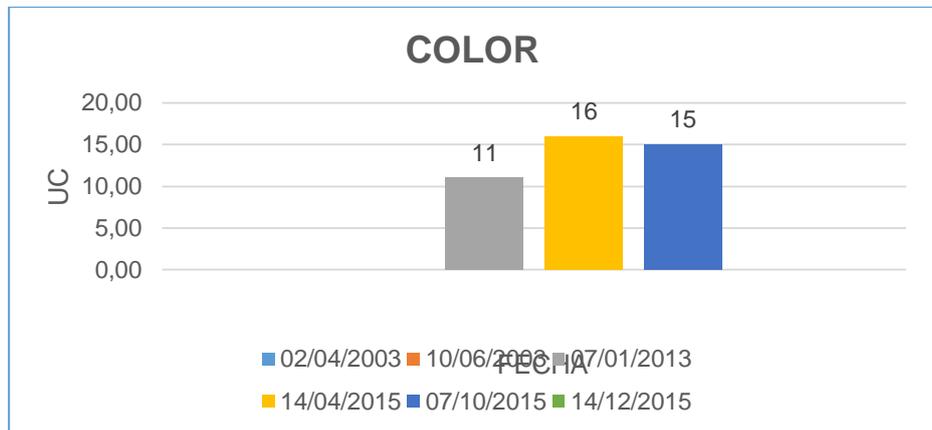
En base a estos resultados se obtuvieron las curvas de frecuencia, determinando así los parámetros más críticos.

Gráfico 1..Parámetro Turbiedad.



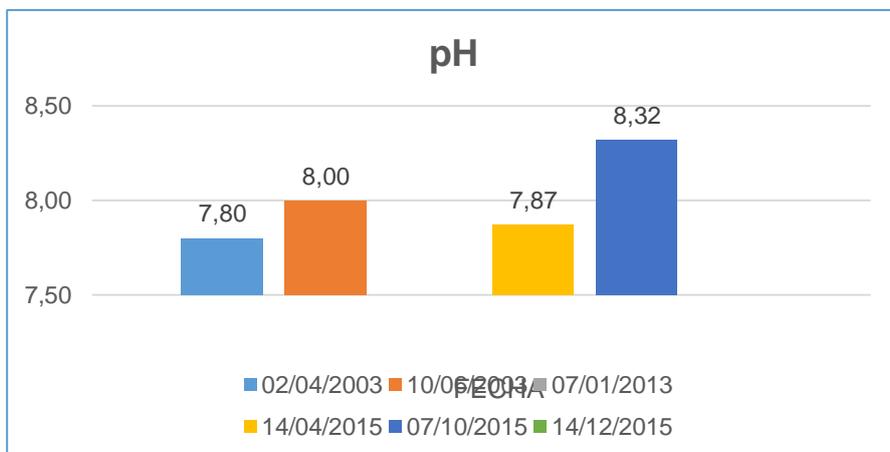
Elaboración: Maldonado, Pedro José

Gráfico 2. Parámetro Color.



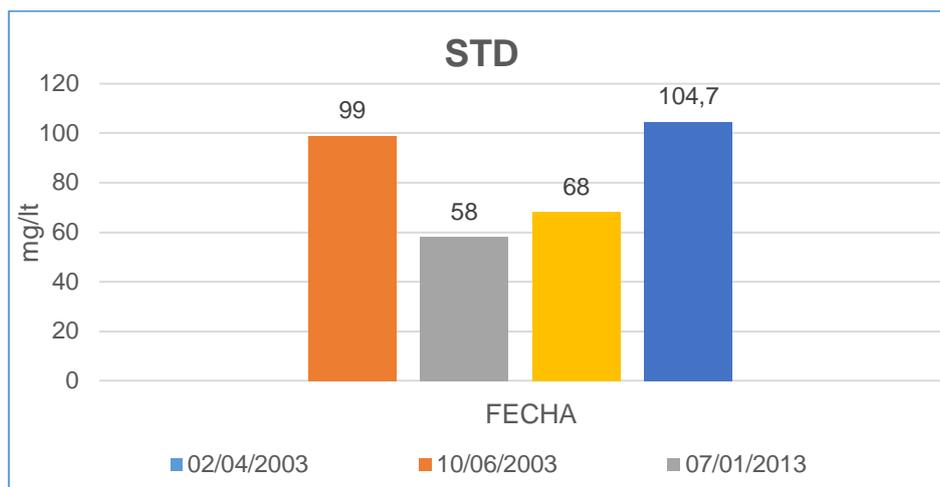
Elaboración: Maldonado, Pedro José

Gráfico 3.Parámetro pH.



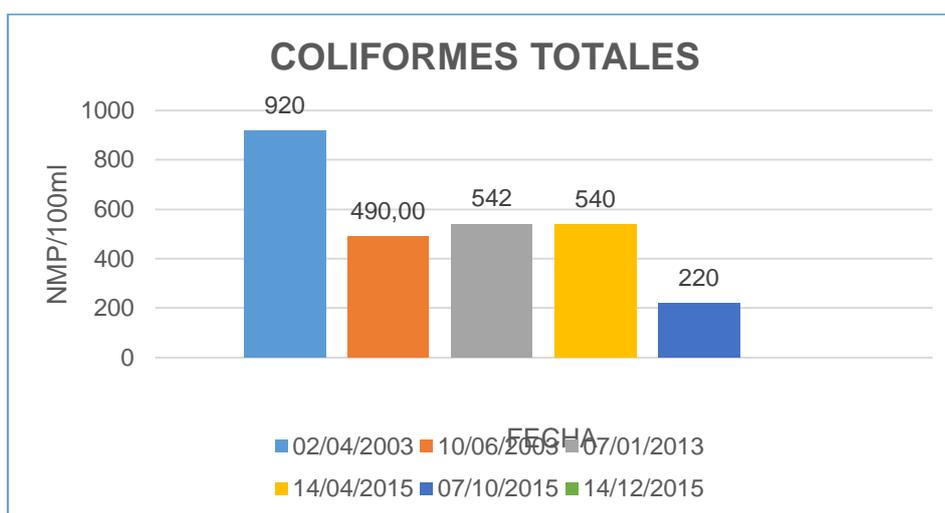
Elaboración: Maldonado, Pedro José

Gráfico 4. Parámetro Sólidos Totales Disueltos.



**Elaboración:** Maldonado, Pedro José

Gráfico 5. Parámetro Coliformes Totales.



**Elaboración:** Maldonado, Pedro Jose

Los parámetros físicos de turbiedad y color en el agua, se incrementan durante los períodos invernales, por encima de los límites establecidos en la NTE INEN 1108, esto debido al arrastre de materiales y sustancias húmicas, transportadas por la escorrentía hacia el río.

Los valores durante el período de estudio fueron de baja magnitud, su color y turbiedad se mantienen relativamente bajos. Su tratamiento, será posible realizarlo mediante un proceso de filtración rápida, que involucre la fase de coagulación química.

En relación a las sustancias químicas presentes y, debido a su origen superficial, el agua se presenta poco mineralizada (SDT ~ 82 mg/L).

El pH del agua se encuentra en torno a la neutralidad (pH=7), disminuyendo en los eventos de lluvias, siendo el valor máximo registrado de 8.32.

En base a lo establecido en la Norma Ecuatoriana para Estudios y Diseños de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes (CO. 10.07 – 601) en la sección 4.1.8.3, numeral d):

*“Filtración Directa descendente: puede remover normalmente hasta 20 NTU y picos esporádicos de hasta 50NTU; el contenido de color verdadero debe ser menor a 40 UC y el conteo de algas menor de 200 o a veces hasta 2000. El número de coliformes fecales debe ser menor de 1000 NMP/100ml.”*

#### **1.4.2 CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE**

Para el diseño, se contemplaran las siguientes etapas de tratamiento.

- Unidad de entrada (disipador de energía).
- Coagulación química, mediante la adición de una solución de sulfato de aluminio.
- Floculación corta.
- Filtración Rápida.
- Desinfección, aplicando cloro gas.

Las características de las unidades mediante las cuales se cumplirán estas etapas de tratamiento, han sido definidas en base a la eficiencia comprobada de las tecnologías empleadas en cada caso.

El período de diseño es de 20 años y se determinó un caudal de diseño ( $Q_d = QMD + 10\%$ ) para la PTAP de 32,74 Litros por segundo.

#### 1.4.2.1 CRITERIOS DE DISEÑO

Los principales criterios y parámetros contemplados en el diseño fueron:

1. El Gradiente de velocidades debe ser elevado, para contemplar las condiciones de operación de la PTAP mediante Filtración Directa y Completa ( $700$  a  $1.300 \text{ s}^{-1}$ )
2. El Resalto hidráulico debe ser de tipo estable.
3. Tiempos de retención cortos, menores a 5 segundos.

$$y_2 = 0.5y_1 \left( \sqrt{1 + 8Fr_1^2} - 1 \right)$$

Donde:

$Y_1$	Altura al inicio del resalto [m]
$Y_2$	Altura al final del resalto [m]
Fr	Número de Froud al inicio del resalto

El número de Froud, viene dado por la siguiente expresión:

$$Fr_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g \times y_1}}$$

Donde:

$V_1$  Velocidad al inicio del resalto [m]

La velocidad en la sección inicial del resalto, se calculó resolviendo la ecuación de energía específica, cuya solución viene dada por la siguiente relación:

$$V_1 = 2\sqrt{\frac{2gE_0}{3}} \cos \frac{\theta}{3}$$

Donde:

$E_0$  Carga hidráulica disponible [m]

$\theta$  Solución de la ecuación de energía.

La energía hidráulica disipada en el resalto vino dada por la expresión desarrollada por Belager, indicada a continuación:

$$E_n = \frac{(y_2 - y_1)^3}{4 \times y_1 \times y_2}$$

Donde:

$E_n$  Energía hidráulica disipada [m]

La longitud del resalto, se evaluó mediante la expresión desarrollada por Smetana, dada por:

$$L_r = 6(y_2 - y_1)$$

Donde:

$L_r$  Longitud del resalto [m]

El tiempo de mezcla, fue estimada mediante la siguiente expresión:

$$T_{mr} = \frac{2 \times L_{mr}}{V_1 + V_2}$$

Donde:

$T_{mr}$  Tiempo de mezcla [s]

El gradiente de velocidades, se determinó empleando la expresión desarrollada por Camp y Stein, dado por:

$$G = \sqrt{\frac{\gamma \times E_n}{\mu \times T_{mr}}}$$

Donde:

G Gradiente de velocidades en la mezcla [ $s^{-1}$ ]

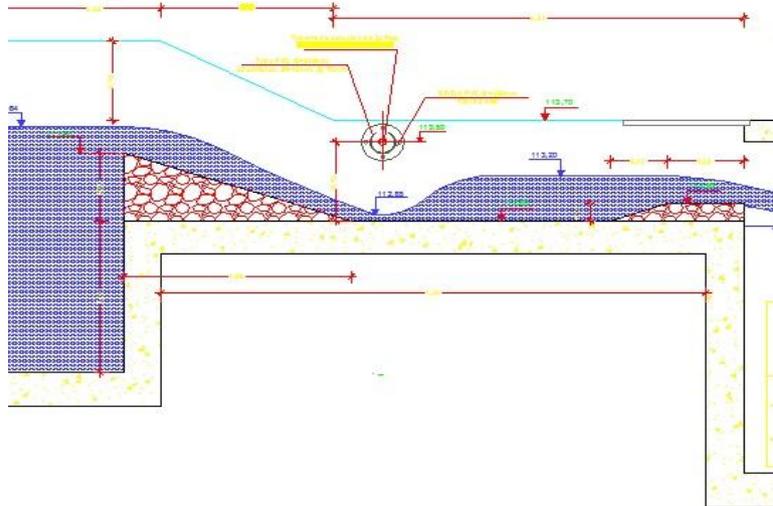
$\gamma$  Peso específico del agua [ $N / m^3$ ]

$\mu$  Viscosidad absoluta [ $N s/m^2$ ]

En los resultados, se obtuvo un canal de **0,50 metros de ancho**, con su tramo inclinado, iniciando a un **desnivel de 0.40 metros** sobre la solera del tramo plano del canal. En estas condiciones se obtuvo un gradiente de velocidades de  $1.280 s^{-1}$ ; y un número de Froud en esta sección de 7,02; lo que garantizará que el resalto será estable. En esta unidad se adiciona el sulfato de aluminio, con una dosis media de **10mg/l** a través de un difusor de 2 pulgadas de diámetro, y 5 orificios de  $\frac{1}{2}$  pulgada durante su longitud.

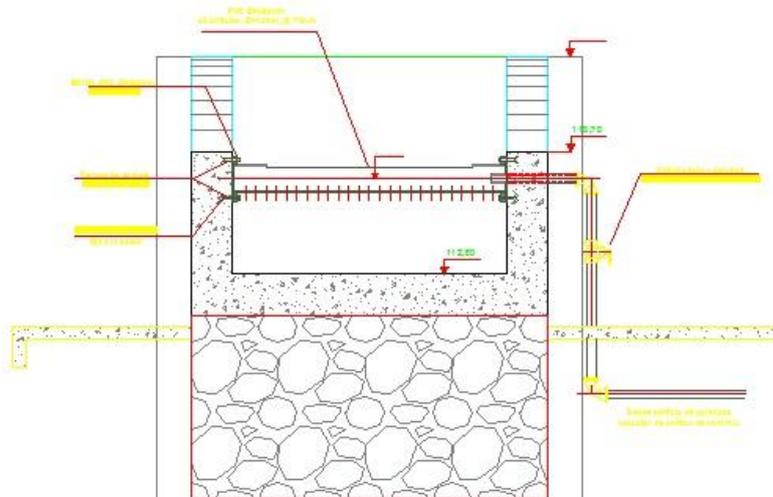
A continuación se presenta un esquema general de la unidad de mezcla rápida:

Figura 1. Unidad de mezcla rápida.



**Elaboración:** Maldonado, Pedro José

Figura 2. Tubo difusor del sulfato de aluminio.



**Elaboración:** Maldonado, Pedro José

## 1.5 UNIDAD DE FLOCULACIÓN

Para el diseño de la planta, se utilizará con un floculador del tipo hidráulico de pantallas de flujo horizontal. Las pantallas será removibles de madera machihembrada, tratada con barniz marino aplicado en varias capas, estas serán aplicadas en sentido opuesto a la anterior, formando así una gruesa capa

impermeabilizante, con un espesor de 4 centímetros. El espaciamiento libre entre pantallas es variable según con el gradiente de velocidades del tramo considerado.

La limpieza de esta unidad, se realizará mediante una válvula instalada al final de cada tramo. Estas válvulas permitirán el vaciado de la unidad hacia un canal recolector, conectado al sistema de drenaje general de la planta.

### 1.5.1 CRITERIOS DE DISEÑO

Como ya se explicó anteriormente, durante el periodo del muestreo del agua cruda no hubo precipitaciones que permitan tomar muestras apropiadas para realizar pruebas de tratabilidad, y por tanto obstaculizó la determinación experimental de parámetros hidráulicos para la fase de diseño. En consecuencia, se optó por tomar los valores de los parámetros hidráulicos de diseño, sugeridos por la Normativa Nacional (CO. 10.07 – 601):

*“Cuando el agua presente variaciones de calidad, se vuelve necesaria una floculación corta de 8 min. a 12 min., con dosis de coagulantes menores a 10mg/l, gradientes de velocidades superiores a  $50s^{-1}$ , similares a  $100 s^{-1}$  para mejorar la remoción de turbiedad y color, y reducir el periodo de duración del traspase inicial del filtro.”*

Así, el tiempo de floculación total implementado fue de 10 minutos dividido en dos tramos de gradientes de velocidad decrecientes, como resultado se obtuvo los siguientes valores:

**Cuadro 2** Parámetros hidráulicos empleados en el diseño de la unidad de floculación

DESCRIPCIÓN	TRAMO N°1	TRAMO N°2
Gradiente de velocidad	$79s^{-1}$	$52s^{-1}$
Tiempo de floculación	5 min	5 min

**Elaboración:** Maldonado Jara, Pedro José

Para realizar el dimensionamiento se considera que la energía hidráulica que estimula la agitación, es producida por la disipación en las vueltas de los canales y por la fricción en las paredes de los mismos. Para la cuantificación se aplicó la siguiente ecuación:

En las unidades hidráulicas, el gradiente de velocidad es una función de pérdida de carga:

$$G = \sqrt{\frac{\gamma * hf}{\mu}}$$

Dónde:

G	Gradiente de velocidades en la mezcla [s <sup>-1</sup> ]
Y	Peso específico del agua [N / m <sup>3</sup> ]
μ	Viscosidad absoluta [N s/m <sup>2</sup> ]
T	Tiempo de retención [s]

La pérdida de carga se produce a lo largo de los canales [h2] y principalmente en las vueltas [h1], por lo que la pérdida total en el tramo se estima en:

$$hf = h1 + h2$$

$$h_1 = \frac{K V^2 * L}{Rh^{2/3}} \quad h_2 = \left( \frac{n * V}{Rh^{2/3}} \right)^2$$

Dónde:

n	Coefficiente de Manning [de acuerdo al material]
V	Velocidad en los canales [m/s]
g	Aceleración de la gravedad [m/s <sup>2</sup> ]
Rh	Radio hidráulico del canal [m]
L	Longitud total en el tramo [m]

K	Coefficiente de pérdida de carga en las curvas
[1,5 a 3]	
N	Número de vueltas o pasos entre canales

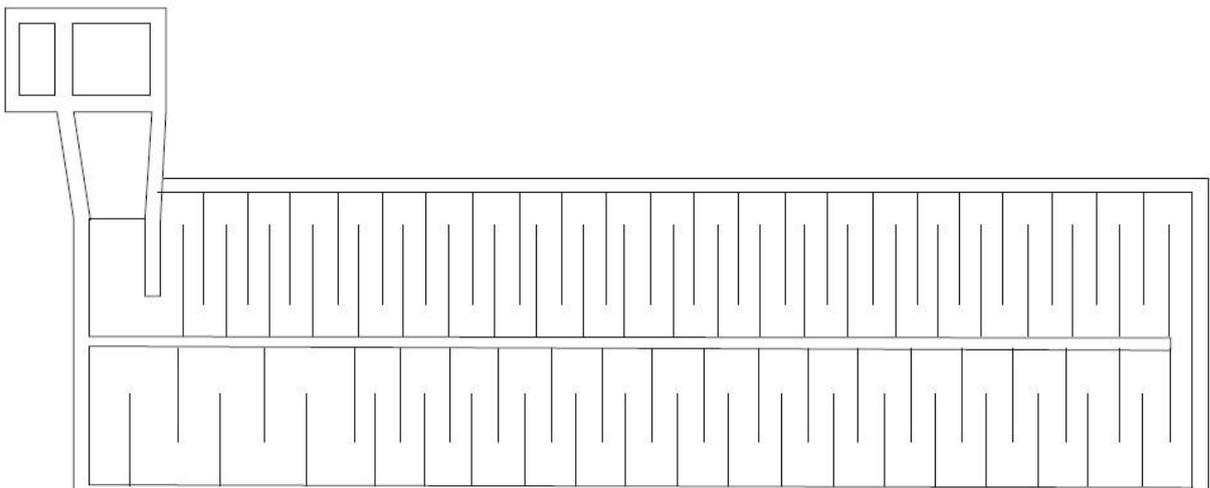
Cabe señalar que en el fondo de la unidad, se plantea dejar una pendiente igual a la pérdida de carga obtenida en el cálculo, haciendo que la altura de agua sea constante y en consecuencia, el gradiente de velocidad en todo el tramo también tenga un comportamiento homogéneo.

Los principales resultados encontrados son los siguientes:

El floculador esta constituido por 2 tramos con tiempos de retención de 5 minutos cada uno. El tramo N°1 tiene una velocidad de 0.33m/s, 32 pantallas equidistantes a 17 centímetros, y una longitud total del tramo de 6,74m. El tramo N°2 presenta una velocidad de 0.26m/s, 25 pantallas equidistantes a 21 centímetros, y una longitud total del tramo de 6,56m.

El siguiente esquema, representa una unidad de floculación hidráulica:

**Figura 3.** Esquema general de la unidad de floculación hidráulica.



Fuente: OPS/CEPIS/PUB/04.11.

### **1.5.2 CARGA HIDRÁULICA DE LA BATERÍA DE FILTROS Y PÉRDIDAS DE CARGA**

La carga hidráulica de la batería de filtración, tiene por objeto compensar las pérdidas hidráulicas que se generan durante el transcurso del proceso, las cuales son de dos tipos: pérdidas de carga laminares y pérdidas de carga turbulentas.

A fin de incentivar recorridos de filtración con la duración idónea para el proceso, se implementan dos criterios: se considera un valor favorablemente alto para la carga hidráulica, y se opta por usar un medio filtrante con la capacidad de captar un gran volumen de impurezas y desarrollar poca pérdida de carga.

Con relación a la carga hidráulica, está condicionada por las tasas de filtración que se ocasionan en el sistema, por tanto se hace necesario asumir un valor que garantice la calidad de agua obtenida por el sistema, bajo una tasa máxima de filtración. Recomendaciones avaladas por la literatura especializada, sugieren adoptar una razón entre la tasa máxima ( $T_{\max}$ ) y la media ( $T_{\text{media}}$ ) comprendida entre 1.3 a 1.5, haciendo que la calidad del efluente y la duración de los recorridos, sean óptimos.

La siguiente ecuación es la implementada:

$$H_f = 4.82 \times 10^{-6} \times T^2 + 1.09 \times 10^{-6} \times T^{1.852} + 1.67 \times 10^{-3} \times T + 2.00 \times 10^{-3} \times T^{0.667} - 4 \times 10^{-3}$$

A través de este proceso, se hizo la verificación del cálculo y, la posibilidad de adoptar una carga hidráulica para la filtración de 1,00 metro.

### **1.5.3 MEDIO FILTRANTE MIXTO DE ARENA – ANTRACITA**

Las unidades contarán con un sistema filtrante que se compone básicamente de antracita y arena, debido a las siguientes razones:

- a. Los medios filtrantes mixtos de antracita y arena, por sus propiedades granulométricas y los diferentes pesos específicos, facilitan una mayor capacidad de retención de impurezas en el interior del lecho, obteniendo elevadas tasas de filtración y bajas tasas de pérdida de carga hidráulica, dando como resultado una mayor productividad por carrera de filtración.
- b. La antracita tiene un bajo peso, por tanto necesita menos cantidad de agua durante el lavado, obteniendo una reducción en los gastos de producción.
- c. La calidad del efluente es favorecida, a razón que la arena ubicada en la parte inferior del medio filtrante, posee granulometría menor que la antracita. En consecuencia, la filtración se hace en el sentido en que disminuye el tamaño del material usado como filtro.

A continuación se cita algunas características de los materiales filtrantes a tener en cuenta:

- ✓ Arena: diámetro efectivo (d<sub>10</sub>) igual a 0,67; rango de tamaños entre 0,42mm -1.41 mm; coeficiente de uniformidad inferior a 1.50. Espesor de la capa, de 0,30 m.
- ✓ Antracita: diámetro efectivo (d<sub>10</sub>), igual a 1.00mm; coeficiente de uniformidad, inferior a 1,5; masa específica, mayor que 1650 Kg/m<sup>3</sup>. Espesor de la capa de 0.60m.

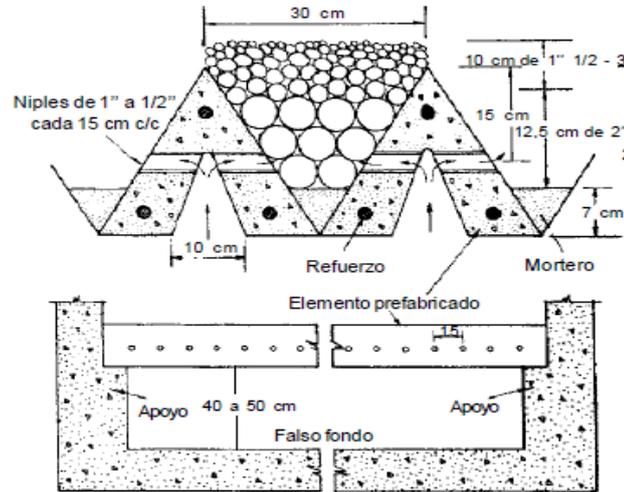
#### **1.5.4 SISTEMA DE DRENAJE DE LOS FILTROS**

El sistema de drenaje de los filtros, tiene por objeto la recolección del agua filtrada, así como la distribución del agua y aire durante el retro lavado. Dicho sistema está conformado por el lecho de soporte de grava y el fondo falso prefabricado.

Es importante considerar que el sistema de drenaje debe ser construido en obra, sin la necesidad de importaciones, por tanto es ideal que sea constituido por

viguetas prefabricadas de concreto de forma triangular, las cuales deben ser menores o iguales a 4 metros en pro de evitar el pandeo.

**Figura 4.** Drenaje de viguetas triangulares



**Fuente:** OPS/CEPIS/PUB/04.11.

El ancho de cada vigueta será de 15 centímetros y tendrá una longitud de 2,80 metros. El número total de viguetas por filtro será de 8 y contarán con 448 orificios de de ½ pulgada de diámetro.

La pérdida de carga en el sistema de drenaje se deduce a partir de la siguiente expresión:

$$H_f = \frac{q_o^2}{g C_d A_o^2}$$

Dónde:

$H_f$	Pérdida de carga en los orificios [m]
$q_o$	Caudal del orificio [m <sup>3</sup> /s]
$g$	Aceleración de la gravedad [m/s <sup>2</sup> ]
$C_d$	Coefficiente descarga de los orificios [0,60m]
$A_o$	Área de cada orificio [m <sup>2</sup> ]

La velocidad de la sección de paso por el falso fondo ( $V_{ffo}$ ) debe mantener relación con la velocidad de paso por los orificios ( $V_o$ ), de tal manera que el caudal se distribuya de modo uniforme en todo el lecho filtrante. EL fondo falso tendrá una altura de 40 centímetros.

$$\frac{V_{ffo}}{V_o} \leq 0,46$$

## 1.6 UNIDAD DE DESINFECCIÓN

Se propone que la planta tenga una cámara de contacto de cloro, la cual irá a continuación de la batería de filtros rápidos, separados por la galería de válvulas de operación de los filtros. Serán conformadas por un laberinto formado por tabiques, en la cual se obtiene un flujo de tipo pistón; por lo tanto, un mismo tiempo de retención hidráulica a la masa de agua e igual acción de contacto con el cloro.

En la base de la cámara y en el primer canal que receipta los efluentes de los filtros, se ubicará el distribuidor de la solución de cloro (tipo horizontal PVC).

La cámara de contacto tendrá un tiempo de retención de 25 minutos en dos compartimientos, con dimensiones de 6,70m por 1,20m y 3 metros de profundidad, por lo que el volumen de dicha cámara será de 50 metros cúbicos. Estos valores se obtienen aplicando la siguiente expresión:

$$V_{cc}$$

Dónde:

$V_{cc}$	Volumen de la cámara de contacto [m <sup>3</sup> ]
$T_c$	Tiempo de contacto [min]

La salida del agua tratada de la cámara de contacto, se hace a través de un vertedero común que regula el nivel de agua en el interior de esta unidades, y

descargaran a una cámara final, la cual tendrá destino hacia los tanques de reserva respectivos.

El sistema de cloración se realiza a través de la aplicación del Cloro gas, con una dosis media de 2 mg/l, con una concentración de 1500mg/l. Con esta dosis, se necesita de 5,66 kg/d de cloro gas dosificado, lo que representa utilizar 1 cilindro de 75 kg y 3 almacenados, según parámetros establecidos por la normativa internacional.

La siguiente expresión fue la aplicada para estimar el sistema de cloración:

$$M_{cl}$$

Dónde:

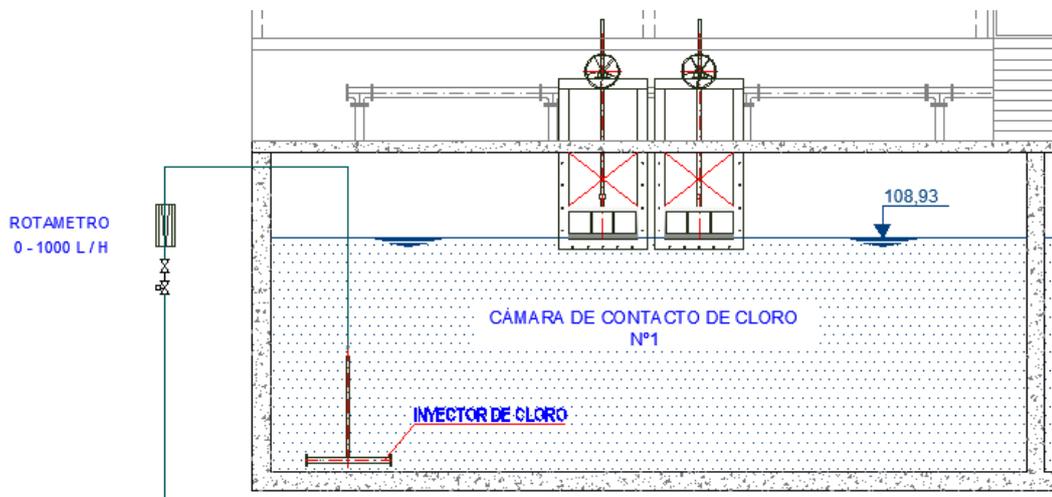
Mcl Masa de cloro gas dosificado [kg/d]  
Q Caudal de diseño [m<sup>3</sup>/s]  
D Dosis de cloro gas [mg/l]

$$q_{sol} = 1000 * Q * D$$

Dónde:

q<sub>sol</sub> Caudal de solución de cloro [l/s]  
C Concentración de la solución de cloro gas [mg/l]

**Figura 5** Esquema general de la cámara de cloración.



**Elaboración:** Maldonado Jara, Pedro José

## **1.7 OBRAS COMPLEMENTARIAS**

A continuación se detalla los aspectos y criterios de las obras complementarias:

### **1.7.1 EDIFICACIONES**

Para la implementación de la planta, se han definido aspectos técnicos de las edificaciones necesarias, tales como:

1. Edificio de químicos, será el lugar donde se dispongan y almacenen los productos químicos de la planta nueva como sulfato de aluminio. Además debe disponer de un espacio suficiente para realizar la preparación y dosificación de soluciones. La segunda planta de este edificio será dispuesta para la parte administrativa, para uso del personal permanente de mantenimiento de las instalaciones y del personal técnico.
2. Edificio de cloración, el cual será distribuido en dos aéreas así: en la primera se almacenarán los cilindros de cloro de 65 kg; y en la segunda, será un área de dosificación y control del proceso de cloración.
3. Casa de guardianía.

