



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA.**

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN.**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL.**

**“Estudio y Diseño de la Captación en el Río Tigsay y Conducción de Agua hacia la  
Planta de Tratamiento del Proyecto de Agua Potable Regional Tigsay para las  
comunidades de Tuttifrutí, Asociación Agrícola 04 de Julio, San José y Zhucay”.**

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

**AUTOR: DANIEL ALEJANDRO AGUILAR TENEMAZA**

**DIRECTOR: ING. WILLER EDMUNDO BARRERA PINOS**

**CUENCA-ECUADOR**

**2016**

**DECLARATORIA.**

Yo, Daniel Alejandro Aguilar Tenemaza, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de 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.

f) .....

Daniel Alejandro Aguilar Tenemaza.

Ci: 0106064611

## CERTIFICACIÓN.

Certifico, que el presente documento: “Proyecto de Agua Potable Regional Tigsay, Provincia del Cañar, Captación y Conducción”, elaborado por el Sr. Daniel Alejandro Aguilar Tenemaza, con cedula de identidad: 0106064611, ha sido revisado paulatinamente durante su ejecución, motivo por el cual apruebo la presentación del ejemplar.

Cuenca, Marzo de 2016.

f) .....

Ing. Willer Edmundo Barrera Pinos.

## DEDICATORIA

Dedico el presente documento primeramente a Dios por ser un eje fundamental en mi vida, por haberme dado salud, por guiarme siempre hacia la honestidad y respeto.

A mis padres Fausto Aguilar y Martha Tenemaza, por darme la vida, por su paciencia, trabajo, sacrificio y entrega con sus hijos, son el vivo ejemplo del gran significado que tiene la palabra Amor.

A mis hermanos y familiares, por su comprensión y apoyo incondicional.

A mi abuelito Rafael Aguilar que desde el cielo me cuida y protege, sé que estaría muy orgulloso al verme alcanzar este objetivo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Católica de Cuenca por los conocimientos impartidos en las aulas factor crucial en este largo proceso de formación profesional.

A la Empresa Pública Electro Generadora del Austro (ElecAustro S.A.), por aportar periódicamente en la revisión y aprobación de este ejemplar.

A mi Director de tesis, Ing. Willer Edmundo Barrera Pinos por compartir sus conocimientos y experiencias facilitando de esta manera los trabajos ejecutados.

Agradezco a mis padres y hermanos pues son el motor de mi vida, la inspiración y motivación para superarme cada día ante los obstáculos que se presentan en el diario vivir, espero poder compartir muchos años más a su lado, es difícil imaginar una vida sin ustedes.

A mis familiares por incentivar me siempre a ser una persona de bien.

A mi gran amigo el Arquitecto Cristian Criollo por su paciencia y amabilidad, elemento muy importante para poder finalizar este proyecto.

A la Arquitecta Vanessa Urdiales por su apoyo en la elaboración de este documento.

## RESUMEN

El presente trabajo tiene la finalidad de elaborar un diseño óptimo de la Obra de Captación y posterior línea de Conducción del Sistema de Agua Potable Regional Tigsay, para ser aprovechado al máximo por las comunidades beneficiadas.

Este trabajo especifica, todos los procesos necesarios para el diseño de una obra de captación con toma lateral y conducción de agua a gravedad, con la ayuda de una hoja de cálculo tipo Excel, que permite el diseño hidráulico de sus diferentes componentes.

El proyecto regional parte con una captación de agua en el Rio Tigsay siendo esta conducida hacia la Planta de Tratamiento que se emplazará en la localidad de Zhucay en su punto más alto, garantizando la presión en la red de distribución que se llevará a cabo para cada uno de los sectores en estudio.

**PALABRAS CLAVES:** OBRA DE CAPTACIÓN, LÍNEA DE CONDUCCIÓN, COMPONENTES HIDRÁULICOS, CARGA DE AGUA.

## ABSTRACT

This paper aims to develop an optimal design of the Work of Acquisition and rear driveline of Regional Potable Water System Tigsay , and be maximized its use by the beneficiary communities .

This paper specifies all processes required for the design of a work of acquisition with side inlet and water supply to gravity, with the help of an Excel type, which allows the hydraulic design calculation of its various components.

The regional project starts with collection of water in the Rio Tigsay, this beings driven towards the treatment plant to be located in the town of Zhucay at its highest point , ensuring the pressure in the distribution network which will be carried out for each of the sectors under study .

**KEYWORDS:** WORK OF ADQUISITION, PIPELINE, HYDRAULIC COMPONENTS, BURDEN OF WATER.

Cuenca, 11 de diciembre de 2015

**EL CENTRO DE IDIOMAS DE LA UCACUE, CERTIFICA QUE EL DOCUMENTO QUE ANTECEDE FUE TRADUCIDO POR PERSONAL DEL CENTRO PARA LO CUAL DOY FE Y SUSCRIBO.**

**ING. EDGAR VINTIMILLA**

**DIRECTOR**

## INDICE DE CONTENIDOS

Declaratoria .....	I
Certificación .....	II
Dedicatoria .....	III
Agradecimientos.....	IV
Resumen .....	V
Abstract .....	VI
Indice de contenidos.....	VII
Índice de tablas.....	IX
Índice de figuras .....	XI
Índice de ecuaciones.....	XII
Capítulo I.....	- 1 -
1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO .....	- 1 -
1.1 Nombre del Proyecto.....	- 1 -
1.2 Justificación.....	- 1 -
1.3 Objetivos .....	- 2 -
1.3.1 Objetivo general .....	- 2 -
1.3.2 Objetivos específicos.....	- 2 -
1.4 Cobertura y localización.....	- 2 -
Capítulo II .....	- 4 -
2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS.....	- 4 -
2.1 Estado Actual de la Cuenca del Río Tigsay .....	- 4 -
2.2 Características fisiográficas de la Cuenca .....	- 4 -
2.2.1 Orografía de la Cuenca del Río Tigsay .....	- 4 -
2.2.2 Geología e Hidrogeología de la Cuenca del Rio Tigsay .....	- 5 -
2.2.3 Usos del Suelo de la Cuenca del Rio Tigsay .....	- 7 -
2.3 Índices físicos.....	- 8 -
2.4 Clima .....	- 11 -
2.5 Temperatura, Humedad, Viento .....	- 12 -
2.6 Recolección y Análisis de datos hidrometereológicos .....	- 15 -
2.7 Determinación de los caudales máximos y mínimos. ....	- 16 -
Capítulo III .....	- 27 -
3. CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....	- 27 -
3.1 Determinación de caudales de diseño para la obra de captación y línea de conducción. ....	- 27 -
3.2 Diseño de la Obra de Captación y sus componentes.....	- 29 -
3.2.1 Cálculo del tirante de agua sobre el azud (ho). ....	- 29 -
3.2.2 Diseño de la Reja de entrada. ....	- 31 -
3.2.3 Diseño del desripiador.....	- 36 -
3.2.4 Caja de repartición de caudal. ....	- 39 -
3.2.5 Diseño del azud tipo creager. ....	- 42 -
3.2.6 Canal de limpia de los sedimentos y material menor a 0.2m de diámetro. ....	- 57 -
3.2.7 Cálculo de la escala de peces. ....	- 61 -
3.2.8 Desarenador.....	- 63 -
3.2.9 Tanque rompe presión.....	- 74 -

3.3	Análisis de alternativas de conducción. ....	- 77 -
3.3.1	Primera alternativa de conducción. ....	- 78 -
3.3.2	Segunda alternativa de conducción. ....	- 78 -
3.3.3	Diseño de la mejor alternativa de conducción y sus componentes. ....	- 79 -
Capítulo IV .....		91
4.	PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS. ....	91
4.1	Estudios y diseños de factibilidad para la construcción del Proyecto de Agua Potable Regional Tigsay “Captación y Conducción” .....	91
4.1.1	Disposiciones generales .....	91
4.1.2	Alcance de los trabajos.....	92
4.1.3	Definición de términos .....	93
4.1.4	Aspectos administrativos y legales .....	97
4.1.5	Preliminares.....	114
4.1.6	Obras Civiles Generales .....	119
4.2	Presupuesto de la obra de captación y conducción. ....	201
Capítulo V .....		204
5.	FICHA AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL. ....	204
5.1	Información del proyecto .....	204
5.1.1	Proyecto, obra o actividad. ....	204
5.1.2	Actividad económica.....	204
5.1.3	Resumen del proyecto, obra o actividad. ....	204
5.2	Datos generales. ....	205
5.3	Marco legal referencial.....	207
5.4	Descripción del proyecto.....	210
5.5	Descripción del área de implementación.....	211
5.5.1	Área de implantación física.....	211
5.5.2	Área de implantación biótica.....	212
5.6	Identificación de impactos ambientales. ....	216
5.7	Plan de Manejo Ambiental .....	220
5.7.1	Plan de Prevención y mitigación de impactos.....	220
5.7.2	Plan de manejo de desechos .....	228
5.7.3	Plan de salud y seguridad laboral.....	231
5.7.4	Plan de comunicación, captación y educación ambiental. ....	236
5.7.5	Plan de relaciones comunitarias. ....	238
5.7.6	Plan de rehabilitación de áreas afectadas. ....	239
5.7.7	Plan de abandono. Cierre y entrega del área. ....	241
5.7.8	Plan de contingencias. ....	242
5.8	Fase de operación y mantenimiento .....	245
5.9	Plan de manejo de desechos .....	249
Capítulo VI.....		251
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	251
6.1	Conclusiones .....	251
6.2	Recomendaciones.....	251
Capítulo VII.....		253
7.	BIBLIOGRAFIA.....	253
ANEXOS.....		254

## Índice de tablas

TABLA N°1. ....	<i>Ubicación de los diferentes componentes del Proyecto de Agua Potable Regional Tigsay.</i> .....	- 3 -
TABLA N°2.	<i>Datos climáticos estaciones meteorológicas.</i> .....	- 13 -
TABLA N°3.	<i>Tabla de resultados de temperatura en la Cota indicada.</i> .....	- 14 -
TABLA N°4.	<i>Valores climáticos estación meteorológica Ingenio Aztra.</i> .....	- 14 -
TABLA N°5.	<i>Precipitaciones máximas diarias registradas anualmente en MA2U.</i> ....	- 16 -
TABLA N°6.	<i>Tiempos de concentración.</i> .....	- 18 -
TABLA N°7.	<i>Valores de Yn y Sn según el número de observaciones.</i> .....	- 19 -
TABLA N°8.	<i>Intensidades máximas de precipitaciones (Idtr).</i> .....	- 21 -
TABLA N°9.	<i>Intensidades máximas para diferentes tiempos de concentración.</i> .....	- 23 -
TABLA N°10.	<i>Valores del Coeficiente de escorrentía.</i> .....	- 24 -
TABLA N°11.	<i>Valores estimados de K para cuencas ecuatorianas.</i> .....	- 25 -
TABLA N°12.	<i>Coeficiente dependiente del tipo de superficie.</i> .....	- 26 -
TABLA N°13.	<i>Resultados de cada uno de los métodos empleados en la determinación del Caudal máximo</i> .....	- 26 -
TABLA N°14.	<i>Caudal año medio Rio Tigsay.</i> .....	- 27 -
TABLA N°15.	<i>Dotación media futura.</i> .....	- 28 -
TABLA N°16.	<i>Cálculo de los caudales de diseño del proyecto regional tigsay.</i> .....	- 29 -
TABLA N°17.	<i>Carga de Agua para diferentes caudales</i> .....	- 31 -
TABLA N°18.	<i>Coeficientes de contracción.</i> .....	- 32 -
TABLA N°19.	<i>Tipo de flujo para diferentes caudales.</i> .....	- 34 -
TABLA N°20.	<i>Coeficiente de forma para el cálculo de pérdidas en la rejilla.</i> .....	- 38 -
TABLA N°21.	<i>Cálculo de los tirantes “y1” y “y2”.</i> .....	- 39 -
TABLA N°22.	<i>Longitud del resalto hidráulico en el desripador.</i> .....	- 39 -
TABLA N°23.	<i>Coeficientes de descarga para orificios.</i> .....	- 41 -
TABLA N°24.	<i>Coeficientes necesarios para el cálculo del Azud.</i> .....	- 46 -
TABLA N°25.	<i>Coordenadas del perfil Creager.</i> .....	- 47 -
TABLA N°26.	<i>Resultados obtenidos de la primera interacción de los pasos 1 a la 5 ...</i>	- 50 -
TABLA N°27.	<i>Resultados obtenidos de la segunda interacción de los pasos 1. A la 5.</i>	- 51 -
TABLA N°28.	<i>Resultados para la curva de transición en el punto de coordenadas (Xi, Yi) del azud</i> .....	- 53 -
TABLA N°29.	<i>Resultado obtenidos de la fórmula de Manning</i> .....	- 60 -
TABLA N°30.	<i>Cálculo de la vena de agua através del vertedero rectangular.</i> .....	- 63 -
TABLA N°31.	<i>Dimensionamiento de la zona de sedimentación</i> .....	- 68 -
TABLA N°32.	<i>Dimensiones definitivas del desarenador.</i> .....	- 70 -
TABLA N°33.	<i>Altura de agua necesaria en el vertedero de salida.</i> .....	- 71 -
TABLA N°34.	<i>Cálculo del número de orificios necesarios.</i> .....	- 73 -
TABLA N°35.	<i>Dimensionamiento del tanque rompe presión.</i> .....	- 77 -
TABLA N°36.	<i>Valores del Coeficiente en la fórmula de Hazen y Williams para tuberías PVC, C= 140</i> .....	- 82 -

TABLA N°37.	<i>Especificaciones Técnicas, (S.f), Diámetros comerciales de tuberías Pvc C=140, Plastigama</i> .....	- 83 -
TABLA N°38.	<i>Hoja de cálculo línea de conducción tramo n°1.</i> .....	- 85 -
TABLA N°39.	<i>Hoja de cálculo línea de conducción tramo n°2.</i> .....	86
TABLA N°40.	<i>Hoja de cálculo línea de conducción tramo n°3.</i> .....	89
TABLA N°41.	<i>datos generales del proyecto</i> .....	205
TABLA N°42.	<i>Legislación aplicable</i> .....	207
TABLA N°43.	<i>Cuadro de actividades</i> .....	210
TABLA N°44.	<i>Listado de mamíferos existentes dentro del área de estudio</i> .....	213
TABLA N°45.	<i>Listado de Aves existentes dentro del área de estudio</i> .....	214
TABLA N°46.	<i>Especies de herpetofauna encontrada</i> .....	215
TABLA N°47.	<i>Identificación de impactos ambientales.</i> .....	216
TABLA N°48.	<i>Impactos generados</i> .....	217
TABLA N°49.	<i>Programa de prevención de la contaminación ambiental por ruido.</i> .....	220
TABLA N°50.	<i>Programa de prevención y control de la contaminación atmosférica</i> .....	222
TABLA N°51.	<i>Programa de prevención de la erosión e inestabilidad del suelo.</i> .....	224
TABLA N°52.	<i>Programa de prevención de la erosión e inestabilidad del suelo.</i> .....	226
TABLA N°53.	<i>Programa de manejo de escombreras</i> .....	227
TABLA N°54.	<i>Programa de manejo de residuos sólidos.</i> .....	228
TABLA N°55.	<i>Programa de manejo de residuos líquidos</i> .....	230
TABLA N°56.	<i>Programa de dotación de equipos de protección personal</i> .....	231
TABLA N°57.	<i>Programa de señalización de áreas de trabajo.</i> .....	234
TABLA N°58.	<i>Programa de capacitación en seguridad laboral y sensibilidad ambiental</i> .....	236
TABLA N°59.	<i>Programa de prevención de afecciones a la calidad de vida y bienestar del vecindario</i> .....	238
TABLA N°60.	<i>Programa de recuperación de área degradadas.</i> .....	239
TABLA N°61.	<i>Programa de cierre de áreas de trabajo.</i> .....	241
TABLA N°62.	<i>Programa de respuesta ante contingencias.</i> .....	242
TABLA N°63.	<i>Programa de dotación de equipos de protección personal</i> .....	245
TABLA N°64.	<i>Programa de señalización de áreas de trabajo</i> .....	247
TABLA N°65.	<i>Programa de manejo de desechos sólidos</i> .....	249

## Índice de figuras

FIGURA N° 1.	Ubicación de la Obra de Captación y Conducción de Agua. ....	- 3 -
FIGURA N° 2.	Modelo digital del terreno de la cuenca del Río Tigsay. ....	- 5 -
FIGURA N° 3.	Geología de las Cuencas. ....	- 6 -
FIGURA N° 4.	Hidrogeología de las Cuencas. ....	- 7 -
FIGURA N° 5.	Usos de Suelo. ....	- 8 -
FIGURA N° 6.	Ríos existentes en la Cuenca del Río Tigsay. ....	- 8 -
FIGURA N° 7.	Esquema de la Cuenca del Río Tigsay. ....	- 9 -
FIGURA N° 8.	Grafica representativa de la pendiente media de la cuenca del Tigsay. ....	- 10 -
FIGURA N° 9.	Perfil del Cauce del Río Tigsay. ....	- 11 -
FIGURA N° 10.	Climatología de la cuenca del Río Tigsay. ....	- 12 -
FIGURA N° 11.	Gráfico de variación altitudinal de la temperatura. ....	- 13 -
FIGURA N° 12.	Valores de ajuste “K” y “n” recomendados por INAMHI para la zona 9. ....	- 22 -
FIGURA N° 13.	Curvas IDF para diferentes Periodos de Retorno. ....	- 23 -
FIGURA N° 14.	Cargas de Agua sobre el Azud tipo Creager. ....	- 31 -
FIGURA N° 15.	Reja de entrada. ....	- 34 -
FIGURA N° 16.	Esquema para el cálculo de la longitud del resalto hidráulico en el desripiador. ....	- 36 -
FIGURA N° 17.	Esquema de la caja repartidora. ....	- 40 -
FIGURA N° 18.	Elementos de la cresta tipo lamina vertiente. ....	- 43 -
FIGURA N° 19.	Factores “K” y “n”. ....	- 45 -
FIGURA N° 20.	Factores “K” y “n”. ....	- 46 -
FIGURA N° 21.	Perfil Creager. ....	- 48 -
FIGURA N° 22.	Zampeado del azud. ....	- 50 -
FIGURA N° 23.	Elementos de una curva de transición. Recuperado de Obras Hidráulicas Rurales. Materon, H. (4ed. 1991). ....	- 52 -
FIGURA N° 24.	Obras complementarias. Recuperado de Obras Hidráulicas Rurales. .	- 54 -
FIGURA N° 25.	Canal de limpia propuesto. ....	- 57 -
FIGURA N° 26.	Escala de peces corte transversal. ....	- 61 -
FIGURA N° 27.	Velocidad de asentamientos. Recuperado de Abastecimientos de Agua. ....	- 65 -
FIGURA N° 28.	Esquema del paramento vertical del Desarenador. ....	- 72 -
FIGURA N° 29.	Tanque rompe presión. ....	- 75 -

## Índice de ecuaciones

ECUACIÓN N° 1.	Índice o factor de forma de la Cuenca (F) .....	- 9 -
ECUACIÓN N° 2.	Índice de Compacidad (k).....	- 9 -
ECUACIÓN N° 3.	Riesgo (ri) .....	- 17 -
ECUACIÓN N° 4.	Precipitación para un periodo de retorno dado (Pt) .....	- 20 -
ECUACIÓN N° 5.	Variable de Gumbel para un periodo de retorno dado (yt) .....	- 20 -
ECUACIÓN N° 6.	Factor de Frecuencia (k) .....	- 20 -
ECUACIÓN N° 7.	Intensidad de precipitación para un periodo de retorno (itr) .....	- 21 -
ECUACIÓN N° 8.	Caudal Máximo - Método Racional .....	- 24 -
ECUACIÓN N° 9.	Caudal Máximo – Instituto Ecuatoriano de recursos hídricos .....	- 25 -
ECUACIÓN N° 10.	Caudal Máximo – Kresnik .....	- 25 -
ECUACIÓN N° 11.	Caudal Máximo – Burkli Zieger .....	- 26 -
ECUACIÓN N° 12.	Caudal medio diario (m3/s) .....	- 28 -
ECUACIÓN N° 13.	Caudal Máximo diario (m3/s) .....	- 28 -
ECUACIÓN N° 14.	Caudal que pasa sobre el azud (q) .....	- 29 -
ECUACIÓN N° 15.	Carga de Agua debido a la velocidad del flujo (ha) .....	- 30 -
ECUACIÓN N° 16.	Área total de la rejilla de entrada (at) .....	- 32 -
ECUACIÓN N° 17.	Número de froude (fr).....	- 33 -
ECUACIÓN N° 18.	Velocidad del flujo (v).....	- 33 -
ECUACIÓN N° 19.	Área necesaria de flujo (af) .....	- 35 -
ECUACIÓN N° 20.	Espaciamiento requerido entre barrotes (b) .....	- 35 -
ECUACIÓN N° 21.	Angulo de inclinacion de la reja con la direccion del rio ( $\alpha$ ) .....	- 35 -
ECUACIÓN N° 22.	Ecuación de bernoulli .....	- 36 -
ECUACIÓN N° 23.	Perdida de carga en rejillas (hr) .....	- 37 -
ECUACIÓN N° 24.	Tirante conjugado mayor (y2) . FORMULA OBTENIDA DE LA ECUACIÓN DE BERNOULLI .....	- 38 -
ECUACIÓN N° 25.	Ecuación general para orificios (q) .....	- 40 -
ECUACIÓN N° 26.	Teorema de newton (xS) .....	- 41 -
ECUACIÓN N° 27.	Tiempo (t) .....	- 41 -
ECUACIÓN N° 28.	Velocidad horizontal (vox) .....	- 42 -
ECUACIÓN N° 29.	Ecuación de un perfil creager .....	- 43 -
ECUACIÓN N° 30.	Pendiente en el punto de empalme del perfil creager y el colchon discipador (m) - 51 -	- 51 -
ECUACIÓN N° 31.	Radio de curvatura de la transición (r). .....	- 51 -
ECUACIÓN N° 32.	Longitud de desarrollo de la transición (gr). <sup>27</sup> .....	- 51 -
ECUACIÓN N° 33.	Espesor del zampeado (tz). .....	- 53 -
ECUACIÓN N° 34.	Altura del diente al final del zampeado (h). .....	- 54 -
ECUACIÓN N° 35.	Diametro medio del material de proteccion del cauce (dm). .....	- 55 -
ECUACIÓN N° 36.	Caudal en compuertas (q). .....	- 58 -
ECUACIÓN N° 37.	Ecuacion de manning. .....	- 59 -
ECUACIÓN N° 38.	Radio mínimo en obras hidráulicas. .....	- 60 -
ECUACIÓN N° 39.	Ecuación para vertederos con contracciones. .....	- 62 -
ECUACIÓN N° 40.	Ley de stokes (vs). .....	- 64 -

ECUACIÓN N° 41.	Numero de reynolds (r).....	- 64 -
ECUACIÓN N° 42.	Método de allen. ....	- 65 -
ECUACIÓN N° 43.	Velocidad de arrastre (va). ....	- 66 -
ECUACIÓN N° 44.	Longitud de transición (l <sub>tr</sub> ). ....	- 70 -
ECUACIÓN N° 45.	ecuacion para PÉRDIDAS de hazen-williams (j).....	- 79 -

## **CAPÍTULO I**

### **1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO**

#### **1.1 NOMBRE DEL PROYECTO**

Estudio y Diseño de la Captación en el Río Tigsay y Conducción de Agua hacia la Planta de Tratamiento del Proyecto de Agua Potable Regional Tigsay para las comunidades de Tuttifruiti, Asociación Agrícola 04 de Julio, San José y Zhucay.

#### **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Las comunidades de nuestro país presentan problemas relevantes, entre los cuales la dotación de Sistemas de Agua Potable es la principal preocupación. El agua al fluir libremente por la superficie terrestre se contamina y puede generar enfermedades de origen hídrico en los consumidores.

Todo diseño de agua para consumo humano debe partir de una oferta y demanda, oferta en el sitio de captación y demanda en base a la población presente y futura, por ende dada la importancia de la demanda de agua se hará un estudio pormenorizado de la cuenca de aporte para garantizar la cantidad de caudal requerido para el Proyecto Regional Tigsay.

Para tal efecto La Empresa Electro Generadora del Austro ELECAUSTRO S.A. conjuntamente con La Universidad Católica de Cuenca, a través de la Unidad Académica de Ingeniería Civil, Arquitectura y Diseño, ha suscrito un convenio de cooperación interinstitucional Nro. 2015-0013 registrado el día 04 de marzo de 2015 con la finalidad de contribuir con el desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida de la población, dando así interés a la ejecución del Proyecto Regional Tigsay.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo general**

Diseñar una infraestructura óptima para captar el agua en cantidad y calidad adecuada para conducirla hacia la Planta de Tratamiento del Proyecto de Agua Potable Regional Tigsay, misma que dotará a las localidades de “Tutifrutti, Asociación Agrícola 04 de Julio y San José”, ubicadas en la Parroquia Pancho Negro, Cantón la Troncal, Provincia del Cañar y “Zhucay” ubicada en la Parroquia San Antonio, Cantón Cañar, Provincia del Cañar.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Aplicar las normas y parámetros de diseño en la elaboración de los Estudios de Captación y Conducción del Proyecto de Agua Potable Regional Tigsay.
- Efectuar un estudio hidrológico de la Cuenca del Rio Tigsay.
- Realizar el levantamiento topográfico de las áreas en las que se implementará la obra de captación y posterior línea de conducción.
- Diseñar una línea de conducción lo menos susceptible a colapso dado las condiciones geológicas del lugar de emplazamiento.
- Realizar una Ficha Ambiental del Proyecto.
- Efectuar el presupuesto Referencial de la Obra y el cronograma de actividades.

## **1.4 COBERTURA Y LOCALIZACIÓN**

La obra de captación del Proyecto de Agua Potable Regional Tigsay abarca un área aproximada de 880 m<sup>2</sup> y una línea de conducción de 4 km de longitud. Está ubicado en la Cuenca del Rio Cañar, Parroquia San Antonio, Provincia del Cañar, aguas arriba de la futura

implantación de la casa de máquinas del Proyecto Hidroeléctrico Ocaña II, a cargo de la empresa Pública Electro Generadora del Austro (Elecaustro.S.A).

Actualmente en la vía Cochancay – Zhucay, en el cruce de San José 600 metros antes del Puente sobre el Rio Cañar, existe una vía carrozable de lastre en óptimas condiciones, siendo esta el único acceso al sitio de captación.

**TABLA N°1. UBICACIÓN DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE REGIONAL TIGSAY.**

DESCRIPCION	NORTE	ESTE	COTA
Captación	9722316	689328	301.500
Desarenador	9722422	689209	298.22
Cámara Rompe Presión	9721913	687597	254.41

Fuente: Estudios de Factibilidad y diseños definitivos proyecto hidroeléctrico Ocaña II, 2014.



**FIGURA N° 1. UBICACIÓN DE LA OBRA DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA.**

Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM)

## **CAPÍTULO II**

### **2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS**

#### **2.1 ESTADO ACTUAL DE LA CUENCA DEL RÍO TIGSAY**

Gas Natural Fenosa “identifica que la zona de proyecto se encuentra en la región interandina de la provincia del Cañar. En función del clima predominante, la cuenca en estudio se divide en dos zonas: zona oeste de clima ecuatorial mesotérmico semi-húmedo y zona este de clima ecuatorial de montaña. La temperatura media en las zonas anteriormente mencionadas resulta, respectivamente, de 22°C y 13°C. La precipitación media anual se sitúa en torno a los 792 mm”.

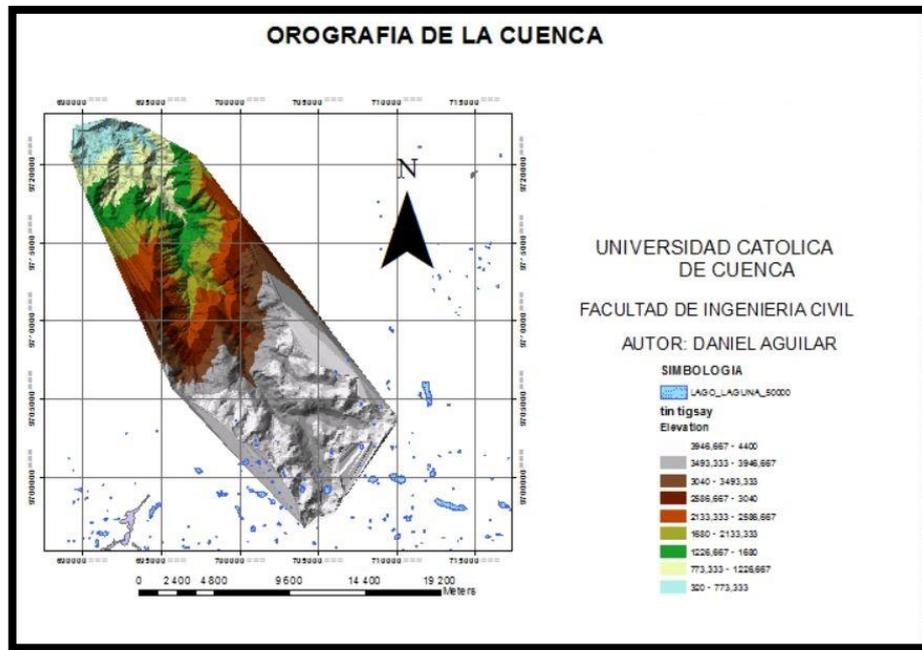
La sub-cuenca estudiada, se encuentra ubicada dentro de la cuenca del Rio Cañar, cuyo cauce principal es el Rio Tigsay, es importante mencionar que este tiene tributarios de orden 1 y 2 generalmente.

#### **2.2 CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS DE LA CUENCA**

##### **2.2.1 Orografía de la Cuenca del Río Tigsay**

La Cuenca del Rio Tigsay dispone de una orografía muy pronunciada en un gran porcentaje. Posee una zona bien marcada que fluctúa entre las cotas 4400 m.s.n.m. y 2586 m.s.n.m. como podemos identificar en la Figura N° 2, seguida de un relieve más suave conforme nos acercamos al Rio Cañar hasta llegar a la cota 300 m.s.n.m. en su unión con el Rio Tigsay. “La cuenca de alta montaña corresponde a la parte Occidental de los Andes Ecuatorianos, lo que influirá en la climatología de la misma” (Gas Natural Fenosa, 2014)

Esta cuenca al poseer una pendiente media, bastante considerable permite intuir sobre el valor del tiempo de concentración, dicho tiempo será relativamente bajo, comparando a groso modo con la de una cuenca con poca pendiente.

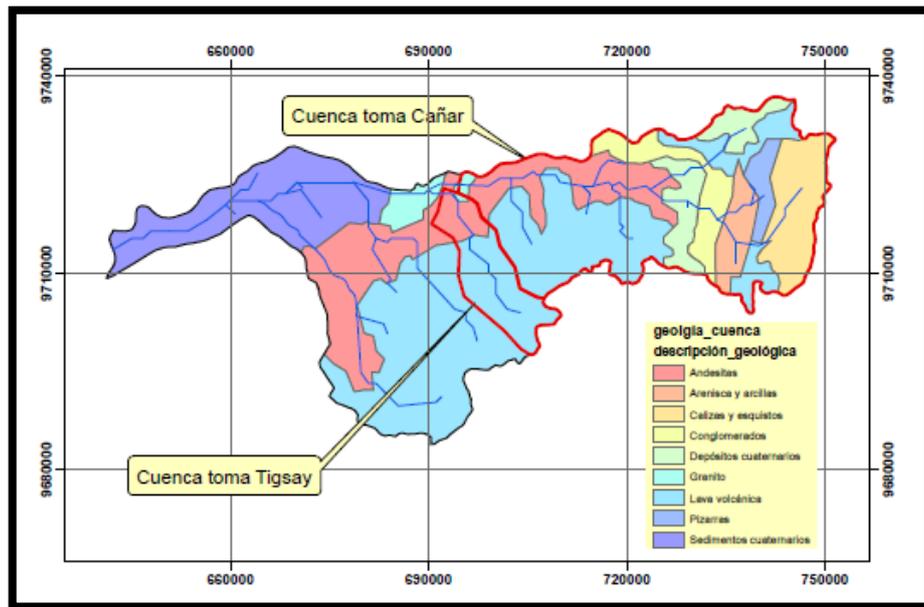


**FIGURA N° 2. MODELO DIGITAL DEL TERRENO DE LA CUENCA DEL RÍO TIGSAY.**

Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM)

### **2.2.2 Geología e Hidrogeología de la Cuenca del Rio Tigsay**

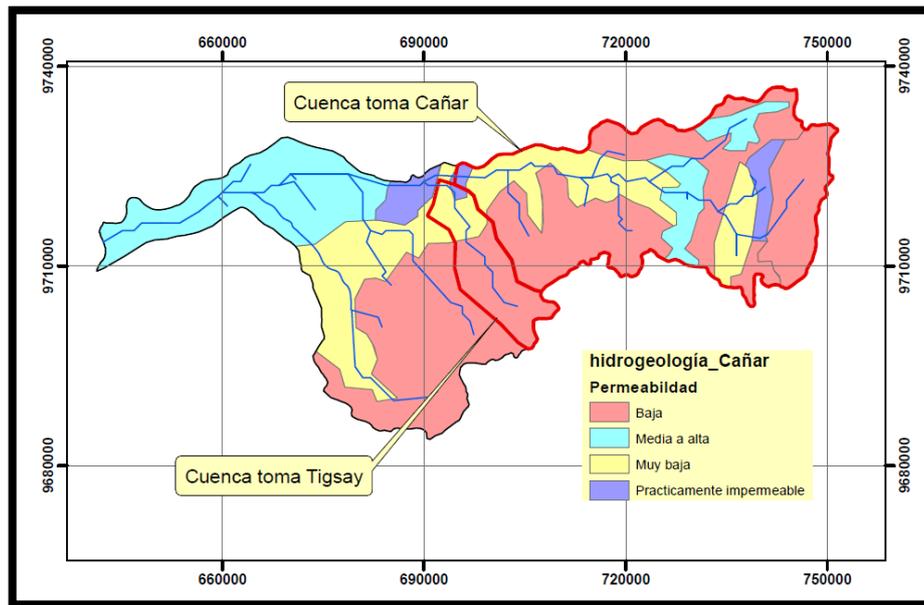
Básicamente la geología de la cuenca del Rio Tigsay en su parte superior está constituida por Rocas Volcánicas, sedimentarias y metamórficas. En su parte central conformada por materiales volcánicos, rocas metamórficas graníticas y en su zona más baja abundan los sedimentos cuaternarios. (Gas Natural Fenosa, 2014)



**FIGURA N° 3. GEOLOGÍA DE LAS CUENCAS**

Fuente: Gas Natural Fenosa, 2014

De igual manera analizando el mapa hidrogeológico de la cuenca del Río Tigsay se observa que en la cuenca media y alta, la permeabilidad del terreno es muy baja, lo mismo ocurre en la cuenca baja señalada con color amarillo, la permeabilidad es baja incluso posee menores porcentajes que en la zona media y alta, es por esta razón que en el cálculo de los tiempos de concentración no se podrá obtener valores que superen los 300 minutos.



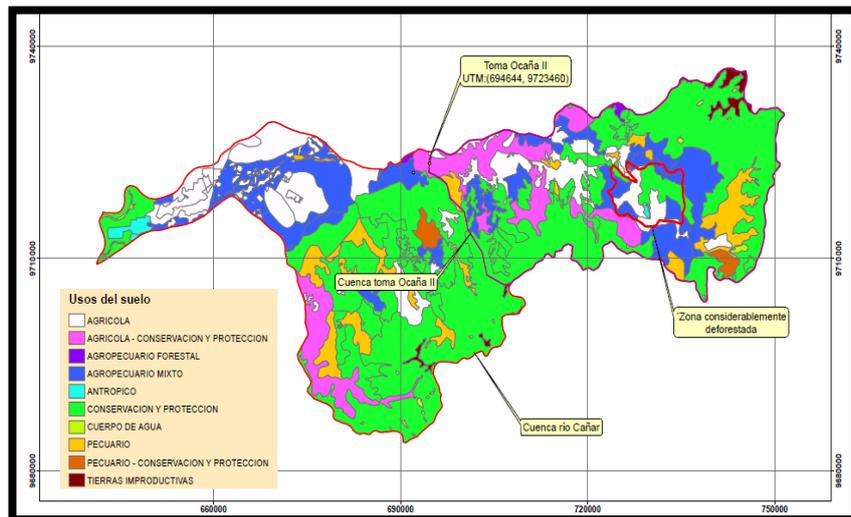
**FIGURA N° 4. HIDROGEOLOGÍA DE LAS CUENCAS**

Fuente: Gas Natural Fenosa, 2014

### **2.2.3 Usos del Suelo de la Cuenca del Río Tigsay**

La figura N° 5 de usos de suelo ha sido recuperado del documento “Estudios de factibilidad y diseños definitivos P.H.O. II.”, mismo que es de mucha utilidad para poder determinar el tipo de vegetación y actividades en la cuenca del Río Tigsay.

Durante la ejecución del levantamiento topográfico de la zona donde se tiene previsto implantar la obra de captación, se puede observar que la vegetación arbustiva y herbácea fue la naturaleza predominante en esta cuenca, observaciones que se confirman en la figura N° 5. Se puede determinar también que la agricultura y los bosques en esta cuenca son relevantes.

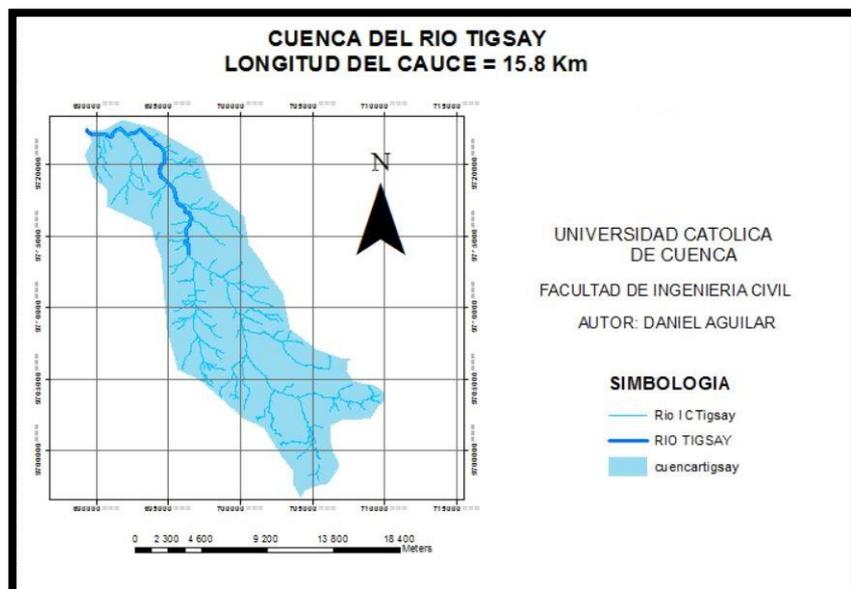


**FIGURA N° 5. USOS DE SUELO.**

Fuente: (Gas Natural Fenosa, 2014)

### 2.3 ÍNDICES FÍSICOS

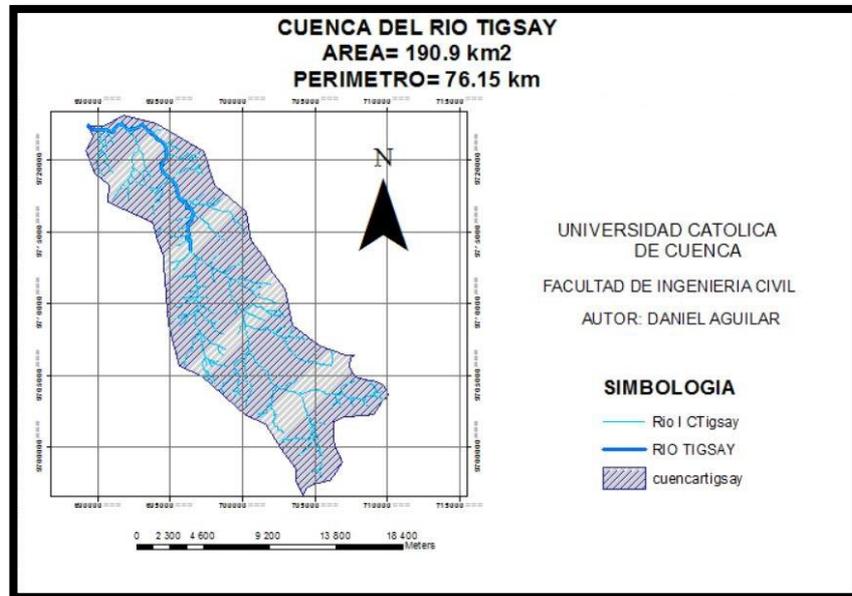
- Longitud de la cuenca del Río Tigsay = 26.7 km.
- Longitud del Río Tigsay = 38.7 km.