### **1.7.2 REDES DE SERVICIO INTERNO DE LA PLANTA**

La red interna de agua potable, será suministrada mediante un sistema de presión constante, con el objetivo que proporcione una presión de servicio de 30 mca.

La red de alcantarillado sanitario y el tratamiento de las aguas residuales generadas por el personal que labora en la planta.

La red pluvial, la cual captará la escorrentía de los espacios impermeables, como vías, cubiertas de las edificaciones y patios de maniobras; además, del vaciado

de floculadores; y excesos de agua; provenientes de las estructuras de reboces de las unidades.

### 1.7.3 INSTRUMENTACIÓN DE CONTROL

A continuación se muestra los instrumentos requeridos para llevar a cabo el proceso de potabilización de manera eficiente y de calidad:

**Cuadro 3** Instrumentos básicos para el control de la planta

<b>Instrumentación</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Punto de Medida</b>
Medidor electro magnético de caudal	Medida del caudal de entrada a la nueva planta.	tubería de llegada a la planta
Analizador Turbiedad	Medida de la turbiedad del agua cruda	En la tubería de llegada de agua cruda
Analizador Turbiedad	Medida de la Turbiedad del Agua Filtrada	En la salida de agua filtrada de cada unidad
Medidor electro magnético de caudal	Medida del caudal de salida de cada filtro, determinación de la tasa de filtración	En las tuberías de salida de agua filtrada de cada unidad
Analizador Residual Cloro	Medida del Cloro Residual del agua tratada	Opcional. Junto a la salida de la Cámara de Contacto

**Elaboración:** Maldonado Jara, Pedro José

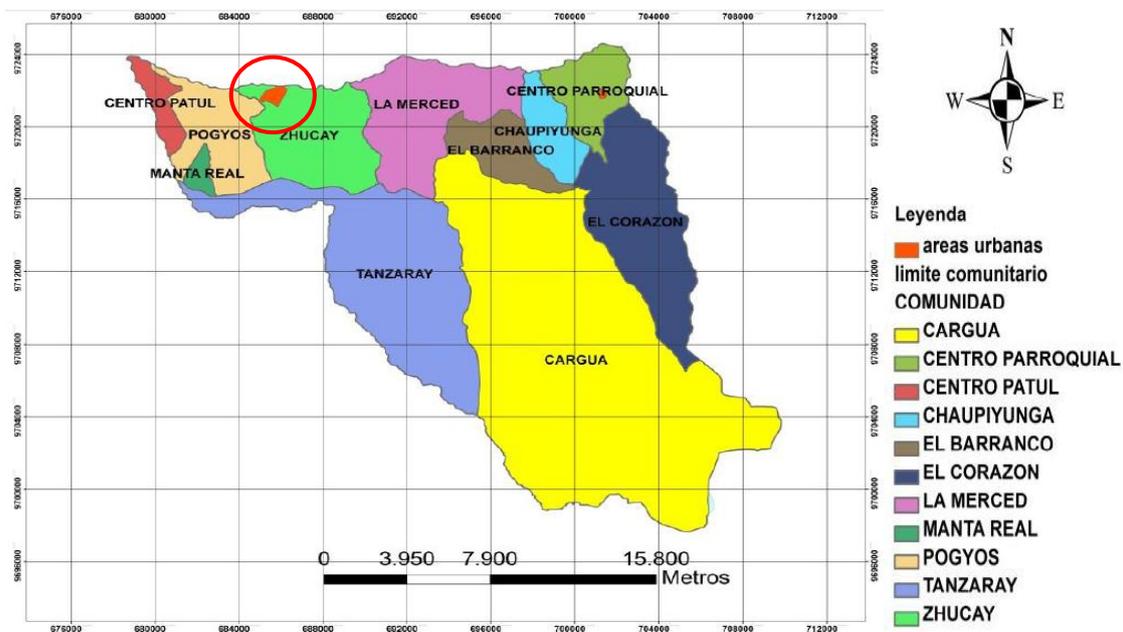
## 1.8 ASPECTOS FÍSICOS

En este numeral se presenta una descripción de los aspectos geológicos e hidrológicos de la zona donde se desarrolla el proyecto. A continuación se realiza un contexto general.

### 1.8.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La Comunidad de Zhucay, se encuentra ubicada en la parte baja de la parroquia San Antonio de Paguancay, que pertenece al Cantón Cañar, provincia del Cañar. Dicha parroquia tiene una extensión territorial de aproximadamente 41619,97 ha, se encuentra a 15 km. de la ciudad de la Troncal, sus límites son: al Norte con el Río Cañar y la parroquia Ducur; al Sur con la Cordillera del Cajas y Garau (Provincia del Azuay); por el Este el Río Corazón y la Parroquia de Gualleturo, y por el Occidente el Río Patúl y la cima de la Cordillera de Sanahuín hasta las montañas de Cajas. (Sistema Nacional de Información, 2013).

Ilustración 2. División geográfica de la Parroquia San Antonio



**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

**Elaborado:** Equipo técnico PDOT Cañar

## 1.8.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

A continuación se realiza una descripción de las características físicas de la zona de influencia del proyecto, fundamentalmente de la cuenca hidrográfica del río Cañar:

Los datos obtenidos en (Consortio GAS FENOSA-ASTEC, 2015) son los siguientes:

- La superficie es de 2.460 km<sup>2</sup>, aproximadamente.
- Drena desde los 4.500 msnm hasta su desembocadura en el Océano Pacífico
- Tiene una longitud de recorrido de 134 km aproximadamente.
- Las elevaciones de mayor altitud se localizan en el nudo del Azuay a una altitud de 4.500 msnm.

El proyecto integral de agua potable regional Tigsay beneficia a las poblaciones aledañas a la zona litoral de la cuenca del río Cañar, la cual se distribuye entre la cota 200 msnm y el nivel del mar; tiene una topografía plana que la predispone a inundaciones. Además, el río tiene un gradiente bajo, lo que hace que sea propenso a eventos de material acumulado.

Por otra parte, existe gran variedad de flora que se distribuye así: desde los 3000 msnm existen páramos y pajonales, entre los 3.000 m y los 1.500 m se considera zona de montaña y hay vegetación abundante característica propia de la zona subtropical; entre los 1.500 m y los 200 m de altitud se encuentran los bosques húmedos, y por debajo de los 200 msnm, se observa cultivos agrícolas propios de la costa. Ver anexo (1)

### **1.8.3 INFRAESTRUCTURA**

**Red de distribución de agua:** El agua que consumen las personas de la comunidad de Zhucay, proviene de una planta de abastecimiento ubicada en el río Tigsay. Dicha captación y distribución, se realiza a través de una red, construida hace más de 20 años, por lo cual no cuenta con los requerimientos técnicos y la proyección de habitantes que amerita una obra de esta magnitud. En consecuencia, la red de distribución de agua no satisface las necesidades de la comunidad.

La población de Zhucay, cuenta con un sistema de alcantarillado, su infraestructura abarca la población central, excluyendo a las afueras. Este sistema hidrosanitario no abastece a la población. El sistema de alcantarillado tiene una desembocadura a las afueras de la comunidad, contando con piscinas de oxigenación no adecuadas para el tratamiento y restablecimiento del agua. El anexo 2, muestra con detalle lo observado.

## **1.9 ASPECTOS NATURALES**

Es prioritario identificar los aspectos naturales de la zona de influencia del proyecto, con el fin realizar los diseños con los ajustes técnicos necesarios para el adecuado funcionamiento del sistema de agua. Las consideraciones a tener en cuenta son:

### **1.9.1 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS**

El proyecto se ejecuta en la región interandina de la provincia de Cañar, en la vertiente occidental, hacia el Pacífico, en función del clima predominante, es ecuatorial mesotérmico semi-húmedo. La temperatura promedio de la zona es de 17°C a 24°C (Consortio GAS FENOSA-ASTEC, 2015).

A lo largo de la cuenca del río Cañar se puede apreciar dos tipos de clima, debido a la influencia de los vientos Alisios Orientales y de las dos corrientes marinas: Humboldt y del Niño. (Consortio GAS FENOSA-ASTEC, 2015).

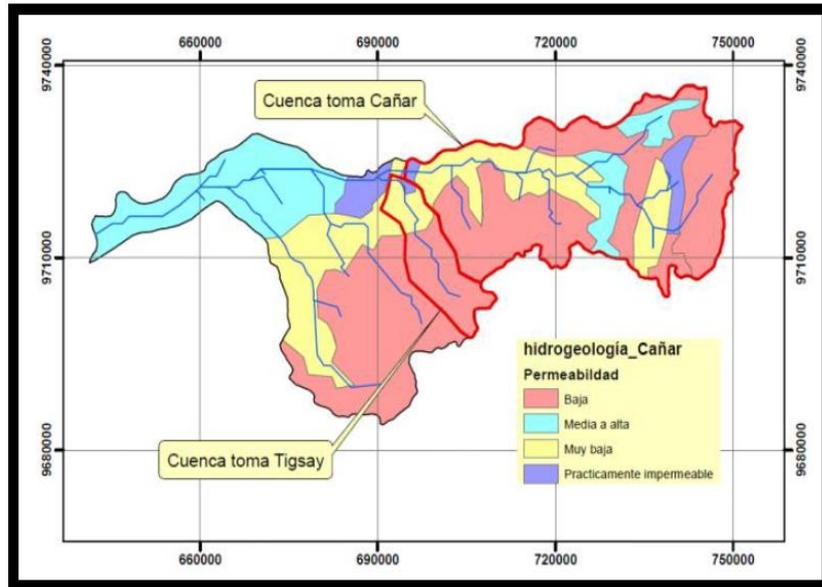
En cuanto a los valores promedios de la precipitación pluviométrica de la cuenca del río Cañar, tenemos marcas de diferencias entre la parte alta que presenta reportes anuales de 600 mm y en la zona media y baja de la cuenca que es de 2.000mm. Estas variaciones se presentan como resultado de las condiciones orográficas de la zona. (Consortio GAS FENOSA-ASTEC, 2015).

### **1.9.2 RECURSOS HÍDRICOS**

En este aspecto se toma en cuenta el sistema hidrográfico al cual pertenece el río Tigsay, el cual va a abastecer a la comunidad de Zhucay por ser uno de los mayores afluentes del río Cañar que nace en el nudo del Azuay, en los páramos de Quinaloma a una altitud de 4.200 msnm (llamado Huayrapungo) y tiene una trayectoria de norte a sur. Después del aporte de la quebrada Cachi, toma el nombre de San Pedro y cambia de dirección para seguir de Este a Oeste hasta la confluencia con el río Molobog, en donde toma el nombre de Cañar, que inicia su recorrido en dirección Este – Noroeste, hasta la confluencia con el río Silante para seguir de Este a Oeste hasta su desembocadura en el estrecho El Trapiche, en el Golfo de Guayaquil, en el Océano Pacífico. (Consortio GAS FENOSA-ASTEC, 2015).

La empresa ELECAUSTRO ha realizado interpolaciones entre las estaciones meteorológicas, Toma del río Cañar, Puerto Inca, Cuenca del río Cañar con el fin de estimar el caudal medio en la captación del río Tigsay y posteriormente obtener el hidrograma de este año tipo en la toma del Tigsay.

### Ilustración 3. Geología de las Cuencas Hidrológicas



**Fuente:** GAS NATURAL FENOSA, 2014

Todo proyecto de esta envergadura debe analizar los riesgos ambientales que se ocasionarían a la zona de influencia, a continuación se hace una exposición de los riesgos ambientales más relevantes a considerar:

#### 1.9.3 RIESGOS AMBIENTALES

A través de la empresa ELECAUSTRO, se pudo obtener un análisis de riesgos del componente biótico, el cual fue realizado durante la construcción de una Central Hidroeléctrica, que si bien es cierto, representa un mayor impacto ambiental, es aplicable a nuestra investigación y nos permitirá tener mayores índices de conservación de la fauna (Cuadro 1).

Se observa que los índices de sensibilidad son aceptables, en consecuencia el proyecto es factible al considerar que el área de influencia (captación y conducción), es aledaña a la zona donde ELECAUSTRO realizó dichos estudios del riesgo ambiental, por tanto es procedente realizar esta interpolación.

Cuadro 4. Análisis de Riesgos Ambientales

Componente Biótico (caracterización)	Sensibilidad por Grupo taxonómico	Sensibilidad faunística
<b>Mastofauna.-</b> Hay presencia de un total de 19 especies. El índice de diversidad de Shannon es de 2.69, lo que significa una baja diversidad.	Sensibilidad baja	Sensibilidad media
<b>Avifauna.-</b> Hay presencia de un total de 54 especies, un alto porcentaje de las aves registradas son generalistas. Según el índice de Shannon (3.53), la diversidad es alta.	Sensibilidad media	
<b>Herpetofauna.-</b> Hubo un registro de 13 especies, el índice de Shannon representa una mediana diversidad (2.25).	Sensibilidad alta	
<b>Ictiofauna.-</b> Se encontró la presencia de 7 especies, por tanto hay una baja diversidad.	Sensibilidad Media	
<b>Macro invertebrados acuáticos.-</b> Hubo un reporte de 43 morfo especies de invertebrados macro bentónicos. Según el Índice Shannon (2.52), la diversidad fue media.	Sensibilidad Media	
<b>Zooplankton.-</b> Hay presencia de 3 géneros.	Sensibilidad baja	
<b>Fitoplancton.-</b> Hubo un registro de 28 géneros, lo que representan una diversidad alta	Sensibilidad Media	

**Fuente:** Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del proyecto Hidroeléctrico Ocaña II  
**Elaboración:** Consorcio Gas Fenosa – Astec, 2015

Para una completa evaluación del riesgo ambiental también se debe contemplar el aspecto forestal, para lo cual la empresa ELECAUSTRO contrato los servicios de una consultora que determinó y levanto el siguiente inventario forestal (Consorcio Gas Fenosa – Astec, 2015): (Consorcio GAS FENOSA-ASTEC, 2015)

- Guarumo.
- Fernán Sánchez.
- Balsa.
- Guaba.
- Boya.

- Sapán.
- Matapalo.
- Ficus.
- Guadua.
- Chilca.
- Guayaba.
- Canilla de venado.
- Coquito.

Cabe destacar que en el área de remoción de cobertura vegetal, se encontró la especie forestal Moral (*Clarisia racemosa*), árbol maderable que según la Normativa Forestal vigente (Ministerio de Ambiente del Ecuador, 2003), tiene condicionado su aprovechamiento, es decir que debe tener un diámetro mínimo de corta o que está prohibido su aprovechamiento por peligro de extinción o su sobre explotación.

## **1.10 ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS**

El aspecto socio-económico se usa para determinar la situación demográfica y las principales características económicas de la población beneficiada por la investigación. Para la obtención de dicha información, se hizo un trabajo en conjunto con los compañeros del estudio, donde se procedió a desarrollar encuestas.

### **1.10.1 INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA**

Para acceder a la información demográfica de nuestro país, existen diferentes recursos entre los cuales se encuentran: registros de nacimientos y defunciones, registros de matrimonios y divorcios, registros de flujos migratorios, encuestas demográficas, los censos de población y la geoestadística aplicada a la demografía (Instituto Nacional de Estadística y Censos-INEC, 2015).

Asimismo, existen instituciones públicas que tienen bases de datos adicionales, que se han generado en función de las necesidades de la propia institución. Entre las más representativas se encuentran:

- Ministerio de Salud Pública
- Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
- Registro Civil
- Migración (Policía Nacional)
- Además existen instituciones internacionales como: Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFRA), Centro de Estudios Y Paternidad Responsable (CEPAR).

#### 1.10.2 POBLACIÓN ACTUAL

Según las encuestas socioeconómicas realizadas a la población de Zhucay, los datos generados en el levantamiento de la información por parte de los técnicos del SIL (Sistema Información Local), estima que la Parroquia de San Antonio tiene una población de 1500 personas (718 mujeres y 782 hombres), en tanto que la Comunidad de Zhucay tiene una población de 834 habitantes, con una distribución según el género así:

Cuadro 5. Información de la Comunidad de Zhucay

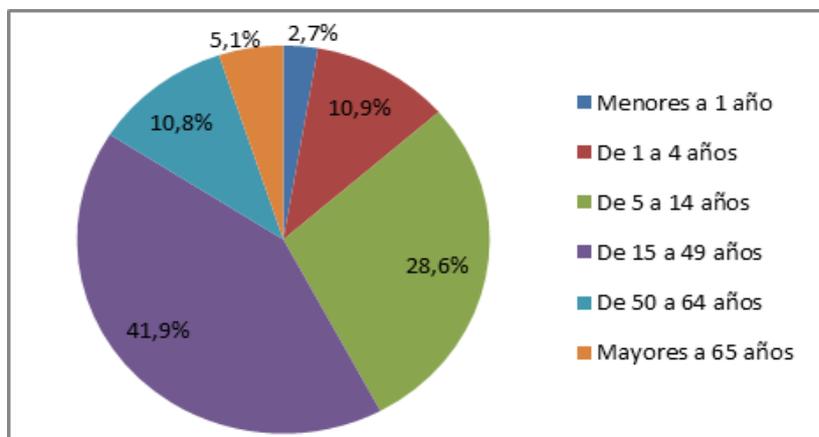
Comunidad	HOMBRES	MUJERES	Total
Zhucay	345	489	834

**Fuente:** Sistema Nacional de Información, 2013

**Elaboración:** Maldonado Jara, Pedro José

Adicionalmente, el Sistema Nacional de Información (2013) ha generado la siguiente información demográfica:

Gráfico 6. Distribución de la Comunidad de Zhucay, según el grupo etario.



**Fuente:** Sistema Nacional de Información, 2013  
**Elaboración:** Maldonado Jara, Pedro José

### 1.10.3 EDUCACIÓN

En la parroquia existe un escaso porcentaje de personas analfabetas, 18.54% esto se ha producido por diferentes factores como falta de establecimientos educativos, abandono de las autoridades de turno, despreocupación de las personas, etc., sin embargo en los últimos años varias instituciones educativas se han establecido en la comunidad de Zhucay, con programas de escolarización que han ayudado a mejorar el nivel educativo presentes en la parroquia, han realizado programas de escolarización que han ayudado a mejorar el nivel educativo. El Índice de desarrollo educacional es de 24.75%, (datos obtenidos en la comunidad) el cual se estima en base a el porcentaje de alfabetismo de la población de 15 y más años de edad, nivel de escolaridad de la población de 24 y más años de edad, porcentaje de la población de 24 y más años de edad con instrucción superior y tasas netas de asistencia en los niveles primario, secundario y superior. (Sistema Nacional de Información, 2013). A continuación se detalla la frecuencia de analfabetismo según el género:

Cuadro 6. Comunidad de Zhucay según analfabetismo y género

Comunidad	hombres alfabetos	hombres analfabetos	Total	mujeres alfabetas	mujeres analfabetas	Total
Zhucay	679	128 - 8.54%	807	684	150 - 10%	834

**Fuente:** Sistema Nacional de Información, 2013

**Elaboración:** Maldonado Jara, Pedro José

#### 1.10.4 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

Es la parte de la población total que participa en la producción económica, para fines estadísticos se considera dentro del PEA a todas las personas mayores de 12 años y menores de 65 años que teniendo empleo o sin tenerlo están buscándolo o a la espera de uno.

Cuadro 7. Población Económicamente activa de la Parroquia de Zhucay

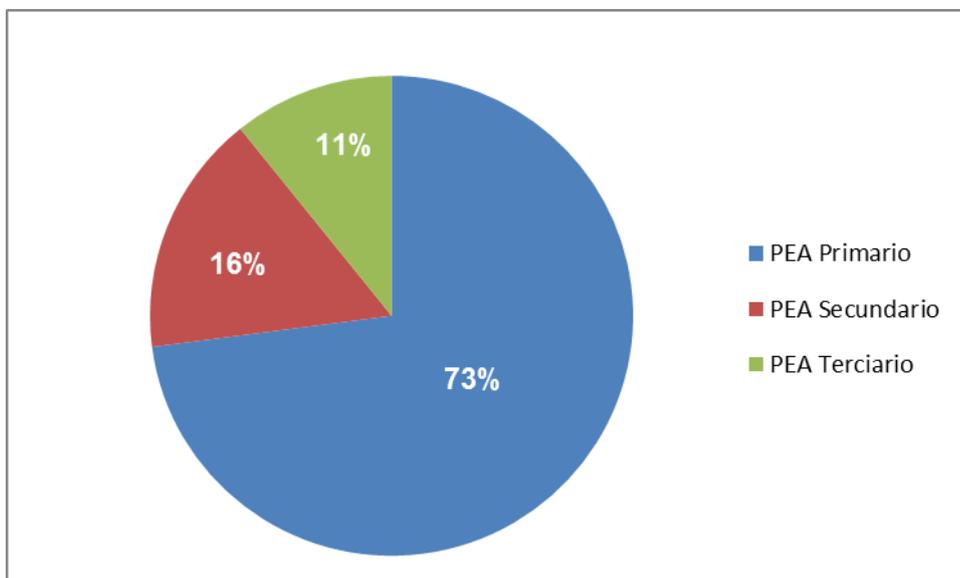
Comunidad	Población Económicamente Activa	PEA Primario	PEA Secundario	PEA Terciario
Zhucay	687	501	112	74

**Fuente:** Sistema Nacional de Información, 2013

**Elaboración:** Maldonado Jara, Pedro José

Del total de la población 501 personas trabajan en labores agrícolas, 112 personas se dedican a labores artesanales y manufactureras y 74 tienen actividades comerciales y económicas.

Gráfico 7. Población Económicamente activa por sector de producción



**Fuente:** Sistema Nacional de Información, 2013

**Elaboración:** Maldonado Jara, Pedro José

## CAPITULO II: BASES DE DISEÑO

### 2.1 GENERALIDADES

El diseño de un sistema de distribución de agua potable debe considerar el uso de criterios en razón de la factibilidad técnica que tendrá cada uno de los elementos del sistema, en base a lo anterior, es necesario conocer el rendimiento óptimo que tendrá la red de agua potable, esto se logra mediante cálculos específicos, eficientes y ajustados a las proyecciones de la población y estándares regulados por el Estado.

En nuestro país la entidad encargada de regular y revisar las normas de construcción y diseño de redes de agua potable es el INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización), SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua), OPS (Organización Panamericana de la Salud), entidades que regula las normas que deben regir para el estudio y diseño de las obras sanitarias en el Ecuador, el mismo se extiende a la siguiente normativa y de uso obligatorio para el área rural.

### 2.2 PERIODO DE DISEÑO

El periodo de diseño es el tiempo durante el cual se espera utilizar el sistema de manera eficiente, la estimación del funcionamiento de la red de agua potable es un asunto de criterio basado en las normas anteriormente citadas, Cuadro 6

Cuadro 8 Elementos a utilizarse

Elementos	Vida útil
Obras de captación	25 a 50 años
Conducciones en PVC	20 a 30 años
Planta de almacenamiento	30 a 40 años
Tanques de almacenamiento y distribución	30 a 40 años
Redes de distribución de acero o hierro dúctil	40 50 años

**Fuente:** Servicio Ecuatoriano de Normalización

**Elaboración:** Maldonado Jara, Pedro José

El diseño de la red de distribución para la parroquia de Zhucay se asume para 20 años.

## **2.3 ANÁLISIS POBLACIONAL**

Para que el sistema funcione de manera correcta se debe proyectar a la población futura. Este estudio debe integrar diversas variables como: demográficas, socioeconómicas, rurales y regionales, además de la normativa y regulación municipal de la Troncal.

Para ello se debe calcular mediante tres métodos de proyección, determinando así la población de diseño a través de una media aritmética.

### **2.3.1 ENCUESTA Y ANÁLISIS DE DATOS**

Para determinar las variables descritas anteriormente, se realizó a la población una encuesta, tomando en cuenta variables demográficas, que nos permitirán conocer la población ponderada.

## **2.4 CÁLCULO DE POBLACIÓN**

A partir de los criterios planteados se procede a realizar los cálculos, siguiendo la metodología descrita en la Norma INEN, en base a este criterio se debe realizar el cálculo de la población.

### **2.4.1 POBLACIÓN FUTURA DE LA COMUNIDAD DE ZHUCAY-CAÑAR**

Como se indicó anteriormente en la revisión de literatura. Inicialmente se procederá al análisis de los datos poblacionales a fin de establecer los cálculos para su aplicación efectiva en el dimensionamiento de los componentes del sistema de agua potable.

- Población inicial ( $p_i$ ) esta se establece en base a las encuestas realizadas y es de 1500 habitantes (población ponderada).
- Para el cálculo de la población actual se incrementó el 10% de la población estudiantil
- En base a la información de la página web del INEC, se buscó la información del número de pobladores de la comunicad, constatando que esta entidad no posee el número de habitantes por comunidades; como es el caso de Zhucay. La información que se utilizará será de una población similar que es la de “Pancho Negro”, comunidad cercana a la de Zhucay.

Los datos disponibles de la comunidad Pancho Negro son los siguientes:

- Población del año 2001 es de 7.224 habitantes.
- Mientras que en el año 2010 fue de 9.014 habitantes. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, 2010)

Debemos destacar que la Norma INEN, establece que para los sistemas de agua potable, la obra debe tener una eficiencia proyectada para 20 años; en nuestro estudio se anexaran 6 años, debido a que los datos poblacionales fueron tomados del 2010 y el sistema se diseñará para el año 2015 y se proyectara para el 2035

Con estos datos procedemos a realizar los cálculos.

- **Índice de Crecimiento-Comunidad de Zhucay.**- El cálculo de índice de crecimiento en el presente estudio no ha sido posible realizarlo con datos reales, debido a que no se dispone de información poblacional real de entidades gubernamentales como la INEC, debido a esta situación se utilizó información poblacional de comunidades afines de la misma provincia. La comunidad que se escogió para representar a la población de Zhucay fue la comunidad de Pancho Negro, donde se determinó la siguiente ecuación.

$$IC = \left(\frac{P_f}{P_i}\right)^{\frac{1}{a_f - a_i} - 1}$$

Dónde:

- $P_f$  = población final
- $P_i$  = población inicial
- IC = es el índice de crecimiento
- $n$  = años del periodo de diseño.
- IC; valor a calcular
- $P_f = 9.014$
- $P_i = 7.224$
- $a_f$  = año 2010
- $a_i$  = año 2015

$$IC = \left(\frac{9.014}{7.224}\right)^{\frac{1}{2010 - 2015} - 1}$$

$$IC = 0,0249; 2,49\%$$

Este índice es utilizable para la comunidad de Zhucay-Cañar

- **Cálculo de la población de Zhucay por el método lineal**

$$P_f = P_i * (1 + IC * n)$$

Donde

- $P_f$ ; valor a calcular.
- $P_i = 1500$  habitantes
- IC = 0,0249; 2,49%
- $n = 20$  años

$$P_f = 1500 * (1 + 0,0249 * 20)$$

$$P_f = 2247 \text{ habitantes}$$

- **Cálculo de la población por el método geométrico**

$$P_f = P_i * (1 + IC)^n$$

Donde

- $P_i$ ; valor a calcular
- $P_i = 1500$  habitantes
- $IC = 0,0249$ ; 2,49%
- $n = 20$  años
  
- $P_f$  población final
- $P_i$  población inicial
- $IC$  es el índice de crecimiento
- $n$  años del periodo de diseño.

$$P_f = 1500 * (1 + 0,0249)^{25}$$

$$P_f = 2453 \text{ habitantes}$$

- **Cálculo de la población de Zhucay por el método logarítmico.-** Para ello se tomará en cuenta la constante  $k$ , este valor es de los datos de la población de Pancho Negro.

$$k = \frac{\ln P_f - \ln P_i}{a_f - a_i}$$

Donde

- K; valor a calcular
- $P_f = 9.014$
- $P_i = 7.224$
- $a_f = \text{año } 2010$
- $a_i = \text{año } 2015$

$$k = \frac{\ln(9014) - \ln(7224)}{2010 - 2015}$$

$$k = 0,0249$$

Este resultado nos permitirá obtener el cálculo de la población futura:

$$P_f = P_i * e^{k*(a_f - a_i)}$$

Donde

- $P_f$ ; valor a calcular
- $P_i = 1500$  habitantes
- $k = 0,0301$
- $a_f = \text{año } 2035$
- $a_i = \text{año } 2016$
- $k$  es la constante de la tasa de crecimiento
- $P_f$  población final
- $P_i$  población inicial
- $a_f$  el año final
- $a_i$  año inicial

$$P_f = 1500 * e^{0,0249*(2035-2016)}$$

$$P_f = 2468 \text{ habitantes}$$

El resultado de los cálculos anteriores se presenta a continuación:

**Cuadro 9. Población futura de Zhucay**

<b>POBLACIÓN</b>	
<b>Método de Cálculo</b>	<b>Número de Habitantes</b>
Método Lineal	2247
Método Geométrico	2453
Método Logarítmico	2468

**Elaboración:** Maldonado Jara, Pedro José

Con los resultados obtenidos de cada ecuación se realiza una media estimada, la misma proyecta el crecimiento de la población hasta el final del periodo del diseño, los tres valores nos entregará información con un alto grado de confianza, que el usar el valor de una sola ecuación, la media es de 2265 habitantes. Para el diseño de este sistema se tomará en cuenta 2500 habitantes, para asegurando el crecimiento de la población.