**FIGURA N° 6. RÍOS EXISTENTES EN LA CUENCA DEL RIO TIGSAY.**

Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM)

- Área y Perímetro: Para su determinación se usó el software Arcgis, pudiendo cuantificar un Área de 190.9 km<sup>2</sup> y un perímetro de 76.15 km.



**FIGURA N° 7. ESQUEMA DE LA CUENCA DEL RIO TIGSAY.**

Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM)

**ECUACIÓN N° 1. ÍNDICE O FACTOR DE FORMA DE LA CUENCA (F)**

$$F = \frac{A}{Lc} = \frac{190.9}{26.7} = 7.14$$

Donde:

A= Ancho de la Cuenca en Ha

Lc= Longitud de la Cuenca Km

**ECUACIÓN N° 2. ÍNDICE DE COMPACIDAD (K)**

$$K = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}} = 0.28 \frac{76.15}{\sqrt{190.9}} = 1.54$$

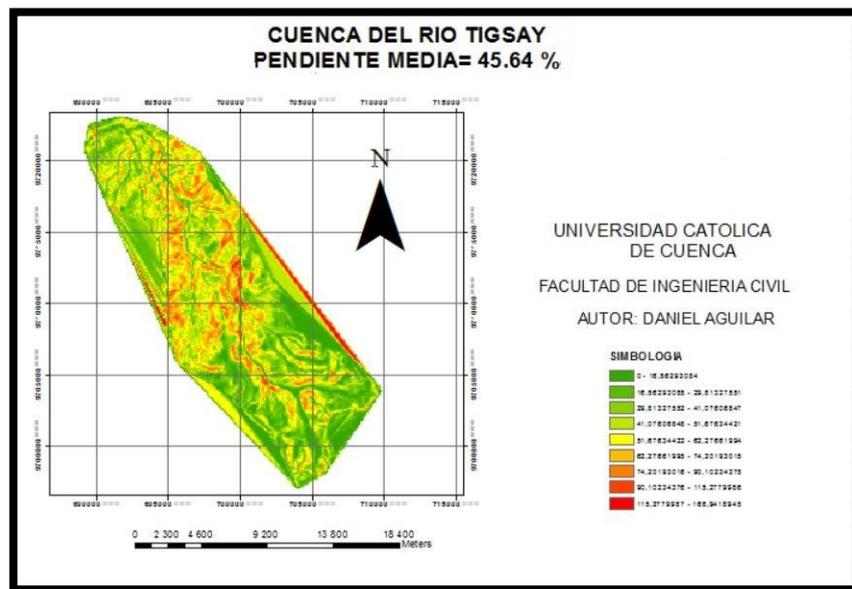
Donde:

P= Perímetro de la Cuenca en Km

A= Perímetro de un círculo de igual área en Ha

Este valor al ser menor que la unidad es típico de las cuencas alargadas. Esta cuenca tiene una ventaja, ya que disminuye significativamente la recepción de las aguas lluvia, no siendo el caso de las cuencas con índices de compacidad o índices de Gravellius mayores a uno.

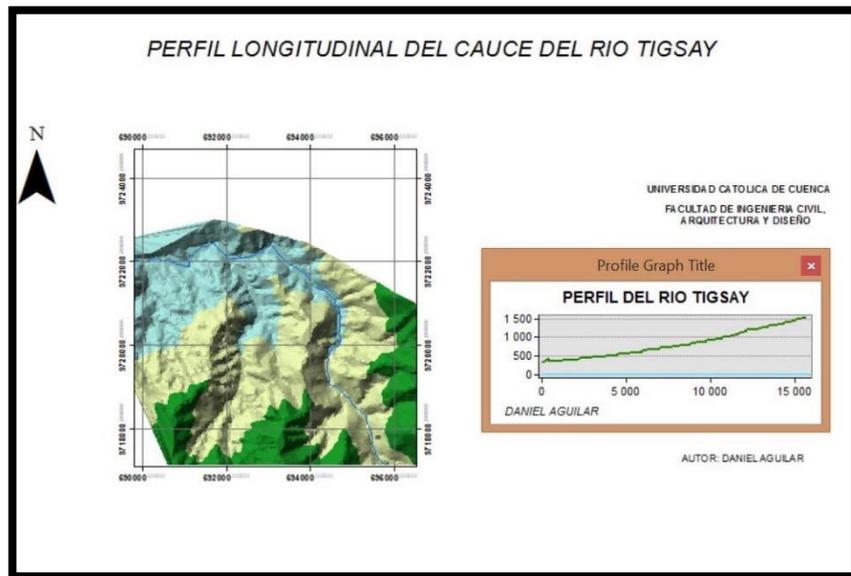
- Pendiente media de la cuenca: 45.64% valor determinado en el software ArcGis.



**FIGURA N° 8. GRAFICA REPRESENTATIVA DE LA PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA DEL TIGSAY.**

Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM)

- Pendiente del cauce del Río Tigsay: 5.75 % valor determinado en el software ArcGis.



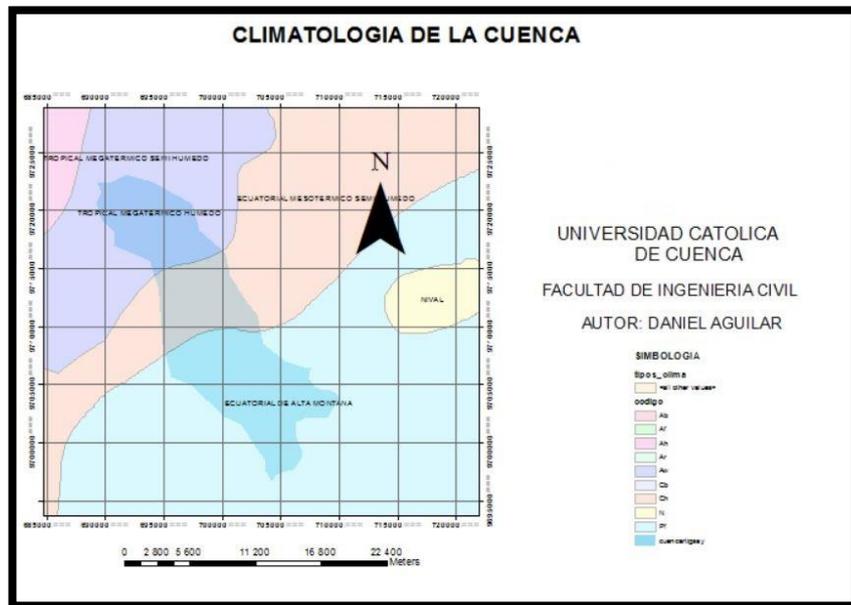
**FIGURA N° 9. PERFIL DEL CAUCE DEL RIO TIGSAY.**

Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM)

## 2.4 CLIMA

En el mapa climático generado se visualiza los diferentes tipos de clima que forman parte de la cuenca en estudio. Para la zona alta de la cuenca se identifica un clima Ecuatorial de alta montaña, mientras que para la zona media y baja se observa un clima Ecuatorial Mesotérmico semi-húmedo y Tropical Mega térmico Húmedo respectivamente.

Es importante mencionar que la estación meteorológica Ingenio Aztra (La troncal), está ubicada en una zona con clima Tropical Mega térmico-semi-húmedo muy similar al 60 % de la cuenca del Rio Tigsay.



**FIGURA N° 10. CLIMATOLOGÍA DE LA CUENCA DEL RIO TIGSAY.**

Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM)

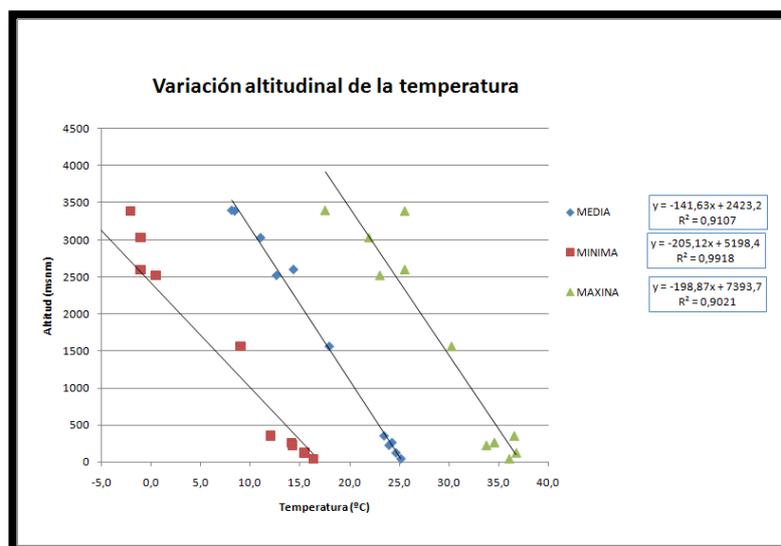
## **2.5 TEMPERATURA, HUMEDAD, VIENTO**

Para su estudio primeramente se ha realizado una selección de las estaciones meteorológicas más cercanas a la zona en estudio.

**TABLA N°2. DATOS CLIMÁTICOS ESTACIONES METEOROLÓGICAS.**

Estación		Serie	Altitud (msnm)	Temperatura (°C)			Vmax (km/h)	Cuenca
				Min	Media	Max		
Cañar	M-031	1964 - 1990	3,030	-1.0	11.0	21.9	79.0	Cañar
Biblian	M-137	1980 - 1990	2,600	-1.0	14.3	25.5		Santiago
El Labrado	M-141	1964 - 1990	3,390	-2.0	8.4	25.5	72.0	Santiago
Patococha	M-199	1984 - 1990	3,400	-12.8	8.1	17.5		Cañar
Pilalo	M-122	1963 - 1993	2,520	0.5	12.6	23.0	54.0	Guayas
El corazón	M-123	1964 - 1993	1,560	9.0	17.9	30.2	32.0	Guayas
Caluma	M-129	1964 - 1993	350	12.0	23.4	36.5	40.0	Guayas
Pto. Ila	M-026	1975 - 1993	260	14.1	24.2	34.5	32.0	Guayas
Pichilingue	M-006	1964 - 1993	120	15.4	24.6	36.7	54.0	Guayas
Coffea Robusta	M-616	1964 - 1973	40	16.3	25.1	36.0		Guayas

**Fuente:** Estudios de Factibilidad y diseños definitivos proyecto hidroeléctrico Ocaña II, 2014.



**FIGURA N° 11. Gráfico de variación altitudinal de la temperatura.**

Fuente: Gas Natural Fenosa, 2014

En la Figura N° 11 se observa los datos de temperaturas en el sitio de captación del Proyecto de Agua Potable Regional Tigsay, mediante una extrapolación sencilla y asumiendo que la temperatura varía uniformemente en toda la Región de acuerdo a la altura como se muestra en la gráfica de variación altitudinal.

**TABLA N°3. TABLA DE RESULTADOS DE TEMPERATURA EN LA COTA INDICADA.**

<b>Zona</b>	<b>Cota (msnm)</b>	<b>T<sup>a</sup> min</b>	<b>T<sup>a</sup> media</b>	<b>T<sup>a</sup> max</b>
Captación	302	14.9	23.8	35.6

Fuente: Estudios de Factibilidad y diseños definitivos proyecto hidroeléctrico Ocaña II, 2014.

Elecaastro (2014) sugiere, para la determinación de la humedad y la velocidad del viento, se ha tomado los datos de la estación meteorológica ingenio Aztra, ya que esta es la más cercana al proyecto y está ubicada en una zona de clima húmedo como es el caso del sitio de captación. No se puede realizar una extrapolación como es el caso de la temperatura porque el comportamiento de la humedad y la velocidad no son de tipo lineal.

**TABLA N°4. VALORES CLIMÁTICOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA INGENIO AZTRA.**

<b>Estación meteorológica MA2U (Ingenio Aztra)</b>			
<b>Tmedia (°C)</b>	<b>Hmedia (%)</b>	<b>V(km/h)</b>	<b>Vmax (km/h)</b>
25.1	84.6	2	43

Fuente: Estudios de Factibilidad y diseños definitivos proyecto hidroeléctrico Ocaña II, 2014.

## **2.6 RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS HIDROMETEREOLÓGICOS**

Dentro del estudio hidrológico de la Cuenca del Rio Tigsay un aspecto muy importante fue la recopilación de los datos de precipitaciones registrados en la estación meteorológica Ingenio Aztra (MA2U). Para lograr este objetivo nos remitimos a la página web del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), en donde se encuentran los anuarios meteorológicos desde el Año de 1990 hasta el 2010.

Dentro de los anuarios meteorológicos existen los datos de las precipitaciones mensuales acumuladas y los correspondientes a la precipitación máxima registrada en 24 horas de cada mes, para este estudio la estación MA2U (Ingenio Aztra), es la que mayor similitud en cuanto a las condiciones climáticas tiene con el sitio de captación, razón por la cual se han tomado los datos de precipitación de esta como base para la estimación de los caudales de avenida, es importante señalar que la estación MA2U es la que mayor registros de precipitaciones posee, evitando así realizar una ampliación de los mismos.

TABLA N°5. **PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS REGISTRADAS ANUALMENTE***EN MA2U.*

<b>Estación Ingenio Aztra (La Troncal) MA2U. Precipitaciones máximas registradas (mm/hr)</b>		
<b>Año</b>	<b>Precipitación máxima en 24 horas</b>	<b>N° Número de orden</b>
1990	69,5	1
1991	68,4	2
1992	147,3	3
1993	100,4	4
1994	105,2	5
1995	109,1	6
1996	96,5	7
1997	178,6	8
1998	177,1	9
1999	98,1	10
2001	151,9	11
2002	67,6	12
2003	54,8	13
2004	75,4	14
2005	54,3	15
2006	81,5	16
2007	95	17
2008	124,7	18
2009	144,7	19
2010	116,3	20

**Fuente:** Estudios de Factibilidad y diseños definitivos proyecto hidroeléctrico Ocaña II, 2014.

## **2.7 DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES MÁXIMOS Y MÍNIMOS.**

Para el cálculo de los caudales máximos, es necesario establecer el periodo de retorno, el mismo que se determinó con la Formula estadística de Riesgo que está en función de la vida útil de la Obra de captación, asumiendo para el diseño un período de tiempo igual a 35 años (Vida útil de las obras de captación según la Secretaria Nacional del Agua “Senagua” 25-50años).

**ECUACIÓN N° 3. RIESGO (RI)**

$$Ri = 1 - \left(\frac{1^n}{T}\right) \quad (1)$$

Donde:

n= Vida Útil (35 Años valor de diseño “Senagua”)

T= Periodo de Retorno (200 Años Valor calculado)

$$R = 16,1\%$$

**EXISTE UNA PROBABILIDAD DE 16,1% DE QUE UN EVENTO DE  
MAGNITUD “X” OCURRA EN “T” AÑOS**

Como se observa, el riesgo de que un evento de x magnitud ocurra en los 200 años es tan solo del 16%, riesgo muy bajo y aceptable para el Proyecto de Agua Potable Regional Tigsay.

Como siguiente punto y muy importante es la determinación del Tiempo de Concentración, que se define como “tiempo que demora una partícula en viajar desde el punto más alejado hasta el punto de interés”. Fuentes, (2004).

---

<sup>1</sup> Ecuación de probabilidad de ocurrencia, Regla de Laplace.

**TABLA N°6. TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN.**

<b>MÉTODO</b>	<b>FÓRMULA</b>	<b>Tc (horas)</b>	<b>Tc(min)</b>
<b>KIRPICH</b>	$T_c = 0,06626 * \left(\frac{L^2}{S}\right)^{0,385}$	3.32	199.2
<b>TEMEZ</b>	$T_c = 0,126 * \left(\frac{L}{S^{0,35}}\right)^{0,75}$	4.14	248.4
<b>PASINI</b>	$T_c = 0,023 * \left(A * \frac{L}{S}\right)^{0,5}$	8.24	494.4
<b>PIZARRO</b>	$T_c = 13,584 * \left(\frac{L^2}{H}\right)^{0,77}$	7.23	433.8

Elaboración: Propia.

Donde:

Tc= Tiempo de concentración (horas)

L= Longitud del cauce principal 38.7 km

S= Pendiente promedio del cauce principal (5.75 %)

A= Área de la Cuenca (190.9 km<sup>2</sup>)

H= Diferencia de alturas de la cuenca (3400 m)

Una vez calculados los tiempos de concentración se procede a definir el valor con el cual se trabajara, para el presente trabajo, el tiempo de concentración corresponderá al valor crítico que es representado por el valor más bajo, se asume entonces un Tc= 200 mins.

Calculado el tiempo de concentración se determina la Imáx para un periodo de retorno dado y un tiempo de concentración de 200 mins.

De los datos de precipitaciones expuestos en la Tabla N° 5, se calcula lo siguiente:

Numero de datos (n)= 20

Media aritmética de la muestra (m)= 105.82

Desviación estándar (Sx)= 38.015

Parámetro dependiente del número de observaciones Tabla N°7 (Yn)= 0.5235

Parámetro dependiente del número de observaciones Tabla N°7 (Sn)= 1.06282

Coefficiente de Variación (Cv)= 0.3592

**TABLA N°7. VALORES DE YN Y SN SEGÚN EL NÚMERO DE OBSERVACIONES.**

N°datos	yn	Sn	N°datos	yn	Sn	N°datos	yn	Sn
1	0.3665	0.00000	35	0.54034	1.12847	69	0.55453	1.18440
2	0.4043	0.49838	36	0.54105	1.13126	70	0.55477	1.18535
3	0.4285	0.64348	37	0.54174	1.13394	71	0.55500	1.18629
4	0.4458	0.73147	38	0.54239	1.13650	72	0.55523	1.18720
5	0.4587	0.79278	39	0.54302	1.13896	73	0.55546	1.18809
6	0.4690	0.83877	40	0.54362	1.14131	74	0.55567	1.18896
7	0.4773	0.87493	41	0.54420	1.14358	75	0.55589	1.18982
8	0.4842	0.90432	42	0.54475	1.14576	76	0.55610	1.19065
9	0.4901	0.92882	43	0.54529	1.14787	77	0.55630	1.19147
10	0.4952	0.94963	44	0.54580	1.14989	78	0.55650	1.19227
11	0.4996	0.96758	45	0.54630	1.15184	79	0.55669	1.19306
12	0.5035	0.98327	46	0.54678	1.15373	80	0.55689	1.19382
13	0.5069	0.99713	47	0.54724	1.15555	81	0.55707	1.19458
14	0.5100	1.00948	48	0.54769	1.15731	82	0.55726	1.19531
15	0.51284	1.02057	49	0.54812	1.15901	83	0.55744	1.19604
16	0.5153	1.03060	50	0.54854	1.16066	84	0.55761	1.19675
17	0.5176	1.03973	51	0.54895	1.16226	85	0.55779	1.19744
18	0.5198	1.04808	52	0.54934	1.16380	86	0.55796	1.19813
19	0.5217	1.05575	53	0.54972	1.16530	87	0.55812	1.19880
20	0.5235	1.06282	54	0.55009	1.16676	88	0.55828	1.19945
21	0.5252	1.06938	55	0.55044	1.16817	89	0.55844	1.20010
22	0.5267	1.07547	56	0.55079	1.16955	90	0.55860	1.20073
23	0.5282	1.08115	57	0.55113	1.17088	91	0.55876	1.20135
24	0.5295	1.08646	58	0.55146	1.17218	92	0.55891	1.20196
25	0.5308	1.09145	59	0.55177	1.17344	93	0.55905	1.20256
26	0.5320	1.09613	60	0.55208	1.17467	94	0.55920	1.20315
27	0.5331	1.10054	61	0.55238	1.17586	95	0.55934	1.20373
28	0.5342	1.10470	62	0.55268	1.17702	96	0.55948	1.20430
29	0.5352	1.10864	63	0.55296	1.17816	97	0.55962	1.20486
30	0.5362	1.11237	64	0.55324	1.17926	98	0.55976	1.20541
31	0.5371	1.11592	65	0.55351	1.18034	99	0.55989	1.20596
32	0.5379	1.11929	66	0.55378	1.18139	100	0.56002	1.20649
33	0.5388	1.12249	67	0.55403	1.18242	101	0.56015	1.20701
34	0.5395	1.12555	68	0.55429	1.18342			

Fuente: (M & M, 2012) Recuperado de Diana M., & Alejandra M, (2012). Estudio para tres pasos de quebradas.

Universidad de Cuenca, Cuenca – Ecuador.

Mediante la aplicación del método de Gumbel se determinó la precipitación máxima para un periodo de retorno dado (Pt).

**ECUACIÓN N° 4. PRECIPITACIÓN PARA UN PERIODO DE RETORNO DADO (PT) <sup>2</sup>**

$$P_t = m + k * s_x$$

Donde:

m = Media aritmética de la serie de valores máximos

k = Factor de frecuencia que indica el número de veces de desviación típica en que el valor extremo considerado excede a la media de la serie.

s<sub>x</sub> = Desviación estandar

**ECUACIÓN N° 5. VARIABLE DE GUMBEL PARA UN PERIODO DE RETORNO DADO (YT) <sup>3</sup>**

$$Y_t = -\ln(-\ln(1 - 1/T))$$

Donde:

T = Periodo de retorno (años)

**ECUACIÓN N° 6. FACTOR DE FRECUENCIA (K)**

$$K = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n}$$

Donde:

K = Factor de frecuencia que indica el número de veces de desviación típica en que el valor extremo considerado excede a la media de la serie.

Y<sub>t</sub> = Variable de Gumbel para un periodo de retorno dado (T).

Y<sub>n</sub> = Valor que se obtiene a partir del número de años de la serie.

---

<sup>2</sup> Fórmula para determinar el valor máximo en un periodo de Retorno por el Método de Gumbel

<sup>3</sup> Variable de Gumbel necesaria para calcular el factor de frecuencia

Sn = Valor que se obtiene a partir del número de Años.

**TABLA N°8. INTENSIDADES MÁXIMAS DE PRECIPITACIONES (IDTR).**

<b>RESULTADOS DE INTENSIDADES MÁXIMAS 24 HORAS</b>				
<b>Periodo de retorno</b>	<b>Yt</b>	<b>K</b>	<b>Pt(mm/dia)</b>	<b>Idtr (mm/hr)</b>
100	4,60014923	3,83569111	251,63488	10,4847867
200	5,29581214	4,49023555	276,517572	11,5215655
500	6,21360726	5,35378264	309,345558	12,8893983

Elaboración: Propia.

Cálculo de las Intensidades de precipitación para el periodo de Retorno y el tiempo de concentración determinados (Itr).

**ECUACIÓN N° 7. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN PARA UN PERIODO DE RETORNO**

$$(ITR)^4$$

$$Itr = \frac{K * Idtr}{tc^n}$$

Donde:

Itr= Intensidad de precipitación para un periodo de retorno (mm/h)

Idtr= Intensidad diaria para un periodo de retorno (mm/h)

t = Tiempo de duración de la lluvia (min)

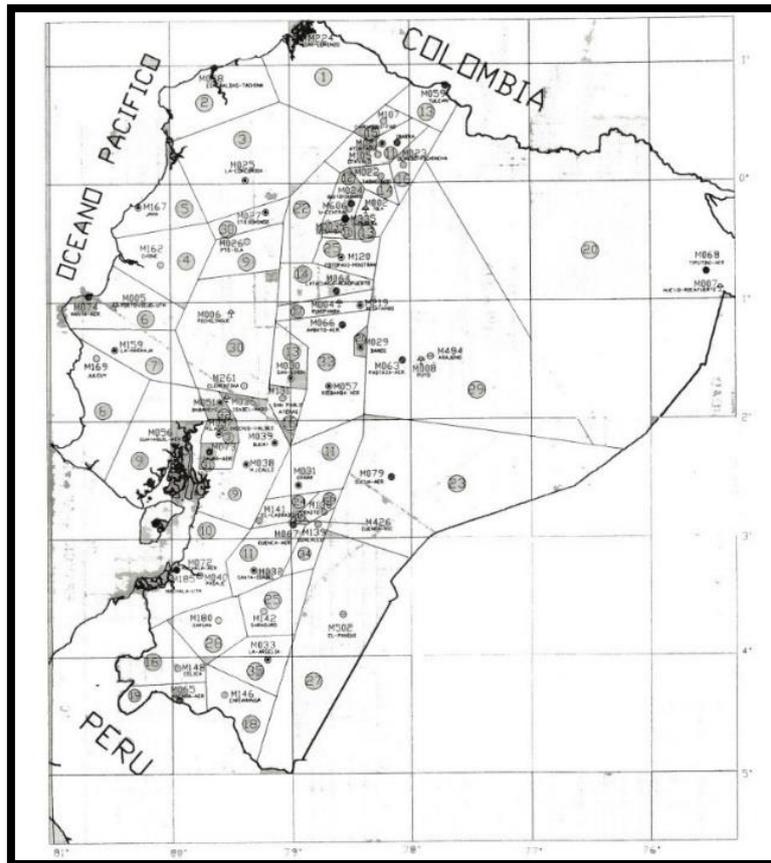
K,n= Constantes

Los valores de las constantes K y n, se pueden obtener mediante regresiones lineales múltiples o del estudio realizado por el INAMHI en el que divide las cuencas de todo el

---

<sup>4</sup> Fórmula para la determinación de las curvas IDF según INAMHI

ecuador en diferentes zonas, el sistema de Agua Potable Regional Tigsay se encuentra en la zona 9.



**FIGURA N° 12. VALORES DE AJUSTE “K” Y “N” RECOMENDADOS POR INAMHI PARA LA ZONA 9.**

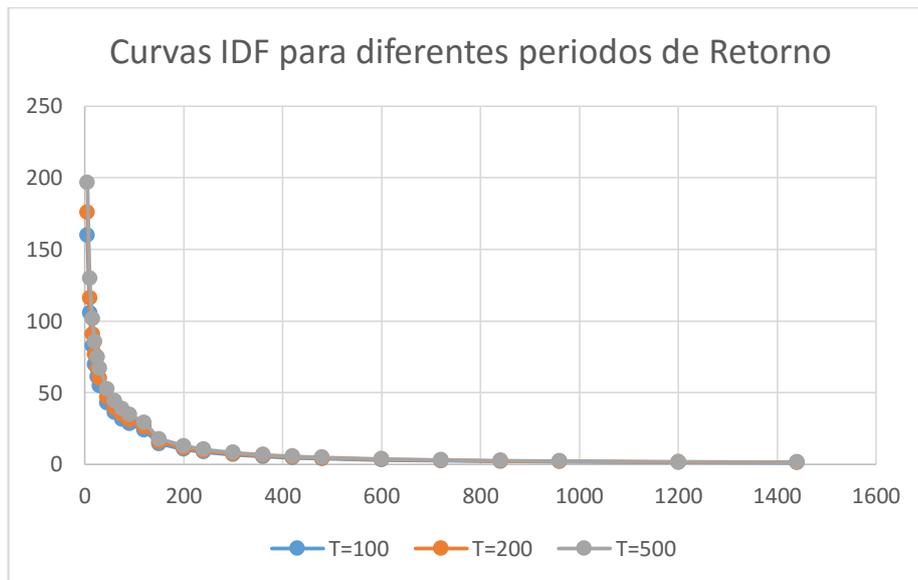
Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

Una vez obtenidos los coeficientes  $k$  y  $n$ , se procedió a realizar el cálculo de las intensidades máximas para diferentes tiempos de concentración y periodos de retorno.

**TABLA N°9. INTENSIDADES MÁXIMAS PARA DIFERENTES TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN.**

CURVAS IDF		K=	40,035	355,49																					
		n=	0,6	1,11																					
		INTENSIDADES													INTENSIDADES MAXIMAS EN 24 HORAS (ldtr)										
T(AÑOS)		TIEMPO MINUTOS																							
100	160	105	83	70	61	55	43	36	31	28	24	14	10	8,5	6,6	5,4	4,6	3,9	3,1	2,5	2,1	1,8	1,42	1,16	10,48478667
200	176	116	91	76	67	60	47	40	35	31	26	16	11	9,3	7,3	6	5	4,3	3,4	2,8	2,3	2	1,56	1,28	11,52156548
500	196	130	102	86	75	67	53	44	39	35	29	18	13	10	8,2	6,7	5,6	4,8	3,8	3,1	2,6	2,2	1,75	1,43	12,88939825

Elaboración: Propia.



**FIGURA N° 13. CURVAS IDF PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO.**

Fuente: Propia

Del análisis antes descrito se puede concluir que para un tiempo de concentración de 200 minutos se obtiene una  $I_{max} = 10 \text{ mm/hr}$

Para el cálculo de caudales máximos para un periodo de retorno y tiempo de concentración determinados, se realizó el uso de fórmulas empíricas ya que no se dispone de datos hidrológicos en la cuenca del Río Tigsay que facilitan una estimación de caudales máximos mediante métodos estadísticos.

- *Método Racional.* “Este método es empleado en cuencas pequeñas con áreas inferiores a 13 km<sup>2</sup>” (Béjar, 2002), es por esta razón que su cálculo servirá únicamente para tener una referencia de los caudales de avenida.

**ECUACIÓN N° 8. CAUDAL MÁXIMO - MÉTODO RACIONAL <sup>5</sup>**

$$Q \text{ máx} = \frac{C * I * A}{3,60}$$

Donde:

Q<sub>máx</sub>= Caudal máximo de crecida (m<sup>3</sup>/s)

C= Coeficiente de escorrentía, dependiente de la cobertura vegetal, la pendiente y el tipo de suelo de la cuenca.

I= Intensidad máxima para un tiempo de duración igual al tiempo de concentración. (mm/hr)

A= Área de la Cuenca (km<sup>2</sup>)

**TABLA N°10. VALORES DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.**

Tipo de vegetación	Pendiente (%)	Textura		
		Franco arenosa	Franco arcillolimoso franco limosa	Arcillosa
Forestal	0 - 5	0.10	0.30	0.40
	5 - 10	0.25	0.35	0.50
	10 - 30	0.30	0.50	0.60
Praderas	0 - 5	0.10	0.30	0.40
	5 - 10	0.15	0.35	0.55
	10 - 30	0.20	0.40	0.60
Terrenos cultivados	0 - 5	0.30	0.50	0.60
	5 - 10	0.40	0.60	0.70
	10 - 30	0.50	0.70	0.80

Fuente: Recuperado de (Manual de conservación de suelo y agua, 1977)

- *Método Del Instituto Ecuatoriano de Recursos Hídricos (INERHI).*

<sup>5</sup> Fórmula para el cálculo del Caudal Máximo - Método Racional

**ECUACIÓN N° 9. CAUDAL MÁXIMO – INSTITUTO ECUATORIANO DE RECURSOS**

**HÍDRICOS <sup>6</sup>**

$$Q_{\text{máx}} = \frac{25 \cdot A \cdot K}{(A + 57)^{0.5}}$$

Donde:

Q<sub>máx</sub>= Caudal máximo para un periodo de retorno determinado.

A= Área de la cuenca en km<sup>2</sup>

K= Coeficiente que se obtiene en la Tabla 11.

**TABLA N°11. VALORES ESTIMADOS DE K PARA CUENCAS ECUATORIANAS.**

<b>Retorno</b>	1000	500	100	50	25	5	1
<b>K</b>	1	0,856	0,646	0,574	0,507	0,361	0,139

Fuente: Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INERHI)

- *Método de kresnik.*

**ECUACIÓN N° 10. CAUDAL MÁXIMO – KRESNIK <sup>7</sup>**

$$Q = \alpha \cdot \frac{32 \cdot A}{(0,5 + \sqrt{A})}$$

Donde:

Q= Caudal máximo (m<sup>3</sup>/s)

α= Coeficiente variable entre 0.03 y 1.61

A= Área de la cuenca (Km<sup>2</sup>)

- *Método de Burkli-Zieger*

---

<sup>6</sup> Fórmula para el cálculo del Caudal Máximo - Método INERHI

<sup>7</sup> Fórmula para el cálculo del Caudal Máximo - Método Kresnik

**ECUACIÓN N° 11. CAUDAL MÁXIMO – BURKLI ZIEGER <sup>8</sup>**

$$Q_{max} = 0,022 * C * I * A * \sqrt[4]{S/A}$$

Donde:

Q= Caudal máximo (m<sup>3</sup>/s)

C= Variable que depende de la naturaleza de la cuenca. Tabla N°9.

I= Intensidad máxima en cm/hr

A=Area de la cuenca (has)

S= Pendiente media de la cuenca (%)

**TABLA N°12. COEFICIENTE DEPENDIENTE DEL TIPO DE SUPERFICIE.**

Tipo de superficie	C
Calles pavimentadas y barrios bastante edificados	0.750
Calles comunes de ciudades	0.625
Poblado con plaza y calles en grava	0.300
Campos deportivos	0.250

Fuente: (Villon, s.f.)

**TABLA N°13. RESULTADOS DE CADA UNO DE LOS MÉTODOS EMPLEADOS EN LA DETERMINACIÓN DEL CAUDAL MÁXIMO.**

MÉTODO	CAUDAL MÁXIMO	UNIDADES
Método Racional	265	m <sup>3</sup> /s
Método del Inerhi	211.72	m <sup>3</sup> /s
Método de kresnik	213.34	m <sup>3</sup> /s
Método de Burkli-Zieger	193.6	m <sup>3</sup> /s

Fuente: Propia

<sup>8</sup> Fórmula para el cálculo del Caudal Máximo - Método Burkli Zieger

El caudal máximo asumido es de 216 m<sup>3</sup>/s, similar al obtenido en los Estudios de factibilidad y diseños definitivos P.H.O. II que fluctúan entre 233 y 390 m<sup>3</sup>/s.

Para el cálculo del caudal ecológico se toma el criterio recomendado por el Ministerio de Obras Publicas y de Transportes de España, que indica que el Caudal Ecológico es igual al 10% del caudal medio anual del Rio (MOPT,1989).

**TABLA N°14. CAUDAL AÑO MEDIO RIO TIGSAY.**

Toma Tigsay	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>Q año medio</b> (m <sup>3</sup> /s)	2.07	4.16	5.24	5.70	4.77	4.88	5.44	4.18	2.43	2.07	1.99	1.93

Fuente: (Gas Natural Fenosa, 2014)

Promediando los caudales medios mensuales se tiene: Q medio anual= 3.74 m<sup>3</sup>/s.

$$Q. \text{ Ecológico} = 0.37 \text{ m}^3/\text{s}$$

## **CAPÍTULO III**

### **3. CÁLCULOS HIDRÁULICOS.**

#### **3.1 DETERMINACIÓN DE CAUDALES DE DISEÑO PARA LA OBRA DE CAPTACIÓN Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN.**

Realizado los estudios de las poblaciones futuras para un periodo de (25-50) años para obras de captación y a su vez de (20-30) años para Conducción de Agua según lo establecido en las normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable Código Ecuatoriano de la Construcción y la Secretaria Nacional del Agua “Senagua” correspondientes a las localidades de Zhucay, San José, A. Agrícola 04 de Julio y Tuttifruiti se ha determinado una población final de diseño de 9750 habitantes.

**TABLA N°15. Dotación media futura.**

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

Fuente: (Secretaría Nacional del Agua, 1992).

**ECUACIÓN N° 12. Caudal medio diario (m3/s) <sup>9</sup>**

$$Q_{med} = \frac{Dot * Pob}{1000 * 86400}$$

Dot = Dotación media futura (lt/hab/día)

Pob = Población futura (habitantes)

**ECUACIÓN N° 13. CAUDAL MÁXIMO DIARIO (M3/S) <sup>10</sup>**

$$Q_{max. diario} = Q_{med} * K_{maxdia}$$

Donde:

Qmed= Caudal medio diario (m3/s) Ecuación N° 12

Kmaxdía= 1.3-1.5 Coeficiente de variación de consumo máximo diario (Senagua, 1992)

<sup>9</sup> Fórmula para calcular el caudal medio diario

<sup>10</sup> Fórmula para el cálculo del caudal máximo registrado durante 24 horas

“Caudal de diseño de aguas superficiales = Q. maxdia+20%; Caudal de diseño Conducción de aguas superficiales = Q. maxdia+10%” <sup>11</sup>

Mediante el empleo de las formulas antes descritas y sugeridas por la Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA), se ha obtenido los siguientes caudales de diseño.

**TABLA N°16. Cálculo de los caudales de diseño del proyecto regional tigsay.**

<b>ESPECIFICACIÓN</b>	<b>RESULTADO</b>
Captación de Aguas Superficiales= Q. maxdia+20% <sup>11</sup>	37.43 Lts/s
Conducción de Aguas Superficiales= Q. maxdia+10%” <sup>11</sup>	34.31 Lts/s

Fuente: Propia

### **3.2 DISEÑO DE LA OBRA DE CAPTACIÓN Y SUS COMPONENTES.**

#### **3.2.1 Cálculo del tirante de agua sobre el azud (ho).**

En la actualidad existe una bibliografía muy extensa sobre el cálculo del coeficiente de descarga “Co” para determinar esta carga sobre el azud tipo creager, obteniendo por cualquier método valores muy semejantes. Para este fin se toma el criterio de Máximo Villón que sugiere para vertederos tipo creager un coeficiente de descarga “Co” = 2.

#### **ECUACIÓN N° 14. CAUDAL QUE PASA SOBRE EL AZUD (Q) <sup>12</sup>**

$$Q = Co * B * ho^{\frac{3}{2}}$$

<sup>11</sup> Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA)

<sup>12</sup> Ecuación de Francis para calcular el caudal sobre un azud Tipo creager.

$$h_o = \frac{Q^{2/3} * 2^{1/3}}{2 * B^{2/3}}$$

Donde:

B= Ancho del Azud (m)

Q= Caudal que pasa sobre el azud (m<sup>3</sup>/s)

L= Ancho del Azud tipo creager en sentido transversal al eje del rio (m)

h<sub>o</sub> = Carga de agua generada sobre el azud (m)

Es necesario también calcular la carga de agua generada por la velocidad del flujo “h<sub>a</sub>” mediante el uso de la formula descrita a continuación.

$$h_t = h_o + h_a$$

g<sub>r</sub> = Longitud de transición de la curva de empalme al final del perfil tipo creager.

R= Radio de Curvatura de la curva de transición

Z<sub>i</sub> = Desnivel entre el punto de empalme del perfil con la curva de transición y el colchón disipador

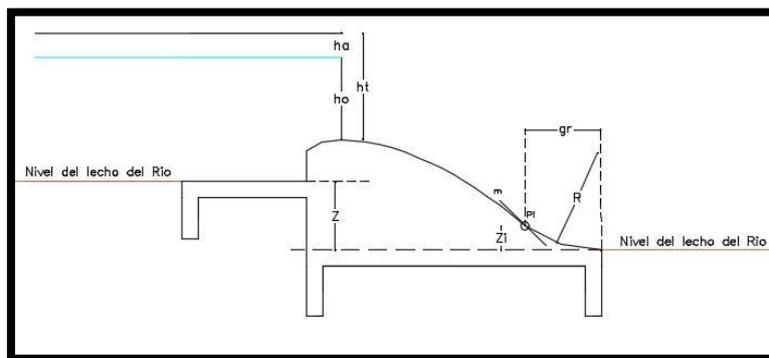
**ECUACIÓN N° 15. CARGA DE AGUA DEBIDO A LA VELOCIDAD DEL FLUJO (H<sub>A</sub>)<sup>13</sup>**

$$h_a = \frac{v^2}{2 * g}$$

$$h_a = \frac{Q^2}{(B * h_o)^2 * 2 * g}$$

---

<sup>13</sup> Fórmula para el cálculo de la carga de Agua debido a la velocidad del Flujo. (Krochin, 1962)



**FIGURA N° 14. CARGAS DE AGUA SOBRE EL AZUD TIPO CREAGER.**

Fuente: Propia

**TABLA N°17. CARGA DE AGUA PARA DIFERENTES CAUDALES**

<b>Caudal (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>ho (m)</b>	<b>ha (m)</b>	<b>ht (m)</b>
216	3,8	0,78	4,59
3,74	0,3	0,05	0,31
0,374	0,1	0,01	0,07

Fuente: Propia

### 3.2.2 Diseño de la Reja de entrada.

La reja de entrada deberá estar ubicada a una altura mínima de 60 cm para evitar el ingreso de los sedimentos<sup>14</sup>, debe tener un espaciamiento suficiente tal que permita el ingreso del caudal de diseño. Para su cálculo se ha empleado el método sugerido por la organización panamericana de la Salud<sup>15</sup>.

<sup>14</sup> (Krochin, 1962)

<sup>15</sup> (Organización Panamericana de la Salud, 2004)

**ECUACIÓN N° 16. Área total de la rejilla de entrada (at) <sup>16</sup>**

$$At = As + Af$$

$$As = n * s * h$$

$$Af = \frac{c * Q}{K * Va}$$

Donde:

As = Área total de las barras metálicas (m2)

Af = Área necesaria de flujo (m2)

N = Número de barras

s = Ancho de cada barra (0.0254 m)

t = Espaciamiento entre barrotes (0.05 m)

H = Altura de la reja (0.2 m)

c = coeficiente de obstrucción (1.5-2)

k = coeficiente de contracción de la vena de agua

b = espaciamiento libre requerido entre barrotes (m)

B = Ancho total de la Reja (m)

**TABLA N°18. COEFICIENTES DE CONTRACCIÓN.**

<b>Tipo de Barras</b>	<b>Coficiente de contracción (K)</b>
Rectangulares	0.82

---

<sup>16</sup> Fórmula para calcular el Área necesaria de una Reja de Entrada (Organización Panamericana de la Salud, 2004)

Circulares	0.9
Parabólicas	0.98

Fuente: (Organización Panamericana de la Salud, 2004)

Q= Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

Va= Velocidad de aproximación (0.6-1m/s)

La velocidad de aproximación para flujo laminar puede asumirse entre 0.6 – 1 m/s si el flujo es turbulento esta velocidad deberá determinarse en el Rio.