## **2.5 DEMANDA Y CONSUMO DE AGUA**

Conociendo una media estimada de la población, se procede a la proyección sobre el consumo de agua, tomando en cuenta varios factores que establece la Norma CPE INEN 5; Parte 9.2:1997, como: el uso del suelo y su situación geográfica, características de la población y su consumo, nivel de servicio, clima, entre otros, para ello utilizamos la siguiente tabla.

### **2.5.1 Elección del Nivel de Servicio**

En nuestro país se han definido dos sistemas de agua potable: para poblaciones menores a 1000 habitantes y para poblaciones de más de 1000 habitantes, estableciendo criterios de diseño.

Zhucay es una población de más de 1000 habitantes, donde la Norma SENAGUA establece la Dotación Diaria de agua para la población, en el siguiente cuadro:

Cuadro 10 Niveles de servicio para la comunidad de Zhucay.

Nº de Habitantes	Nivel de Servicio	Sistema	Descripción
0-250	La	AP DE	- Grifos públicos - Vehículos repartidores - Letrinas sin arrastre de agua
251-500	Ib	AP DE	- Grifos públicos y unidades de agua. - Letrinas sin arrastre de agua
501-2500	Ila	AP DE	- Conexiones domiciliarias, 1 grifo por casa. - Letrinas con o son arrastre de agua
> 2500	Ilb	AP DRL	- Conexiones domiciliarias, más de un grifo por casa. - Alcantarillado sanitario.
<b>SIMBOLOGÍA</b>			
AP: Sistema de abastecimiento de agua potable			
DE: Sistema de disposición de excretas			
DRL: Sistema de disposición de residuos líquidos			

**Elaboración:** Maldonado Jara, Pedro José

En el cuadro se establece el Nivel de servicio que es de Ilb.

## 2.5.2 DETERMINACIÓN DE DOTACIÓN

Considerando las recomendaciones de la SENAGUA, nivel de servicio Ilb y el clima de la comunidad de Zhucay (sub-tropical), para ello utilizamos la siguiente tabla:

## Cuadro 11 Dotación de agua de la Comunidad de Zhucay

TABLA V.3 Dotaciones recomendadas

POBLACIÓN (habitantes)	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

Elaboración: Maldonado Jara, Pedro José

### 2.5.3 CAUDAL MEDIO DE DISTRIBUCIÓN

En el sistema de agua potable el caudal medio de distribución se calculará en base a la determinación y dotación, para ello se utilizará la siguiente ecuación:

$$Q_m = 1 * \left( \frac{P * D}{86400} \right)$$

Donde

- $Q_m$  caudal medio
- $P$  población al final del periodo de diseño
- $D$  dotación

Aplicando a la ecuación tenemos:

- $Q_m$  caudal medio
- $P = 2500$  habitantes
- $D = 200$  l/hab\*día

$$Q_m = 1 * \left( \frac{2500 * 200}{86400} \right) \quad Q_m = 5,79 \text{ l/s}$$

#### 2.5.4 VARIACIONES DE DEMANDA

Luego de haber calculado el caudal medio, procederemos a determinar el consumo máximo diario (QMD), este es considerando como un día máximo de consumo a lo proyectado. Para ello utilizaremos la siguiente ecuación:

$$Q_{MD} = Q_m * K_{MD}$$

Donde

- $Q_{MD}$  caudal máximo diario
- $Q_M$  caudal medio
- $K_{MD}$  factor de mayoración máximo diario

Aplicando a la ecuación tenemos:

- $Q_{MD}$  caudal máximo diario
- $Q_M = 5,79$  l/s
- $K_{MD} = 1,4$

$$Q_{MD} = 1,4 * 5,79$$

$$Q_{MD} = 8,1 \frac{l}{s}$$

**Caudal máximo horario.-** Es el consumo máximo de agua dentro de una hora del día, para su cálculo se establece mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{MH} = Q_m * K_{MH}$$

Aplicando a la ecuación tenemos:

- $Q_{MD}$  caudal máximo horario
- $Q_M = 5,79$  l/s
- $K_{MD} = 2,1$

$$Q_{MH} = 5,79 * 2,1$$

$$Q_{MH} = 12,4 \frac{l}{s}$$

## 2.6 CAUDAL DE DISEÑO

Para el diseño del caudal de la red de distribución, se tomaran los valores del caudal medio, máximo diario y máximo horario, como se muestra en el cuadro:

Cuadro 12 Valores del cálculo del caudal. Comunidad de Zhucay-Cañar.

<b>VALORES DE LOS CAUDALES PARA LA COMUNIDAD DE ZHUCAY</b>	
<b>Cálculo de la demanda</b>	<b>Litros/segundo</b>
Caudal medio	5,79
Caudal máximo diario	8,1
Caudal máximo horario	12,4

**Elaboración:** Maldonado Jara, Pedro José

Con los valores del cuadro, se justificará la debida presión que tendrá la red para el caudal máximo horario.

El Río Tigsay será la fuente de abastecimiento para la planta de agua potable de la comunidad de Zhucay.

### 2.6.1 RED DE DISTRIBUCIÓN

Para la red de distribución, se tomaron en cuenta parámetros de regulación de la Norma INEN 5 parte 9.2:1997 que en su numeral 5, describe las siguientes características técnicas (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1997):

- La red de distribución de agua será diseñada para el caudal máximo horario, la misma que para nuestro sistema es de 12,4 l/s.
- La red de distribución puede estar integrada por ramales abiertos, mallas o combinación de los dos sistemas.
- La presión estática máxima en el sistema será de 40 mca
- La presión dinámica de la red de distribución máxima puede ser 40 m.
- La presión mínima del sistema es de 10 mca.
- El diámetro mínimo de tubería que debe ser instalada es de 63 mm.
- En la red de distribución se debe instalar válvulas de acuerdo a la sectorización y densidad poblacional para independizar los sectores para operación o mantenimiento de la red, de este modo no se suspenderá el servicio en toda la comunidad.

En las conexiones domiciliarias la norma Ecuatoriana exige que se cumpla los siguientes criterios de diseño (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1997):

- Se debe realizar una conexión para cada vivienda.
- Cada conexión domiciliaria debe constar con los elementos necesarios para que asegure un acople total a la tubería matriz.
- Caja para el medidor.

## **2.7 VIABILIDAD**

Para el diseño de este sistema, fue previamente socializado en la comunidad, el mismo que tuvo el apoyo de toda la comunidad para el desarrollo de cada etapa y la ejecución del sistema de agua potable.

## **2.7.1 VIABILIDAD TÉCNICA**

El proyecto de diseño se lo caracteriza como hidrosanitario, para ello se realizaron estudios como; hidrológico, de suelo y calidad de los recursos hídricos, estos estudios deben arrojar resultados aceptables para la implantación del sistema.

### **2.7.1.1 ESTUDIO HIDROLÓGICO**

El Estudio Hidrológico consta básicamente en conocer las cuencas y caudales que serán las fuentes de abastecimiento para el sistema de agua potable, en el caso de nuestro proyecto será el Río Tigsay, que abastecerá la planta de tratamiento de la comunidad de Zhucay.

El caudal del río Tigsay se ha utilizado para abastecimiento de la Central Hidroeléctrica Ocaña II, en base a estudios previos realizados por la Central Hidroeléctrica, se hace posible utilizarlos para nuestra investigación dichos parámetros de estudio del caudal; para que el cálculo de la fuente de abastecimiento (río Tigsay) sea definido de manera correcta.

El caudal del Río Tigsay, hace posible la utilización en su totalidad, debido a que en los estudios de Elecaastro, determinó que el uso del agua no está declarado en SENAGUA, desde la toma de Ocaña II en el río Tigsay hasta la unión de los dos ríos Tigsay y Cañar .

En nuestro país, la Constitución pone como primera instancia el uso del agua para el consumo humano, siendo viable el uso del líquido vital para este proyecto. El caudal mínimo de agua del río Tigsay es aproximadamente  $1,93\text{m}^3/\text{s}$  y un máximo de  $5,70\text{ m}^3/\text{s}$

### **2.7.1.2 CALIDAD DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO**

En este punto se analizara si la fuente que se utilizará para el sistema de agua tiene algún grado de contaminación, sean estas impurezas disueltas o suspendidas y que puede perjudicar de alguna manera a la población de Zhucay, para ello se realizó el análisis químico del agua y bacteriológico.

La fuente para el sistema de agua potable, no puede estar contaminada por químicos o metales pesados como: mercurio, plomo, aluminio, entre otros. La presencia de potenciales contaminantes hace que el diseño del sistema se altere, afectando de manera económica y retrasando su ejecución.

El análisis de la calidad del agua del río Tigsay se dio a través de la toma de una muestra en la captación y su respectivo análisis de laboratorio. Concluyendo que el agua es apta para el consumo humano, siendo la fuente de abastecimiento de buena calidad.

### **2.7.2 VIABILIDAD SOCIAL**

La viabilidad, es importante para conocer la integración de todos los involucrados en el diseño del sistema y el uso del mismo. La comunidad de Zhucay es una población que dispone de una red de agua pequeña y ejecutada sin diseños teóricos y prácticos, la misma no brinda un servicio de satisfacción a las necesidades de esta población, menos en salubridad.

La Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Católica de Cuenca, ha brindado su ayuda para realizar estudios y posterior diseño de un sistema de agua potable, además de la colaboración de Elecaastro entidad pública. El diseño se proyecta para 20 años su servicio en la comunidad de Zhucay.

La comunidad como beneficiaria del proyecto, apoya en su totalidad el desarrollo del mismo, durante la sociabilización y la encuesta de datos, esto ha permitido un total desarrollo del proyecto, con la ayuda de todos los actores.

## CAPITULO III: CÁLCULOS Y DISEÑO HIDRÁULICOS

### 3.1 RED DE DISTRIBUCIÓN

Para los cálculos de la red de distribución se toman los siguientes criterios de diseño:

- Toda la formulación se lo realizará en Excel y para el diseño de la red EPANET (software para análisis de distribución de agua potable), los resultados se presentaran en el anexo 3 (Cálculos hidráulicos y diseño)
- Los valores de las variables fueron desarrollados durante el capítulo (cuadro) N°2.

A continuación se muestra los cálculos para la red de distribución:

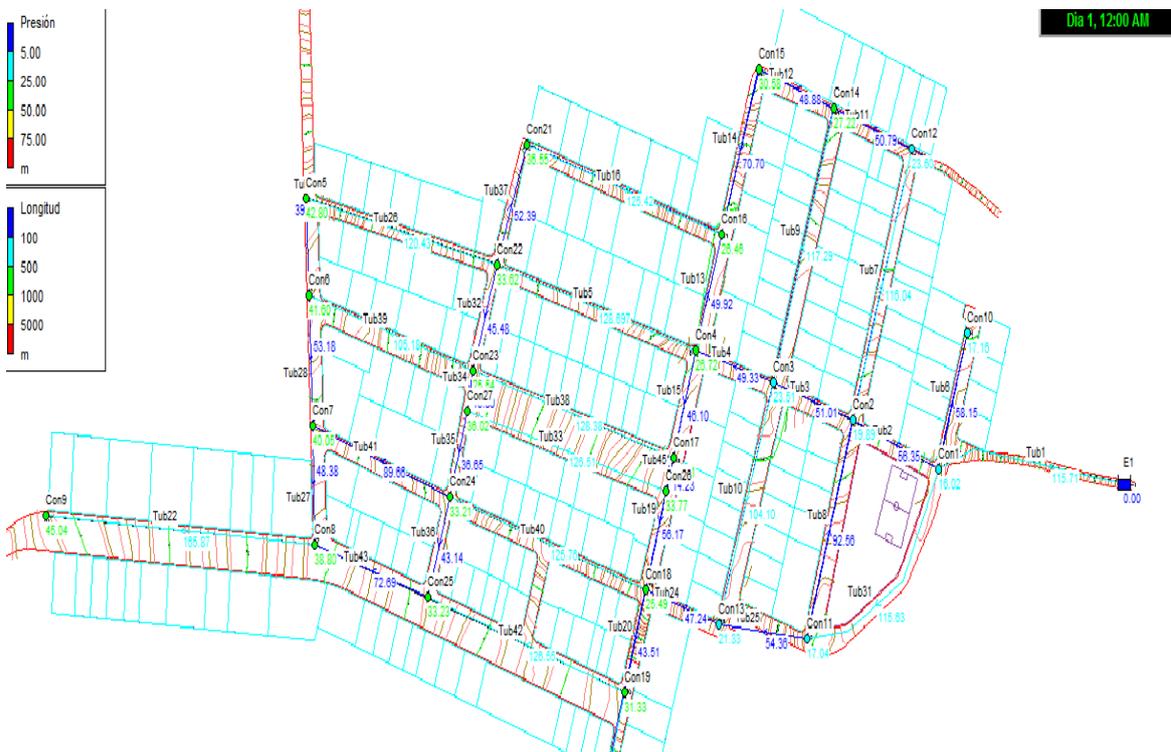
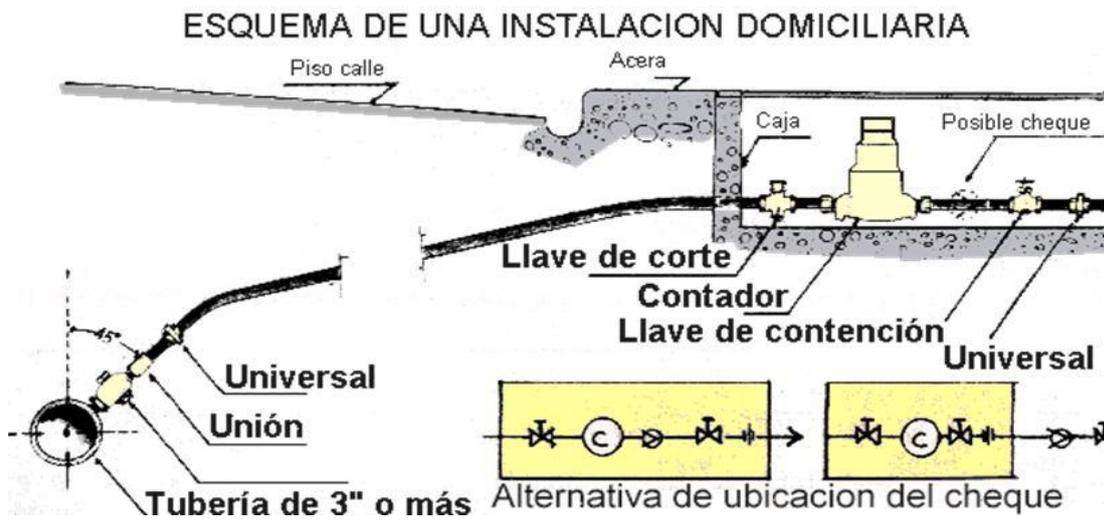


Tabla de Red - Nudos				
	Cota	Demanda Base	Demanda	Presión
ID Nudo	m	LPS	LPS	m
Nudo 1	215.344	0.35	0.70	16.02
Nudo 2	211.343	0.41	0.82	19.89
Nudo 3	207.637	0.5	1.00	23.51
Nudo 4	204.369	0.46	0.92	26.72
Nudo 5	188.248	0.19	0.38	42.80
Nudo 6	189.427	0.19	0.38	41.60
Nudo 7	190.963	0.14	0.28	40.05
Nudo 8	192.192	0.48	0.96	38.80
Nudo 9	185.905	0.38	0.76	45.04
Nudo 10	214.201	0.14	0.28	17.16
Nudo 11	214.233	0.29	0.58	17.04
Nudo 12	207.516	0.35	0.70	23.60
Nudo 13	209.810	0.28	0.56	21.33
Nudo 14	203.887	0.42	0.84	27.22
Nudo 15	200.500	0.18	0.36	30.58
Nudo 16	204.607	0.51	1.02	26.46
Nudo 17	205.441	0.20	0.40	25.61
Nudo 18	205.560	0.34	0.68	25.49
Nudo 19	199.686	0.62	1.24	31.33
Nudo 20	198.175	0.38	0.76	32.78
Nudo 21	194.500	0.37	0.74	36.55
Nudo 22	197.431	0.54	1.08	33.62
Nudo 23	205.494	0.17	0.34	25.54
Nudo 24	197.811	0.16	0.32	33.21
Nudo 25	197.767	0.37	0.74	33.23
Nudo 26	197.279	0.39	0.78	33.77
Nudo 27	195.012	0.31	0.62	36.02
Embalse E1	232	No Disponible	-18.24	0.00

Tabla de Red - Líneas						
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería 1	115.71	153.60	150	18.24	0.98	5.50
Tubería 2	56.35	153.60	150	11.31	0.61	2.27
Tubería 3	51.01	153.60	150	9.90	0.53	1.77
Tubería 4	49.33	153.60	150	7.87	0.42	1.16
Tubería 5	58.15	86.40	150	0.28	0.05	0.04
Tubería 6	116.04	86.40	150	1.60	0.27	1.00
Tubería 7	92.56	86.40	150	-1.01	0.17	0.43
Tubería 8	117.29	86.40	150	0.93	0.16	0.37
Tubería 9	104.10	86.40	150	0.10	0.02	0.01
Tubería 10	50.79	86.40	150	0.90	0.15	0.34
Tubería 11	48.88	86.40	150	0.99	0.17	0.41
Tubería 12	49.92	86.40	150	0.94	0.16	0.38
Tubería 13	70.70	86.40	150	0.63	0.11	0.18
Tubería 14	46.10	105.60	150	2.37	0.27	0.78
Tubería 15	125.42	86.40	150	0.56	0.09	0.14
Tubería 16	56.17	105.60	150	0.06	0.01	0.00
Tubería 17	43.51	105.60	150	2.48	0.28	0.85
Tubería 18	165.87	86.40	150	0.76	0.13	0.25
Tubería 19	225.27	86.40	150	0.76	0.13	0.25
Tubería 20	128.697	153.60	150	3.63	0.20	0.28
Tubería 21	120.43	153.60	150	1.39	0.08	0.05
Tubería 22	48.38	86.40	150	1.06	0.18	0.47
Tubería 23	53.18	86.40	150	0.93	0.16	0.37
Tubería 24	39.78	86.40	150	1.01	0.17	0.43
Tubería 25	47.24	105.60	150	3.90	0.45	1.96
Tubería 26	54.36	105.60	150	4.36	0.50	2.41
Tubería 27	52.39	86.40	150	0.18	0.03	0.02
Tubería 28	115.63	150.6	150	5.95	0.33	0.76
Tubería 29	45.48	86.4	150	0.97	0.17	0.40
Tubería 30	126.51	86.4	150	0.58	0.10	0.15
Tubería 31	16.80	86.4	150	0.89	0.15	0.34
Tubería 32	36.65	86.4	150	0.85	0.15	0.31
Tubería 33	43.14	86.4	150	0.92	0.16	0.36
Tubería 34	128.38	86.4	150	0.55	0.09	0.14
Tubería 35	105.18	86.4	150	0.30	0.05	0.04
Tubería 36	125.76	86.4	150	0.80	0.14	0.28
Tubería 37	89.66	86.4	150	0.41	0.07	0.08
Tubería 38	126.55	86.4	150	0.48	0.08	0.11
Tubería 39	72.69	86.4	150	0.66	0.11	0.19
Tubería 40	14.23	105.60	150	1.36	0.16	0.28

### 3.2 CONEXIONES DOMICILIARIAS

Las consideraciones para realizar los cálculos de las conexiones domiciliarias son las siguientes:



Fuente:  
[http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102803/MODULO\\_ACADEMICO/leccin\\_10\\_instalaciones\\_domiciliarias.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102803/MODULO_ACADEMICO/leccin_10_instalaciones_domiciliarias.html)

## CAPÍTULO IV. ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

### 4.1 PROYECTO U OBRA

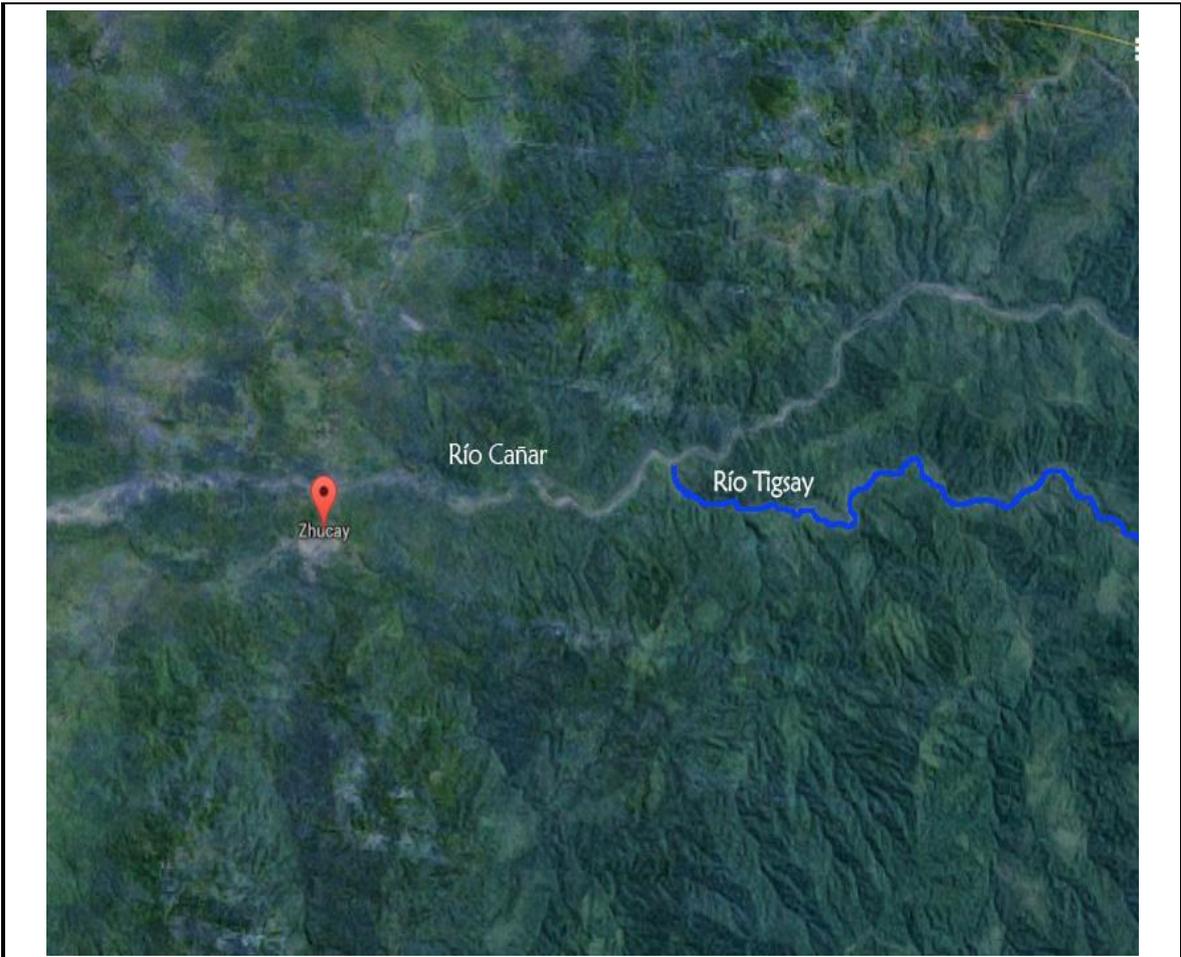
#### DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL PROYECTO REGIONAL TIGSAY, PROVINCIA DEL CAÑAR

### 4.2 DATOS GENERALES.

Sistema de coordenadas UTM WGS84 Zona 17S.

Este (X):	Norte (Y):	Altitud: (msnm)
N1: 9721988.4650m	685637.4760m	182.8190
N2: 9721988.6406m	685640.4443m	182.7320
N3: 9721973.1490m	685633.8563m	183.3600
N4: 9721973.4120m	685640.1410m	183.3330
N5: 9721963.6550m	685634.6330m	183.8750
N6: 9721943.7163m	685640.6750m	183.8760
N7: 9721943.8371m	685634.9887m	185.2670
N8: 9721927.5275m	685641.7572m	185.1460
N9: 9721927.6850m	685635.4741m	186.4450
N10: 9721882.5540m	685642.4776m	186.4020
N12: 9721882.6120m	685637.3859m	189.5790
N12: 9721871.2570m	685644.2260m	189.8040
N13: 9721870.8300m	685637.9060m	190.1130
N14: 9721838.3080m	685646.1070m	190.3200
N15: 9721838.9445m	685647.4410m	191.1330
N16: 9721828.5920m	685639.7086m	190.9610
N17: 9721817.5240m	685648.0080m	191.3980
N18: 9721785.5770m	685648.2680m	191.4570
N19: 9721785.2328m	685648.8520m	192.4310
N20: 9721777.0667m	685641.4282m	192.5520
N21: 9721778.3446m	685650.8835m	209.6410

N22: 9721742.5871m	685641.3095m	209.0640
N23: 9721741.4718m	685651.8670m	211.2070
N24: 9721877.3106m	685641.9518m	209.8120
N25: 9721869.5370m	685659.3330m	212.6350
N26: 9721873.3500m	685662.2220m	213.1480
N27: 9721775.5960m	685651.8670m	214.1480
E1: 9721735.8540m	685954.8710m	216.1390
Estado del proyecto: Construcción: <input checked="" type="checkbox"/> Operación: <input type="checkbox"/> Cierre: <input type="checkbox"/> Abandono: <input type="checkbox"/>		
Dirección del proyecto, obra o actividad: COMUNIDAD DE ZHUCAY, DEL PROYECTO REGIONAL TIGSAY PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DEL CAÑAR		
Cantón: CAÑAR	Ciudad: TRONCAL	Provincia: CAÑAR
Parroquia: ZHUCAY Urbana: <input type="checkbox"/> Rural: <input checked="" type="checkbox"/>	Zona no delimitada:	Periferia:
Datos del Promotor:		
Domicilio del promotor:		
Correo electrónico:		Teléfono:
<b>4.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA.</b>		
Área del proyecto (ha o m <sup>2</sup> ): 11.33 ha	Infraestructura: Las vías de acceso son de tercer orden las viviendas se encuentran junto a la vía ya que no se tiene lo que es línea de fábrica.	
Mapa del sitio: (Referenciado de acuerdo al Manual de Procedimientos para la elaboración de la Ficha Ambiental CII-03)		



**EQUIPOS Y ACCESORIOS PRINCIPALES A UTILIZAR.**

1: Retroexcavadora	4: Bomba de agua sumergible.	7: material de mejoramiento
2: Compactador	5: Combo, Martillo	8: Pico
3: Barreta	6: Carretilla	9: Nivel

Observaciones: Se irá incrementando los equipos y accesorios según la necesidad

**DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA UTILIZADA.**

Arena, Material de mejoramiento

Tubería de PVC de exterior, diámetro de 90mm, 110mm, 160mm,

<b>REQUERIMIENTO DE PERSONAL.</b>	
<b>Para la construcción del alcantarillado se necesitara:</b>	
1 ingeniero residente de obra	
1 maestro de obra	
4 albañiles	
2 operadores de maquinaria	
2 choferes	
8 peones	
<b>ESPACIO FÍSICO PARA LA CONSTRUCCIÓN / IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.</b>	
Espacio físico (m2): 79675,535	
Tipo de terreno: grava y arena	Consumo de agua: 15 m <sup>3</sup>
Telefonía: Convencional y Celular.	Consumo de energía eléctrica: Si existe
Facilidades de transporte: No hay transporte Público.	Acceso vehicular: Vía de Lastre de tercer orden
Observaciones:	
<b>ACUERDOS DE NEGOCIACIÓN DE TIERRAS.</b>	
Alquiler:	Compra:
Comunitarias	Zonas Restringidas:
Observaciones: Vía de Acceso Público.	

#### 4.4 MARCO LEGAL REFERENCIAL

MARCO LEGAL	
<b>CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.</b>	<p><b>Título II. Capítulo Segundo. Sección Segunda. Ambiente Sano. Art. 14.-</b></p> <p>Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumakkawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.</p> <p><b>Título II. Sección séptima Salud Art. 32.-</b></p> <p>La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.</p> <p>El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva. La prestación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional.</p> <p><b>Título II Capítulo séptimo Derechos de la naturaleza Art. 72.-</b></p> <p>La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.</p> <p>En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.</p> <p><b>Título Séptimo. Régimen del Buen Vivir. Capítulo segundo. Biodiversidad y recursos naturales. Sección Primera. Naturaleza y Ambiente.</b></p> <p><b>Art. 395:</b> La Constitución reconoce los siguientes principios</p>

ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

**Art. 396** El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño.

En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas. Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

**Art. 397** En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control

	<p>ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.</li> <li>2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.</li> <li>3. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.</li> <li>4. Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.</li> <li>5. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad.</li> </ol>
<p><b>LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL</b></p>	<p><b>CAPITULO II DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y DEL CONTROL AMBIENTAL</b></p> <p><b>Art. 19.-</b> Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.</p> <p><b>Art. 20.-</b> Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo</p> <p><b>Capítulo II de la evaluación de impacto ambiental y del control ambiental</b></p> <p><b>Art. 23.-</b> La evaluación del impacto ambiental comprenderá: a) La</p>

	<p>estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada; b) Las condiciones de tranquilidad públicas, tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución; y c) La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico, escénico y cultural.</p> <p><b>CAPITULO V instrumentos de aplicación de normas ambientales</b></p> <p><b>Art. 33.-</b> Establecen como instrumentos de aplicación de las normas ambientales los siguientes: parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes y emisiones, normas técnicas de calidad de productos, régimen de permisos y licencias administrativas, evaluaciones de impacto ambiental, listados de productos contaminantes y nocivos para la salud humana y el medio ambiente, certificaciones de calidad ambiental de productos y servicios y otros que serán regulados en el respectivo reglamento.</p>
<p><b>ACUERDO NO.068 REFÓRMESE EL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL LIBRO VI TITULO I DEL SISTEMA ÚNICO DE MANEJO AMBIENTAL</b></p>	<p><b>Art. 11.- Determinación de la AAAR .-</b> La autoridad ambiental de aplicación responsable se determina a través de:</p> <p>a) Competencia definida en razón de materia, territorio o tiempo; o, en caso que no sea determinable de esta manera, a través de:</p> <p>a.1) Consenso entre las autoridades de aplicación involucradas en el que se prioriza la capacidad institucional y experiencia como variables primordiales para determinar la AAAR; o, si no se logra un consenso entre las autoridades de aplicación involucradas dentro de un término de 10 días a partir de la respectiva consulta, a través de:</p> <p>a.1.1) Decisión de la autoridad ambiental nacional o del Procurador General del Estado, conforme a lo dispuesto en el literal g) del artículo 9 de la Ley de Gestión Ambiental.</p> <p>Las demás autoridades ambientales de aplicación involucrados en el proceso de evaluación de impactos ambientales se convierten en instituciones cooperantes (AAAc) para el proceso, sin necesidad de ser acreditadas y con la obligación de emitir su correspondiente informe o pronunciamiento previo, dentro del ámbito de sus competencias del mismo que será incorporado en la revisión y el análisis de la AAAR dentro del proceso.</p>

En el caso de dudas sobre la determinación de la autoridad ambiental de aplicación que liderará un proceso de evaluación de impactos ambientales, tanto el promotor de una actividad o proyecto propuesto como cualquiera de las autoridades ambientales de aplicación involucradas pueden realizar las consultas pertinentes a los mecanismos referidos en los literales precedentes. En el caso que la AAAr no se determine en el término establecido en este artículo, se entiende que es aquella institución que se haya identificado en la respectiva consulta.

En el caso de que el licenciamiento ambiental de una actividad o proyecto propuesto en razón de competencia territorial correspondería al ámbito municipal pero dicha actividad, proyecto o su área de influencia abarca a más de una jurisdicción municipal, el proceso de evaluación de impactos ambientales será liderado por el respectivo Consejo Provincial siempre y cuando el Consejo Provincial tenga en aplicación un sub - sistema de evaluación de impacto ambiental acreditado, caso contrario la autoridad líder se determina de acuerdo a lo establecido en este artículo en coordinación con las demás instituciones involucradas.

**Art. 12.- Disposiciones especiales de coordinación interinstitucional.-** La determinación de la AAAr dentro de un proceso de evaluación de impactos ambientales será diferente a lo dispuesto en los artículos precedentes en los siguientes casos y/o circunstancias específicos:

El licenciamiento ambiental corresponde a la autoridad ambiental nacional, la cual se convertirá en estos casos en AAAr que coordinará con las demás autoridades de aplicación involucradas, para:

a) Proyectos específicos de gran magnitud, declarados de interés nacional de manera particularizada por el Presidente de la República mediante decreto ejecutivo; así como proyectos de gran impacto o riesgo ambiental, declarados expresamente por la Autoridad Ambiental Nacional.

b) Actividades o proyectos propuestos cuyo promotor sería la misma autoridad ambiental de aplicación, excepto que ésta sea un municipio, caso en el cual el licenciamiento ambiental corresponderá al respectivo Consejo Provincial siempre y cuando el Consejo Provincial tenga en aplicación un sub - sistema de evaluación de impacto ambiental acreditado, caso contrario la autoridad líder se determinada de acuerdo a lo establecido en el artículo anterior; y,

c) Actividades o proyectos propuestos cuyo licenciamiento ambiental en razón de competencia territorial correspondería al ámbito provincial cuando la actividad, proyecto o su área de

influencia abarca a más de una jurisdicción provincial.

En el caso que la propia autoridad ambiental nacional sea el promotor de una actividad o proyecto sujeto a licenciamiento ambiental, será el Consejo Nacional de Desarrollo Sustentable quien determine la AAAr del proceso de evaluación de impactos ambientales mediante resolución.

### **CAPITULO III PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Sección I Planificación**

**Art. 56.-** Actividades de las Entidades Ambientales de Control.- En el caso que un municipio realice por administración directa actividades que pueden potencialmente causar contaminación o sea propietario parcial o total de una empresa cuya actividad puede potencialmente causar contaminación, no podrá ejercer como entidad ambiental de control sobre esa obra y/o actividad. El Consejo Provincial será entonces la entidad ambiental de control si hacia éste se hubiere descentralizado la competencia ambiental. De no ser este el caso la autoridad ambiental sectorial o por recurso con competencia será el regulador de la actividad. Igual regla se aplicará para el caso de los Consejos Provinciales y otras instituciones parte del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, evitándose en todo momento los conflictos de interés.

### **CAPITULO IV DEL CONTROL AMBIENTAL Sección I Estudios Ambientales**

#### **Art.58.- Estudio de Impacto Ambiental**

Toda obra, actividad o proyecto nuevo o ampliaciones o modificaciones de los existentes, emprendidos por cualquier persona natural o jurídica, públicas o privadas, y que pueden potencialmente causar contaminación, deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental, que incluirá un plan de manejo ambiental, de acuerdo a lo establecido en el Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA). El EIA deberá demostrar que la actividad estará en cumplimiento con el presente Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas, previa a la construcción y a la puesta en funcionamiento del proyecto o inicio de la actividad

**Art. 44.- Normas Técnicas.-** Al amparo de la Ley de Gestión Ambiental y el presente Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental, el Ministerio del Ambiente, en su calidad de Autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con los organismos competentes, deberá dictar y actualizar periódicamente las Normas Técnicas Ambientales Nacionales, las mismas que constan como Anexo

	<p>s al Libro VI De la Calidad Ambiental. Cualquier norma técnica para la prevención y control de la contaminación ambiental que se dictare, a partir de la expedición del presente Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental, en el país a nivel sectorial, regional, provincial o local, deberá guardar concordancia con la Norma Técnica Ambiental Nacional vigente y, en consecuencia, no deberá disminuir el nivel de protección ambiental que ésta proporciona.</p>
<p><b>EL CÓDIGO DE SALUD, PUBLICADO EN 1997</b></p>	<p><b>Título I del Saneamiento Ambiental</b></p> <p><b>Art. 12</b> sostiene que: “Ninguna persona podrá eliminar hacia el aire, el suelo o las aguas, los residuos sólidos, líquidos o gaseosos, sin previo tratamiento que los conviertan en inofensivos para la salud”.</p>
<p><b>CITE LEY DE AGUAS DEL REGISTRO OFICIAL 339 DEL 20 MAYO 2004</b></p>	<p><b>TITULO I DISPOSICIONES FUNDAMENTALES</b></p> <p><b>Art. 1.-</b> Las disposiciones de la presente Ley regulan el aprovechamiento de las aguas marítimas, superficiales, subterráneas y atmosféricas del territorio nacional, en todos sus estados físicos y formas.</p> <p><b>Art. 6.-</b> El concesionario de un derecho de aprovechamiento de aguas tiene igualmente la facultad de constituir las servidumbres de tránsito, acueducto y conexas. Está obligado a efectuar las obras necesarias para ejercitar tales derechos.</p> <p><b>Art. 7.-</b> La concesión de un derecho de aprovechamiento de aguas, estará condicionado a las disponibilidades del recurso y a las necesidades reales del objeto al que se destina.</p> <p><b>Art. 8.-</b> Las personas que hubiesen adquirido derechos de aprovechamiento de aguas, no podrán oponerse a que otros interesados utilicen las aguas del mismo cauce, y por lo tanto a éstos les está permitido colocar el correspondiente bocacaz, cuyas obras no podrán perjudicar a los poseedores anteriores.</p> <p><b>Art. 12.-</b> El Estado garantiza a los particulares el uso de las aguas, con la limitación necesaria para su eficiente aprovechamiento en favor de la producción.</p>
<p><b>LEY ORGÁNICA DE SALUD Registro Oficial 423 22-diciembre-2006</b></p>	<p><b>CAPITULO I Del derecho a la salud y su protección</b></p> <p><b>Art. 1.-</b> La presente Ley tiene como finalidad regular las acciones que permitan efectivizar el derecho universal a la salud consagrado en la Constitución Política de la República y la ley. Se rige por los principios de equidad, integralidad, solidaridad, universalidad, irrenunciabilidad, indivisibilidad, participación,</p>

	<p>pluralidad, calidad y eficiencia; con enfoque de derechos, intercultural, de género, generacional y bioética.</p> <p><b>CAPITULO II De la autoridad sanitaria nacional, sus competencias y Responsabilidades</b></p> <p><b>Art. 4.-</b> La autoridad sanitaria nacional es el Ministerio de Salud Pública, entidad a la que corresponde el ejercicio de las funciones de rectoría en salud; así como la responsabilidad de la aplicación, control y vigilancia del cumplimiento de esta Ley; y, las normas que dicte para su plena vigencia serán obligatorias.</p>
<p><b>LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL. CAPITULO VI: De la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas.</b></p>	<p><b>Art 16.-</b> Se concede acción popular para denunciar ante las autoridades competentes, toda actividad que contamine el medio ambiente</p>
<p><b>CITE Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización</b></p>	<p><b>Art. 55.-</b> Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal.- Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley; a) Planificar, junto con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad, el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural, en el marco de la interculturalidad y plurinacionalidad y el respeto a la diversidad; b) Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón; c) Planificar, construir y mantener la vialidad urbana; d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley; e) Crear, modificar, exonerar o suprimir mediante ordenanzas, tasas, tarifas y contribuciones especiales de mejoras; f) Planificar, regular y controlar el tránsito y el transporte terrestre dentro de su circunscripción cantonal; g) Planificar, construir y mantener la infraestructura física y los equipamientos de salud y educación, así como los espacios públicos destinados al</p>

	<p>desarrollo social, cultural y deportivo, de acuerdo con la ley; h) Preservar, mantener y difundir el patrimonio arquitectónico, cultural y natural del cantón y construir los espacios públicos para estos fines; i) Elaborar y administrar los catastros inmobiliarios urbanos y rurales; j) Delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, sin perjuicio de las limitaciones que establezca la ley; k) Preservar y garantizar el acceso efectivo de las personas al uso de las playas de mar, riberas de ríos, lagos y lagunas; l) Regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos, que se encuentren en los lechos de los ríos, lagos, playas de mar y canteras; m) Gestionar los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios; y, n) Gestionar la cooperación internacional para el cumplimiento de sus competencias</p>
--	--

#### 4.5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE ZHUCAY SE COMENZARA CON EL REPLANTEO Y NIVELACIÓN DE LOS TRAMOS EN DONDE SE INICIARÁ CON LOS TRABAJOS DE EXCAVACIÓN, EN LA ZANJA SE COLOCARÁ UNA CAMA DE ARENA DE 5CM DE ESPESOR SOBRE LA CUAL IRÁ ASENTADA LA TUBERÍA, PARA LA COLOCACIÓN DE LA TUBERÍA SE COMPROBARÁN LOS ALINEAMIENTOS DE LA MISMA, DICHO TRABAJO SERÁ REALIZADO POR UN TOPÓGRAFO QUE DEBERÁ TENER EL EQUIPO RESPECTIVO CON EL FIN DE GARANTIZAR EL EFECTIVO FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA, SE UTILIZARA TUBERÍA DE POLI CLORURO DE VINILO (PVC) CON DIÁMETROS DE 90 MM, 110 MM Y 160 MM.

SE RELLENARA LA ZANJA LUEGO DE COLOCAR LA TUBERÍA DE PVC, ESTO SE REALIZARA CON MATERIAL DE MEJORAMIENTO (BASE), DEBIDO A QUE POR ESA VÍA SI EXISTE LA CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS.

DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO ESTE CONTARA CON LA SEGURIDAD NECESARIA COMO ES UNA SEÑALIZACIÓN ADECUADA, TODO EL EQUIPO DE PROTECCIÓN PARA CADA UNO DE LOS TRABAJADORES CON EL FIN DE PREVENIR POSIBLES ACCIDENTES.

#### 4.6 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

INTERACCIÓN EN EL PROCESO		
MATERIALES, INSUMOS, EQUIPOS	FASE DEL PROCESO	IMPACTOS POTENCIALES
Retroexcavadora, volquetas, material de mejoramiento	Al iniciar la fase de construcción se realizara la Excavación de zanjas, el material extraído será ubicado y transportado, luego de ubicar las tuberías se procederá a la colocación del material de mejoramiento.	Interrupción de servicios básicos, del tránsito vehicular y peatonal

Maquinaria pesada para movimiento de tierras.	El proyecto se implantara en los tramos finales en terreno natural no en vía de acceso donde se necesitara maquinaria pesada para adecuar la zona para la construcción del proyecto.	Afección al suelo por desbroce de cobertura vegetal, emisión de gases, ruido, polvo, alteración del paisaje.
Compactador, Retroexcavadora tubería, arena, material de mejoramiento, agua.	Una vez excavada las zanjas se colocara las tubería, posteriormente serán rellenadas y compactada.	Deterioro del suelo ,ruido, polvo, emisión de gases, interrupción tránsito vehicular y peatonal
volqueta, retroexcavadora	Al término del proyecto se procederá al Desalojo de materiales sobrantes.	ruido, emisión de gases, polvo

## 4.7 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN

### 4.7.1 ÁREA DE IMPLANTACIÓN FÍSICA

- **Región Geográfica**

En la región sur de nuestro país, cantón Cañar, provincia del Cañar, se encuentra ubicada la comunidad de Zhucay, en las coordenadas geográficas: latitud sur 2°28'22" y 2°30'05" y longitud oeste 79°14'14" y 79°31'45".

- **Área de Influencia**

Se considera un Área de Influencia Directa de 79675,535 m<sup>2</sup>, y una Área de Influencia Indirecta de 1055 m<sup>2</sup>.

- **Clima**

Por encontrarse dentro de la cuenca hidrográfica del río Cañar, la comunidad de Zhucay, posee de un clima húmedo en la mayor parte del año, con temperaturas promedio de: (promedio 24,6 °C) (mínima: 20,9 °C) y (máxima: 29,2 °C)

- **Suelos**

El suelo en la comunidad de Zhucay corresponde a un suelo de grava y arena con abundante vegetación y zonas destinadas al cultivo.

- **Ocupación del Área de Implantación**

En el área marcada como de influencia del sector, el uso de suelo, se caracteriza por: viviendas, terrenos cultivados, bosques, viviendas vacacionales.

- **Hidrología**

La comunidad de Zhucay se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica del río Cañar.

El principal cuerpo de agua que cruza por la comunidad es el río Cañar, ya que se encuentra ubicada en la Cuenca hidrográfica de este río, por lo tanto posee un cauce de agua permanente, el flujo de caudales aumenta en épocas de invierno.

- **Pendientes**

Las pendientes predominantes están en el rango del 10 al 25% y del 25 al 40%, lo que representa un terreno ondulado.

- **Altitud**

Una de las mayores elevaciones de la cuenca del río Cañar se localiza en el nudo del Azuay a 4.500 msnm. El proyecto integral Tigsay beneficia a las poblaciones aledañas a la zona litoral de la cuenca del río Cañar, que se prolonga entre la cota 200 msnm y el nivel del mar; tiene una topografía plana que la predispone a inundaciones.

- **Precipitaciones**

En cuanto a los valores promedios de la precipitación pluviométrica de la cuenca del río Cañar, tenemos marcas diferencias entre la parte alta que

presenta reportes anuales de 600 mm y en la zona media y baja de la cuenca de 2.000 mm.

- **Ruido**

La comunidad de Zhucay, por encontrarse ubicada en una área rural, la generación de ruido es moderado.

- **Aire**

Debido a su bajo tráfico vehicular y su abundante vegetación, la calidad de aire del sector de la comunidad de Zhucay es buena, pero presenta en épocas de verano un aire contaminado causado por la mala disposición de las excretas y la acumulación de desechos sólidos.

#### **4.7.2 ÁREA DE IMPLANTACIÓN BIÓTICA**

Se trata de una zona con pocas viviendas la mayoría vacacionales, estas se ubican alrededor de la vía de acceso; cuenta con amplios campos de cultivos y bosques en donde se encuentran especies de flora y fauna natural. En cuanto a medio perceptual, los elementos fundamentales identificados en el sector son: Tipo de construcciones que no agreden el paisaje local - Poca variedad de vegetación y ciertas especies de fauna que serán detalladas a continuación.

##### **Flora**

Se ha podido evidenciar que en esta zona existe gran cantidad de flora, el recubrimiento vegetal originario se encuentra en su gran mayoría destruida y ha sido sustituida por cultivos o por bosques de eucalipto. En la actualidad se encuentra con un variedad de cultivos, pastizales y plantaciones de eucalipto, entre las cuales podemos identificar las siguientes:

Cuadro 13. Flora Existente

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
<b>Guarumo</b>	<i>Cecropia peltata</i>
<b>Matico</b>	<i>Piper aduncum,</i>
<b>Acacia</b>	Gleditsia triacantos
<b>Canilla de venado</b>	Alibertia edulis
<b>Guayaba</b>	Psidium guajava
<b>Guadua</b>	<i>Guadua spp</i>
<b>Guaba</b>	Inga feuilleei
<b>Moral</b>	Clarisia racemosa

Elaboración: Maldonado Jara, Pedro José

## Fauna

Al realizar la exploración del lugar del proyecto, se pudo notar diferentes especies que se pueden encontrar en este ambiente.

Cuadro 14. Fauna de la Comunidad Zhucay

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
<b>Armadillo</b>	Priodontes maximus
<b>Raposa</b>	Marmosops impavidus
<b>Tigrillo</b>	Leopardus pardalis
<b>Murciélago</b>	Sturnira bogotensis
<b>Venado</b>	Odocoileus peruvianus
<b>Colibrí</b>	Colibri coruscans
<b>Gorrión</b>	Passeridae
<b>Chirote</b>	Sturnella bellicosa
<b>Lechuza</b>	Tyto alba

Elaboración: Maldonado Jara, Pedro José

### 4.7.3 ÁREA DE IMPLANTACIÓN SOCIAL

- **Vivienda**

En el sector de Zhucay la vivienda en su mayoría es construida de bloque, y en menor número de ladrillo y hormigón. Aquí vemos que la mayor parte de viviendas son *vacacionales*.

- **Servicio De Energía Eléctrica**

De las encuestas realizadas en este sector podemos deducir que todas las viviendas que se encuentran dentro de la comunidad disponen del servicio de energía eléctrica.

- **Establecimientos de Salud**

En el sector de Zhucay no se dispone de un Centro de Salud viéndose obligados los moradores en buscar de este servicio en las comunidades más cercanas.

- **Centros Educativos**

La comunidad de Zhucay carece de establecimientos educativos, por lo que los niños y jóvenes estudian en establecimientos educativos cercanos de la parroquia Javier Loyola. Según datos del Ministerio de Educación 2010 - 2011, en la Parroquia Javier Loyola se encuentran 13 Instituciones Educativas en las cuales no existen las unidades educativas necesarias para abastecer la demanda de educación primaria y en especial Secundaria debido a que existe solo un colegio para toda la parroquia, lo que ha provocado la salida de los estudiantes a cantones vecinos para obtener este servicio.

- **Actividad Económica**

La principal actividad económica de la comunidad de Zhucay son la agricultura y la construcción, datos obtenidos de las encuestas realizadas en el sector.

- **Transporte**

En la comunidad de Zhgucay no disponen del servicio de transporte público los moradores del sector opta para su movilización, el alquiler de camionetas o disponen de su propio vehículo.

- **Infraestructura Vial**

La infraestructura vial de este sector no se encuentra en buenas condiciones, siendo esta la principal causa para no poder disponer de un servicio de transporte público.

- **Demografía**

Los datos obtenidos del censo de población y vivienda, del 2010, en la comunidad de Zhucay, se pueden localizar viviendas construidas de bloque, ladrillo y hormigón. Superando la construcción en bloque de la mayoría de las viviendas del sector, así como también un gran número de estas viviendas se trata de quintas vacacionales.

#### 4.8 PROYECTO DE MANEJO AMBIENTAL

#### 4.9 PROYECTO DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

##### 4.9.1 PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y APLACAMIENTO DE IMPACTOS

PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS PLANTEAMIENTO DE MANEJO DE GENERACIÓN DE RUIDO					
<b>OBJETIVOS:</b> Reducir los ruidos causados en la obra					<b>PPM-01</b>
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Ubicación de la obra, Comunidad de Zhucay.					
<b>RESPONSABLE:</b> Contratista, Operadores					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Aire	Perjudicar a la comunidad y a la fauna de la zona por el ruido generado	La maquinaria debe estar en óptimas condiciones y con un mantenimiento oportuno, para que los niveles de ruido se hallen por debajo de los 75 dB.	Niveles de ruido superiores a los 75 DB	Registro de monitoreo de ruido mediante la utilización de sonómetro	2

**PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS  
PLANTEAMIENTO DE MANEJO DE MATERIAL PARTICULADO Y GASES**

**OBJETIVOS:** Contaminación del aire por dispersión y por material particulado

**LUGAR DE APLICACIÓN:** Ubicación de la obra, Comunidad de Zhucay

**RESPONSABLE:** Contratista, Operadores

<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PLAZO (meses)</b>
Aire	Controlar la propagación de polvo y la emisión de gases	Mantener el suelo húmedo y dotar de mascarillas al personal	Existencia de polvo en la atmosfera en el área del proyecto	Verificar el riego a una tasa de aplicación entre 0.90 y 3.5 l/m <sup>2</sup> . Registrado en Libro de Obra.	<b>2</b>
Aire	Emisiones maquinaria	Mantenimiento de la maquinaria	Número de camiones/ maquinaria sometida a mantenimiento	Registro de mantenimiento de toda la maquinaria operando en el proyecto	<b>2</b>

**PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS  
PLANTEAMIENTO DE MANEJO DE FLORA Y FAUNA**

**OBJETIVOS:** Controlar la afección generada hacia animales y plantas de la zona  
**LUGAR DE APLICACIÓN:** Ubicación de la obra y zonas aledañas, Comunidad de Zhucay  
**RESPONSABLE:** Contratista, Operadores

**PPM-03**

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Flora	Dstrucción de las especies de flora del área del proyecto	Delimitar y señalización de la zona de trabajo para que el daño a la vegetación no sobrepase los límites del proyecto	Metraje total delimitado con cerramiento (estacas y marcas)	Registro de compra de estacas o marcas para cerramiento	3
Fauna	migración de especies nativas de la zona	Identificar la existencia de especies en el área del proyecto y colocar rótulos informativos.	Identificación los rótulos informativos para saber la ubicación de las especies de fauna	Registro de las especies en el área del proyecto	3

#### 4.9.2 PROGRAMA DE MANEJO DE DESECHOS

PROGRAMA DE MANEJO DE DESECHOS PLANTEAMIENTO DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS					
<b>OBJETIVOS:</b> Obtener un buen control de los desechos sólidos generados <b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Ubicación de la obra, Comunidad de Zhucay <b>RESPONSABLE:</b> Contratista, Operadores					<b>PMD-01</b>
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Suelos Aire Agua Flora Fauna Paisaje	Degradación de aire, suelo, agua, visual Afectación a la población, trabajadores, flora y fauna del área del proyecto por mal manejo de desechos, Generación de vectores de enfermedades, Riesgo de accidentes.	Constatación diaria para que no se realice la evacuación ilegal de desechos en la vía de acceso y en lugares antirreglamentarios	No aplica	Registro fotográfico	Permanente
		Mantener limpia el área Circundante y caminos de acceso al botadero.	No aplica	Registro fotográfico	Permanente

### 4.9.3 PROGRAMA DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.

PROGRAMA DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL					
PLANTEAMIENTO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL					
<b>OBJETIVOS:</b> Mantener informada y capacitada a las personas involucradas en el proyecto <b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Ubicación de la obra, Comunidad de Zhucay. <b>RESPONSABLE:</b> Contratista, contratante					<b>PCC-01</b>
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Socio económicos	Accidentes e Incidentes laborales	Se capacitará al personal administrativo y operativo del cierre técnico en los siguientes temas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Difusión del contenido del PMA y del Manual de Operación y Mantenimiento .</li> <li>• Implementación de procedimientos de salud y seguridad.</li> <li>• Identificación de riesgos.</li> </ul> Temas relacionados	No. de capacitaciones realizadas	Registro de capacitación sobre los temas impartidos. Verificación de conocimientos a través de pruebas.	Mensual

		con respuesta a emergencias. Condiciones y responsabilidades de operadores de la maquinaria.			
		Realizar inducciones sobre seguridad y ambiente antes de empezar los trabajos diarios.	No. de inducciones realizadas.	Registros de asistencia.	Diario
		Todas las actividades de capacitación, planificadas o no, serán registradas.	No aplica	Registros de capacitación.	Permanente

#### 4.9.4 PROGRAMA DE RELACIONES COMUNITARIAS.

PROGRAMA DE RELACIONES COMUNITARIAS PLANTEAMIENTO DE RELACIONES COMUNITARIAS					
<b>OBJETIVOS:</b> Mantener informada a la comunidad de cada proceso que se efectuó en la obra <b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Ubicación de la obra, Comunidad de Zhucay <b>RESPONSABLE:</b> Contratista, contratante					<b>PRC-01</b>
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Socio económicos	Desconocimiento del proyecto para la población	Se realizara una reunión informativa para dar a conocer el contenido del estudio ambiental y del	Porcentaje de la población informada, cercana al proyecto	Informe de socialización	Al inicio de la construcción
		Proyecto, a las personas del área de influencia			
	Quejas en el proceso de construcción	Implementar un sistema de recepción de consultas, comentarios, sugerencias, denuncias y solicitudes de la comunidad del área de influencia. Acciones tomadas en cada caso.	Número de consultas, comentarios, quejas, denuncias, solicitudes receptadas	Registro de consultas, comentarios, quejas, denuncias y solicitudes	Permanente
	Falta de	Realizar en	Porcentaje del	Registros de	Trimestral

	conocimiento de medidas de seguridad	forma periódica capacitación ambiental y de seguridad ocupacional para el personal. Dar a conocer el Plan de Operación y mantenimiento.	personal capacitado en temas ambientales	capacitación	
--	--------------------------------------	---	--	--------------	--

#### 4.9.5 PROGRAMA DE CONTINGENCIAS

PROGRAMA DE CONTINGENCIAS PLANTEAMIENTO DE CONTINGENCIAS					
<b>OBJETIVOS:</b> Dar soluciones a situaciones contempladas o no programadas <b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Ubicación de la obra, Comunidad de Zhucay. <b>RESPONSABLE:</b> Contratista					<b>PRC-01</b>
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Riesgos naturales y accidentes de trabajo	Accidentes e Incidentes laborales	Procedimientos de Notificación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quien identifique la emergencia comunicará de inmediato al Jefe de la construcción del Botadero</li> <li>• La notificación en caso de emergencia se realizará mediante comunicación por celular o radio, para lo cual se ubicará en un lugar visible del área administrativa, los principales números de teléfono y los</li> </ul>	No. de emergencias suscitadas	Informe de emergencias presentadas	Permanente

		<p>nombres del personal a ser notificado para emprender una acción inmediata de transporte, socorro, dirección y coordinación de las medidas a tomar.</p>			
		<p>Grupos de Apoyo Externo</p> <p>En caso de que la emergencia requiera de apoyo externo, este será solicitado a entidades externas, para lo cual se mantendrán en lugares de fácil acceso los números de emergencia de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Policía Nacional - Telf. 101</li> <li>• Bomberos- Telf. 102</li> <li>• Cruz Roja - Telf. 131</li> </ul>	No Aplica	Números de teléfono publicados Registro fotográfico	Permanente

<p>Riesgos naturales y accidentes de trabajo</p>		<p>Disposiciones en caso de incendios</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quien observa la señal de incendio deberá tratar de apagarlo, con el extintor si es factible combatirlo.</li> <li>• Si no es posible combatir el fuego, llamar a los bomberos.</li> <li>• Si es necesario evacuar, siga las indicaciones explicadas en la capacitación.</li> <li>• Luego de atendida la contingencia, el jefe de la construcción del botadero deberá realizar un informe del mismo con: causas, acciones tomadas, personal, equipos e infraestructura afectados y dar aviso a las</li> </ul>	<p>Número de accidentes e incidentes ocurridos</p>	<p>Registro de accidentes e incidentes ocurridos</p>	<p>Permanente</p>
--	--	---	--	--	-------------------

		entidades de emergencia de ser necesario.			
Riesgos naturales y accidentes de trabajo	Eventos naturales	Disposiciones en caso de Emergencias El Administrador: recibe y centraliza la información; asume o delega funciones y orienta a los miembros; instruye la movilización general del personal y equipo; evalúa la magnitud del problema; planifica e instruye las acciones a seguir; establece la situación; informa a los empleados sobre la situación de emergencia; recopila la documentación referente a la emergencia para respaldar	No aplica	Registro de Capacitaciones	2

		<p>el informe final.</p> <p>Guardia: el guardia será el encargado de evacuar a todo el personal en situaciones de emergencia.</p>			
--	--	---	--	--	--

#### 4.9.6 PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL.

PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL PLANTEAMIENTO DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL					
<b>OBJETIVOS:</b> Otorgar seguridad y disminuir los riesgos en la obra <b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Ubicación de la obra, Comunidad de Zhucay. <b>RESPONSABLE:</b> Contratista					<b>PSS-01</b>
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Seguridad de trabajadores en construcción y operación	Riesgo de afectaciones a la salud	Utilización de equipos de protección personal.	Porcentaje de trabajadores con equipos de protección personal	Registros, fotografías	Permanente
		Obligaciones del empleador <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brindar un buen ambiente de trabajo.</li> <li>• Cumplir con todas las obligaciones de ley como empleador.</li> <li>• Proveer de los equipos de protección personal a los trabajadores</li> </ul>	Porcentaje de incumplimiento a las obligaciones / normativa	Auditoría realizada por la autoridad competente	Permanente
		En caso de accidentes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deberá seguir un Reglamento de seguridad para</li> </ul>	Número de accidentes ocurridos	Registro de accidentes	Permanente

		<p>que se registre el accidente y conocer cualquier dato de interés como lugar del accidente, testigos, fecha, hora, circunstancias, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo accidente, por pequeño que sea, deber ser informado al jefe de sección para que sea registrado.</li> <li>• Dependiendo de la gravedad del accidente, se deberá asistir inmediatamente y llevarle al centro médico más cercano.</li> <li>• En caso de ser necesario, se debe realizar una investigación de la causa del accidente y seguimiento del estado del trabajador herido.</li> </ul>			
--	--	---	--	--	--

		Implementar y mantener la señalización en todas las áreas conforme la NTE INEN – ISO 3864-1:2013.	Número de señales colocadas	Inspección en el sitio, registro fotográfico,	Permanente
		<p>Obligaciones de los empleados</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No se deberá ingerir alimentos o bebidas durante la ejecución del trabajo</li> <li>• No se permitirá fumar y consumir bebidas alcohólicas</li> </ul> <p>Es imprescindible el uso de la ropa de trabajo y equipos de protección de personal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deberán mantener los registros de vacunas conforme lo descrito en el Manual de Operación y Mantenimiento.</li> </ul>	% de incumplimiento a las obligaciones por cada empleado	Notificaciones de llamados de atención	Permanente

#### 4.9.7 PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO					
PLANTEAMIENTO DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO					
<b>OBJETIVOS:</b> Garantizar la implementación de las medidas señaladas en el Plan de Manejo Ambiental <b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Ubicación de la obra, Comunidad de Zhucay. <b>RESPONSABLE:</b> Contratista - Fiscalizador					<b>PMS-01</b>
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Aire (Generación de Ruido)	Contaminación acústica.	Realizar monitoreos internos con un laboratorio acreditado, para ruido ambiente generado por las actividades de las maquinarias y vehículos que se utilicen en la construcción y cierre.	Número de monitoreos realizados Número de monitoreos obligatorios	Informes de laboratorio	Trimestral
Aire (Emisión de gases a la atmosfera)	Contaminación atmosférica.	Realizar un monitoreo de gases al iniciar la fase de construcción de las maquinarias y vehículos que serán utilizados.	Número de monitoreos realizados Número de monitoreos obligatorios	Informes de laboratorio	Trimestral
suelo	Deterioro del suelo	Se verificará visualmente y a diario todas las excavaciones, movimiento de	Registrar en el libro de obra todos los trabajos realizados	Registro fotográfico	Permanente fase de construcción

		tierras, y desalojos durante la construcción de la obra			
--	--	---	--	--	--

#### 4.9.8 PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO.

PROGRAMA DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA PLANTEAMIENTO DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA					
<b>OBJETIVOS:</b> Establecer las actividades necesarias para el retiro de infraestructura y maquinarias que fueron empleadas durante la construcción <b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Ubicación de la obra, Comunidad de Zhucay. <b>RESPONSABLE:</b> Contratista – Fiscalizador					<b>PMS-01</b>
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Limpieza del área del proyecto	Contaminación de recursos naturales por presencia de maquinaria y desechos sólidos y líquidos	Informar a la Autoridad Ambiental con 15 días de anticipación al cierre del Botadero.	No aplica	Comunicación realizada	15 días antes del cierre
		Se limpiará toda el área de intervención del proyecto. Recolección de residuos, limpieza general del terreno.	Área totalmente despejada de equipos y facilidades de obra.	Registro fotográfico	Luego del cierre
Restauración del medio.	Integración del área al paisaje.	Se deberá realizar un seguimiento al área intervenida	No aplica	Registro fotográfico	15 días después del cierre

## 4.10 MEDIOS DE INFORMACIÓN SOCIAL

### 4.10.1 ENCUESTA BENEFICIARIO

Las encuestas que se realizaron en el sector fueron 50; sus principales actividades económicas son la agricultura y construcción, su nivel de educación es primaria y secundaria. Los pobladores manifiestan que tienen necesidades urgentes como: agua potable, recolección de basura, transporte, etc., la mayoría de los pobladores, en especial los niños, han sufrido enfermedades por consumir agua entubada. Sus condiciones de vida no son las adecuadas, presentan una inconformidad con las autoridades.