Primero se establece el tipo de flujo del Rio Tigsay en sus condiciones normales y critica mediante la aplicación de la fórmula del número de Froude.

**ECUACIÓN N° 17. NÚMERO DE FROUDE (FR)**

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g * h_o}}$$

Donde:

Fr = Número de Froude

V= Velocidad del flujo (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

h<sub>o</sub> = Carga de Agua en (m)

**ECUACIÓN N° 18. VELOCIDAD DEL FLUJO (V)**

$$V = \frac{Q}{A}$$

Donde:

V= Velocidad (m/s)

Q= Caudal (m<sup>3</sup>/s)

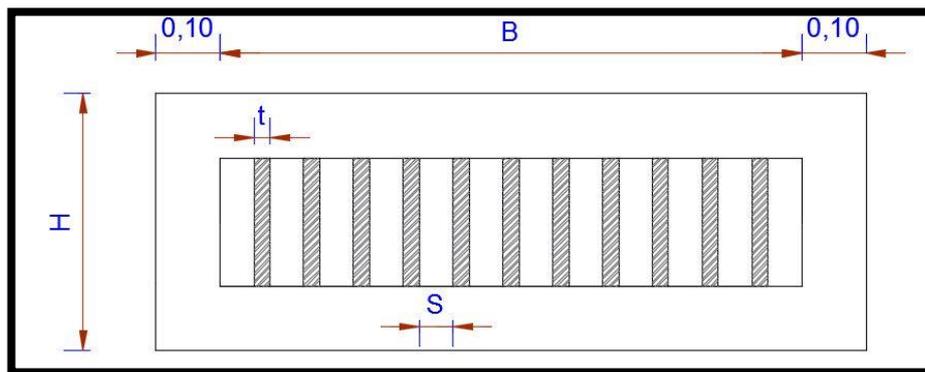
A= Área mojada (m<sup>2</sup>)

**TABLA N°19. TIPO DE FLUJO PARA DIFERENTES CAUDALES.**

Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	Fr	Tipo de Flujo
0.374	1.01	0.64	Laminar
3.74	0.47	0.64	Laminar

Elaboración: Propia

De los resultados obtenidos se concluye, que la velocidad de aproximación para las condiciones más críticas del Río es aproximadamente 0.47 m/s de modo que, para obtener un diseño confiable se utiliza el valor más bajo recomendado por la organización panamericana de la salud sobre la velocidad de aproximación que es de 0.6 m/s en la aplicación de las fórmulas de diseño de la rejilla.



**FIGURA N° 15. REJA DE ENTRADA.**

Fuente: Propia

**ECUACIÓN N° 19. ÁREA NECESARIA DE FLUJO (Af) <sup>17</sup>**

$$Af = \frac{c * Q}{K * Va} = \frac{1.75 * 0.03743}{0.9 * 0.6} = 0.1213 \text{ m}^2$$

**ECUACIÓN N° 20. ESPACIAMIENTO REQUERIDO ENTRE BARROTES (B) <sup>18</sup>**

$$b = \frac{Af}{H} = \frac{0.1213}{0.2} = 0.61 \text{ m}$$

$$\#espacios = \frac{b}{s} = \frac{0.61}{0.05} = 12$$

$$\#barras = \#espacios - 1 = 12 - 1 = 11$$

$$B = \#espacios * (s) + \#barras * (t) = (12 * 0.05) + (11 * 0.0254) = 0.88 \text{ m}$$

Es importante mejorar las condiciones hidráulicas en la reja de entrada dando una inclinación al componente con respecto al sentido del flujo (Krochin, 1968, pp.36).

**ECUACIÓN N° 21. ANGULO DE INCLINACION DE LA REJA CON LA DIRECCION DEL RIO**

( $\alpha$ ) <sup>19</sup>

$$\alpha = \arccos \frac{Vr}{Vc}$$

Donde:

Vr = Velocidad de aproximación del Rio

Vc = velocidad con la que el agua pasa por la reja (1m/s)

---

<sup>17</sup> Fórmula para el cálculo del Área necesaria de flujo (Organización Panamericana de la Salud, 2004)

<sup>18</sup> Fórmula para el cálculo del espaciamiento entre barrotes de la reja de entrada. (Organización Panamericana de la Salud, 2004)

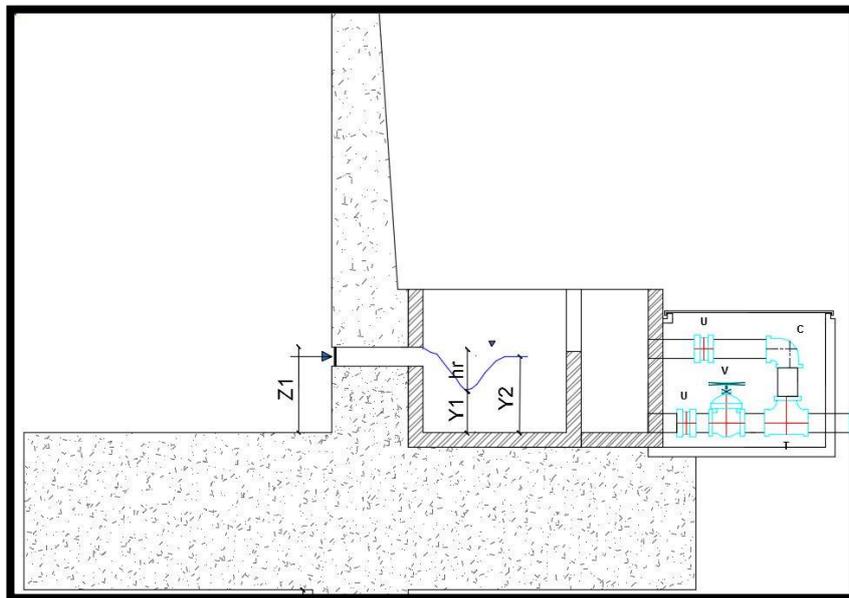
<sup>19</sup> Ángulo de inclinación de la reja en dirección del cauce principal (Krochin, 1962)

$$\alpha = 90^\circ - \arccos \frac{0.6}{1} = 36.52^\circ$$

### 3.2.3 Diseño del desripiador.

Es necesario proteger a la caja repartidora de caudal, ante el posible ingreso de gravas que alcanzaron pasar la rejilla de entrada, para tal efecto se ha diseñado un desripiador cuya función es retener este material, manteniendo una velocidad baja en este componente. Se sugiere que la longitud de esta estructura sea como mínimo igual a la longitud del resalto hidráulico que formara el agua al pasar por la rejilla (Krochin, 1968, pp.37).

Como medida de prevención para el cálculo del resalto hidráulico se utiliza la altura de carga de agua correspondiente al caudal medio.



**FIGURA N° 16. ESQUEMA PARA EL CÁLCULO DE LA LONGITUD DEL RESALTO HIDRÁULICO EN EL DESRIPIADOR.**

Elaboración: Propia

### ECUACIÓN N° 22. ECUACIÓN DE BERNOULLI

$$Z_1 + 0 + 0 = Y_1 + 0 + \frac{Q^2}{b^2 * Y_1^2 * 2g} + hr$$

Donde:

Z1: Altura de Agua a partir del nivel de referencia (fondo del desripiador)

Y1: Tirante conjugado menor

Y2: Tirante conjugado mayor

Q= Caudal de diseño

b= Ancho efectivo de la reja

g= Aceleración de la gravedad

El empleo de la ecuación de Bernoulli permite el cálculo del tirante conjugado menor, para el cálculo de las pérdidas en la rejilla se aplica la siguiente formula.

**ECUACIÓN N° 23. PERDIDA DE CARGA EN REJILLAS (HR) <sup>20</sup>**

$$hr = Kr * \left(\frac{t}{s}\right)^{\frac{4}{3}} * \text{sen}\alpha * \frac{Va^2}{2 * g}$$

Donde:

hr= Pérdida de carga en la rejilla de entrada (m)

Kr= Coeficiente que depende de la forma del barrote.

t = Espaciamiento entre barros (0.05 valor asumido)

s = Ancho de cada barrote (0.0254 valor asumido)

$\alpha$  = Ángulo de inclinación de la reja con la horizontal (90°)

---

<sup>20</sup> Fórmula para calcular la pérdida de carga a través de una rejilla. (Krochin, 1962)

Va = Velocidad con la que pasa el flujo por la Reja (1m/s)

g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s<sup>2</sup>)

**TABLA N°20. COEFICIENTE DE FORMA PARA EL CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN LA REJILLA.**

Forma	Kr
Circular	1.79
Rectangular	2.42
Elíptica	1.67

Fuente: (Krochin, 1962)

$$h_r = 1.79 * \left(\frac{0.0254}{0.05}\right)^{\frac{4}{3}} * \text{sen } 90 * \frac{1^2}{2 * 9.81} = 0.037$$

Con la ecuación de Bernoulli se calcula el tirante conjugado menor Y1 y posteriormente el tirante conjugado mayor:

$$Fr1 = \frac{V1}{\sqrt{g * Y1}}$$

**ECUACIÓN N° 24. TIRANTE CONJUGADO MAYOR (Y2)<sup>21</sup>. FORMULA OBTENIDA DE LA ECUACIÓN DE BERNOULLI**

$$d2 = \frac{Y1}{2} (-1 + \sqrt{1 + 8 * Fr1^2})$$

Donde:

Fr1: Número de Froude en la sección contraída.

Y2: Tirante conjugado mayor

---

<sup>21</sup>Ecuación para calcular el tirante conjugado mayor en un resalto hidráulico. (Melgar, 2014)

Tirantes conjugados Y1 y Y2.

**TABLA N°21. CÁLCULO DE LOS TIRANTES “Y1” Y “Y2”.**

<b>Y1</b>	<b>V1</b>	<b>Fr1</b>	<b>Y2</b>
0,0134	4,61	12,70	0,234

Fuente: Propia

Una vez calculados los valores que se encuentran en la tabla N°22, se procede a calcular la longitud del resalto hidráulico, esta longitud será la mínima requerida en el desripiador.

**TABLA N°22. LONGITUD DEL RESALTO HIDRÁULICO EN EL DESRIPIADOR.**

<b>Cálculo de la longitud mínima del desripiador en función del resalto hidráulico</b>			
<b>SEGUN PAVLOSKI</b>	$L=2,5*(1,9*Y2-Y1)$	=	1,08
<b>SEGUN BAKHMETEV</b>	$L=5*(Y2-Y1)$	=	1,10
<b>SEGUN SAFRANETZ</b>	$L=4,5*Y2$	=	1,05
		<b>PROMEDIO</b>	1,1

Elaboración: Propia

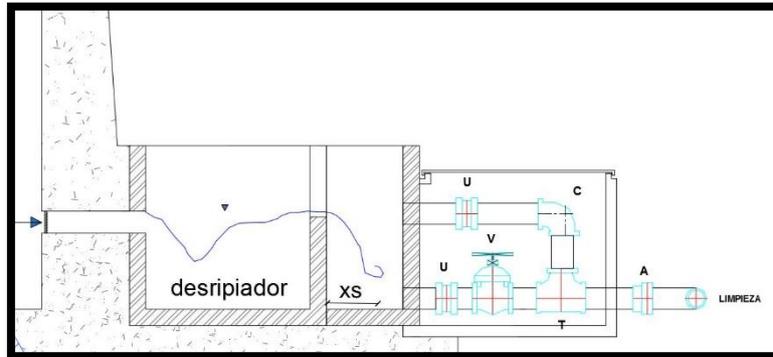
Con la finalidad de mantener un diseño conservador la longitud en el desripiador se asume de 1.50 metros.

La altura del vertedero de salida hacia la caja repartidora se colocara 0.10 m más bajo que el umbral de la reja de entrada.

### **3.2.4 Caja de repartición de caudal.**

Se ha denominado así a la caja en la cual se generara la carga de agua necesaria sobre el orificio de salida, el objeto de esta caja es llevar hacia el desarenador el Caudal de diseño

del sistema de agua potable regional Tigsay. El ancho de este componente será de 1 metro y el largo será como mínimo la longitud de alcance del chorro de agua que saldrá por el vertedero del desripiador.



**FIGURA N° 17. ESQUEMA DE LA CAJA REPARTIDORA.**

Fuente: Propia

**ECUACIÓN N° 25. ECUACIÓN GENERAL PARA ORIFICIOS (Q)<sup>22</sup>**

$$Q = C_d * A_o * \sqrt{2 * g * h_o}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

A<sub>o</sub> = Área de la tubería de salida (m<sup>2</sup>)

C<sub>d</sub> = Coeficiente de descarga

g = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

h<sub>o</sub> = Carga de agua necesaria desde el centro del orificio (m)

---

<sup>22</sup> Ecuación general para el cálculo del caudal que pasa por un orificio (B., S.f.)

**TABLA N°23. COEFICIENTES DE DESCARGA PARA ORIFICIOS.**

<b>Descripción</b>	<b>Cd</b>
Orificio de pared delgada	0.6
Orificio con salida de tubo	0.82
Orificio con pared abocinada	0.97

Fuente: Villón, M. (s.f).

De la ecuación general de orificios se obtiene:

$$h_o = \frac{Q^2}{Cd^2 A_o^2 2g} = \frac{0.03743^2}{0.82^2 * 0.0270^2 * 2 * 9.81} = 0.15 \text{ m}$$

En el fondo de la caja de repartición se colocará una tubería para la limpieza de igual diámetro que el de la conducción. La carga de agua sobre el rebose será igual a la necesaria para evacuar el caudal de diseño en caso de taponamiento.

La longitud mínima de la caja repartidora será igual a:

**ECUACIÓN N° 26. TEOREMA DE NEWTON (XS) <sup>23</sup>**

$$X_s = V_o \cdot t$$

**ECUACIÓN N° 27. TIEMPO (T)**

$$t = \sqrt{\frac{2 * (H_c)}{g}}$$

---

<sup>23</sup> Alcance horizontal de una partícula "Teorema de Newton"

**ECUACIÓN N° 28. VELOCIDAD HORIZONTAL (VOX)<sup>24</sup>**

$$V_{ox} = \sqrt{2 * g * h_v} \quad \text{Teorema de Torricelli}$$

Donde:

Xs = Alcance máximo de la partícula (m)

Vox = Velocidad Horizontal (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

h<sub>v</sub> = Carga de agua sobre el vertedero del desripador (m)

H<sub>c</sub> = Altura de la caja de repartición (m)

t = tiempo de caída (s)

La altura de la caja de repartición será igual a la suma del diámetro de las tuberías de limpieza, de conducción, la carga de agua necesaria para transportar el caudal deseado, más el diámetro de la tubería de rebose y más una altura de seguridad asumida.

$$H_c = 0.2 + 0.2 + 0.05 + 0.2 + 0.05 + 0.3 = 1 \text{ m.}$$

Aplicando las ecuaciones anteriores se obtiene.

$$X_s = 0.48 \text{ m se asume } 0.7 \text{ m sugerido por (OPS, 2004).}$$

### **3.2.5 Diseño del azud tipo creager.**

Para elevar el nivel de agua en el Rio Tigsay, es necesario realizar el diseño de un azud tipo creager, la elección de este tipo de perfil está justificado por ser una estructura que

---

<sup>24</sup> Velocidad horizontal del flujo "Teorema de Torricelli"

posee una gran estabilidad por su forma trapezoidal y tener un diseño de una lámina de agua sobre su paramento, disminuyendo así el desgaste de la misma por erosión.

Para su diseño “Creager” ha sugerido el empleo de la siguiente fórmula para el cálculo de su perfil:

**ECUACIÓN N° 29. ECUACIÓN DE UN PERFIL CREAGER <sup>25</sup>**

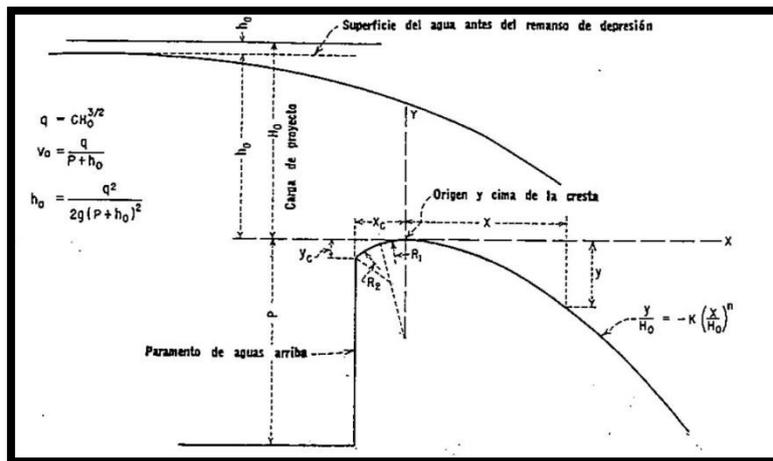
$$\frac{Y}{H_0} = -K * \left(\frac{X}{H_0}\right)^n$$

Donde:

X,Y = Componente horizontal y vertical del paramento.

H<sub>0</sub> = Carga de agua que incluyendo la carga de velocidad.

K,n = Constantes que dependen de H<sub>0</sub>.



**FIGURA N° 18. ELEMENTOS DE LA CRESTA TIPO LAMINA VERTIENTE.**

Fuente: Diseño de Presas Pequeñas Bureau of Reclamation. (1969)

<sup>25</sup> Ecuación del Perfil tipo Creager (Krochin, 1962)

Para hallar el valor de las constantes “K” y “n” de la fórmula de Creager es necesario obtener la relación:

$$r = \frac{h_a}{H_o}$$

Donde:

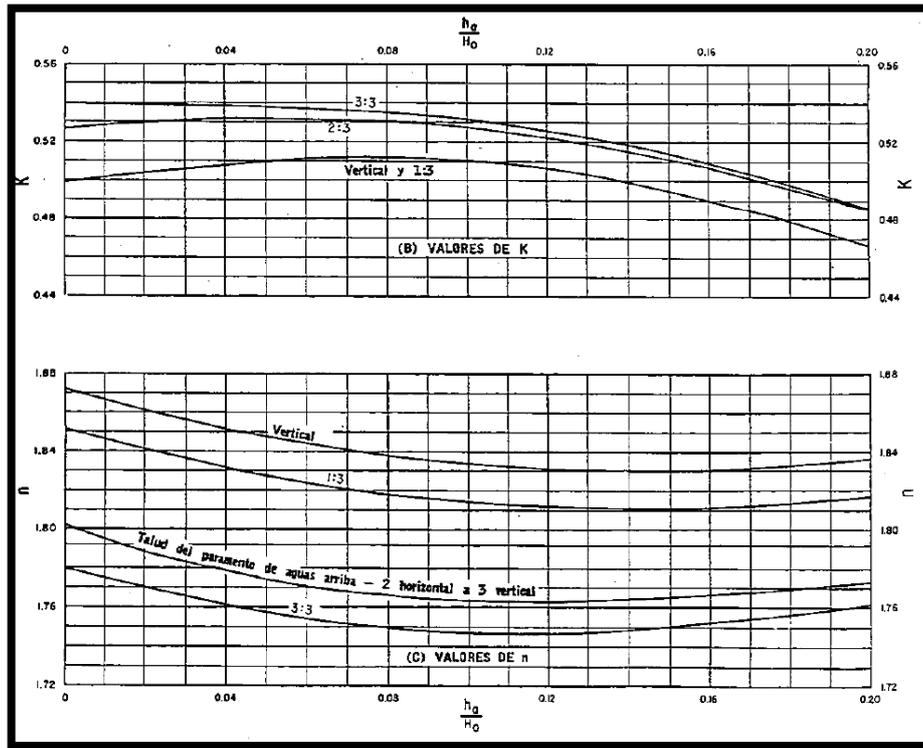
r = Relación de la carga de velocidad y la carga de agua total

h<sub>a</sub> = Carga de agua de velocidad

H<sub>o</sub> = h<sub>a</sub>+h<sub>o</sub>, donde h<sub>o</sub> representa la altura de la carga de agua generada con el Q<sub>máx</sub> de avenida.

$$r = \frac{0.78}{4.58} = 0.17$$

Para obtener los parámetros “K” y “n” en la Figura N°19 se busca en el eje de las abscisas el valor correspondiente a la relación “r”, luego trazamos una perpendicular hasta interceptar la parábola con la pendiente correspondiente al paramento vertical del azud tipo Creager y observamos el valor correspondiente al parámetro buscado en el eje de las ordenadas.