### 4.10.2 OPINIÓN PÚBLICA

Entre las necesidades más relevantes de esta comunidad están los servicios básicos necesarios como son: un sistema de agua potable de calidad, mejorar el servicio de recolección de basura y tener servicio de transporte diario.

## 4.11 CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN	SEMANAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Actividades preliminares de topografía, replanteo y nivelación	X	X										
Cortes y rellenos para construcción	X	X	X	X	X	X	X					
Colocación de la tubería		X	X	X	X	X	X	X	X			
Relleno compactado (mejoramiento)			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Acumulación de escombros				X	X	X	X	X				
Desalojo de materiales sobrantes								X	X	X	X	X
Cubrimiento de tierra vegetal								X	X	X	X	X
Domiciliarias										X	X	X

#### 4.12 CRONOGRAMA VALORADO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

Descripción	Meses										Presupuesto usd	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<b>PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS</b> Programa movimiento de tierras	X	X	X	X	X	X	X					<b>110,00</b>
<b>PLAN DE MANEJO DE DESECHOS</b> Programa almacenamiento, transporte y disposición final de desechos			X	X	X	X	X	X	X	X		<b>180,00</b>
<b>PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.</b> Programa de comunicación y capacitación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		<b>230,00</b>
<b>PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS</b> Programa de Manejo socioeconómico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		<b>180,00</b>
<b>PLAN DE CONTINGENCIAS</b> Programa de atención de contingencias	X		X		X		X		X			<b>210,00</b>
<b>PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b> Programa de Seguridad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		<b>275,00</b>
Programa de Salud Ocupacional	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		<b>560,00</b>
Programa de Señalización	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		<b>270,00</b>
<b>PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO</b> Programa fiscalización ambiental	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		<b>900,00</b>
<b>TOTAL : Dos mil cuatrocientos ochenta con 00/100</b>												<b>2.915,00</b>

#### 4.13 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Constitución del Ecuador 2008.
- El Código de Salud, publicado en 1997.

- El Libro VI de Calidad Ambiental del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), publicado en 1999.
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial parroquia Javier Loyola Cap. 2 diagnostico sectorial.
- Código Ecuatoriano para el diseño de la Construcción de obras sanitarias (Código ecuatoriano unificado)

#### **4.14 FIRMA DE RESPONSABILIDAD**

El Autor

---

## CAPITULO V: PRESUPUESTO

### 5.1 DETALLE DEL PRESUPUESTO

A continuación se detalla el presupuesto de la obra sanitaria.

#### SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE SHUCAY

**Oferente:** Pedro maldonado  
**Ubicación:** Cuenca  
**Fecha:** 08/03/2016

PRESUPUESTO							
Item	Codig o	Descripcion	Unida d	Cantida d	P.Unitari o	P.Total	
001	522037	Replanteo y nivelacion	m	2.821.46	0.80	2.257.17	
2	502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	1.551.77	10.88	16.883.26	
3	510054	Sum, Ins. Reduccion Camapana PVC Diametro 90x160mm	u	4.00	34.30	137.20	
4	535934	Tee PVC E/C D=160 x 160 mm (6"x6")	m	2.00	89.94	179.88	
5	540860	Sum,-Ins, Reducción Espiga PVC, D=160x90mm	u	4.00	36.82	147.28	
6	514004	Relleno compactado	m3	1.551.77	4.19	6.501.92	
7	535732	Sum, Codo PVC U/E R/L D=160 mm 22.30 grad,	u	1.00	50.29	50.29	
8	535272	Sum, Cruz PVC D=160x160 mm	u	3.00	26.23	78.69	
9	535107	Sum, Codo PVC Desague D=160 mm 90 grad,	u	1.00	14.77	14.77	
10	500001	Sum, Reductor Campana PVC D= 160x110mm	u	1.00	20.26	20.26	
11	535332	Sum, Tee PVC E/C D=90x90 mm	u	6.00	15.41	92.46	
12	535259	Sum, Codo PVC U/E R/L D=160 mm 11,15 grad,	u	28.00	49.33	1.381.24	
13	535258	Sum, Codo PVC U/E R/L D=90 mm 11,15 grad,	u	4.00	21.02	84.08	
14	509123	Sum, Codo de 22.5 grados PVC D= 90mm	u	1.00	20.26	20.26	
15	535134	Sum, Codo PVC D=90 mm 90 grad,	u	4.00	5.83	23.32	
16	535198	Sum, Tapon PVC E/C D=90 mm	u	3.00	8.76	26.28	
17	510055	Sum, Reductor Campana PVC D= 90x110mm	u	4.00	22.24	88.96	
18	535135	Sum, Tee PVC D=110x110 mm	u	1.00	8.04	8.04	
19	509124	Sum,Inst. Reduccion Espiga PVC, D= 90x110mm	u	1.00	22.21	22.21	
20	540017	Sum, Cruz PVC D=110x110 mm	u	1.00	26.21	26.21	
21	509089	Colocacion Tuberia PVC E/C D=110 mm	m	145.78	0.64	93.30	
22	509088	Colocacion Tuberia PVC E/C D= 90 mm	m	2.154.15	0.47	1.012.45	
23	509086	Colocacion Tuberia PVC E/C D=160 mm	m	521.53	0.71	370.29	
24	535929	Sum, Tuberia PVC E/C 0,63 MPA - 110 mm	m	145.78	4.79	698.29	
25	535932	Sum, Tuberia PVC E/C 0,63 MPA - 90 mm	m	2.154.15	3.38	7.281.03	
26	535930	Sum, Tuberia PVC E/C 0,63 MPA - 160 mm	m	521.53	10.19	5.314.39	
<b>1</b>		<b>Domiciliarias</b>				<b>57.876.73</b>	
1.00	1	502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	406.62	10.88	4.424.03
1.00	2	514004	Relleno compactado	m3	406.62	4.19	1.703.74
1.00	3	590006	Rotura de vereda para ubicacion domiciliaria	m2	150.00	9.30	1.395.00
1.00	4	590004	Demolicion de paredes de ladrillo/bloque para inst. caja medidor	m2	200.00	8.35	1.670.00
1.00	540164	Ins, Medidor de agua potable D=3/4"	u	251.00	6.49	1.628.99	

5							
1.00	6	590029	Sum, Caja de medidor domiciliar	u	251.00	18.00	4.518.00
1.00	7	5A0010	Suministro e instalción de Toma de incorporación 3/4"	u	251.00	24.20	6.074.20
1.00	8	5A0011	Suministro e instalción de Unión cobre cobre D=3/4" (tubo de Cu y accesorios)	u	502.00	12.52	6.285.04
1.00	9	5A0012	Suministro e instalación de Tubo de cobre tipo "k" D=3/4"	m	1.004.00	18.11	18.182.44
1.01	0	5A0013	Suministro e instalción de Neplo HG D=3/4"	u	1.004.00	0.65	652.60
1.01	1	5A0014	Suministro e instalción de Codo HG D=3/4" 90 Grados	u	753.00	0.71	534.63
1.01	2	5A0015	Suministro e instalación de Collarín D=160mm x 3/4" Especific. Normas Internacionales	u	251.00	43.06	10.808.06
2			<b>Cajas y Valvulería</b>				<b>40.805.08</b>
2.00	1	540533	Sum,-Ins, Valvula Reductora y Sostenedora de presión HF D=160mm	u	18.00	2.063.35	37.140.30
2.00	2	5A0009	Desalojo de Material (6 Km) con cargadora, incluye descarga en sitio	m³	50.00	3.96	198.00
2.00	3	503001	Excavación mecanica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	50.00	2.84	142.00
2.00	4	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	12.00	135.84	1.630.08
2.00	5	501003	Encofrado Recto	m2	80.00	12.04	963.20
2.00	6	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	350.00	2.09	731.50
3			<b>Plan de manejo ambiental</b>				<b>8.985.86</b>
3.00	1	593034	Señalización para conexiones domiciliarias (Según especificacion)	u	100.00	6.38	638.00
3.00	2	593002	Suministro e Instalación de Señales	u	25.00	38.62	965.50
3.00	3	593016	Suministro e Instalación de Conos	u	80.00	6.82	545.60
3.00	4	593013	Suministro e Instalación de Cinta	m	2.821.46	0.34	959.30
3.00	5	593031	Suministro e Instalación de Malla de seguridad	m	2.821.46	1.03	2.906.10
3.00	6	593032	Suministro e Instalación de Letrero Informativo (2.00 x 1.50 m)	u	3.00	813.19	2.439.57
3.00	7	580041	Catastro de infraestructura	Km	2.82	188.48	531.79
<b>SUBTOTAL</b>							150.481.20
<b>IVA</b>							12%
<b>TOTAL</b>							<b>168.538.94</b>

## 5.2 FINANCIACIÓN DE LA OBRA

La obra será financiada por la empresa ELECAUSTRO en su totalidad quien es una empresa gubernamental.

## 5.3 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

La construcción del sistema de agua estará constituido de la siguiente forma: El agua proveniente de la captación, se conducirá hasta la planta de tratamiento nueva.

Las especificaciones técnicas objeto de este trabajo servirán para los Sistemas de Agua Potable, en cuanto sea posible se utilizarán las especificaciones de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental dadas en sus publicaciones:

- "Especificaciones Técnicas de Construcción Comunes de Agua Potable y Alcantarillado" Volumen I; (Municipalidad Distrital de el Tambo, 2014)
- "Especificaciones Técnicas de Construcción de Sistemas de Agua Potable", Volumen II. y
- "Especificaciones Técnicas de Construcción de Sistemas de Alcantarillado" Volumen III

Cuando se presentaren contradicciones entre las especificaciones técnicas del presente documento y las existentes de la S.S.A., prevalecerán las dadas en este documento.

#### **5.4 ALCANCE DEL TRABAJO**

Todo trabajo incluirá, equipo y mano de obra necesaria para los respectivos rubros del Contrato.

Cualquier equipo, material, y mano de obra no mencionado específicamente o no indicado en los planos, que pueda ser necesario para completar o perfeccionar cualquier porción del trabajo de una manera substancial y de acuerdo con los requisitos implicados o estipulados en estas Especificaciones o Planos, será suministrado por el Contratista sin compensación adicional. Esto incluirá todos los materiales, aparatos o métodos peculiares a los rubros de trabajo, según sean construidos por el Contratista.

## **5.5 CANTIDADES**

Las cantidades estimadas indicadas en la Propuesta y en los Planos servirán solamente como una base para la comparación de propuestas. La Municipalidad de Pancho Negro no admite expresamente o por implicación que las cantidades reales de trabajo estarán de acuerdo con las mencionadas y se reserva el derecho de aumentar o disminuir cualquier rubro de trabajo o parte de la obra según la Municipalidad juzgue necesario, a fin de que el trabajo total sea completado adecuadamente de acuerdo con los Planos y Especificaciones.

## **5.6 MODIFICACIONES**

La Municipalidad se reserva el derecho de introducir cambios o modificaciones en forma, calidad y cantidad de cualquier parte de la obra contratada, que a su juicio sean necesarios para llevar a cabo el propósito del diseño y del Contrato. No se pagará al Contratista ningún aumento en los precios unitarios sobre los precios del Contrato, como causa de tales cambios.

## **5.7 PERFILES Y TOPOGRAFÍA**

La topografía de una parte de la comunidad realizada en esta Consultoría, está indicada en los planos que acompañan a estas especificaciones. Esta topografía se supone que sea razonablemente correcta, (deberá ser verificada previo al inicio de los trabajos) y juntamente con cualquier lista de cantidades, son presentadas solamente como una aproximación.

## **5.8 ORDEN DE TRABAJO**

El trabajo será iniciado puntualmente y continuado en tales ubicaciones, en tal orden y en tal tiempo que sean al final más convenientes para que el trabajo pueda ser ejecutado con seguridad durante todas las etapas de construcción completando de acuerdo con el programa. Se permitirá al Contratista trabajar con tantas ubicaciones como juzgue necesario, sujeto a los requisitos arriba mencionados, para completar el trabajo de acuerdo con el programa.

El programa de trabajo propuesto por el Contratista estará sujeto a la aprobación de la Fiscalización, y no podrá iniciarlo sin dicha autorización.

#### **5.9 RESPONSABILIDAD POR OBRA CIVIL, MATERIALES Y EQUIPOS**

El Contratista será responsable por todos los trabajos de obra civil que se realice así como por los materiales y equipos que suministre, y deberá satisfacer los requerimientos de la Fiscalización previa a su instalación y a la aceptación definitiva de las obras, así como posterior a la misma, en los próximos diez años si se determinare la presencia de vicios ocultos de construcción y/o materiales.

#### **5.10 TRANSPORTE Y BODEGAJE DE MATERIALES Y EQUIPOS**

Todos los materiales y equipos deben ser transportados adecuadamente y protegidos contra las inclemencias del clima. Con este objeto se deben empacar los materiales y equipos en bultos marcados para su identificación y al igual que las tuberías deben ser almacenados bajo techo, hasta que sean utilizados en la obra. En todo caso, los materiales y equipos deben ser recibidos a satisfacción por el Fiscalizador en el sitio de trabajo. Se aplica la sección 1.2 de las Especificaciones de Construcción de la S.S.A. antes mencionadas.

### **5.10.1 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.**

En lo referente al costo del transporte de materiales desde su origen hasta el sitio de obra, este debe estar incluido en los respectivos análisis de los costos directos de los precios unitarios.

La construcción de bodegas para almacenar adecuadamente los materiales y equipos debe ser considerada en el análisis de los costos indirectos.

### **5.11 SEGURIDAD Y DISPOSICIONES DE TRABAJO**

El Contratista será responsable por la seguridad de los trabajos, por la seguridad pública y seguridad de las estructuras adyacentes al lugar de trabajo. La Fiscalización vigilará que se ejecuten obras de protección tales como entibados, apuntalamientos y soportes, y que se coloquen señales y letreros con avisos preventivos para garantizar la seguridad del trabajo, de conformidad con las secciones 1.06, 2.2 y 1.19 de las Especificaciones de la S.S.A. y a las normas de Seguridad Industrial del IESS.

El Contratista cuidará de no colocar herramientas de construcción, equipos materiales de excavación, tuberías y suministros en sitios fuera de aquellos permitidos por el Fiscalizador, para evitar la interferencia del tráfico y las molestias al público.

El Contratista cuidará de cumplir con todas las normas y criterios sobre el impacto ambiental para prever lo que puedan ocasionar los diferentes trabajos derivados de la construcción de las obras previstas.

- Cuidar de producir erosión en taludes por escorrentía y erosión eólica.
- Prevenir inundaciones en terrenos aledaños a las obras.
- Cuidar de generar ruidos excesivamente fuertes que puedan ocasionar daños en el ecosistema.

- Evitar la generación exclusiva de polvo ocasionado por la construcción o en su defecto tomar las medidas correctivas.

## **5.12 PREPARATIVOS PARA INICIAR LA CONSTRUCCIÓN**

Se efectuará una reunión previa a la iniciación de la construcción en el lugar y fecha convenidos por el Fiscalizador y el Contratista. Deberá participar el personal directivo y técnico que tendrá que ver con la obra.

En esta reunión se establecerán las relaciones de trabajo, los mecanismos de comunicación entre las partes, las actividades que merezcan una atención especial, los mecanismos de evaluación y control de avance, y el tipo de documentos que se deberán preparar durante la realización del trabajo, tales como planillas, libro de obra, hojas de catastro, planos de construcción, cronogramas e informes de avance y otros considerados necesarios hasta la culminación total del proyecto.

Los trámites para la obtención de datos de campo, tales como ejes de vías, anchos de vías, permisos de construcción, definición de sitios para botaderos, etc., serán anticipadamente realizados por el Constructor, y serán de su exclusiva responsabilidad.

## **5.13 CAMPAMENTOS**

De acuerdo a la Sección 1.07 de las Especificaciones Técnicas de la S.S.A.

### **5.13.1 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.**

- Todos los costos relacionados con las instalaciones y el mantenimiento de los campamentos deberán ser incluidos en el análisis de los costos indirectos de las obras.

## **5.14 MANTENIMIENTO, PROTECCIÓN Y REPOSICIÓN DE SERVICIOS E INSTALACIONES**

De acuerdo a la Sección 1.15 de las Especificaciones Técnicas de la S.S.A.

### **5.14.1 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

Los costos que demanden estas actividades, serán incluidos en el análisis de los costos indirectos.

## **5.15 MATERIALES**

Todos los materiales que se utilicen deben satisfacer las especificaciones de la Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales, ASTM, siendo el Contratista el responsable por la selección de los mismos para cumplir con las exigencias de buena calidad que demande la Fiscalización. Para ello, el Contratista suministrará muestras de los materiales para su inspección y aprobación cuando lo solicite la Fiscalización y antes de utilizarlos en obra.

Servirán aquí especificaciones de la 1.56 a l 1.65 de la S.S.A.

### **5.15.1 CEMENTO**

#### **5.15.1.1 GENERALIDADES**

El cemento será suministrado por el Contratista en sacos, o a granel previa autorización de la Fiscalización.

El cemento a utilizarse será del tipo Portland, cuyas características cumplirán los requerimientos de la Especificación ASTM - C 150 o norma equivalente.

### **5.15.1.2 TRANSPORTE**

El transporte del cemento será realizado por el Contratista. El equipo aprobado de transporte garantizará la protección total del cargamento contra la humedad o contaminación, durante las operaciones de carga, transporte y descarga.

Durante el transporte, los sacos, deberán permanecer completamente cerrados y sanos durante toda esta faena. Todo saco que sea descargado roto, abierto, deteriorado o con muestras de humedad será rechazado o expensas del Contratista.

### **5.15.1.3 ALMACENAMIENTO**

Inmediatamente después de la recepción en el área del proyecto, el cemento deberá ser almacenado cuidadosamente en estructuras provistas por el Contratista, completamente secas, protegidas contra la atmósfera y la humedad y con adecuada ventilación, acceso para carga y descarga, inspección o identificación. Las facilidades de almacenaje serán aprobadas por la Fiscalización.

Los sacos se almacenarán superpuestos, sin contacto directo con el suelo, en grupos de hasta 14 sacos, cuando vayan a ser utilizados dentro de 30 días desde su llegada y en grupos de hasta 7 sacos, cuando este tiempo fuera mayor.

El Contratista deberá disponer de un volumen útil de almacenaje que garantice una producción continua de hormigón de por lo menos 10 días de consumo máximo en el período.

Ningún envío de cemento podrá ser utilizado en los primeros días de llegado, a menos que haya expresa autorización de la Fiscalización. Luego de aprobada la calidad del envío en el área del Proyecto, el cemento será utilizado dentro de 60 días contados desde su fabricación. Para períodos más largos, la Fiscalización exigirá a expensas del Contratista, la realización de ensayos de calidad, para autorizar o rechazar su uso.

Según la Fiscalización lo requiera, el Contratista deberá entregar copias de registros claros y precisos de todos los envíos, de los certificados de fábrica, de los resultados de los ensayos de control respectivo y de las estructuras en que se ha utilizado el cemento.

Si los cementos son obtenidos de diferentes fabricantes, no se permitirá su mezcla o contaminación durante el transporte, almacenamiento o elaboración.

**a) Muestras para ensayos.**

Muestras representativas del cemento serán tomadas por fiscalización, según las recomendaciones de las normas C183-71 o CC311-63 de la ASTM.

**b) Ensayos.**

Los ensayos serán aquellos especificados en las normas C-1510 de la ASTM, para cemento en base a resultados estadísticos que se obtengan y a los certificados de control de calidad del cemento presentados por el fabricante o por el Contratista. La Dirección podrá definir:

1. Los ensayos a efectuarse con mayor prioridad.
2. La frecuencia de ejecución de ciertos ensayos tales como: calor de hidratación expansión en autoclave, determinación de álcalis, etc.
3. La modificación de la frecuencia de toma de muestras individuales o compuestas.

**5.15.1.4 ACEPTACIÓN PROVISIONAL O RECHAZO**

Si uno o más resultados de los ensayos no satisfacen los requerimientos especificados, un nuevo ensayo será efectuado con una muestra compuesta formada con el resto de las muestras individuales utilizadas para el primer ensayo.

La Fiscalización podrá ordenar la ejecución de todos los ensayos físicos y químicos o únicamente ordenar la ejecución de los ensayos cuyos primeros resultados no reunieren los requisitos de las especificaciones, en otro laboratorio. Durante la ejecución de estos nuevos ensayos, el Contratista delegará un representante; los resultados de los ensayos y los respectivos certificados elaborados por el Laboratorio designado serán automáticamente aceptados por la Fiscalización y por el Contratista, como los únicos válidos para aprobar o rechazar el cemento.

Dentro de los 7 primeros días siguientes a la toma de muestras de cemento de un lote, la Dirección comunicará por escrito al Contratista su aceptación provisional o rechazo.

## **5.15.2 AGREGADOS**

### **5.15.2.1 GENERALIDADES**

Los agregados cumplirán con los requisitos de la especificación ASTM-C33. El agregado fino puede consistir de arena natural, o una combinación de arena natural y manufacturada, en cuyo caso el contenido de arena natural no será menor al 30 % del total del agregado fino. El agregado grueso consistirá de grava natural, grava triturada, cantos rodados o triturados o de una combinación de ellos.

El material deberá ser obtenido por el Contratista de las fuentes de abastecimiento previamente aprobadas por la Fiscalización.

### **5.15.2.2 ENSAYOS**

Los ensayos cuyos resultados deben someterse para la aprobación de la Fiscalización incluyen: gravedad específica, absorción, estabilidad física y química, análisis petrográfico, reacción alcalina, impurezas orgánicas, contenido de humedad, módulo de finura y aquellos otros ensayos necesarios, descritos en la especificación ASTM-C33.

### **5.15.2.3 MUESTRAS PARA DISEÑOS DE MEZCLAS**

Muestras representativas del material aprobado serán tomadas por la Fiscalización según las recomendaciones de las especificaciones ASTM C 702 y ASTM Método D 75, para ser analizadas por lo menos 60 días antes de su utilización.

El Contratista será responsable por la calidad de los agregados productos, y realizará, sin ningún costos extra, ensayos de los agregados según lo indique la Fiscalización, para lo cual el Contratista permitirá la colección de muestras de los agregados que estén utilizándose.

Un representante del Contratista podrá presenciar los ensayos y su evaluación tendientes a la aprobación o rechazo del material.

La aprobación de los depósitos por la Fiscalización, no se interpretará como aprobación a cualquier material tomado de estos depósitos. El Contratista será el responsable directo por la calidad de los materiales usados en el trabajo.

### **5.15.2.4 CALIDAD**

Los agregados deberán tener sus partículas de roca resistentes, densas, durables, limpias y libres de elementos indeseables tales como arcillas, limos o materia orgánica.

### **5.15.2.5 IMPUREZAS INDESEABLES**

Los siguientes son los porcentajes máximos (en peso de la muestra) permisibles de sustancias indeseables:

**Cuadro 15** Impurezas indeseables en agregado fino

<b>Agregado Fino</b>	<b>% del peso</b>
Materiales que pasan el tamiz No. 200	3,00
Arcillas y partículas desmenuzables	0,50
Hulla y Lignito	0,25
Otras Substancias dañinas	2,00
Total máximo permisible	4.00

La especificación ASTM Método C 87 permitirá valorar el efecto de un alto porcentaje de sustancias indeseables. Se rechazará un agregado fino si su resistencia relativa a los 7 días es menor que el 95 % de aquella obtenida con un material estándar.

**Cuadro 16** Impurezas indeseables en agregado fino

<b>Agregado Grueso</b>	<b>% del peso</b>
Material que pasa por el tamiz No. 200	0,50
Arcilla	0,25
Partículas blandas o livianas	2,00
Otras	1,00
Total máximo permisible	3,00

El agregado grueso será rechazado, si además de lo indicado no cumple con las siguientes especificaciones:

- a. Ensayo en la Máquina de los Angeles: Especificación ASTM C 131, para máximo tamaño de agregados de 1-1/2 pulgadas. Si la pérdida, usando la graduación A, excede al 10 % al peso, a 100 revoluciones, o al 40 % al peso a 500 revoluciones.

- b. Ensayo en la Máquina de los Angeles: Especificaciones ASTM-C 535 para máximo tamaño de agregado de 3". Si la pérdida usando graduación 1, excede el 35 % al peso a 1.000 revoluciones.
- c) Ensayo de resistencia al Sulfato de Sodio: Especificaciones ASTM-C 88. Si la pérdida después de 5 ciclos es mayor que el 10 % al peso.
- d) Peso específico: Especificación ASTM-C 128. Si el peso específico (en estado saturado superficie seca), es menor que 2,60.

#### **5.15.2.6 GRANULOMETRÍA 5.15.2.6**

##### **a) Agregado Fino**

Su curva granulométrica estará dentro de los límites establecidos por la especificación ASTM-C 33. El módulo de finura no será menor que 2,4 ni mayor que 3,1 y deberá ser mantenido estable, con variaciones máximas de +/- 0,2; en caso contrario, será rechazado. El Contratista podrá disponer de dos o más tipos de arena, según se indica a continuación, en almacenamientos separados, para utilizarlas luego en combinaciones, que satisfagan estas especificaciones.