**FIGURA N° 19. FACTORES "K" Y "N".**

Fuente: Diseño de Presas Pequeñas Bureau of Reclamation. (1969)

Como paso siguiente se procede a calcular los radios de curvatura del perfil sobre el paramento vertical del Azud. De igual manera con la relación "r" correctamente ubicado en el eje de las abscisas en la Figura N°20, se encuentran los valores "R1", "R2", "Xc" y "Yc" interceptando las parábolas correspondientes y se observa el valor correspondiente al parámetro buscado en el eje de las ordenadas.

Donde:

R1 y R2 = Radios de empalme en el paramento del azud tipo creager.

Xc y Yc = Distancias horizontal y vertical necesarias para el desarrollo de la curvatura del azud tipo creager.

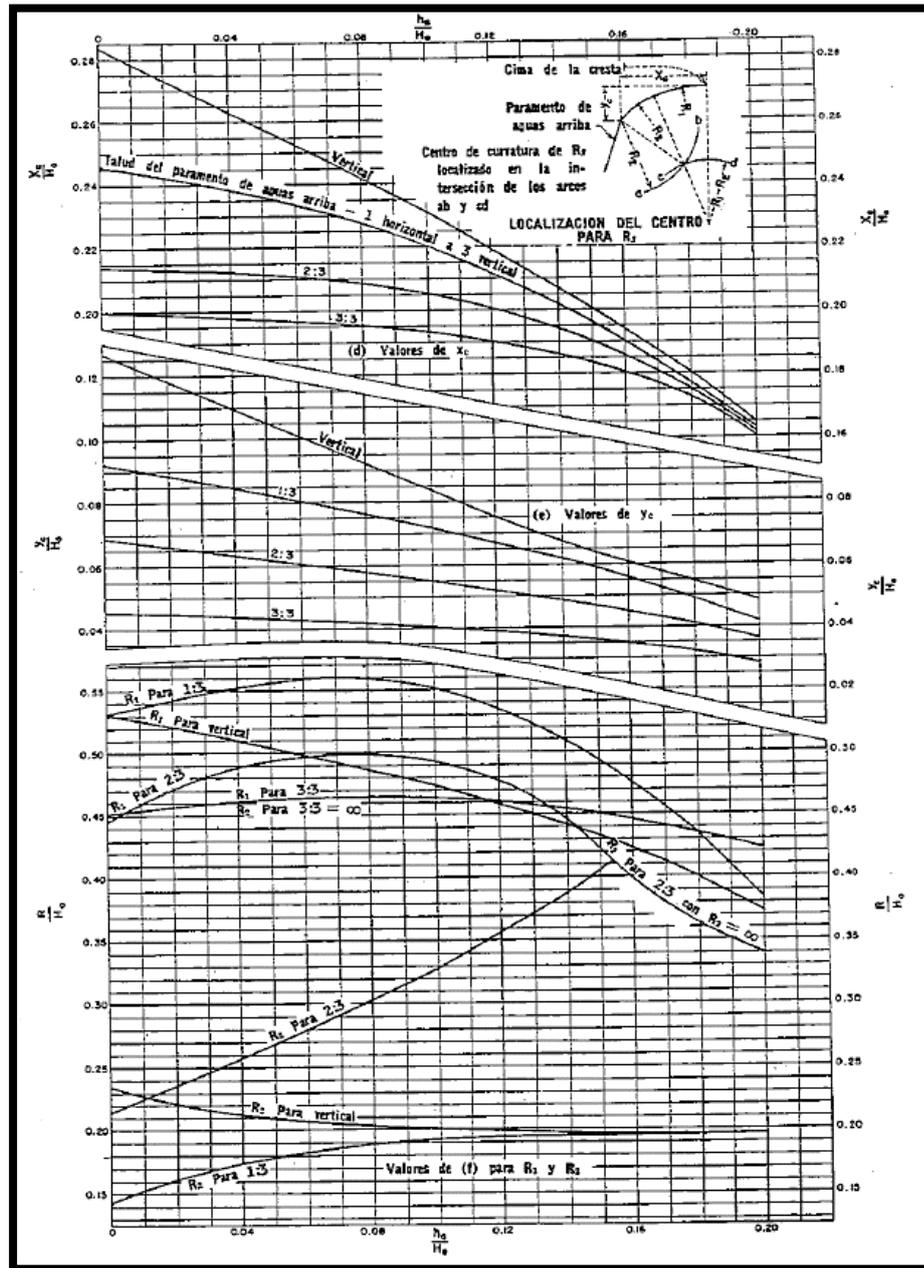


FIGURA N° 20. FACTORES "K" Y "N".

Fuente: Recuperado de Diseño de Presas Pequeñas. Bureau of Reclamation. (1969).

TABLA N°24. COEFICIENTES NECESARIOS PARA EL CÁLCULO DEL AZUD.

Coefficiente	Valor
"K"	0.487
"n"	1.833
"R1"	1.92

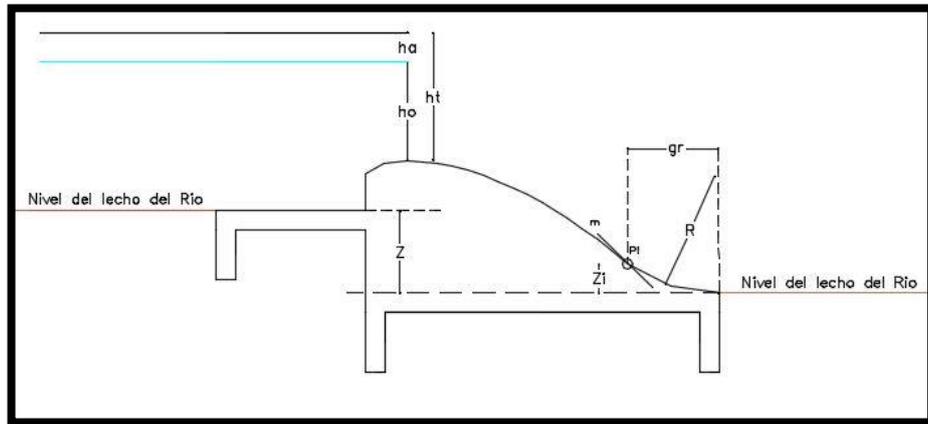
“R2”	0.91
“Xc”	0.85
“Yc”	0.26

**TABLA N°25. COORDENADAS DEL PERFIL CREAGER.**

<b>ABSCISA</b>	<b>ORDENADA</b>	<b>ABSCISA</b>	<b>ORDENADA</b>	<b>ABSCISA</b>	<b>ORDENADA</b>
<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>
0,1	-0,002	1,6	-0,324	3,1	-1,088
0,2	-0,007	1,7	-0,362	3,2	-1,154
0,3	-0,015	1,8	-0,402	3,3	-1,221
0,4	-0,026	1,9	-0,444	3,4	-1,289
0,5	-0,038	2	-0,487	3,5	-1,360
0,6	-0,054	2,1	-0,533	3,6	-1,432
0,7	-0,071	2,2	-0,580	3,7	-1,505
0,8	-0,091	2,3	-0,630	3,8	-1,581
0,9	-0,113	2,4	-0,681	3,9	-1,658
1	-0,137	2,5	-0,734	4	-1,737
1,1	-0,163	2,6	-0,788	5	-2,614
1,2	-0,191	2,7	-0,845	6	-3,652
1,3	-0,221	2,8	-0,903		
1,4	-0,253	2,9	-0,963		
1,5	-0,288	3	-1,025		

Fuente: Propia

En primera instancia el perfil del azud tendrá una profundidad suficiente para alcanzar el lecho del Rio como se puede apreciar en la Figura N°21.



**FIGURA N° 21. PERFIL CREAGER.**

Fuente: Propia

Como se observa en la Figura N° 21, luego de determinar la altura “Z” que representa el desnivel desde el colchón aguas arriba del y aguas abajo se procede a calcular los tirantes conjugado menor “Y2” y tirante conjugado mayor “Y3” mediante la aplicación de la Ecuación de Bernoulli entre los puntos 1-2 y 2-3. El valor de “Ho” corresponden a la carga de agua con el caudal máximo incluyendo la carga de velocidad y P1 sería la suma de la altura de la rejilla para evitar el ingreso de sedimentos más el alto de la reja y más la altura de seguridad que se estableció, obteniendo el valor de P1= 1m.

$$1. Y1 + 0 + 0 = Y2 + 0 + \frac{Q^2}{B^2 * Y2^2 * 2g}$$

$$2. V2 = \frac{Q}{B * Y2}$$

$$3. Fr2 = \frac{V2}{\sqrt{g * Y2}}$$

$$4. Y2 + 0 + \frac{V2^2}{2 * g} = Y3 + 0 + \frac{Q^2}{B^2 * Y3^2 * 2g}$$

$$5. \left(\frac{Q * n}{S^{1/2}}\right)^3 = \frac{A^5}{P^2}$$

Donde:

Y1= Altura desde la carga de velocidad del Agua hasta el Colchón aguas abajo del azud (Ho+P1+Z) (m).

Y2 = Tirante contraído menor al pie del Azud (m).

Y3 = Tirante conjugado mayor (m)

V2 = Velocidad del agua al pie del Azud, calculado mediante  $V=Q/A$  (m/s).

Fr2 = Numero de Froude en la sección contraída al pie del azud.

B = Ancho del Azud. (m)

Q = Caudal máximo de avenida m<sup>3</sup>/s

g = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

K = Factor para asimilar las perdidas por fricción en el perfil Creager. (1-0.9)

De la ecuación de Bernoulli (ec. 1.) se despeja el valor de Y2 obteniendo:

$$Y2 = \frac{\frac{Q}{B}}{k * \sqrt{2 * g * (Y1 - Y2)}}$$

De la ecuación de Bernoulli (ec. 4.) se despeja el valor de Y3 obteniendo:

$$Y3 = \frac{Y2}{2} * (\sqrt{8Fr^2 + 1} + 1)$$

En el paso “5”, podemos hallar el valor correspondiente al tirante normal del río mediante interacciones sucesivas hasta obtener el término de la derecha igual al término de la izquierda, asumiendo valores al tirante normal del río “Yn”.

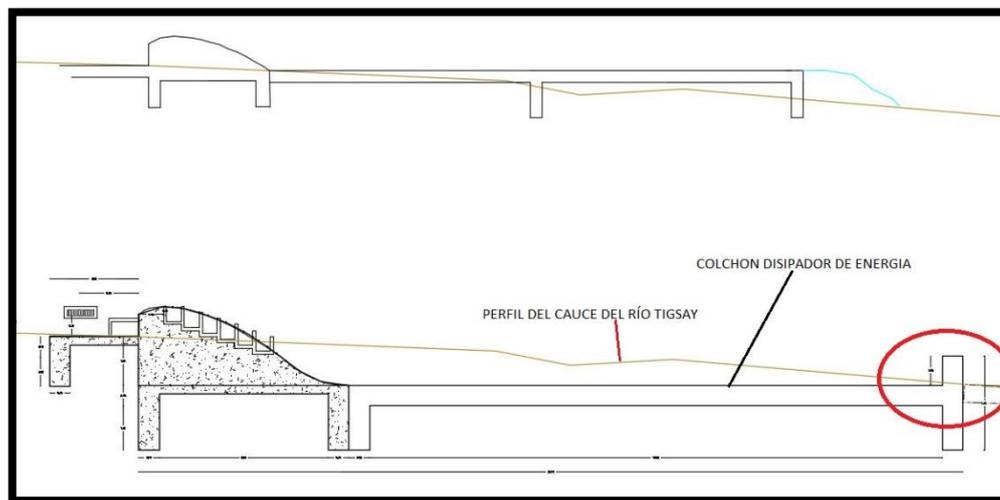
De la aplicación de todas las fórmulas anteriores se obtiene la siguiente tabla:

**TABLA N°26. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PRIMERA INTERACCIÓN DE LOS PASOS 1 A LA 5**

Z	Y2	V2	Fr2	Y3	Yn	L. Resalto	Observación
0.15	1,66	8,97	2,22	4,46	1,40	17	Resalto rechazado profundizar el colchón

Fuente: Propia

Del análisis de la Tabla N°27 se visualiza que la longitud necesaria para proteger al cauce del Rio es de 17 m, el Rio Tigsay al poseer una pendiente del cauce principal de 5.75 % obliga a que el perfil Creager se profundice aún más, de tal manera que el zampeado en el azud en su desarrollo de los 17 metros coincida exactamente con el lecho del Rio. Para mayor comprensión se ha elaborado una Figura N° 23 que expresa este análisis.



**FIGURA N° 22. ZAMPEADO DEL AZUD.**

Fuente: Propia

En base a este criterio los resultados obtenidos son:

**TABLA N°27. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA SEGUNDA INTERACCIÓN DE LOS PASOS 1.**

**A LA 5.**

<b>Z</b>	<b>Y2</b>	<b>V2</b>	<b>Fr2</b>	<b>Y3</b>	<b>Yn</b>	<b>L. Resalto</b>	<b>Observación</b>
1.66	1.39	10.72	2.90	5.05	1,39744	20	Resalto rechazado profundizar el colchón

Fuente: Propia

Para conseguir sumergir el resalto hidráulico en el pie del azud se debería profundizar el zampeado una altura igual a la diferencia de Y3 menos Y2, esto permite obtener valores antieconómicos del azud, es por eso que este diseño únicamente protegerá al cauce del río en toda la longitud del resalto hidráulico generado es decir 20 metros.

“Al pie del azud es necesario suavizar la caída de agua hacia el colchón disipador por medio de una curva de transición”<sup>26</sup>

**ECUACIÓN N° 30. PENDIENTE EN EL PUNTO DE EMPALME DEL PERFIL CREAGER Y EL COLCHON DISIPADOR (M)<sup>27</sup>**

$$m = -K * H^{1-n} * n * Xi^{n-1}$$

**ECUACIÓN N° 31. RADIO DE CURVATURA DE LA TRANSICIÓN (R).<sup>2</sup>**

$$R = Zi * \left\{ \left( 1 + \frac{1}{m^2} \right) + \sqrt{\left( 1 + \frac{1}{m^2} \right)^2 - \left( 1 + \frac{1}{m^2} \right)} \right\}$$

**ECUACIÓN N° 32. LONGITUD DE DESARROLLO DE LA TRANSICIÓN (GR).<sup>27</sup>**

$$gr = \sqrt{2 * R * Zi - Zi^2}$$

Donde:

<sup>26</sup> (Novillo, Galarza, & Romero, 1985)

<sup>27</sup> Materon, H. (4ed. 1991).

$m$  = Pendiente en el punto que se realizara el empalme del azud.

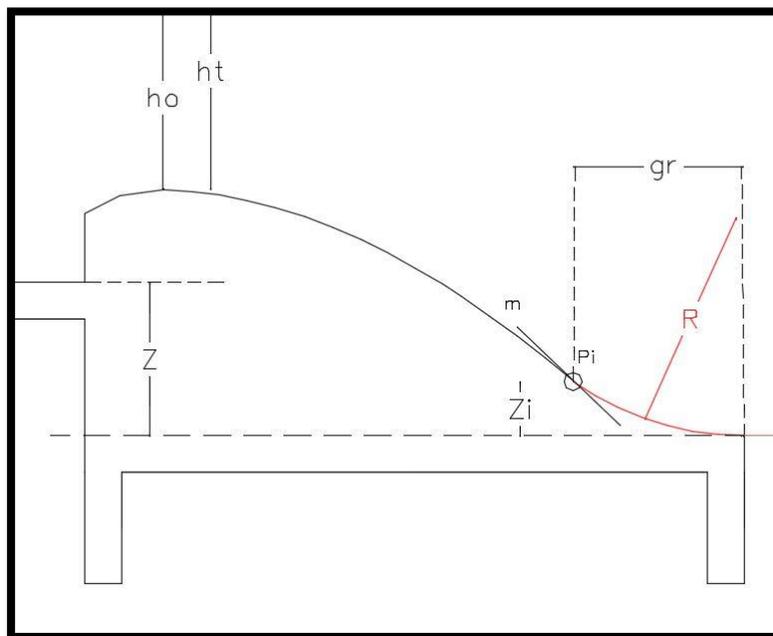
$K, n$  = Factor determinado en la Figura N° 19.

$X_i$  = Abscisa del perfil creager en el punto en que se realizara el empalme.

$R$  = Radio de curvatura de la transición.

$Z_i$  = Desnivel desde el punto de empalme hasta el colchón de Agua.

$gr$  = Longitud necesaria para el empalme con el colchón.



**FIGURA N° 23. ELEMENTOS DE UNA CURVA DE TRANSICIÓN. RECUPERADO DE OBRAS HIDRÁULICAS RURALES. MATERON, H. (4ED. 1991).**

Fuente: Propia

**TABLA N°28. RESULTADOS PARA LA CURVA DE TRANSICIÓN EN EL PUNTO DE COORDENADAS (XI,YI) DEL AZUD.**

<b>ABCISA</b>	<b>= 4,4</b>
<b>XI</b>	<b>= 4,4</b>
<b>YI</b>	<b>= -2,068</b>
<b>M</b>	<b>= -0,86</b>
<b>RADIO</b>	<b>= 3,16</b>
<b>GR</b>	<b>= 1,84</b>

Fuente: Propia

Taraimovich (s.f) afirma que el zampeado deberá tener un espesor igual a:

**ECUACIÓN N° 33. ESPESOR DEL ZAMPEADO (TZ).<sup>28</sup>**

$$tz = 0,20 * q^{\frac{1}{2}} * Hn^{0,25}$$

Donde:

tz = Espesor del zampeado

q = Caudal unitario.

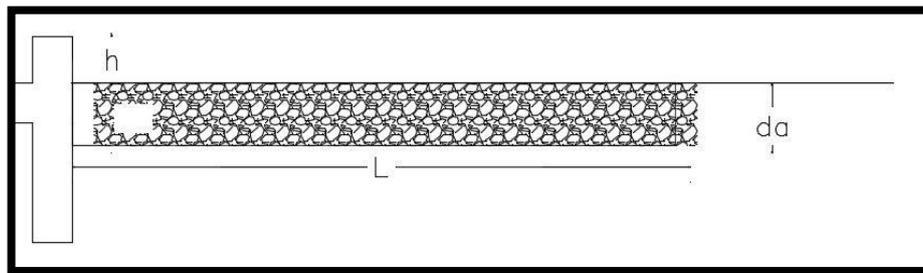
Hn = desnivel entre las superficies aguas arriba de la cresta del azud y aguas abajo sobre el zampeado. (Z+P1+Ho-Y3)

$$tz = 0.20 * \frac{216^{\frac{1}{2}}}{14.5} * 2.2^{0.25} = 0.96 \text{ m}$$

Obras complementarias aguas abajo del zampeado.

---

<sup>28</sup> Espesor recomendado del colchón disipador. (Taraimovich (s.f))



**FIGURA N° 24. OBRAS COMPLEMENTARIAS. RECUPERADO DE OBRAS HIDRÁULICAS RURALES.**

Fuente: Materon, H. (4ed. 1991).

Novillo, M. (1985). Sugiere que la altura del diente al final del zampeado tenga una altura de:

**ECUACIÓN N° 34. ALTURA DEL DIENTE AL FINAL DEL ZAMPEADO (H).<sup>29</sup>**

$$h = 0.08 * h_o^{\frac{2}{3}} * P_1$$

Donde:

ho = Carga de agua generada con el caudal máximo de avenida (m).

P1 = Altura del paramento vertical del azud (m).

$$h = 0.08 * 3.81^{\frac{2}{3}} * 1 = 0.2 \text{ m}$$

La expresión dada por Bureau of Reclamation para el cálculo del diámetro medio del material con el que se debe proteger el cauce viene dado por:

---

<sup>29</sup> Novillo, M. (1985).

**ECUACIÓN N° 35. DIAMETRO MEDIO DEL MATERIAL DE PROTECCION DEL CAUCE (DM).**

$$Dm > \frac{1.4}{\Delta} \left( \frac{V^2}{2 * g} \right)$$

$$\Delta = \frac{\gamma_{sol} - \gamma_w}{\gamma_w}$$

Donde:

Dm= Diámetro medio del material

V= Velocidad del cauce con el caudal máximo

g = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>).

$\gamma_{sol}$  = Peso específico del material (kg/m<sup>3</sup>).