<b>TAMIZ N.-</b>	<b>GRADUACIÓN 1</b>	<b>GRADUACIÓN 2</b>	<b>GRADUACIÓN 3</b>
4	90-100	90-100	90-100
8	60-95	75-100	85-100
16	30-70	55-90	75-100
30	15-34	35-59	60-79
50	5-20	8-30	12-40
100	0-10	0-10	0-10

El Contratista podrá combinar estos grupos para obtener la granulometría deseada

## b) Agregado Grueso

Su producción y almacenamiento se efectuará dentro de cuatro grupos granulométricos separados, designados de acuerdo con el tamaño máximo del agregado, y según los siguientes requisitos

TAMIZ	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA EL TAMIZ				
	4"-1"	1"-2"	2 ½"-2"	½"-2"	½"-4"
MALLA CUADRADA					
4 ½"				100	
4"(100mm)					90-100
3 ½" (90mm)					5-55
3"				100	
2 ½"(63mm)				90-100	
2"(50mm)		100		35-70	0-15
1- 2" (38mm)		90 – 100	0 – 15	0 - 5	
1"	100	20 - 45	0 – 5		
¾ (19mm)	90 – 100	0 - 10			
¾" (9,5mm)	20 - 45	0 - 5			
No. 4	0 - 5				

La granulometría total la definirá la Fiscalización para cada caso, y según los correspondientes diseños de hormigón, pudiendo posteriormente modificar la granulometría si fuere necesario, sin cargo alguno para la Municipalidad.

### 5.15.2.7 FORMA DE PARTÍCULAS

Tanto para el agregado fino como para el grueso su forma será generalmente esférica (redondeada) o cúbica (angular).

La cantidad de partículas alargadas y/o laminadas del agregado grueso, no excederá del 10% del peso total de la muestra, dentro de cada grupo granulométrico. En todo caso la suma de los porcentajes de estas partículas no deseables no deberá exceder el 30 %.

Como alargada se considera a aquella cuyo largo es mayor que 1,8 veces la dimensión de los 2 tamices consecutivos por los cuales pasa y es retenida; partícula laminada es aquella cuya dimensión menor es inferior a 0,6 veces la dimensión media de los 2 tamices que la dejan pasar y la retienen; laminada alargada es la partícula que satisface las dos condiciones.

#### **5.15.2.8 AGREGADOS MANUFACTURADOS**

Los agregados fino y grueso manufacturados, deberán ser preparados de roca sana no alterada; las operaciones de trituración, lavado, tamizado y mezclado serán aprobadas por la Fiscalización.

#### **5.15.2.9 ALMACENAMIENTO**

Los agregados deberán ser almacenados en cantidades suficientes y separadamente de acuerdo a su grupo granulométrico. Los sitios de almacenamiento podrán ser escogidos por el Contratista y sometidos a la aprobación de la Fiscalización; dichos sitios deberán garantizar la no contaminación o inclusión de elementos extraños. Para ellos las áreas de circulación y las vías de acceso serán convenientemente afirmadas y libres de baches.

Se evitará la segregación de los agregados, almacenándolos de modo que formen terrazas con taludes a 50 grados. Deberán estar convenientemente drenados a fin de obtener un contenido de humedad estable, que será controlado antes de su uso.

### **5.15.3 AGUA**

El agua, tanto para el lavado de agregados como para la preparación de mezclas y curado del hormigón, deberá ser agua fresca, libre de toda substancia que interfiera el proceso normal de hidratación del cemento. No se utilizará agua que contenga substancias nocivas, aceites, ácidos, sales, álcalis, materia orgánica, sulfatos, etc. en los límites fijados por las Normas ACI.

El Contratista presentará a la Fiscalización cuando sea requerido, los resultados de los análisis físico-químicos del agua, y realizará ensayos de resistencia según la especificación ASTM-C 109, con morteros de cemento preparados con el agua propuesta.

Para la aprobación, la resistencia promedio deberá ser por lo menos el 95 % de la resistencia al prepararse el mortero con agua destilada.

### **5.15.4 ADITIVOS**

#### **5.15.4.1 GENERALIDADES**

La utilización de cualquier aditivo deberá ser aprobada por la Fiscalización. El Contratista presentará para ello, en los 45 días subsiguientes a la firma del Contrato, todos los datos técnicos actualizados del producto propuesto, así como los respectivos certificados del fabricante.

Ningún aditivo se utilizará sin previo ensayo con los materiales que van a utilizarse en la obra. Por esta razón, el Contratista someterá un aditivo a su aprobación, por lo menos con 60 días de anticipación a su uso propuesto.

#### **5.15.4.2 ACELERANTES**

Se podrá usar cloruro de calcio en proporciones menores al 2 % en peso del cemento, a la mezcla en solución, con una parte de agua. No se utilizará acelerantes en hormigones en los cuales vayan embebidas, tuberías o elementos de acero galvanizado.

El uso del aditivo, no releva al Contratista de las responsabilidades de curado y protección del hormigón.

#### **5.15.4.3 REDUCTOR DE AGUA-RETARDANTE**

Cuando el Contratista o el Fiscalizador lo consideren conveniente, los hormigones deberán contener agentes reductores de aguas-retardantes, los cuales deben satisfacer la especificación ASTM-C 494.

Su dosificación se hará de un modo similar que para los introductores de aire, pero un minuto después de añadir el agua a la mezcla. Los porcentajes de dosificación estarán sujetos a las recomendaciones del fabricante y la los resultados de los ensayos de campo. No se permitirá la mezcla simultánea de 2 aditivos antes de introducirlos a la mezcla. Su dosificación se hará por separado.

#### **5.15.5 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.**

A no ser que se especifique lo contrario, todos los materiales no tienen pago particularizado, puesto que están incluidos en los respectivos precios unitarios en los que sean necesarios.

- Todos los costos de pruebas, ensayos, etc., estarán incluidos en los precios unitarios de los respectivos rubros en que sean utilizados.
- El almacenamiento (bodegas) será incluido en el análisis de los costos indirectos.

## **5.16 MANO DE OBRA**

El Contratista está obligado a emplear mano de obra calificada para la realización de todas y cada una de las obras. Para esto deberá someter a consideración de la fiscalización la nómina y experiencia del personal profesional y obrero principal que utilizará para las distintas actividades.

El fabricante puede proporcionar al Contratista el personal especializado que se requiera en determinado caso. El Contratista será responsable por la planificación, programación, supervisión y ejecución de la obra a su cargo. La aceptación por parte del Fiscalizador no releva al Contratista de su responsabilidad sobre trabajos defectuosos.

El costo de la mano de obra estará incluido en el análisis de los precios unitarios correspondientes.

## **5.17 MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS**

El Contratista proveerá la maquinaria y las herramientas apropiadas para la ejecución de los trabajos de obra civil e instalación de tuberías y accesorios, tales como plancha vibratoria, vibro-apisonadores, cortadora de tubos, concreteras, vibradores, bombas, teclé y herramientas menores necesarias. La Fiscalización podrá interrumpir un trabajo que no se realice con las herramientas apropiadas y que pueda comprometer, por esta razón, la buena calidad de la instalación realizada.

El costo de la maquinaria y herramientas estará incluido en el análisis de los precios unitarios correspondientes.

## **5.18 CATASTRO DEL SISTEMA CONSTRUIDO**

El Contratista preparará, siguiendo las instrucciones del fiscalizador, los planos de obra y para las redes de distribución hojas de catastro del sistema construido antes de realizar el relleno correspondiente. La presentación de estos planos y hojas será un requisito para el planillaje del rubro respectivo.

Entre otros datos el catastro contendrá una referencia de la localización de los pasos, estructuras y tuberías respecto a puntos fijos superficiales, la profundidad de instalación medida desde puntos con rasante permanente y enlazados a la red de bases de medición establecida durante el replanteo. Los planos de obra actualizados deben ser aprobados por Fiscalización como documento anexo a la planilla.

Los costos que demanden la elaboración de los catastros deben ser incluidos en el análisis de costos indirectos.

## **5.19 CLASIFICACIÓN Y MEDICIÓN PARA EL PAGO**

En todos los rubros, según sea aplicable, se seguirá la clasificación establecida en la lista de materiales que forma parte del Presupuesto de la obra, para la liquidación de las planillas de trabajo y su pago. En la siguiente sección, que trata sobre especificaciones particulares, al final de cada rubro se presenta la correspondiente unidad de medida. La cantidad de obra a ser planillada será determinada por el Fiscalizador.

Cualquier rubro no especificado en este documento se sujetará a las Especificaciones Técnicas de Construcción de la S.S.A. y a las disposiciones impartidas por Fiscalización.

## **5.20 SECCIÓN Nº 2 PARTICULARES**

### **5.21 REPLANTEO**

La ubicación de las obras se realizará con las alineaciones y cotas indicadas en los planos y respetando estas especificaciones de construcción. En el sitio de trabajo se colocarán hitos de hormigón perfectamente identificados y referenciados, que servirán como puntos de control horizontal y vertical de la obra. El Contratista proveerá todo el personal calificado, instrumentos, herramientas y materiales requeridos para la fijación de hitos y el replanteo de las obras.

El Fiscalizador verificará estos trabajos y exigirá la repetición y corrección de cualquier obra impropriamente ubicada. Antes de iniciar la construcción de cualquier tramo, el contratista con el visto bueno del fiscalizador definirá el trazado observando los planos del proyecto y recorriendo el terreno.

Si se encontraren discrepancias con los planos del Proyecto, el Contratista y el Fiscalizador deberán realizar las modificaciones necesarias. Ver sección 1.01 de las Especificaciones de la S.S.A.

#### **5.21.1 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.**

- Replanteo de ejes (para tendido de tuberías de agua potable), por metro lineal.
- Replanteo y nivelación de áreas menores a 1.000 m<sup>2</sup>. (estructuras especiales), por m<sup>2</sup>.

### **5.21.2 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.**

- Desbroce y limpieza a mano, por metro cuadrado.

## **5.22 EXCAVACIONES**

Las "Excavaciones", abarcarán las obras tales como, tanques de reserva, tanques repartidores, sifones, cimentaciones en general, tanques rompe presiones y tanques en general y las zanjas necesarias para alojar tuberías de agua potable con sus respectivos accesorios.

### **5.22.1 ALCANCE DE LOS TRABAJOS**

Los trabajos comprendidos en esta sección abarcan lo siguiente:

- a. Excavación para obra de toma, estructuras y para colocar tuberías en general.
- b. Protección de las excavaciones.

### **5.22.2 GENERALIDADES.**

El Contratista suministrará toda la mano de obra, equipos y materiales y realizará todas las operaciones necesarias para completar el trabajo requerido hasta las cotas, alineaciones, gradientes y dimensiones que indiquen los planos o la Fiscalización, produciendo en lo posible superficies lisas, uniformes y estables.

El Contratista deberá remover la capa vegetal del suelo comprendida dentro de los límites de excavación o relleno. Este material deberá removerse sin mezclarse con el material utilizable en posibles rellenos, para ser depositado en áreas aprobadas por la Fiscalización.

Las líneas de excavación indicadas en los planos no deben interpretarse como definitivas.

De acuerdo con los materiales encontrados en las cotas de fundación, la Fiscalización determinará su conveniencia o no para fundación u otros propósitos y podrá ordenar excavaciones adicionales, sin que por ellos cambie el precio unitario respectivo contratado.

El Contratista notificará a la Fiscalización con suficiente anticipación el comienzo de cualquier excavación para que se pueda realizar oportunamente las mediciones respectivas. El terreno natural contiguo a las estructuras no deberá alterarse sin la aprobación de la Fiscalización.

Los materiales sueltos dentro de las mínimas líneas de excavación deberán ser removidos.

Cualquier excavación adicional a la aprobada por la Fiscalización realizada por conveniencia del Contratista no será pagada por la Municipalidad y los costos de relleno de las sobre excavaciones con materiales serán igualmente a expensas del Contratista.

### **5.22.3 CUIDADOS EN LA EXCAVACIÓN**

Se tomará las precauciones necesarias para no disturbar el material que se encuentra debajo y más allá de las líneas de excavación. Cualquier daño debido a las operaciones del Contratista, deberá ser reparado a sus expensas.

### **5.22.4 DRENAJE TEMPORAL**

El Contratista tomará las medidas necesarias para drenar el agua a gravedad o por bombeo construyendo diques temporales, alcantarillas y otras obras que sean requeridas para prevenir inundaciones, erosión y agua estancada. Los drenajes temporales durante la excavación deberán ser considerados como inherentes a la excavación y estarán incluidos en los precios unitarios propuestos.

Después de haber servido para los propósitos indicados las obras temporales de drenaje serán retiradas, con la aprobación de la Fiscalización.

A menos que así lo apruebe la Fiscalización, toda excavación para fundaciones de estructuras será realizada en seco.

### **5.22.5 DERRUMBES Y EROSIÓN**

Se prevendrá y evitará la ocurrencia de derrumbes o erosión causados directa o indirectamente por la ejecución de los trabajos. De ocurrir éstos, el Contratista deberá reparar y restaurar a sus expensas todos los daños causados.

### **5.22.6 PROTECCIÓN Y MANTENIMIENTO.**

El Contratista deberá proteger las superficies excavadas y mantenerlas estables, durante y hasta la terminación de la obra.

La protección y mantenimiento deberá incluir limpieza, desvío de aguas superficiales, evacuación de agua subterránea, reparación de daños ocasionados por mal tiempo, crecidas y todas las demás operaciones necesarias para evitar derrumbamientos, deslizamientos, asentamientos o cualquier otro daño.

### **5.22.7 CLASIFICACIÓN DE LAS EXCAVACIONES EN GENERAL.**

La excavación en general se clasificará en los diferentes rubros como excavación en tierra, conglomerado y en roca.

#### **a. Excavación en terreno sin clasificar**

Es el conjunto de actividades necesarias para remover y extraer de todos los materiales distintos a las definiciones de conglomerado y roca tales como suelo común, arcilla, limos, arenas, gravas, piedras, roca meteorizada o bloques de roca de volumen inferior a 0.3 m<sup>3</sup>.

#### **5.22.7.1 EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN SECO.**

Comprenderá la excavación efectuada para la fundación, de los tanques y para las partes de la obra de toma ubicadas sobre el nivel freático.

Las superficies excavadas para la fundación de estructuras deberán ser firmes y estables. La calidad de la superficie de excavación deberá ser aprobada por la Fiscalización.

La sobre excavación no será pagada y el Contratista debe rellenar la misma, a sus expensas, con hormigón de la misma calidad que aquel que se usará en la fundación, o con material selecto y compactado aprobado por la Fiscalización.

#### **5.22.7.2 DEPÓSITOS DE MATERIALES PROVENIENTES DE EXCAVACIÓN.**

La Fiscalización examinará la calidad de los materiales excavados y determinará el uso que puede ser dado en las diferentes obras del Proyecto, tales como terraplenes, bordos, relleno, etc., en tal caso ser dispuestos hasta su utilización, en sitios convenientes del modo más apropiado.

Así mismo los materiales excavados no utilizables serán dispuestos en sitios aprobados, en forma definitiva, de modo que no se produzcan derrumbes o molestias futuras.

#### **5.22.7.3 SOPORTES.**

El Contratista suministrará e instalará entibados, apuntalamientos y cualquier otro tipo de soportes necesarios para que la ejecución de la excavación se desarrolle en condiciones de seguridad. La Fiscalización podrá exigir la instalación de soportes adicionales o el cambio de soportes defectuosos o mal instalados. Servirán aquí las Especificaciones de la 1.56 a la 1.65 de la S.S.A.

#### **5.22.7.4 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

- Excavación a mano, en tierra, en seco 0-2 m. por m<sup>3</sup>.

#### **5.23 PLATAFORMAS.**

La conformación de plataformas para la construcción de las estructuras se lo hará luego de que el sitio haya sido totalmente desbrozado y limpiado. Se excavará a mano hasta dejar los niveles establecidos en los planos. El material de desalojo se colocará en los lugares donde indique la fiscalización. Los taludes formados deberán ser perfectamente peinados.

Las excavaciones se pagarán de acuerdo a los rubros establecidos en el numeral 2.4, y los desalojos a lo establecido en el numeral 2.8.

## **5.24 RELLENO DE ZANJAS Y OBRAS ANEXAS**

El relleno se lo realizará sin compactar, Al realizar compactación manual, Fiscalización ordenará el espesor de las capas de relleno y el tiempo de compactación de cada una, y constatará que este procedimiento se cumpla, sin que esto opte que pueda solicitar ensayos de creerlo necesario.

Se tendrá especial cuidado de realizar un relleno de protección, con material libre de piedras y objetos duros agudos, hasta por lo menos 0.15 m sobre la generatriz superior de los tubos, inmediatamente después de colocada la tubería, para impedir la ocurrencia de daños a los tubos.

Luego se realizará un relleno parcial hasta unos 0.30 m sobre la generatriz superior de los tubos, dejando libres las juntas. Para este relleno se tendrá especial cuidado en la selección del material utilizado, cuya densidad y contenido de agua deben ser lo más próximos posibles a los del suelo natural.

El relleno final se realizará una vez concluidas las pruebas de presión de las tuberías, y en este caso se aceptará el uso de equipo, sin descuidar los requerimientos de compactación.

### **5.24.1 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

Rubros para el pago:

- Relleno sin compactar, en metro cúbico

## **5.25 HORMIGONES**

La mayor parte de las estructuras que se construirán para el sistema en estudio serán de hormigón simple, ciclópeo o armado, de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto. Su diseño se sujetará en todo caso a lo que especifica más adelante y a un diseño de laboratorio que se realizará con los materiales a ser utilizados.

Son aplicables en este punto las especificaciones 1.21 de la S.S.A.

## **5.25.1 COLOCACIÓN DEL HORMIGÓN**

### **5.25.1.1 PROGRAMA DE COLOCACIÓN DE HORMIGÓN**

El Contratista presentará a la Fiscalización con 30 días de anticipación al inicio de la colocación de hormigones, su plan de colocación del hormigón, que incluye el programa calendario, sitio y volúmenes, el equipo y el método que va utilizar.

La programación de construcción elaborados por el Contratista serán suministrados a la Fiscalización con 30 días de anticipación a la ejecución de la obra y serán basados en el programa de colocación de hormigones aprobado por la Fiscalización.

Si el Contratista considera que el tiempo acordado para entrega o recepción de programas, no es suficiente, de mutuo acuerdo con la Fiscalización se fijará un tiempo mayor.

### **5.25.1.2 TEMPERATURA DEL HORMIGÓN**

Durante su colocación, la temperatura del hormigón no deberá ser mayor a 20° C.

### **5.25.1.3 COLOCACIÓN (VACIADO)**

Para la ejecución y control de los trabajos, se utilizará las recomendaciones del ACI-614 605 o las especificaciones correspondientes de la ASTM; el Contratista notificará a la Fiscalización la fecha, la hora y la obra en que realizará el vaciado del hormigón, de acuerdo con el plan y el equipo ya aprobado. Todo proceso de vaciado, se realizará con la presencia de la Fiscalización.

En general a menos que la Fiscalización expresamente lo autorice, no se podrá colocar el hormigón en los siguientes casos:

- a. Lluvias fuertes o prolongadas que laven el mortero.
- b. Cuando la iluminación sea deficiente.
- c. Cuando la temperatura del hormigón exceda de 20° C.

El hormigón deberá ser colocado evitando el flujo y la segregación de sus ingredientes, especialmente cuando se trabaje con mezclas de alta consistencia.

Todo hormigón que haya comenzado a endurecer previamente al vaciado será rechazado.

El hormigón será colocado en capas continuas horizontales. Antes de terminado el tiempo de fraguado de la primera capa, estando aún en estado plástico se colocará la capa subsiguiente, de modo que las dos capas puedan ser penetradas por el vibrador a fin de obtener superficies de acabado homogéneo, sin pegas o juntas frías.

En caso de interrupción del proceso de vaciado se procurará que éste se produzca fuera de zonas de esfuerzos críticos o en su defecto, se procederá a la formación inmediata de una junta de construcción técnicamente diseñada y ejecutada.

La colocación, previa la aprobación de la Fiscalización, podrá realizarse con bote con descarga de fondo y otros dispositivos que no produzcan segregación. Se rechazará el uso de canalones o cualquier otro método no recomendado por la tecnología del hormigón.

Después que las superficies de roca o juntas de construcción hayan sido limpiadas y humedecidas, inmediatamente antes de colocar el hormigón en donde sea posible, serán cubiertas con una capa de mortero de 1 cm. que tenga la misma proporción de agua, de inductor de aire, cemento y arena que el hormigón.

La adición de agua (retemplado) para recuperar la consistencia perdida de la mezcla fresca de hormigón no será permitida; tampoco los efectos de vibración para transportar el hormigón dentro del encofrado.

Para prevenir los bordes delgados, las juntas de construcción de las tongadas, cerca de superficies inclinadas expuestas deberán ser diagonales, de modo que el ángulo entre la superficie inclinada y la superficie expuesta de hormigón, no sea menos que  $50^\circ$ .

Durante la colocación del hormigón en masa, el Contratista cuidará de mantener un área mínima de hormigón fresco expuesto, mediante la colocación del hormigón en capas aproximadamente horizontales, a todo lo ancho del bloque y a todo lo alto de la tongada, y sobre una área restringida del área total del bloque, siguiendo en etapas progresivas similares, hasta completar la totalidad del bloque.

La inclinación formada hacia los lados no confinados de las capas sucesivas, deberá mantenerse con una inclinación lo más pronunciada, a fin de mantener estas áreas mínimas. El hormigón a lo largo de estos lados, no deberá ser vibrado, hasta que el hormigón adyacente sea colocado, excepto cuando las condiciones del tiempo sean tales, que aceleren el endurecimiento del hormigón y se dude de la efectividad de la vibración de consolidación, para integrarlo con el hormigón adyacente.

Los agregados gruesos segregados en superficies, serán esparcidos antes de colocarse el nuevo hormigón sobre ellos. Cada depósito de hormigón deberá ser vibrado completamente antes de que otro hormigón sea depositado.

Si el hormigón se coloca monolíticamente alrededor de aberturas que tengan dimensiones verticales mayores que 0.6 m, o plataformas, losas o vigas de cimentación o elementos de soporte, la nueva capa de hormigón podrá colocarse, entre una o tres horas después de colocado el hormigón sub-adyacente, evitándose retracciones diferenciales entre los hormigones alrededor y/o sobre elementos descritos.

Al compactar la capa subsiguiente, el vibrador deberá penetrar por su propio peso y revibrar la capa inferior. En ningún caso la colocación de una nueva capa será retardada hasta que el vibrador no pueda penetrar por su propio peso en la capa de hormigón previamente colocada.

### **5.25.2 COMPACTACIÓN**

Cada capa de hormigón será compactada al máximo practicable de densidad, libre de acumulaciones y agregados gruesos o aire entrampado y óptimamente acomodado en toda la superficie de las formas del encofrado y de los elementos embebidos.

La compactación se hará por medio de vibradores de tipo eléctrico o neumático, electromagnético o mecánico, de inmersión o de superficies, aprobados por la Fiscalización.

Los vibradores de inmersión funcionarán a una velocidad mínima de 7.000 r.p.m. Los vibradores de inmersión para hormigón en masa serán de tipo medio operados por un hombre.

Los vibradores de inmersión serán operados en posición vertical, debiendo la cabeza vibradora penetrar y revibrar la parte superior de la capa inferior, si existiere. Se evitará que la cabeza vibradora tope a los encofrados.

El tiempo y espaciamiento aproximados para las inmersiones dependerá, especialmente de la consistencia del hormigón y de la frecuencia de operación de los vibradores y podrá variar entre 5 y 20 segundos y entre 30 y 50 cm. respectivamente. En todo caso, las experiencias de campo permitirán optimizar este trabajo. Al vibrar el hormigón en masa, la vibración continuará hasta que las burbujas de aire atrapado cesen de escapar.

### **5.25.3 LABORATORIOS**

Todos los ensayos que la Fiscalización juzgue necesarios para efectuar el control de los trabajos serán realizados por el Contratista y supervisados por la Fiscalización en un laboratorio cercano y calificado.

Las directrices para dicho control serán las Especificaciones de la ASTM, partes 9 y 10 y los Standards del ACI, partes I, II y III.

Los resultados serán considerados como definitivos o suficientes para aprobar o rechazar el hormigón, sus materiales o procedimientos de trabajo, los ensayos mínimos a realizarse, y su frecuencia, a menos que la Fiscalización requiera de otros ensayos será:

<b>ENSAYO</b>	<b>Nº DE ENSAYOS</b>	<b>SITIO DE TOMA MUESTRA</b>	<b>MÉTODO DE ENSAYO</b>
Granulometría Agregado grueso.	1/mes	pila de acopio	ASTM-C 36
Granulometría Agregado fino.	3/mes	pila de acopio	ASTM-C 136
Contenido Orgánico de la arena	3/mes	pila de acopio	ASTM-C 136i
Resistencia a la compresión a los 7 y 28 días.	1/20 m3	sitio de colocación planta mezcladora según defina la Fiscalización	ASTM-C 172
Humedad superficial de la arena.	2/día	planta mezcladora o sitio de mezclado	ASTM-C 70
Asentamiento	2/día	Planta mezcladora o sitio e colocación	ASTM-C 143

La Fiscalización proporcionará al Contratista una copia de todos los resultados alcanzados. El Contratista podrá delegar ante el Laboratorio su propio personal técnico para que observe los ensayos.

#### **5.25.4 TOLERANCIAS PARA LAS CONSTRUCCIONES DE HORMIGÓN**

##### **5.25.4.1 GENERALIDADES**

El Contratista deberá efectuar las estructuras de hormigón, de acuerdo a estas especificaciones y a los requerimientos de los planos estructurales. El Contratista observará, por tanto, las tolerancias que se establecen para dimensiones, alineaciones, niveles, etc., en los planos estructurales y en estas especificaciones.

## **5.25.5 REPARACIÓN DEL HORMIGÓN**

### **5.25.5.1 GENERALIDADES**

El hormigón deberá repararse de acuerdo con las: "Especificaciones Standard para Reparación de Hormigón", del 15 de Noviembre de 1.970 del Bureau of Reclamation o Especificaciones Equivalentes.

La reparación del hormigón en la superficie de vertederos y de los desagües de fondo y en sus muros, deberá hacerse con hormigón con resina epóxica y con arena fina.

Las reparaciones del hormigón en muros y antepechos de estructuras se realizarán con hormigón, o empaquetamiento de mortero seco (dry pack), o a opción del Contratista, con hormigón y resina epóxica o mortero con resina epóxica y serán frotadas ligeramente o tratadas de modo tal que recuperen las mismas características del hormigón sano circunvecino.

El Contratista presentará muestras de resina epóxica y arena graduada para la dosificación de mortero de resina epóxica.

## **5.25.6 CONSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN**

### **5.25.6.1 GENERALIDADES**

Todas las estructuras deberán construirse de acuerdo a las líneas prescritas de gradientes y dimensiones. Donde no esté indicado, la localización de las juntas de construcción se sujetará a la aprobación de la Fiscalización. El Contratista deberá colocar y asegurar a cada estructura, todo material de construcción, metales y otros accesorios embebidos o no, como se indique en los planos.

## **5.25.7 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

- Hormigón simple para varias resistencias ( $f'c$ ), por m<sup>3</sup>.
- Hormigón ciclópeo (60% de hormigón simple y 40 % de piedra), para varias resistencias ( $f'c$ ), por m<sup>3</sup>.

## **5.26 MALLAS ELECTROSOLDADAS**

### **5.26.1 DEFINICIÓN**

Este material es una armadura prefabricada con aceros lisos o con resaltes, de alta resistencia, lista para ser colocada en el sitio de su uso final en la estructura.

### **5.26.2 ESPECIFICACIONES**

La malla electrosoldada es producida con elementos de acero trefilado en frío, de un alto límite elástico.

Los aceros trefilados lisos cumplen con la especificación ASTM A82, que requiere en la sección 3.5.5 el código del INEN y en la sección 3.5.4.2 el ACI-318-83.

Los aceros con resaltes cumplen con las especificaciones ASTM A496 que requiere en la sección 3.5.7 el Código Ecuatoriano de la Construcción y en la sección 3.5.3.4 el Código ACI-318-83

El límite elástico convencional del acero es de 5000 Kg/cm<sup>2</sup>.

La suelda de los elementos debe ser controlada para garantizar la bondad y exactitud de la suelda y la distribución exacta de los aceros.

Las planchas tienen tamaño Standard de 6,25m.x2,40m. y de 6,10m.x1,65m., O rollos dependiendo del tipo de ARMEX. El máximo es 2,40m.

Para las mallas los diámetros varían desde 3,00 mm. Hasta 10,00 mm. Con aumentos de 0,50 mm., y su forma puede ser cuadrada o rectangular dependiendo de su uso de acuerdo a especificaciones técnicas y contrato.

### **5.26.3 MEDICIÓN Y PAGO**

La malla electrosoldada que se emplee en las obras y su colocación se pagarán por metro cuadrado instalado de acuerdo a planos, y su unidad de medida será el m<sup>2</sup> con aproximación a un decimal y se medirá las longitudes netas de la malla incluyendo traslapes.

### **5.26.4 MATERIALES**

El acero de refuerzo deberá ser corrugado y cumplirá con las especificaciones de las ASTM-A 615 Grado 40, o ASTM-A 615 o 617 Grado 40 o norma equivalente.

Los refuerzos en espiral podrán fabricarse con barras lisas de acero, Grado 40, conforme a las Especificaciones ASTM-A 615 o 617, en lugar de las barras corrugadas. No podrán intercambiarse varios grados de acero de refuerzo en una misma estructura.

### **5.27 REPLANTILLO DE PIEDRA**

En los sitios donde indique los planos se colocará un replantillo, hecho de piedra de buena calidad, se dejará la superficie nivelada. El replantillo se apisonará hasta que se haya logrado la mayor compactación posible. No se podrá realizar ningún trabajo sobre el replantillo sin contar con el visto bueno del Fiscalizador.

### **5.27.1 MEDICIÓN Y PAGO**

Será medido en metros cuadrados con aproximación de un decimal; se determinará en la obra la superficie de replantillo construido. El pago se realizará de acuerdo a los precios estipulados en el contrato en los cuales se incluirá materiales utilizados, mano de obra, transporte y todas las operaciones que deba ejecutar para la realización de los trabajos.