$\gamma_w$  = Peso específico del agua (kg/m<sup>3</sup>).

$$\Delta = \frac{2600 - 1000}{1000} = 1.6$$

$$Dm > \frac{1.4}{1.6} \left( \frac{\left( \frac{216}{14.5 * 1.4} \right)^2}{2 * 9.81} \right) = 0.48 \text{ m}$$

La profundidad de protección del cauce del rio aguas abajo del zampeado viene dado por:

$$da = (1.75 \text{ a } 2.25) * h$$

Donde:

h= Altura del diente al final del zampeado

$$da = (2.25) * 0.2 = 0.45$$

Calculo de la longitud de protección del cauce aguas abajo del zampeado.

$$FB = 1.76 * \sqrt{Dm}$$

$$H = 1.34 * \left( \frac{q^2}{FB} \right)^{1/3}$$

$$ds = (1.75 \text{ a } 2.25)H$$

$$L = (1.5 \text{ a } 2)ds$$

Donde:

FB = Coeficiente para el cálculo del valor H.

H = Parámetro para calcular la distancia de seguridad

q = Caudal máximo unitario

ds = distancia de seguridad de protección aguas abajo

L = longitud de protección del cauce

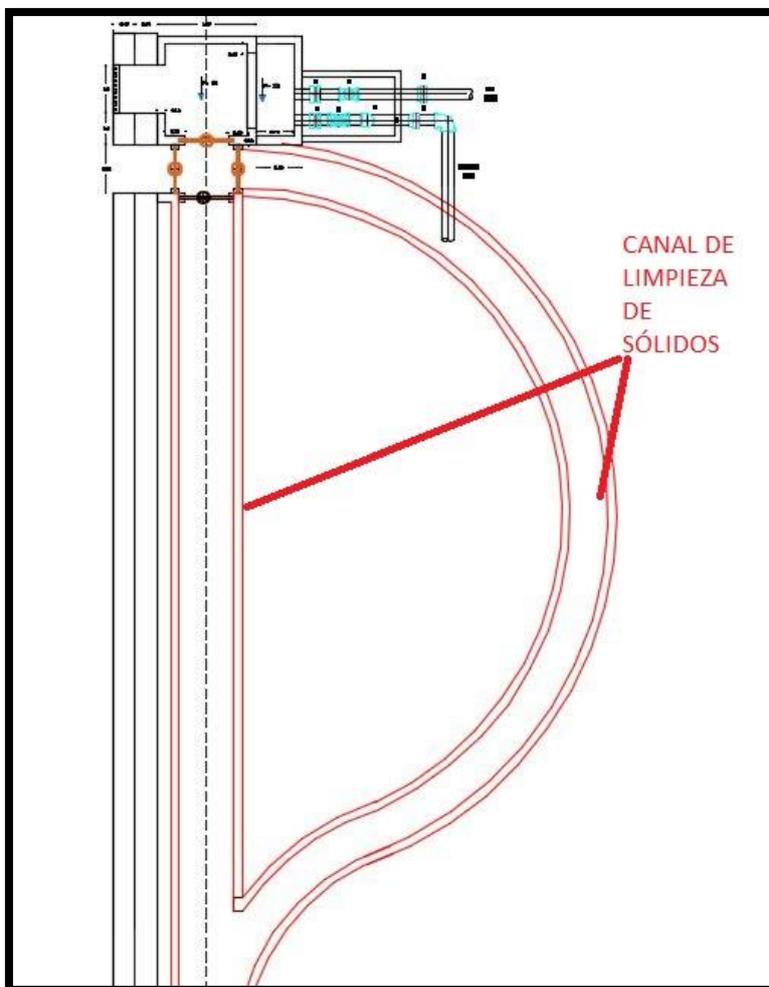
$$FB = 1.76 * \sqrt{0.48} = 1.21$$

$$H = 1.34 * \left( \frac{\left( \frac{216}{14.5} \right)^2}{1.21} \right)^{1/3} = 7.61$$

$$ds = (1.75) * 7.61 = 13.31$$

$$L = (1.5)13 = 19.97 \text{ m}$$

### 3.2.6 Canal de limpia de los sedimentos y material menor a 0.2m de diámetro.



**FIGURA N° 25. CANAL DE LIMPIA PROPUESTO.**

Fuente: Materon, H. (4ed. 1991).

Es necesario disponer de un canal de limpieza para la acumulación de material de arrastre en el paramento del azud tipo Creager. Para la limpieza de este material, la captación dispondrá del diseño de una canal rectangular en forma circular, la forma circular de este canal minimizara el golpe contra las paredes a la salida de la compuerta de limpia ubicada en el azud.

Como primer paso el dimensionamiento del canal de limpia es necesario calcular la abertura de la compuerta en el muro de contención. Este canal tendrá el objetivo de remover únicamente sedimentos y material de menor tamaño es por esta razón que la abertura de la compuerta de limpieza tendrá una apertura máxima de 30cm.

**ECUACIÓN N° 36. CAUDAL EN COMPUERTAS (Q).**

$$Q = C_d * b * a * \sqrt{2 * g * Y_1}$$

$C_c = 0,62$  recomendado por "Maximo.Villon".

$$C_v = 0,960 + 0,0979 * \frac{a}{Y_1}$$

$$C_d = \frac{C_c * C_v}{\sqrt{1 + \frac{C_c * a}{Y_1}}}$$

Donde:

Q = Caudal de descarga por la compuerta (m<sup>3</sup>/s).

C<sub>d</sub> = Coeficiente de descarga.

C<sub>c</sub> = Coeficiente de contracción (C<sub>c</sub>=0.62).

C<sub>v</sub> = Coeficiente de Velocidad.

a = Apertura de la compuerta de limpia.

Y<sub>1</sub> = Altura de Agua sobre la compuerta (P<sub>1</sub>+h<sub>o</sub>).

g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s<sup>2</sup>).

b = Ancho de la compuerta de limpia.

$$C_v = 0,960 + 0,0979 * \frac{0,3}{1,3} = 0,982$$

$$C_d = \frac{C_c \cdot C_v}{\sqrt{1 + \frac{C_c \cdot a}{Y_1}}} = \frac{0.62 \cdot 0.98}{\sqrt{1 + \frac{0.62 \cdot 0.3}{1.3}}} = 0.57$$

$$Q = 0.57 \cdot 0.8 \cdot 0.3 \cdot \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 1.3} = 0.7 \text{ m}^3/\text{s}$$

El caudal de descarga por la compuerta de limpia en base a lo calculado es igual a 0.7 m<sup>3</sup>/s, como siguiente paso es necesario calcular la pendiente necesaria para el canal de limpia de tal manera que garantice el arrastre de los sedimentos cuya velocidad máxima será de 4.5 m/s para evitar la erosión en el canal de concreto (Azevedo Netto-G.A. Alvarez),

Para hallar el tirante normal en el canal de limpia se empleó la fórmula de Manning.

**ECUACIÓN N° 37. ECUACION DE MANNING. <sup>30</sup>**

$$\left(\frac{Q \cdot n}{S^{1/2}}\right)^3 = \frac{A^5}{P^2}$$

Donde:

Q = Caudal que pasa por el canal (m<sup>3</sup>/s).

n = Coeficiente de Rugosidad dado por Horton (0.02).

S = Pendiente del canal dada en °/°.

A = Área mojada (m<sup>2</sup>).

P = Perímetro mojado (m).

El método sugerido por Máximo Villón para hallar el valor del tirante normal, se basa en aproximaciones sucesivas, consiste en dar valores al tirante normal del canal hasta obtener

---

<sup>30</sup> Ecuación de manning

ambos términos con igual valor. La pendiente del canal se ha sugerido que sea igual o menor a la pendiente del Rio Tigsay para este caso la pendiente se asumirá de 4%.

**TABLA N°29. RESULTADO OBTENIDOS DE LA FÓRMULA DE MANNING.**

Yn (asumir )	A	P	A <sup>5</sup> /P <sup>4</sup>	=	((Q*n)/(S <sup>1/2</sup> )) <sup>3</sup>	vn	froude n	Tipo de Flujo
0,27	0,21	1,3	0,0003	=	0,0003	CUMPL	3,2	Flujo Súper
	6	4				E	4	crítico

Elaboración: Propia

Una vez obtenidos los datos de la Tabla N° 30, se puede verificar que la velocidad en el canal es de 3.24 m/s velocidad menor a la máxima recomendada en el libro de Azevedo Netto para evitar la erosión del canal.

Al obtener un flujo supercrítico es necesario prever la sobre elevación del flujo que se generara en la curvatura del canal de limpieza para los sedimentos acumulados en el paramento del azud, este parámetro está en función del radio de curvatura mismo que se determinara a continuación con el empleo de la formula sugerida en el manual de procedimientos de pequeños sistemas de Riego (E. Blair, (s.f)).

**ECUACIÓN N° 38. RADIO MÍNIMO EN OBRAS HIDRÁULICAS. <sup>31</sup>**

$$R_o \text{ min} = \frac{4 \cdot V^2 \cdot B}{g \cdot Yn}$$

$$\Delta Y = C * \frac{V^2 \cdot B}{g \cdot R_o}$$

Donde:

V = Velocidad en el canal (m/s)

---

<sup>31</sup> Radio mínimo en obras hidráulicas (Novillo, Galarza, & Romero, 1985)

B = Ancho del canal.

$Y_n$  = Tirante normal en el canal.

C = Coeficiente que varía dependiendo del tipo de flujo.

g = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

$R_{o \text{ min}}$  = Radio de curvatura del canal.

$$R_{o \text{ min}} = \frac{4 * V^2 * B}{g * Y_n}$$

$$R_{o \text{ min}} = \frac{4 * 2.57^2 * 0.8}{9.81 * 0.34} = 6.33 \text{ m}$$

$$\Delta Y = 1 * \frac{2.57^2 * 0.8}{9.81 * 6.33} = 0.09 \text{ m}$$

### 3.2.7 Cálculo de la escala de peces.

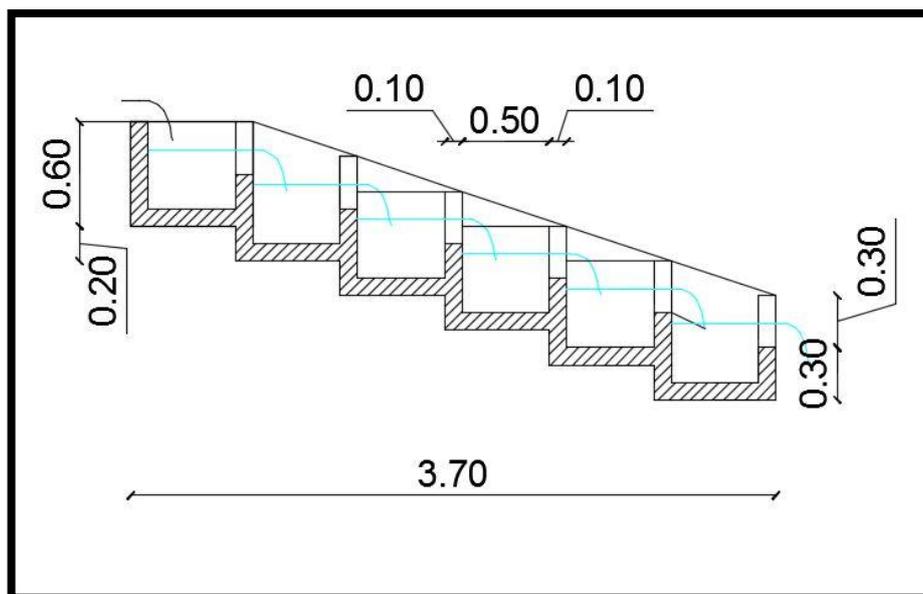


FIGURA N° 26. ESCALA DE PECES CORTE TRANSVERSAL.

Fuente: Propia

Para facilitar la migración de los peces aguas abajo del azud y aguas arriba del mismo, es necesario el diseño de una estructura que facilite tal efecto. De esta manera se ha diseñado unos cajones colocados sucesivamente con un desnivel máximo de 20 cm para facilitar el acceso entre escalas de la vida acuática del Rio Tigsay, es importante mencionar que para asegurar el diseño se ha considerado el caudal ecológico del Rio (0.37 m<sup>3</sup>/s).

La longitud de cada escala estará fijado por el alcance máximo de una partícula de agua. La altura de la vena de agua generada sobre el vertedero de salida de cada escala estará definido por la ecuación de vertederos con contracciones.

**ECUACIÓN N° 39. ECUACIÓN PARA VERTEDEROS CON CONTRACCIONES.** <sup>32</sup>

$$Q_e = 1,84 * (L - 0,1 * n * hv) * hv^{3/2}$$

Donde:

$Q_e$  = Caudal que pasa por la escala de peces. (Q/B)\*(b)

Q = Caudal ecológico (m<sup>3</sup>/s)

B = Ancho del Azud tipo Creager. (m)

b = Ancho de la escala de peces. (m)

L = Ancho del vertedero de salida. (m)

n = Numero de contracciones en el vertedero de salida.

hv = Altura de la vena de agua en el vertedero. (m)

---

<sup>32</sup> (Krochin, 1962)

**TABLA N°30. CÁLCULO DE LA VENA DE AGUA ATRAVÉS DEL VERTEDERO RECTANGULAR.**

Hv (asumido)	L	N (número de contracciones)	Qe	$1,84*(L-0,1*n*hv)*hv^{(3/2)}$ Fórmula para vertederos (Krochin,1962)	Observación
0,11	0,4	1	0,026	0,026	Hv asumido optimo

Elaboración: Propia

$$L_{\text{chorro}} = \sqrt{2 * g * hv} * \sqrt{\frac{2*hv}{g}}$$

Donde:

L. chorro = Alcance máximo de una partícula de Agua. (m)

g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s<sup>2</sup>)

hv = Altura de la vena de agua en el vertedero. (m)

$$L_{\text{chorro}} = \sqrt{2 * 9.81 * 0.11} * \sqrt{\frac{2*0.11}{9.81}} \text{ 0.22 m}$$

La longitud de chorro mínima calculada es de 0.22 m para nuestro diseño se adoptara la longitud igual a 0.50 m con fines de tener un diseño conservador.

### 3.2.8 Desarenador.

El desarenador tiene la función de retener las partículas de diámetro menor que hayan logrado pasar el desripiador protegiendo las obras posteriores de obstrucciones, etc. Está en función de la velocidad de sedimentación misma que dependerá del tamaño de la partícula que se desee remover. A continuación se describe el cálculo de las dimensiones mínimas requeridas para un desarenador de flujo horizontal y las recomendaciones de la organización panamericana de la Salud (O.P.S).

Se calcula la velocidad de sedimentación de la partícula a remover.

**ECUACIÓN N° 40. LEY DE STOKES (VS).<sup>33</sup>**

$$V_s = \frac{(S-1) \cdot g \cdot d^2}{18 \cdot \nu}$$

Donde:

$V_s$  = Velocidad de sedimentación de la partícula.

$S$  = Gravedad específica del material a sedimentar. (2.65 g/cm<sup>3</sup>)

$g$  = Aceleración de la gravedad. (981 cm/s<sup>2</sup>)

$d$  = Diámetro de la partícula a remover (0.02 cm)

$\nu$  = Viscosidad cinemática del líquido a 20°C. (0.010105 cm<sup>2</sup>/s)

$R$  = Número de Reynolds

$C_d$  = Coeficiente de fricción.

$$V_s = \frac{(2.65-1) \cdot 981 \cdot 0.02^2}{18 \cdot 0.010105} = 3.56 \text{ cm/s}$$

La ley de Stokes es aplicable cuando el número de Reynolds es menor a 1.

**ECUACIÓN N° 41. NUMERO DE REYNOLDS (R).**

$$R = \frac{V_s \cdot d}{\nu}$$

$$R = \frac{3.56 \cdot 0.02}{0.010105} = 7.04 > 1$$

Por lo tanto no es aplicable la ley de Stokes, es por ello que se aplica el método de

Allen.

---

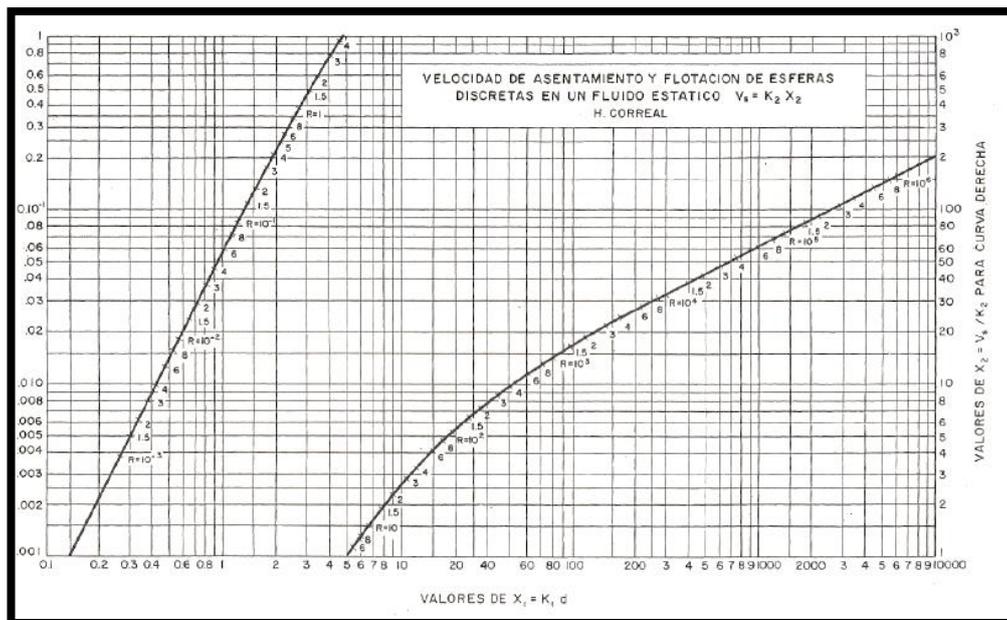
<sup>33</sup> Ley de Stokes

**ECUACIÓN N° 42. MÉTODO DE ALLEN.**

$$\left(\frac{g * (s - 1)}{v^2}\right)^{1/3} * d = k1 * d$$

$$\left(\frac{981 * (2.65 - 1)}{3.56^2}\right)^{1/3} * 0.02 = k1 * d$$

$$5.02 = k1 * d$$



**FIGURA N° 27. VELOCIDAD DE ASENTAMIENTOS. RECUPERADO DE ABASTECIMIENTOS DE AGUA.**

Fuente: Arocha, R. (1977).

Con el valor  $K1 * d = 5.02$  obtenido en la Figura N°28, se busca en el eje de las x y cortamos la curva de la derecha y leemos su valor respectivo de  $v_s/k_2$  obteniendo un valor de 1.02.

$$K2 = (g * (s - 1) * v)^{1/3}$$

$$K2 = (981 * (2.65 - 1) * 0.010105)^{1/3} = 2.54$$

Como  $v_s/k2=1.02$

$$V_s = 1.02 * 2.54 = 2.6 \text{ cm/s}$$

Verificando si la ley de Allen es aplicable.

$$R = \frac{2.6 * 0.02}{0.010105} = 5.15 > 1 \text{ Si aplica la ley de Allen}$$

Calculo la velocidad de sedimentación real mediante.

$$C_d = \frac{24}{R} + \frac{3}{\sqrt{R}} + 0,34$$

$$V_s = \sqrt{\frac{4}{3} \frac{g}{C_d} * (s - 1) * d}$$

$$C_d = \frac{24}{5.15} + \frac{3}{\sqrt{5.15}} + 0,34 = 6.32$$

$$V_s = \sqrt{\frac{4}{3} \frac{981}{6.32} * (2.65 - 1) * 0.02} = 2.61 \text{ cm/s}$$

La zona de sedimentación, específicamente su Área Transversal, estará en función de la velocidad de arrastre que será la máxima velocidad horizontal para evitar la re suspensión de los sedimentos.

**ECUACIÓN N° 43. VELOCIDAD DE ARRASTRE (VA).<sup>34</sup>**

$$V_a = 125 * \sqrt{(s - 1) * d}$$

Donde:

$V_a$ = Velocidad de arrastre (m/s)

---

<sup>34</sup> (Ravelo, 1979)

S= Gravedad específica del material de sedimentación. (g/cm<sup>3</sup>)

d= diámetro de la partícula que se desea remover. (cm)

$$v_a = 125 * \sqrt{(2.65 - 1) * 0.02} = 22.71 \text{ m/s}$$

$$v_a/2 = 11.35 \text{ m/s}$$

Para asegurar el diseño de la zona de sedimentación se ha reducido la velocidad de arrastre a la mitad.

$$A_t = \frac{Q}{v_h}$$

$$A_s = \frac{v_h}{v_s} * A_t$$

Donde:

A<sub>t</sub> = Área transversal del sedimentador (m<sup>2</sup>).

A<sub>s</sub> = Área longitudinal del sedimentado (m<sup>2</sup>).

Q = Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s).

V<sub>h</sub> = Velocidad de arrastre (m/s).