### **5.28 DRENAJE**

#### **5.28.1 DEFINICIÓN**

Se entenderá por drenes para estructuras las capas o ductos que se construyan bajo ellas con grava natural clasificada o sin clasificar, arena o piedra triturada, o con cualquier otro material permeable que facilite el libre escurrimiento de las filtraciones del terreno natural y evite en esa forma la presencia de subpresión hidrostática que pueda actuar contra la estructura.

#### **5.28.2 ESPECIFICACIONES**

Las excavaciones necesarias para alojar los drenes se considerarán como excavaciones de estructuras y se realizarán por lo tanto de acuerdo con las especificaciones respectivas.

El material permeable con que se formará el dren en capas en la forma que señalen los planos. Se colocará de tal manera que los materiales finos queden en contacto con el terreno natural, y los de mayor diámetro en contacto con la estructura siguiendo un grado de variación uniforme, salvo cualquier indicación tanto de los planos o por escrito del Fiscalizador.

Se entenderá también por drenes los entubamientos hechos a través de la estructura, paredes o muros de la misma para permitir el libre escurrimiento al

exterior de las filtraciones del terreno natural, ya sea que éstas hayan sido o no encausadas previamente.

Los drenes entubados se construirán con tubos que tengan un diámetro mínimo de 10 cm. anclados en forma adecuada al hormigón que constituya la estructura en lugares que señalen los planos. Al colocarlos deberá tenerse especial cuidado que no se obturen los tubos por causas de las operaciones de colado y que se conserven en estas condiciones hasta la terminación de la obra. Una vez colocados los tubos de los drenes deberán contarse al ras de la superficie del hormigón en el que están anclados.

### **5.28.3 MEDICIÓN Y PAGO**

La construcción de drenes entubados se medirá en metros lineales con aproximación de un decimal; y al efecto se determinará directamente en las estructuras las longitudes de tubería colocada y su diámetro para la formación de los drenes entubados. Se considera según los planos, que el material de relleno de los drenes está incluido su costo en este concepto.

## **5.29 TUBERÍAS Y ACCESORIOS**

### **5.29.1 SUMINISTRO DE MATERIALES Y ACCESORIOS**

La presente especificación tiene por objeto establecer las condiciones técnicas que deberán ser cumplidas por los materiales a ser utilizados en la construcción de las conducciones y redes de distribución de agua. Accesorios tales como cruces, té, reductores, etc. podrán ser de PVC, AL o HF indistintamente, siempre que cumplan con las especificaciones de esta sección.

El Contratista suministrará los accesorios y piezas especiales requeridos de conformidad con los planos correspondientes y las especificaciones técnicas de este estudio.

En caso de que se pretenda suministrar accesorios similares a los recomendados, se proveerá información suficiente que permita al Fiscalizador determinar su utilidad o no para el fin propuesto.

Se preferirán piezas y accesorios de marcas que hayan demostrado su eficiencia en operación en sistemas en funcionamiento por un período no menor a cinco años; el Contratista garantizará las piezas y accesorios contra fallas o diseño inadecuado, defectos de mano de obra y/o materiales de ensamblaje, y cualquier característica que dificulte el buen funcionamiento de los mismos, para lo cual debe asegurarse sobre la compatibilidad entre las tuberías, accesorios y más componentes del sistema.

Las piezas y accesorios deben ser completamente nuevos y permitir su operación con un mínimo de atención. Se deben proveer los lubricantes y repuestos que se necesiten durante el período de prueba anterior a su aceptación definitiva, y las herramientas, instrumentos, accesorios y manuales que permitan su adecuada operación y mantenimiento futuros.

Todas las superficies de acero o hierro deberán ser pintadas con pintura anticorrosiva o con un esmalte de alta calidad que sea aceptado por la Fiscalización. Se puede utilizar pintura base del tipo Cook 391-R-259 Colorocon Barrier-Coat, Móvil 13 R-50 Chromax Q.D. Primer, o similares para superficies de hierro o acero, y del tipo Houghton Rust Veto-344 o similares para las superficies no ferrosas trabajadas a máquina. Son pertinentes las Especificaciones de la 2.44 a la 2.48 y las 2.190, 2.74 y 2.77 de la S.S.A.

#### **5.29.1.1 OBLIGACIONES DEL PROVEEDOR**

El proveedor de los mismos deberá cumplir con las siguientes obligaciones, en lo referente a materiales:

- Envío de catálogos para aprobación

- Ensayos y pruebas conforme la especificado, que contaren con la presencia de dos técnicos de la Fiscalización.
- Transporte y seguro de transporte desde la fábrica hasta la bodega de la Municipalidad o de la obra (según se indique). El seguro de transporte deberá cubrir también la operación de carga y descarga de los mismos.
- Instrucciones para almacenamiento y cuidado en el caso de que alguno (s) de los materiales necesite condiciones especiales para almacenamiento.
- Instrucciones necesarias para el montaje e instalación de los materiales en la obra.
- Piezas y herramientas especiales, de uso temporal durante el transporte, montaje y ensayos.

### **5.29.2 TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE PVC**

Tuberías de Cloruro de Polivinilo (PVC) rígido.

La tubería de PVC deberá ser fabricada mediante una resina sintética de Cloruro de Polivinilo (PVC) mezclada con aditivos estabilizantes, lubricantes y colorantes debiendo estar exentas de plastificantes.

El proceso de fabricación de los tubos será por extrusión, los accesorios se obtienen por inyección de la materia prima en moldes metálicos.

#### **Diámetro nominal.**

Es el diámetro exterior del tubo, sin considerar su tolerancia, que servirá de referencia en la identificación de los diversos accesorios y uniones de una instalación.

**Presión Nominal.**

Es el valor expresado en MPa, que corresponde a la presión interna máxima admisible para uso continuo del tubo transportando agua a 20 grados centígrados de temperatura.

**Presión de Trabajo.**

Es el valor expresado en MPa, que corresponde a la presión interna máxima que puede soportar el tubo considerando las condiciones de empleo y el fluido transportado.

**Esfuerzo Tangencial.**

El esfuerzo de tensión con orientación circunferencial en la pared del tubo dado por la presión hidrostática interna.

**Esfuerzo Hidrostático de diseño.**

El esfuerzo máximo tangencial recomendado; según lo establecido en la norma INEN correspondiente es de 12.18 MPa.

**Series.**

Valor numérico correspondiente al coeficiente obtenido al dividir el esfuerzo de diseño por la presión nominal. El diámetro, presión y espesor de pared nominal de las tuberías de PVC para presión deben cumplir con lo especificado en la tabla N. 1 de la norma INEN 1373.

Los coeficientes de reducción de la presión nominal en función de la temperatura del agua que deben aplicarse para la determinación de la presión de trabajo corregida serán las siguientes:

TEMPERATURA DEL AGUA °C.	COEFICIENTE DE REDUCCIÓN
0° a 25°	1
25° a 35°	0.8
35° a 45°	0.63

Estos coeficientes entre el diámetro exterior medio y el diámetro nominal debe ser positivo de acuerdo a la norma INEN 1370 y debe cumplir con lo especificado en la tabla N. 3 de la norma INEN 1373. La tolerancia entre el espesor de la pared en un punto cualquiera y el espesor nominal debe ser positiva y su forma de cálculo debe estar de acuerdo a la norma INEN 1370.

Los tubos deben ser entregados en longitudes nominales de 3, 6, 9 o 12 m. La longitud del tubo podrá establecerse por acuerdo entre el fabricante y el comprador.

### **PVC de Presión.**

Solo se utilizarán tuberías PVC unión Espiga Campana

El espesor de los tubos de PVC de presión, serán función de las características dimensionales y de la resistencia a las presiones hidrostáticas y deberán según las normas INEN 1331, S.S.A. 161-1 y 4422, así como las ASTM D 1785 y ASTM D 2241 - 69.

El extremo macho del tubo debe ir biselado con un ángulo de 15 grados sexagesimales, para que solamente afecte a la mitad del espesor del tubo.

Se considera como longitud útil del tubo, la distancia entre los extremos del tubo menos la longitud de la campana.

Cada tubo o accesorio contendrá los siguientes datos:

- Nombre de la fábrica.
- Designación comercial: material, uso y norma que se aplica.
- Características técnicas: diámetro, serie y otros.
- Fecha del lote producido.

#### **5.29.2.1 ACCESORIOS**

Podrán ser de PVC, fabricados por moldes a inyección o a partir del tubo; su resistencia a la presión interna, deberá ser como mínimo igual a la de los tubos que conectan.

Los extremos de los accesorios de PVC deberán ser moldeados en fábrica con la finalidad que pueda acoplarse directamente la tubería.

En caso de suministrarse accesorios armados con uniones con cementos solventes, se deberá presentar por escrito las garantías suficientes tanto de fabricante como del proveedor para que sean aprobadas para su utilización.

#### **5.29.2.2 ASPECTOS A CONSIDERAR PREVIA A LA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC:**

El ancho del fondo de la zanja será suficiente para permitir el debido acondicionamiento de la rasante, el manipuleo y colocación de los tubos. El fondo de la zanja quedará libre de cuerpos duros y aglomerados gruesos. Los tubos no deberán apoyarse directamente sobre el fondo de la excavación sino que lo harán sobre un lecho de tierra cribada, arena de río u otro material granular semejante.

Esta plantilla deberá tener un espesor mínimo de 5 cm. en el eje vertical del tubo. El arco de apoyo del tubo en este lecho será mínimo de 60 grados. Si el terreno fuere rocoso, el espesor del lecho será mínimo de 15 cm.

Cuando el terreno sea poco consistente, deleznable o con lodos, el lecho deberá tener un espesor mínimo de 25 cm. y estará compuesto por 2 capas, siendo la más baja de material tipo grava y la superior, de espesor de 10 cm. mínimo, de material granular fino.

Para la profundidad de excavación debe considerarse que la altura mínima de relleno sobre la corona del tubo debe ser de 0.50 m.

La tubería debe protegerse contra esfuerzo de cizallamiento o movimientos producidos por el paso de vehículos en vías transitadas, tales como cruces de calles y carreteras. En estos sitios se deberá tener una altura mínima de relleno sobre la corona del tubo de 1.20 m. Para casos en los que no sea posible dar esta profundidad mínima se debe proteger la tubería mediante encamisado con tubo de acero, y/o losetas de hormigón.

El diámetro del orificio que se haga en un muro para el paso de un tubo de PVC, debe ser por lo menos un centímetro mayor que el diámetro exterior del tubo.

El PVC con el hormigón no forman unión, por esta razón, estos cruces deben sellarse en forma especial con material elástico que absorba las deformaciones.

Se permitir cambios de dirección para obtener curvas de amplio radio. En tuberías con acoplamiento solvente debe efectuarse el curvado después del tiempo mínimo de fraguado de la unión, el curvado debe hacerse en la parte lisa de los tubos.

Los valores de las flechas o desplazamientos máximos (F)\* y de los ángulos admisibles (A)\*\* para diferentes longitudes de arco se dan en la siguiente tabla, estos valores no deben sobrepasarse en ningún caso.

Diámetro	1 Tubo	2 Tubos	4 Tubos	6 Tubos	8 Tubos	10Tubos
Nominal	L= 6m.	L=12 m.	L=24 m.	L=36 m.	L=48 m.	L=60 m.
	F - A	F - A	F - A	F - A	F - A	F - A
	(cm.)	(cm.)	(cm.)	(cm.)	(cm.)	(cm.)
63	24-4.5	95-9	380-17.6	860-25.5	1520-32.4	2380-38.5
90	16-3.0	62-5.9	243-11.4	545-16.9	969-22.0	1515-26.8
110	14-2.6	55-5.2	220-10.3	490-15.3	870-20	1360-24.5
160	9-1.8	38-3.6	150-7.2	340-10.6	600-14.2	940-17.4

\* La flecha (F) se mide perpendicularmente entre la cara interior del medio de la curva y la cuerda que pasa por el principio y final de la curva.

\*\* El ángulo (A) es el formado por la cuerda que une principio y fin de la curva; con la cuerda que une, uno de los extremos con el punto medio del arco.

### 5.29.2.3 ENSAYOS

Todo lo relacionado con la terminología, fabricación, materiales a usarse; requerimiento generales, pruebas de tensión, compresión hidrostática, así como métodos y pruebas de aceptación de pedidos, etc. deberán sujetarse a las normas INEN sobre tubería plástica, tubería de PVC para presión, así como las normas ASTM correspondientes.

### 5.29.3 TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE HIERRO GALVANIZADO (HG)

Las tuberías de hierro galvanizado estarán construidas por hierro maleable, que es un material intermedio entre el hierro fundido corriente y el acero. La protección contra la corrosión se efectuará mediante el proceso de galvanizado. Los accesorios de HG igual que las tuberías estarán construidas por hierro maleable, y la protección contra la corrosión se efectuará mediante el proceso de galvanizado. Estos accesorios estarán compuestos por uniones, tes, codos, tapones, reductores, etc.

La protección de la superficie tanto exterior como interior de los tubos y accesorios deberán tener una capa homogénea de zinc que las cubrirá completamente, y no presentará ningún poro; por el proceso de la inmersión deberán tener un depósito de zinc de 10 gr./m<sup>2</sup>., equivalente a un espesor de 0.085 mm.; las obtenidas por hidrólisis, deberán tener 325 gr./m<sup>2</sup>., equivalente a 0.04527 mm. de espesor.

Para tubos con diámetro menor o igual a 38 mm. el diámetro exterior en cualquier punto no sufrirá variaciones mayores de 0.34 mm en más, ni mayor de 0.8 mm. en menos del especificado; para tubos de diámetro nominal igual o mayor a 50 mm el diámetro exterior del tubo no variará ni en más ni en menos del 1 % (uno por ciento) del diámetro especificado. Las longitudes del tubo para usos generales estarán comprendidas entre 5.0 y 7.0 m

Cada tubo y accesorio de HG deberá estar roscado en sus extremos de tal manera que el número de hilos por cada 25.4 mm. corresponda a la especificación de piezas estándar. Cada tubo deberá ser razonablemente recto y exento de rebabas en las partes roscadas, así como de rugosidades.

Estas tuberías y accesorios deberán cumplir con las Especificaciones: ASTM A.197 y con las especificaciones de piezas estándar; cuya resistencia a la presión hidráulica interna puede llegar de 125 a 175 lbs./pul<sup>2</sup> (8.8 a 12.18 Kg./cm<sup>2</sup>).

### **5.29.3.1 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS**

Son pertinentes los numerales 2.19 y 2.20 de las especificaciones técnicas para Agua Potable de la S.S.A.

En general se tendrá especial cuidado en las operaciones de carga, transporte, descarga y almacenamiento de las tuberías y accesorios, para evitar choques, golpes y acciones climatológicas que pudieran afectar su funcionalidad. Particularmente, para las tuberías de y los accesorios de HF, que son frágiles, se debe evitar dejarlos caer y utilizar los medios mecánicos convenientes para su movilización. Previamente a su instalación, al ser recibidos en bodega y al ser puestos en el sitio de trabajo, las tuberías y accesorios serán inspeccionados para detectar cualquier avería producida durante el transporte, y en caso necesario deberán ser adecuados o reemplazados para su utilización segura.

Las tuberías se colocarán mediante el sistema de apoyo continuo, es decir toda la superficie del tubo debe asentarse sobre la rasante del fondo de la zanja. Se seguirá una alineación rectilínea, inclusive cuando el proyecto prevea la curvatura de la tubería utilizando el ángulo de deflexión que permite la junta. Esta curvatura se dará solamente una vez que se haya terminado el montaje de la junta, para lo cual se respetará el ángulo máximo de deflexión recomendado por el fabricante. En estos casos, podrá requerirse ensanchar la zanja en el lado extremo de la curva.

Para bajar las tuberías a la zanja, dependiendo de su diámetro y material, se exigirá la utilización de herramienta apropiada, tal como teclees y cadenas. Podrán utilizarse sogas cuando el peso de la tubería lo permita. Tuberías más livianas podrán bajarse manualmente, pero nunca arrojándolas desde el borde de la zanja.

En los puntos donde se instalen accesorios, se construirán anclajes de hormigón simple (pequeños) o ciclópeo (grandes), respetando la forma y dimensiones indicadas en los planos y las especificaciones del hormigón dadas en los documentos de la S.S.A. mencionados en la Sección 1 de este trabajo.

Las pruebas de presión de la tubería instalada se harán de conformidad con lo señalado en la sección 2.21 de las Especificaciones Técnicas de la S.S.A. En particular, se realizarán obligatoriamente las pruebas de presión y las que considere necesarias el Fiscalizador. El Contratista proveerá los equipos, materiales y mano de obra requeridos para la realización de las pruebas. En el caso de que las pruebas indiquen tuberías o accesorios defectuosos, éstos deberán ser reemplazados por el Contratista sin que ello sea motivo de pago adicional. En el caso de que las pruebas sean satisfactorias, el Fiscalizador dejará constancia escrita de este resultado y aprobará el planillaje de los rubros correspondientes. Entonces, se podrá proceder al anclaje, catastro y relleno definitivos de las tuberías y zanjas respectivamente.

La prueba de presión puede realizarse bajo las siguientes directrices:

- No iniciar la prueba antes de que hayan transcurrido 24 horas desde que fue instalado el último tramo de tuberías a ser probado.
- No probar tramos de una longitud mayor a 500 m.
- Usar una presión de prueba mínima igual a 1.125 veces la presión de trabajo (Pt) de la tubería, la cual será controlada mediante uno a varios manómetros contrastados.
- Se llenará de agua la tubería desde la parte baja y se purgará el aire contenido dentro de ella mediante válvulas instaladas en las partes altas, verificando la continuidad hidráulica antes de aplicar presión.
- Se hará subir la presión en la tubería a una velocidad inferior a  $1 \text{ kg/cm}^2$  por minuto.
- Alcanzada la presión de prueba se cortará la entrada de agua y se mantendrá la tubería en esta situación durante 15 minutos. La prueba será satisfactoria si el manómetro no alcanza un descenso superior a  $(0.1125 \text{ Pt.})^{0.5}$ .

- Cuando ocurran fugas, deberán ser revisadas las juntas de tubos y accesorios. Si las porciones defectuosas no pueden ser ubicadas ni corregida la falla, se dividirá el tramo en subtramos, procediendo a levantarse los subtramos en los cuales no se puede conseguir pruebas satisfactorias.

Luego de terminado satisfactoriamente una prueba de presión y antes de procederse al relleno final de la zanja, se instalarán las conexiones domiciliarias. Debe tenerse mucho cuidado en la ejecución de las instalaciones domiciliarias, en donde por lo general se presentan en el futuro puntos de fuga de agua. Se utilizará herramienta apropiada para la instalación de los accesorios y se observarán las recomendaciones anteriores respecto de la excavación y el relleno, de tal forma que los tubos de ramificación no queden sujetos a esfuerzos anormales.

Una segunda prueba de presión será realizada cuando se hayan terminado de hacer las instalaciones domiciliarias del tramo, para lo cual se dejarán visibles los puntos de toma en las matrices y las juntas por accesorios en el ramal domiciliario, procediéndose solamente a un relleno parcial de las zanjas. Esta segunda prueba será ejecutada de igual manera que la primera, pero se alcanzará una presión máxima de  $5.0 \text{ kg/cm}^2$ .

Antes de poner en servicio las tuberías de la red se procederá a desinfectarlas mediante una solución de cloro, tal como lo indica la sección 2.21 de las Especificaciones Técnicas de la S.S.A. Al final se realizará un lavado y enjuagado de los tubos, utilizando para ello las válvulas de purga de la red o las válvulas de limpieza de los tanques rompe presiones.

### **5.29.3.2 TRAMOS CORTOS**

Los tramos cortos a utilizarse en las diferentes estructuras serán de HG, de diferentes longitudes de acuerdo a lo especificado en los planos. Deberán ser roscados en sus extremos y cumplir con las especificaciones dadas anteriormente para las tuberías de HG.

#### **5.29.4 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

Los costos de pruebas en campo de las tuberías previa la autorización definitiva del relleno se incluirán en los costos indirectos.

- Suministro e instalación de tubería de PVC con unión por sellado solvente, de presión establecida, varios diámetros, en metros lineales.
- Suministro e instalación de varios tipos de accesorios de HG, PVC, en varios diámetros, en unidades.

El pago se realizará aplicando los precios unitarios constantes en el Contrato.

#### **5.29.5 GRIFO DE AGUA DE 3/4”.**

Esta llave se colocará sobre el tanque de polietileno de 500 LT, será un grifo convencional de bronce tipo fv o similar. La conexión de agua que dará servicio el grifo será tomada de la salida de los filtros lentos. La conexión se realizará utilizando Tubería de PVC de 12 mm roscable para agua fría, los accesorios de conexión serán de hierro galvanizado.

Se medirá y pagará por unidad, incluirá el grifo de 1/2”, la tubería de PVC de 12 mm roscable, y los accesorios necesarios para la conexión. La excavación, relleno, roturas de estructuras existentes, enlucidos se pagarán con los rubros correspondientes.

#### **5.30 ALAMBRE GALVANIZADO # 12. (por Kg)**

Comprende el transporte, corte, doblado y armado de estructuras con alambre acerado galvanizado. Se utiliza para el armado y confinamiento en los elementos estructurales que componen las obras de ferrocemento. Su ubicación y armado consta en cada uno de los planos de detalle de los elementos., Se medirá y pagará en kg.

## **5.31 INSTALACIONES DOMICILIARIAS**

### **5.31.1 OBJETIVO**

Conjunto de operaciones para conectar la tubería de la red de distribución de agua potable, hasta la caja del medidor. Comprenderá algunas o todas las operaciones siguientes: inserción de la conexión en la tubería de la red, instalación de tubería de PVC, de válvulas de paso, y del medidor.

La instalación se hará de acuerdo a los planos tipos, en forma simultánea, hasta donde sea posible, a la instalación de la tubería de la red de distribución de agua potable.

Los diámetros de las conexiones domiciliarias serán de 1/2", de 3/4". Todos los materiales que se utilicen deberán llenar los requisitos que señala la especificación pertinente.

Se deberán adoptar las medidas siguientes: la llave de inserción se conectará directamente a la tubería de la red de distribución en la perforación roscada que para el efecto previamente se hará en la misma por medio de herramienta adecuada y aprobada por el ingeniero Supervisor.

Se medirán por unidades. El número se determinará en obra. No incluye la tubería de PVC

### **5.31.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

#### **5.31.2.1 MEDIDOR**

La presente sección establece los requisitos que deben cumplir los medidores de caudal, de tipo de velocidad, para conducciones domiciliarias de agua fría.

Se considera como apropiado a las condiciones locales los medidores de choro múltiple

Los materiales empleados para la fabricación de las partes en contacto con el agua deberán ser resistentes a la corrosión, no tóxicos, ni contaminantes.

- Todas las partes componentes de los medidores tales como, superficies de rozamiento, engranajes, roscas, ejes de transmisión, deberán tener un acabado que reduzca el rozamiento y mantenga en funcionamiento preciso del aparato. Para superficies exteriores deberá tener una buena apariencia.
- Las partes componentes de un medidor de velocidad para agua fría deberá cumplir las siguientes condiciones:

**a. Cuerpo o carcasa**

Deberá de ser de bronce con un mínimo del 75 % de cobre; de latón, con un mínimo de 57 % de cobre, con un tratamiento anticorrosivo o podrá ser también de un polímero sintético apropiado. Estos materiales serán válidos para medidores del tipo choro múltiple hasta de 25 mm. Para diámetros superiores se podrán usar los materiales anteriores o hierro fundido protegido con tratamientos anticorrosivos.

Como parte integrante del cuerpo deberán estar las roscas interiores o bridas para acoples del medidor. El cuerpo deberá llevar grabadas las marcas tales como; flecha indicadora que muestre la dirección de flujo, diámetro nominal (mm), capacidad nominal ( $m^3/h$ ), número de serie y marca de fabricante.

**b. Cámara de Medición**

Cuando el cuerpo de medidor no hace las veces de cámara de medición, ésta deberá ser de bronce, latón, o de un polímero sintético adecuado.

**c. Mecanismo de ajuste**

Los medidores deberán contar con un dispositivo externo o interno, que permita ajustes en su calibración.

**d. Rotor**

En medidores de diámetros pequeños se utilizará un rotor tipo hélice y en diámetros intermedios podrán utilizarse indistintamente cualquiera de los dos tipos (hélice o turbina).

**e. Transmisión**

Los materiales que se podrán utilizar en su fabricación serán no corrosivos. La transmisión deberá construirse de acuerdo a la forma de transmitir un movimiento al mecanismo de registro, sea del tipo mecánico o magnético.

**f. Registrador de Consumo**

Deberá permitir por simple visualización una simple lectura, fácil y no ambigua del volumen de agua medida. Totalizará el consumo en metros cúbicos y fracciones de  $m^3$ .

**g. Coladera o Filtro**

Los medidores hasta 40 mm de diámetro nominal deberán tener una coladera o filtro de malla rígida de material inoxidable o plástico. Esta deberá estar situada a la entrada del medidor y será de fácil remoción y limpieza. El área total de perforaciones de colador deberá ser como mínimo el doble del área del orificio de entrada a la cámara de medición.

**h. Conexiones**

Para intercalar los medidores de 13 mm a 40 mm con las líneas de servicio se utilizará conexión tipo tuerca de rosca interna y niple de rosca externa. Las roscas deberán cumplir con las normas INEC-ISO. Sobre roscas para tuberías metálicas. Las roscas del cuerpo de medidor para los acoples deberán ser de igual tamaño nominal, tanto de entrada como de salida.

**i. Apéndices y Sellos**

Todo medidor para agua potable deberá contar con los aditamentos (apéndices y orificios), para colocar sellos, de tal manera que el acceso al medidor y sus mecanismos solo sea posible destruyendo dichos sellos.

### 5.31.2.2 REQUISITOS

**a. Presión hidrostática de prueba**

Los medidores deberán soportar durante 6 min. una presión de 1.6 mpa (16.3 kgf/cm<sup>2</sup>). Sin presentar fugas ni fallas estructurales.

**b. Presión de trabajo**

Los medidores deberán soportar una presión de 1.0 mpa (10.2 kgf/cm<sup>2</sup>). Sin que se afecte su buen funcionamiento y sin presentar fugas y daños.

**c. Indicación mínimo del registrador de consumo**

Hasta 40 mm de diámetro nominal será de 1 litro.

**d. Exactitud de medición**

Los medidores deberán tener las siguientes características de exactitud:

**d.1** *Límite inferior de exactitud:*

Chorro único 3 m<sup>3</sup>/h será igual a 40 l/h

**d.2** *Límite de separación*

Será el 5 % de la capacidad nominal.

**d.3** *Límite superior de exactitud*

Será igual al 100 % de la capacidad nominal.

**d.4** *Error relativo admisible*

Será de  $\pm 5\%$  para el campo inferior de medida y  $\pm 2\%$  para el campo de medida.

**d.5** *Gasto instantáneo admisible*

Será igual a la capacidad nominal.

**d.6** *Gasto horario admisible*

Será igual al 50 % de la capacidad nominal.

**d.7** *Gasto diario admisible en 10 horas*

Será de 3 veces la capacidad nominal.

**d.8** *Gasto diario admisible en 24 horas*

Será 4 veces la capacidad nominal.

**d.9** *Gasto mensual admisible*

Será 40 veces la capacidad nominal.

**d.10** *Pérdida de carga*

La pérdida de carga de un medidor no debe exceder de  $\pm 2.18$  m de columna de agua (0.25 bar) para el 50 % de la capacidad nominal y de 10 m (1 bar) para la capacidad nominal.

### **5.31.2.3 INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN**

**a. Lote**

Estará constituido por el número de medidores del mismo tipo y tamaño fabricados bajo condiciones similares de producción.

**b. Muestras**

El número de unidades que formarán la muestra para los ensayos, será según el tamaño del lote. Estas muestras deberán tomarse al azar.

**c. Aceptación o rechazo del lote**

A todos y cada uno de los medidores que integran a la muestra se le someterá a las pruebas indicadas en el capítulo siguiente.

Si el número de unidades defectuosas en la primera muestra es igual o mayor del número de rechazo (columna 5, Tabla 2) se aceptará el lote.

Si el número de unidades defectuosas en la primera muestra es igual o mayor del número de rechazo (columna 5, Tabla 1), ser rechazará el lote.

Si el número de unidades defectuosas en la primera muestra, está comprendida entre el número de aceptación y el número de rechazo (columnas 5 y 6 Tabla 1), se tomará del lote una segunda muestra del tamaño establecido en la columna 3 (Tabla 1) y se someterá a inspección.

Se deberá acumular el número de unidades defectuosas hallada en la primera y segunda muestra.

Si el número acumulado de unidades defectuosas hallado en las dos muestras es igual o menor al segundo número de aceptación (columna 5 Tabla 1) se aceptará el lote.

Si el número acumulado de unidades defectuosas halladas en las dos muestras, es igual o mayor al segundo número de rechazo (columna 5, Tabla 1), ser rechazará el lote.

## **CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 CONCLUSIONES**

- El brindar servicio de agua potable es la base para el desarrollo social, con este proyecto se pretende reducir patologías relacionadas con el limitado acceso al agua potable.
- Este proyecto causa impactos ambientales significativos (positivos), mejora la calidad de vida para la población, por brindar un servicio de saneamiento básico.
- La eficiencia de la planta de agua potable y su capacidad de abastecimiento, depende de la eficiencia del caudal de la fuente (14,5 lt/sg), siendo un valor que satisface las necesidades de la población objetiva.
- Se ha diseñado una Planta de agua potable la misma que garantiza y cumple con estándares de calidad, la cual brindará servicios a 4 comunidades de la Parroquia San Antonio, garantizando acceso al líquido vital.
- La red del sistema de agua de Zhucay cumple con las normas y diseños establecidos por INEN y se encuentra proyectada para una vida útil de 30 años, la misma tiene la posibilidad de ser conectada a otras redes.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda socializar el proyecto con la comunidad beneficiaria, con el fin de concienciar sobre el adecuado uso del agua potable.
- Es importante que el personal encargado de la planta de agua potable se capacite en mantenimiento y limpieza, con el fin de brindar una mejor calidad del servicio y prolongar el tiempo de vida útil del sistema
- Actualizar los precios unitarios del proyecto, cuando la Municipalidad considere ejecutarlo.
- Tomar en cuenta el Plan de Manejo Ambiental para mitigar los impactos ambientales, que puede traer la ejecución y construcción del proyecto.
- Se recomienda tener un control y vigilancia periódica sobre los accesorios domiciliarios, para su buen uso y mantenimiento.
- Se recomienda gestionar financiamiento oportuno a fin de que este proyecto sea una realidad para la comunidad.

### 6.3 BIBLIOGRAFÍA

- Consortio GAS FENOSA-ASTEC. (2015). Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del proyecto Hidroeléctrico Ocaña II. Informe de Geológica, Geotecnia y Sísmica. La Unión: Tomo III, pp. 67.
- Consortio GAS FENOSA-ASTEC. (2015). Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del proyecto Hidroeléctrico Ocaña II. La Unión: Tomo VIII, pp. 194.
- Consortio GAS FENOSA-ASTEC. (2015). Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del proyecto Hidroeléctrico Ocaña II. Declaración del informe Ambiental. Tomo VIII, pp. 195.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1997). Código Ecuatoriano de la Construcción. (C.E.C). Diseño de Instalaciones Sanitarias. Recuperado el 2 de marzo de 2016, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.cpe.5.9.2.1997.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización-INEN. (1996). Código Ecuatoriano de la construcción. (C.E.C) diseño de instalaciones sanitarias. Recuperado el 13 de enero de 2016, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.cpe.5.9.2.1997.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos-INEC. (2015). 1,9 millones de personas dejaron de ser pobres multidimensionales en seis años. Recuperado el 2 de noviembre de 2015, de INEC: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wpcontent/descargas/Libros/Demografia/documentofinal1.pdf>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC. (2010). Información Censal Cantonal. Recuperado el 12 de enero de 2016, de [http://www.inec.gob.ec/cpv/index.php?option=com\\_content&view=article&id=232&Itemid=128&lang=es,%20Noviembre%202015](http://www.inec.gob.ec/cpv/index.php?option=com_content&view=article&id=232&Itemid=128&lang=es,%20Noviembre%202015)
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2003). **NORMATIVA PARA EL MANEJO FORESTAL SUSTENTABLE PARA APROVECHAMIENTO DE MADERA EN BOSQUE HÚMEDO Y PLANTACIONES FORESTALES.** Quito.
- Municipalidad Distrital de el Tambo. (2014). Especificaciones Técnicas.

Servicio Ecuatoriano de Normalización-INEN. (Febrero de 2016). Tubería plástica. tubos y accesorios de pvc rigido-Norma Técnica Ecuatoriana. Recuperado el 6 de marzo de 2016, de [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/02/n-te\\_inen\\_1373.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/02/n-te_inen_1373.pdf)

Sistema Nacional de Información. (5 de febrero de 2013). Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial San Antonio. Obtenido de Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural de Cañar: [app.sni.gob.ec/sni-link/.../06022013\\_103633\\_pdot%20san%20antonio.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/.../06022013_103633_pdot%20san%20antonio.pdf)

## CAPITULO VII: ANEXOS

### Anexo 1. Descripción de Zhucay.



**Caminos aledaños de la comunidad de Zhucay**



**Camino alternos de la comunidad**



**Flora de la zona**



**Camino de ingreso a la comunidad**



## ANEXO 2. Reseña fotográfica



**Actual planta de tratamiento**



**Actual planta de tratamiento**



**Calle de la comunidad de Zhucay**



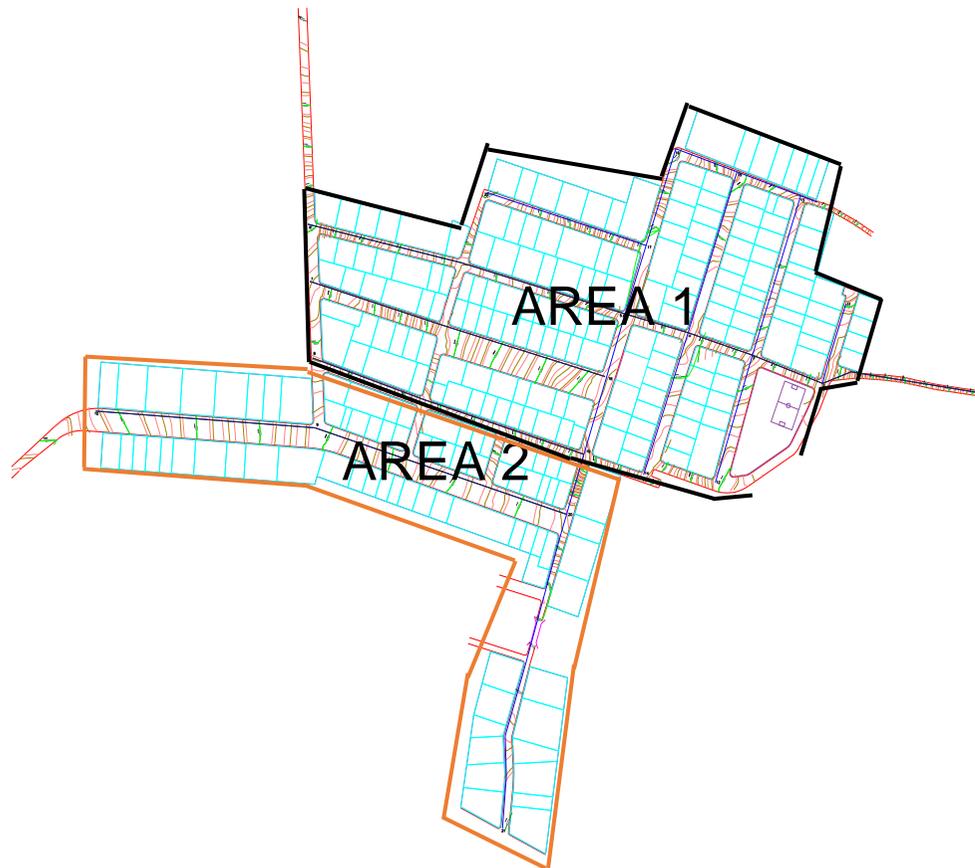
**Calle de la comunidad de Zhucay**



**Toma de presiones**

### ANEXO 3. Cálculos hidráulicos

Tramo	Aporte (L/seg)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
0	1	0,0144	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	2	0,0695	0,03	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	3	0,0551	0	0,03	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	4	0,0479	0	0	0,02	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	22	0,5918	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	
22	5	0,3849	0	0	0	0	0,19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	0	0	0	0	0	
22	25	0,0429	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0	0,02	0	0	
23	24	0,2210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11	0,11	0	0	0	
25	24	0,0429	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0,02	0	0	
24	26	0,0600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0,03	0	
26	27	0,0424	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0,02	
17	25	0,2652	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0	0	
25	6	0,3847	0	0	0	0	0	0,19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	0	0	
18	26	0,4126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0,21	0	
26	7	0,2729	0	0	0	0	0	0	0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0	
19	27	0,3820	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	0	0	0	0	0	0	0	0,19	
27	8	0,1922	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	
8	9	0,7658	0	0	0	0	0	0	0,38	0,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	10	0,2810	0,14	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	11	0,3275	0,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	11	0,1988	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	12	0,5052	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	13	0,4210	0	0	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	14	0,4785	0	0	0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	14	0,1885	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,09	0	0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	15	0,1780	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,09	0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	16	0,1803	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,09	0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	16	0,1609	0	0	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	17	0,1140	0	0	0	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	23	0,0244	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	
23	18	0,0919	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	
18	19	0,0979	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	20	0,7622	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,38	0,38	0	0	0	0	0	0	0	
16	21	0,6820	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,34	0	0	0	0	0,34	0	0	0	0	0	0	0	
11	13	0,0588	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	18	0,0788	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	21	0,0622	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0,03	0	0	0	0	0	
		0,35	0,41	0,5	0,46	0,19	0,19	0,14	0,48	0,38	0,14	0,29	0,35	0,28	0,42	0,18	0,51	0,2	0,34	0,62	0,38	0,37	0,54	0,17	0,16	0,37	0,39	0,31	9,14



POBLACIÓN FUTURA: 2500 HAB			
	AREA 1	AREA 2	
ÁREA (Ha)	6,903	4,433	
POBLACIÓN	1750	750	
DENSIDAD	254	169	
kmax.dia=1,3-1,5 NORMA SENAGUA			Kmax.dia adoptado= 1,4
kmax.horario=2-2,3 NORMA SENAGUA			Kmax.hora adoptado= 2,15

## **ANEXO 4: PLANOS DE DISEÑO**

Los planos de diseño se adjuntan a la impresión



X=685,400

X=685,500

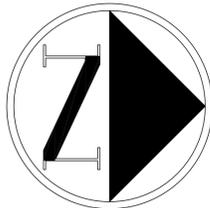
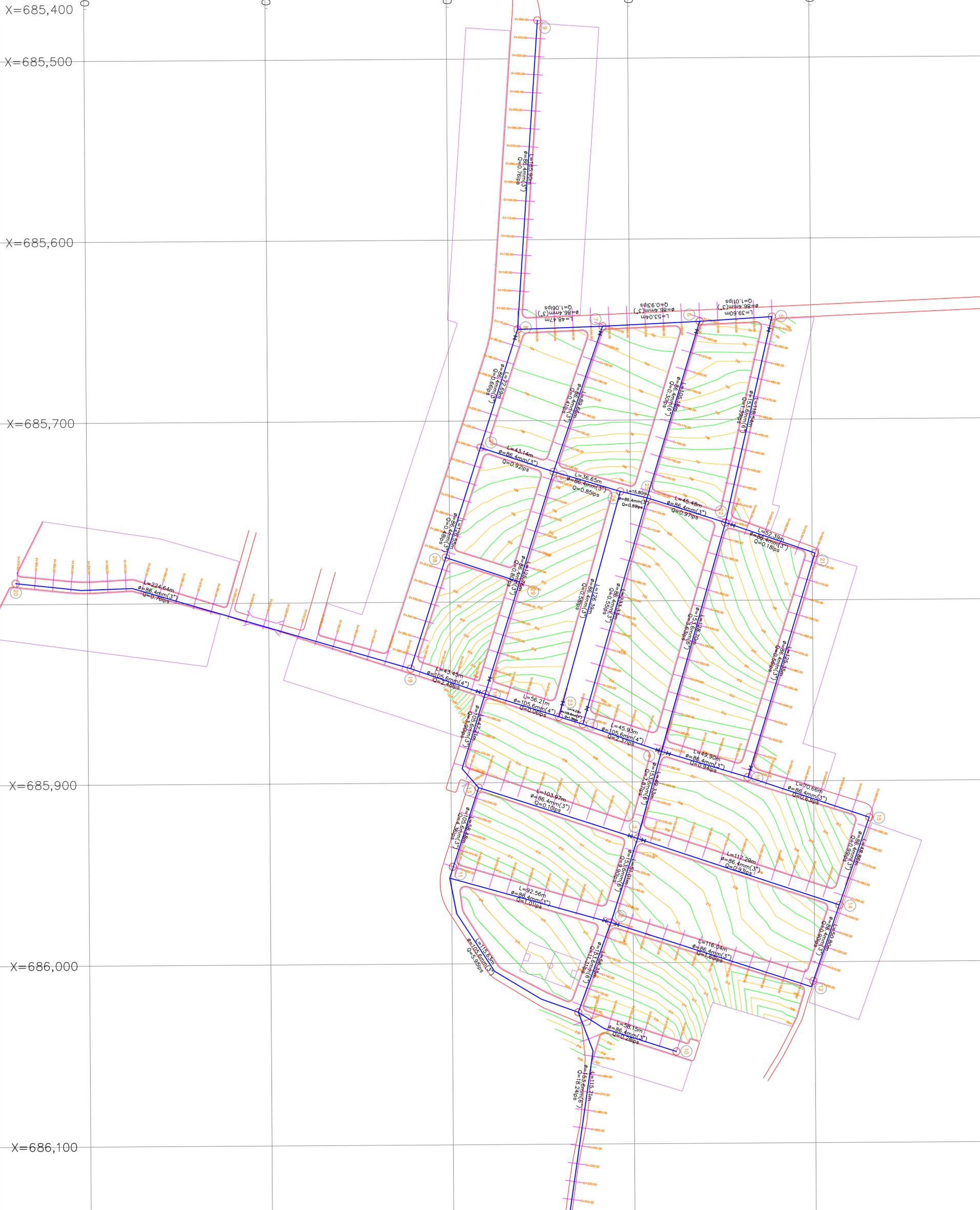
X=685,600

X=685,700

X=685,900

X=686,000

X=686,100

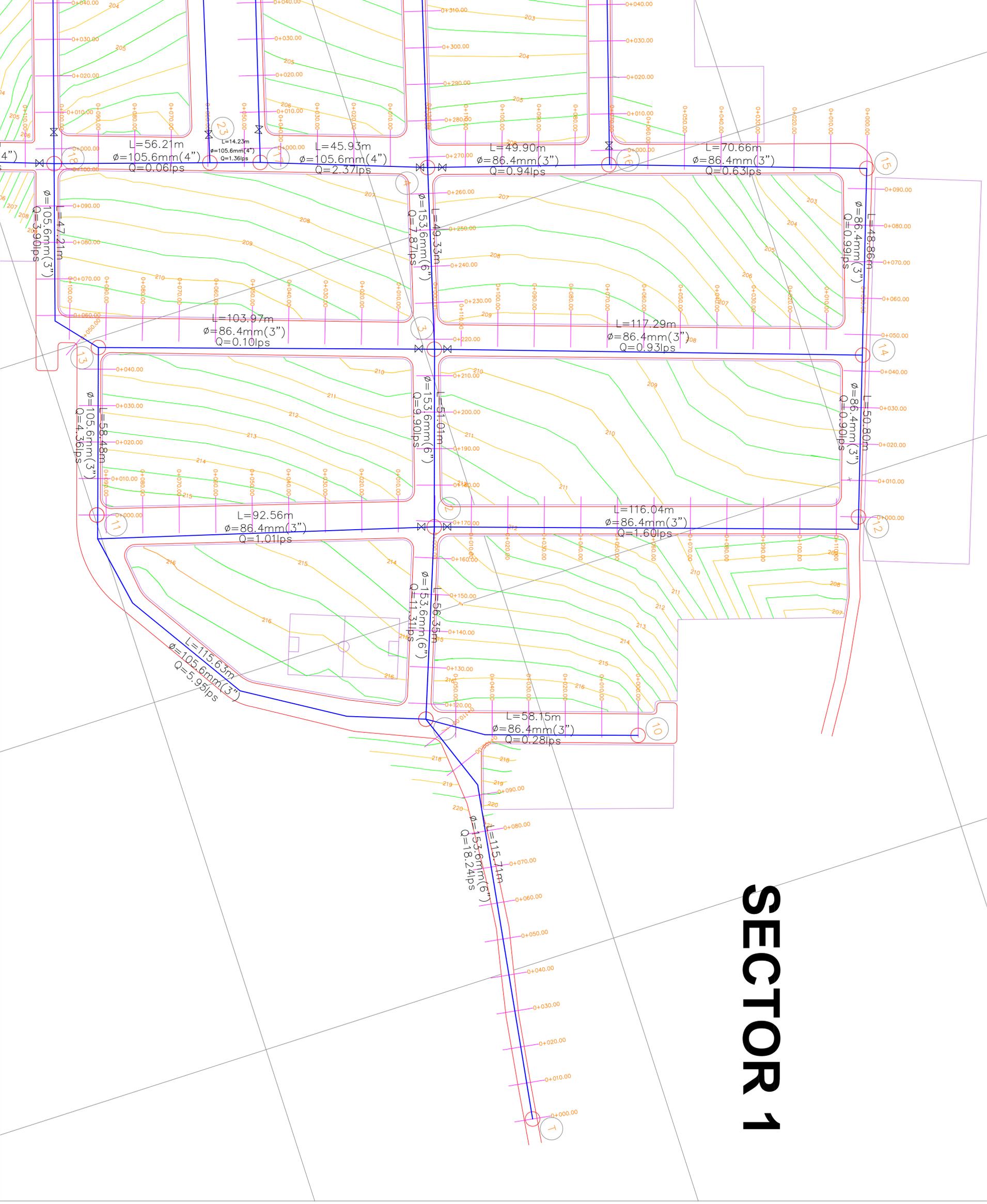


SIMBOLOGÍA	
	PROYECTO DE AGUA POTABLE
	VIA ACTUAL
	CURVAS DE NIVEL
	NUDOS AGUA POTABLE
	VÁLVULAS DE CORTE

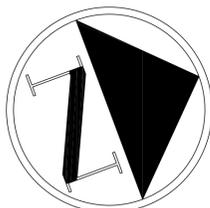


PARROQUIA SAN ANTONIO

 DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE ZHINAY	
ESCALA : 1:1000	UNIVERSIDAD CATALUÑA DE CIENCIA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
REVISIONES:	DIBUJO: PIERRO JOSÉ MALDONADO JARA DISEÑO: PIERRO JOSÉ MALDONADO JARA REVISOR: ING. EDUARDO BARRERA
CONTENIDO: PLANTA DE LA RED DE AGUA POTABLE	ING. EDUARDO BARRERA
HOJA : 1/5	CIENCIA, MARZO DEL 2016.



# SECTOR 1



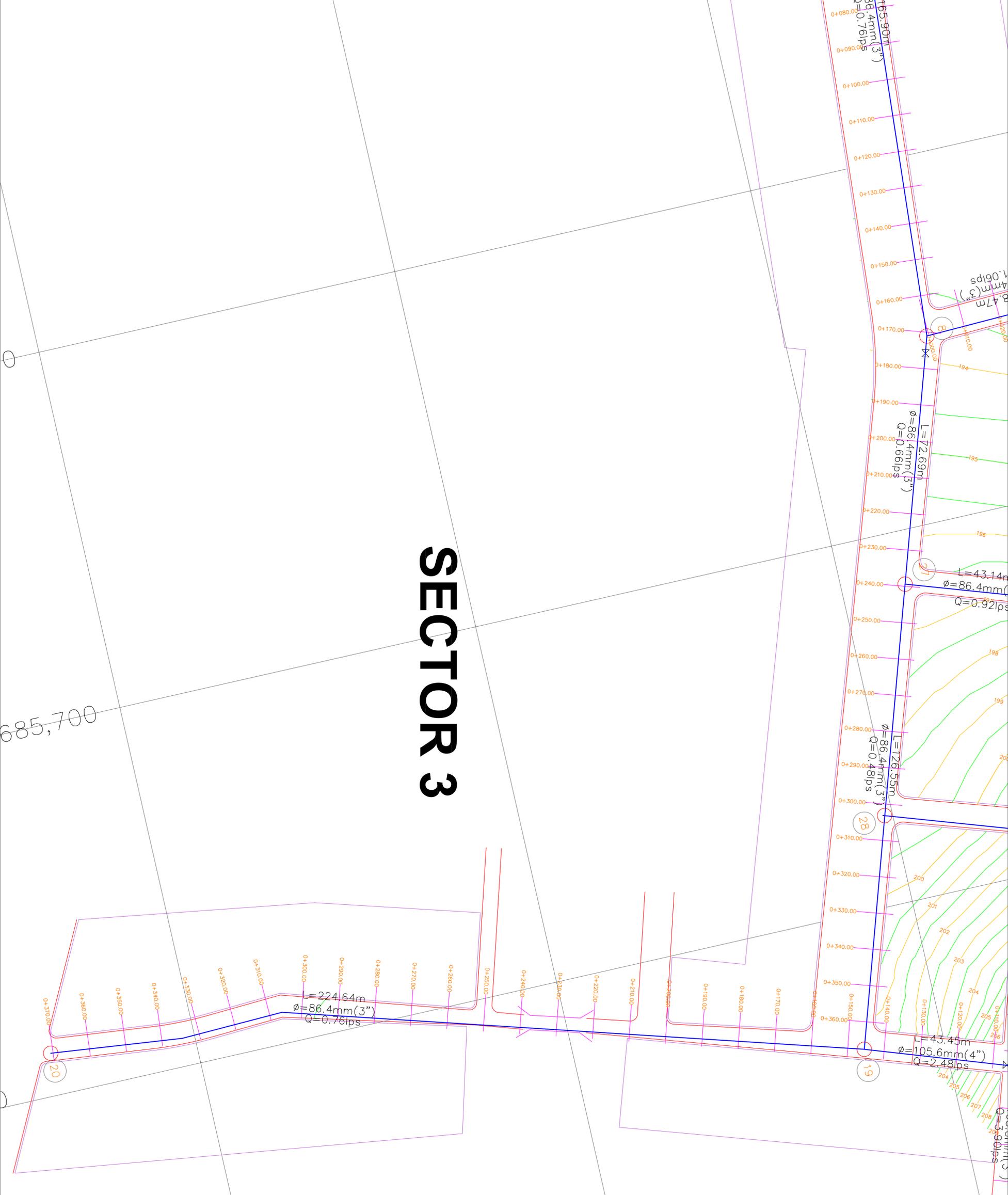
SIMBOLOGÍA	
	PROYECTO DE AGUA POTABLE
	VIA ACTUAL
	NUDOS AGUA POTABLE
	VALVULAS DE CORTE



PARROQUIA SAN ANTONIO

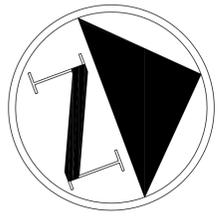
	DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE ZHUCAY	
	ESCALA : 1:500	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ZHUCAY FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
REVISIONES:	DIBUJO: PÉRRIO JOSÉ MALDONADO JARA DISTRIBUCIÓN: PÉRRIO JOSÉ MALDONADO JARA REVISOR: ING. EDUARDO BARRERA	
CONTENIDO: PLANTA DE LA RED DE AGUA POTABLE SECTOR 1	ING. EDUARDO BARRERA	CIENCIA, MARZO DEL 2016.
HOJA :	2/5	





# SECTOR 3

685,700



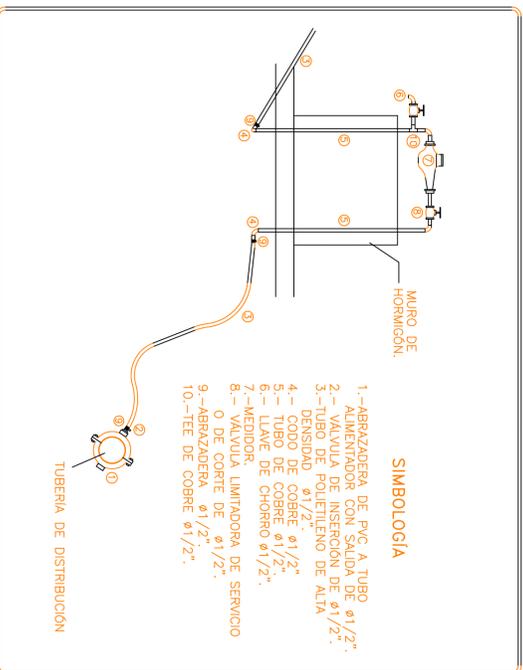
SIMBOLOGÍA	
	LOTES
	PROYECTO DE AGUA POTABLE
	VIA ACTUAL
	NUDOS AGUA POTABLE
	VALVULAS DE CORTE



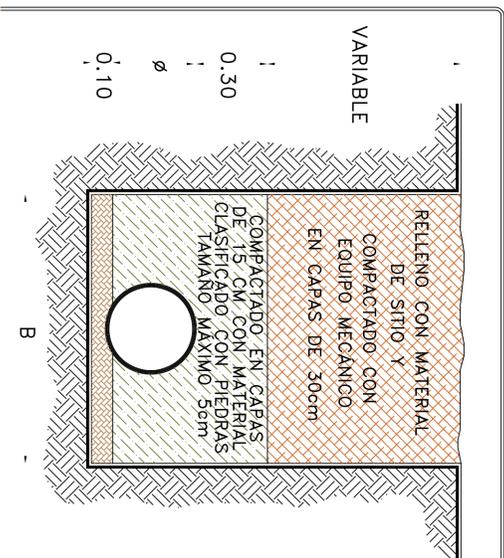
PARROQUIA SAN ANTONIO

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE INZACAN	
ESCALA : 1:300	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DISEÑO: PIERRO JOSÉ MALDONADO JARA DIGITALIZACIÓN: PIERRO JOSÉ MALDONADO JARA REVISIÓN: ING. EDUARDO BARBERA	
ING. EDUARDO BARBERA	
REVISIONES:	
CONTIENE:	CUENCA, MARZO DEL 2016.
	SECTOR 3
HOJA :	4/5

# CONEXIÓN DOMICILIARIA

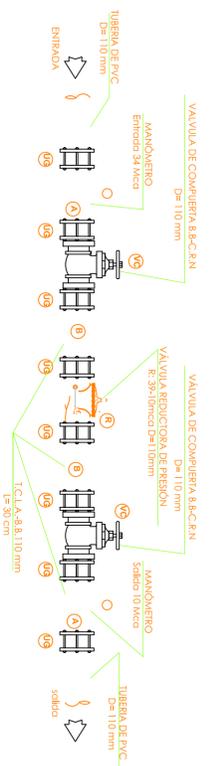


# DETALLE DE RELLENO Y ANCHO DE ZANJA



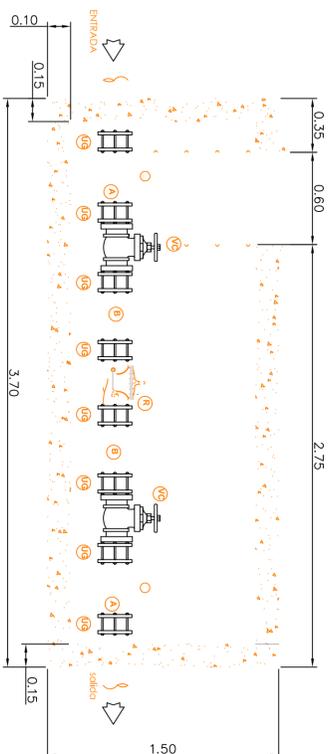
DIAMETRO NOMINAL (MM)	ANCHO DE ZANJA "B" (CM)	ESPESOR DE PLANTILLA (CM)
19.1	60	5-10
25.4	60	5-10
38.1	60	5-10
50.8	60	5-10
63.5	60	5-10
101.6	60	5-10

MATERIAL FINO ESCALA 1:4



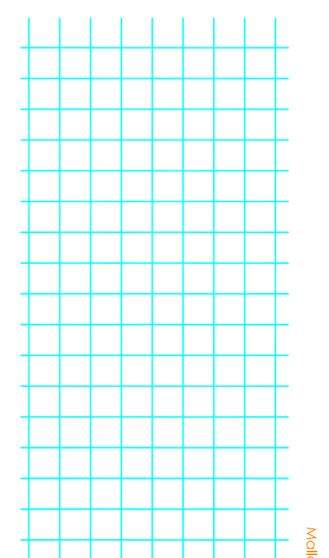
Vista en Elevación

ESCALA 1:1



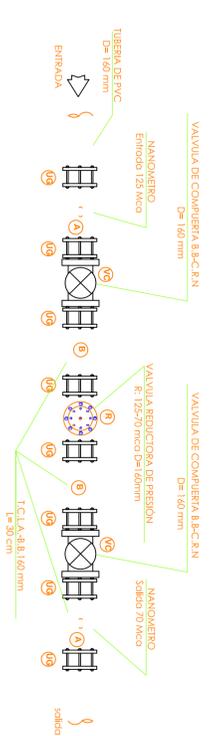
Implantación de Válvulas \_ Vista en Elevación

ESCALA 1:1



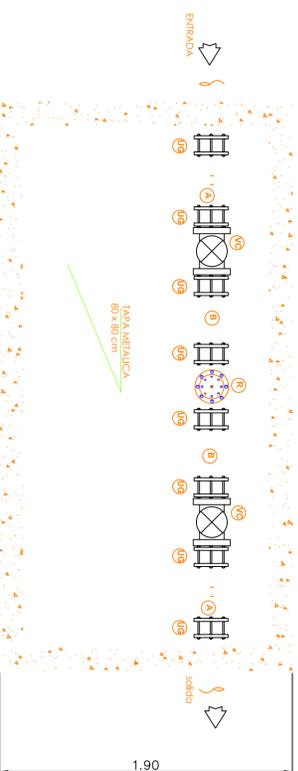
Armado de la losa de Piso \_ Vista en Planta

ESCALA 1:1



Esquema Válvula Reductora Presión \_ Vista en Planta

ESCALA 1:1



Implementación de Válvulas \_ Vista en Planta

ESCALA 1:1

## LISTADO DE ACCESORIOS

RUBRO No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
R	Válvula Reductora de Presión BB D=110mm Entorno mayor 34 mm - Saldos 19 mm	U	1
VC	Válvula de Computo HF D=110mm	U	2
B	Tremo corto LA- BB D=110mm L=40.30m	U	2
UG	Unión Gbault D=110mm	U	8
A	Tremo corto HF BL D=110 mm L=40.30m	U	2

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE INACON

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CIENCIA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO PRINCIPAL: JOSÉ MALDONADO JARA  
DIGITALIZACIÓN: FERRER JOSÉ MALDONADO JARA  
REVISIÓN: ING. EDUARDO BARBERA

ING. EDUARDO BARBERA

CONTIENE: DETALLES CONSTRUCTIVOS

CIENCIA, MARZO DEL 2016.

HOJA : 5/5