V<sub>s</sub> = Velocidad de sedimentación (m/s).

$$A_t = \frac{Q}{v_h} = \frac{0.01872}{0.114} = 0.16 \text{ m}^2$$

$$A_s = \frac{v_h}{v_s} * A_t = \frac{0.114}{0.0261} * 0.16 = 0.72 \text{ m}^2$$

**TABLA N°31. DIMENSIONAMIENTO DE LA ZONA DE SEDIMENTACIÓN**

<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>				
<b>Asumir</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Rango (5-9 S. Arocha)</b>	<b>Relación debe estar de (10- 20 ops)</b>
Ancho(a) (m)	L=As/a	P=At/a	L/P	L/a
0,6	1,2	0,3	4,4	1,99
0,8	9	1,2	7,5	11,25

Elaboración: Propia

Para facilitar la limpieza de la zona de sedimentación, las paredes del fondo del desarenador tendrán una pendiente máxima del 10 % OPS, (2005). La profundidad total de la zona de sedimentación será la necesaria para acumular los lodos en su cámara de sedimentación durante el periodo luego del cual se efectuara el mantenimiento de esta estructura.

La concentración de sólidos en suspensión del Rio Tigsay es de (0.11 g/lit)<sup>35</sup>.

Estudios de factibilidad y diseños definitivos proyecto hidroeléctrico Ocaña II, (s.l), (s.n). En base a este parámetro se procede a calcular la cantidad de los sólidos que se acumularan después de cada periodo de mantenimiento este será de 14 días.

$$C_{sed} = C_o * \frac{Q_{di}}{2} * T$$

$$V_{sed} = \frac{C_{sed}}{Y_{sed}}$$

---

<sup>35</sup> Elecaastro. S.A., (2014)

Donde:

$C_{sed}$  = Cantidad de sedimentos acumulados en determinado tiempo. (gr)

$C_o$  = Concentración del material en suspensión (gr/lit)

$Q_{dise}$  = Caudal de diseño (Lt/s)

$T$  = Tiempo luego del cual se efectuara el mantenimiento del desarenador (s)

$V_{sed}$  = Volumen de sedimentos en el periodo de tiempo establecido (cm<sup>3</sup>)

$\gamma_{sed}$  = Peso específico del material sedimentado (gr/cm<sup>3</sup>)

$$C_{sed} = 0.11 * \frac{37.43}{2} * (14 * 86400) = 2\,490\,143.04 \text{ gr}$$

$$V_{sed} = \frac{2\,490\,143}{1.8} = 1\,383\,412 \text{ cm}^3$$

La canaleta de fondo conjuntamente con las paredes de inclinación de la zona de sedimentación, acumularan un volumen de sedimentos de 69140.625 cm<sup>3</sup>, razón por la cual, el volumen a dimensionar es igual a 2421002.415 cm<sup>3</sup>.

Luego de haber definido la longitud y el ancho del desarenador, se podrá determinar la altura necesaria adicional para almacenar este volumen sobrante de sedimentos siendo este de 34 cm, en función a este cálculo se determina las dimensiones finales de la zona de sedimentación.

**TABLA N°32. Dimensiones definitivas del desarenador.**

<b>Dimensiones Definitivas de la Zona de Sedimentación</b>			
<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Relación debe estar de (10-20 ops)</b>
0,8	9	2,0	11

Elaboración: Propia

El ingreso al desarenador deberá ser mediante una transición para poder disminuir la energía de llegada de la línea de aducción. Esta transición tendrá una longitud tal que permita conectar el ancho de la tubería de llegada y el vertedero de entrada al desarenador.

**ECUACIÓN N° 44. LONGITUD DE TRANSICIÓN (LTR).<sup>36</sup>**

$$Ltr = \frac{B - b}{2 * tg 12^{\circ}30}$$

Donde:

Ltr = Longitud de transición (m).

B = Ancho total del desarenador “Incluyendo las dos cámaras en paralelo” (m).

b = Ancho de la tubería de llegada. (m).

$$Ltr = \frac{1.8 - 0.2}{2 * tg 12^{\circ}30} = 3.6 m$$

Cálculo del vertedero de entrada y salida del desarenador.

$$Q = 1,84 * (L - 0,1 * n * h) * h^{3/2}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño (m3/s)

---

<sup>36</sup> (Krochin, 1962)

L = Ancho del vertedero (m).

n = Numero de contracciones en el vertedero. (m)

h = Carga de agua necesaria (m)

**TABLA N°33. Altura de agua necesaria en el vertedero de salida.**

h (asumido)	L	n	Q	=	$1,84*(L-0,1*n*h)*h^{(3/2)}$	Observación
0,09	0,8	3	0,0374	=	0,0374	Cumple

Elaboración: Propia

La tabla anterior permite realizar el cálculo de la altura de agua requerida para el ingreso del caudal de diseño al desarenador y la salida del mismo en el vertedero rectangular.

La ecuación de un orificio sumergido permite calcular el número de orificios requeridos para el ingreso del caudal, los orificios a su vez lograran repartir las velocidades en la zona de sedimentación uniformemente, es por esta razón que se ha optado por su diseño.

$$Q = C_d * A * \sqrt{2 * g * h}$$

Donde:

Q= Caudal de diseño de cada cámara (m<sup>3</sup>/s)

A= Área de orificios requerida (m<sup>2</sup>)

C<sub>d</sub>= Coeficiente de descarga por orificios sumergido (0.6) Villón, M (S.f)

$(2*g*h)^{(1/2)} = V$  (m/s) Velocidad de ingreso por los orificios < 0.3 m/s O.P.S (2004).

$$A = \frac{Q}{C_d * V} = 0.16 \text{ m}^2$$

El número de orificios se calcularía mediante la expresión:

$$\# \text{ o} = \frac{A}{A_o}$$

Donde:

# o = Numero de Orificios requeridos

A = Área de orificios requerida (m2)

Ao = Área de un orificio de diámetro asumido (m2)

$$\# o = \frac{0.16}{0.0028274} = 55$$

Repartición de los orificios en la pantalla de entrada “Paramento Vertical”.

A= Ancho del paramento vertical (0.8 m)

P= Profundidad del paramento vertical = (1.2+0.34 = 1.54 m)

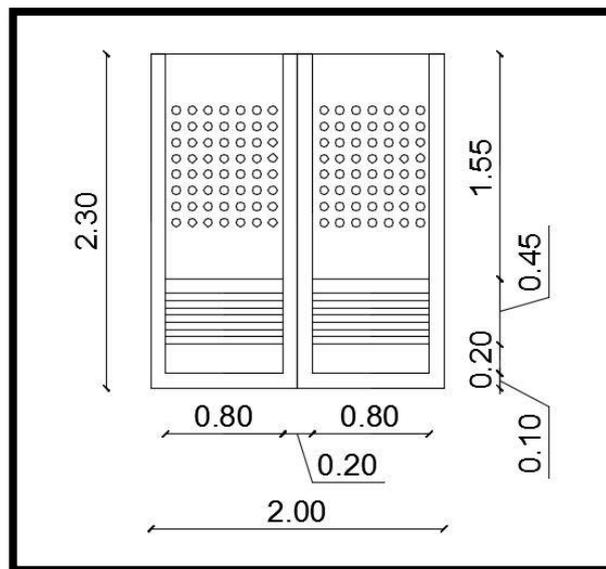


FIGURA N° 28. ESQUEMA DEL PARAMENTO VERTICAL DEL DESARENADOR.

Fuente: Propia

$$\# ox = \frac{A - e}{\Phi + e}$$

$$\# oy = \frac{P - e}{\Phi + e}$$

Donde:

# ox = Numero de orificios en el sentido x, y.

A = Ancho del paramento vertical (0.8 m).

P = Profundidad efectiva del paramento vertical (1.5 m)

e = Espaciamiento entre orificios

$\Phi$  = Diámetro de cada orificio. (m)

**TABLA N°34. Cálculo del número de orificios necesarios.**

# ox	ex	# oy	ey	N total
7	0,05	8	0,05	56

Elaboración: Propia

Longitud de la zona de entrada, esta longitud será como mínimo de 0.7 m según Arocha. S (1977). También se puede definir a está longitud, como la mínima del alcance máximo de la lámina de agua a la entrada y a la salida del desarenador.

$$L_{\text{chorro}} = \sqrt{2 * g * hv} * \sqrt{\frac{2 * H}{g}}$$

Donde:

L. chorro = Alcance máximo de la lámina de agua (m)

g = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

hv = Altura de la vena de agua (m)

H = Altura de caída del Chorro (m)

$$L_{\text{chorro}} = \sqrt{2 * 9.81 * 0.09} * \sqrt{\frac{2 * 1.5}{9.81}} = 0.74 \text{ m}$$

Carga de Agua necesaria para transportar el caudal de diseño de la línea de conducción a gravedad, determinado mediante la ecuación de orificios. Para controlar este caudal se colocará una tubería de rebose a una altura igual a la calculada.

$$Q = C_d * A * \sqrt{2 * g * h}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño de la línea de conducción (m<sup>3</sup>/s)

C<sub>d</sub> = Coeficiente de descarga (0.82)

A = Área de la línea de aducción (m<sup>2</sup>)

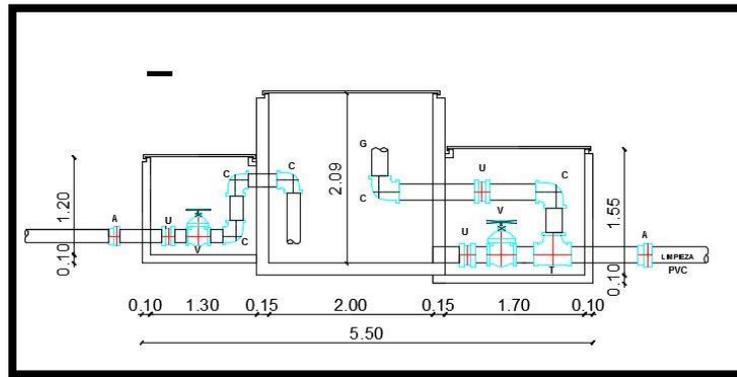
g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s<sup>2</sup>)

h = Carga de agua sobre el centro del orificio (m).

$$h = 0.12 \text{ m}$$

### **3.2.9 Tanque rompe presión.**

Es una estructura destinada a reducir la presión a cero, esta estructura tiene como finalidad evitar roturas en la línea de conducción debido a las altas presiones que se presentan por la naturaleza de la topografía. Según la Organización panamericana de la Salud O.P.S (2004) el máximo desnivel al que se debe colocar un tanque rompe presiones es cada 50 mca.



**FIGURA N° 29. Tanque rompe presión.**

Fuente: Propia

La carga de agua necesaria en la cámara rompe presión para transportar el caudal de diseño se calcula con la fórmula para orificios como se indica a continuación:

$$Q = C_d * A * \sqrt{2 * g * h}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

A = Área de la tubería de la línea de conducción. (m<sup>2</sup>)

g = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

h = Carga de Agua necesaria (m)

C<sub>d</sub> = Coeficiente de descarga 0.6 ( (Krochin, 1962)

$$0.03431 = 0.6 * \frac{\pi \phi^2}{4} * \sqrt{2 * 9.81 * h}$$
$$h = 0.23$$

La carga de agua sobre el vertedero será:

$$Q = 1,84 * L * h^{3/2}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

L = Longitud de la cresta del vertedero. (m)

h = Altura de la lámina de agua (m)

$$0.03431 = 1,84 * 2 * h^{3/2}$$

$$h = 0.04 \text{ m}$$

El número de orificios en la tubería de entrada están calculados en función de la carga de agua de llegada en la cámara rompe presión.

$$Q = Cd * A * \sqrt{2 * g * h}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño de cada cámara (m<sup>3</sup>/s)

A = Área de orificios requerida (m<sup>2</sup>)

Cd = Coeficiente de descarga por orificios sumergido (0.6) Villón, M (S.f)

h = Carga de agua en la tubería de entrada (mca)

$$A = \frac{Q}{Cd * \sqrt{2 * g * h}} = 0.003482 \text{ m}^2$$

El número de orificios se calcularía mediante la expresión:

$$\#O = \frac{A}{A_o}$$

Donde:

# O = Numero de orificios requeridos

A = Área de orificios requerida (m2)

Ao = Área de un orificio de diámetro asumido (m2)

$$\#O = \frac{0.003482}{\frac{\pi * 0.015^2}{4}} = 20$$

Dimensionamiento de la cámara rompe presiones.

**TABLA N°35. DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE ROMPE PRESIÑON.**

L	A	H	Volumen
(m)	(m)	(m)	(m3)
2	1,5	1,50	4,5

Elaboración: Propia

### **3.3 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE CONDUCCIÓN.**

Para tal efecto previa coordinación con los representantes de las comunidades involucradas en el proyecto regional Tigsay, se realiza varias inspecciones de campo, tomando nota sobre todas las observaciones acotadas por los moradores que participaron en los recorridos, datos sobre visualización del comportamiento del Rio Tigsay (crecida), deslizamientos existentes en la vía, uso del suelo, etc.

Con ayuda de la tecnología, Gps de marca Magellan se realiza un track de puntos con el fin de identificar posibles rutas para la conducción del agua hacia la actual planta de tratamiento ubicada en los altos de la localidad de Zhucay.

### **3.3.1 Primera alternativa de conducción.**

Esta alternativa fue realizar la conducción de agua por la vía principal que sube por el cruce de San José hacia el sitio de captación, dicha alternativa fue descartada de manera rotunda por los moradores ya que comentan la existencia de varias tuberías de conducción del Proyecto de Agua Potable de la Puntilla y de Proyectos de riego de los cuales son beneficiarios; al no poseer información sobre la actual ubicación de estas tuberías en la vía se tendría una serie de inconvenientes en el diseño de la nueva conducción y posterior ejecución provocando roturas de tubería y por consiguiente cortes de Agua.

### **3.3.2 Segunda alternativa de conducción.**

Como segunda alternativa se realiza una ruta con ayuda de GPS navegador por el margen izquierdo del Rio Cañar cruzando quebradas, terrenos agrícolas y vía existente, bordeando el área donde se tiene previsto la implantación del proyecto hidroeléctrico Ocaña II hacia la localidad de Zhucay y posteriormente realizar una comparación de longitudes de manera que se opte por la conducción más viable en función del aspecto económico y técnico, esta alternativa fue propuesta en un principio por los estudiantes responsables del proyecto y al ser la misma respectivamente socializada obtuvo una gran acogida por los habitantes pues supieron mencionar que en esta alternativa la única dificultad sería conducir el agua por los caminos vecinales mismos que atraviesan zonas con fuerte pendiente.

Después de realizar el análisis de las dos alternativas para la conducción de agua se determina que la segunda opción es la más viable ya que cuenta con aproximadamente 2000 metros menos de conducción que la primera y no posee infraestructura existente que pueda verse afectada, tales como la tubería de conducción de Agua del proyecto de la Puntilla, la ubicación de la casa de máquinas del proyecto Ocaña II intercepta a esta segunda alternativa debiendo tener en cuenta su localización para el trazado de la línea de conducción.

### 3.3.3 Diseño de la mejor alternativa de conducción y sus componentes.

La línea de conducción del Proyecto de Agua Potable Regional Tigsay, está comprendida por tres tramos bien definidos, el primero comprende la conducción de agua desde la captación en el Río Tigsay hasta el desarenador que se encuentra 160 metros aguas abajo por el margen izquierdo del Río Tigsay, el segundo tramo se desarrolla entre el desarenador y, el tanque rompe presiones ubicado en la vía de acceso desde la localidad de Zhucay, específicamente atrás de la escuela Froilan Segundo Méndez hasta terrenos privados, y el tramo número tres comprende la línea de conducción desde el tanque rompe presiones hasta la Planta de Tratamiento ubicada en la parte alta de Zhucay.

Para la determinación del diámetro óptimo se aprovechó al máximo el desnivel del terreno entre cada uno de los tramos, procurando siempre, que las pérdidas no sean mayores a la carga de agua disponible entre el inicio y el final de cada tramo, es importante hacer hincapié en términos de la velocidad, pues esta tendrá como mínimo valor 0.6 m/s y máximo 4.5 m/s Secretaria nacional del Agua<sup>37</sup>.

SENAGUA recomienda que la presión estática no deberá, en lo posible, ser mayor a 70 m.c.a. La presión mínima en los puntos más críticos (Altos) será en lo posible de 10 m.c.a. El cálculo de las pérdidas se realizó con la fórmula de Hazen – Williams.

#### ECUACIÓN N° 45. ECUACION PARA PÉRDIDAS DE HAZEN-WILLIAMS (J).<sup>38</sup>

$$J = \alpha * L * Q^n$$

$$J = \frac{10.662 * 1.05 * L * Q^n}{C^n * D^{4.87}}$$

---

<sup>37</sup> SENAGUA, (S.f).

<sup>38</sup> Fórmula para el cálculo de pérdidas Método de Hazen-Williams

Donde:

J = Perdidas debido a la fricción (m.c.a)

L = Longitud (m)

Q = Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

C = Coeficiente que depende del tipo de tubería (Pvc=140)

D = Diámetro interior de la línea de conducción. (m)

n = Constante 1.85 o 2.

$\alpha$  = Coeficiente del diámetro asumido.

1.05 = Coeficiente que representa las perdidas por los accesorios y por turbulencia.

La combinación de diámetros en cada tramo permite obtener un diseño económicamente factible, no siendo así en cuanto a lo técnico, pues se debería comprobar la presión dinámica en los puntos más críticos verificando que en lo posible exista una presión superior a 5 metros de columna de agua. Para hallar estas longitudes tales que aprovechen al máximo el desnivel del terreno Hazen – Williams ha propuesto la siguiente expresión:

$$X1 = \frac{(\Delta H - P_{min}) * C^{1.85} * D1^{4.87} * D2^{4.87} - 10.662 * Q^{1.85} * D1^{4.87} * L}{10.662 * Q^{1.85} * D2^{4.87} - 10.662 * Q^{1.85} * D1^{4.87}}$$

Donde:

$\Delta H$  = Desnivel del Tramo (m)

$P_{min}$  = Presión mínima requerida al final del tramo (m)

C = Coeficiente que depende del material de la tubería.

D1 y D2 = Diámetro mayor y diámetro menor respectivamente (m).

Q = Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

L = Longitud del tramo (m)

*Tramo 1:* Comprendido entre la captación y la conducción.

$$\alpha = \frac{\Delta H - P_{min}}{L * Q^n}$$

Donde:

$\alpha$  = Coeficiente del diámetro sugerido.

$\Delta H$  = Desnivel entre el tramo 1.

L = Longitud del tramo (m)

Q = Caudal de diseño (Lt/s)

$$\alpha = \frac{4.698 - 3}{160.07 * 34.31^{1.85}} = 0.000015314$$

**TABLA N°36. VALORES DEL COEFICIENTE EN LA FÓRMULA DE HAZEN Y WILLIAMS PARA TUBERÍAS PVC, C= 140.**

Valores Del Coeficiente En La Fórmula de Hazen Williams	
Φmm	C=140 o PVC
80	0,0006977
100	0,0002356
125	0,00007954
150	0,0000328
175	0,00001547
200	0,000008081
250	0,000002729
300	0,000001124
350	5.31E-04
400	2.77E-04
450	1.56E-04
500	9.23E-05
550	5.89E-05
600	3.86E-05
650	2.61E-05
700	1.82E-05
750	1.30E-05
800	9.51E-06

Elaboración: Propia

Analizando los datos mostrados en la tabla N° 37, se puede observar que el coeficiente  $\alpha = 0.000015314$  se encuentra ubicado entre los diámetros de 200 mm y 175 mm por lo que serían las tuberías que mejor aprovechen el desnivel del terreno y por ende los más económicos. Otro aspecto muy importante es que estos diámetros sugeridos mediante la aplicación de la fórmula de pérdidas de Hazen Williams, deberían ser adaptados a los diámetros comerciales de la región en la que se emplazara el proyecto por esta razón los diámetros nominales serían de 200 mm y 180 mm respectivamente.

**TABLA N°37. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, (S.F), DIÁMETROS COMERCIALES DE TUBERÍAS PVC C= 140, PLASTIGAMA.**

" Diámetros de tuberías Pvc C=140"		
ΦNOMINAL	Espesor	ΦINTERIOR
110	8,1	101,9
125	9,2	115,8
140	10,3	129,7
160	11,8	148,2
180	13,3	166,7
200	14,7	185,3
225	16,6	208,4
250	18,4	231,6

Fuente: Propia

Calculando las longitudes de la línea de conducción con cada diámetro se obtiene lo siguiente.

$$X1 = \frac{(\Delta H - Pmin) * C^{1.85} * D1^{4.87} * D2^{4.87} - 10.662 * Q^{1.85} * D1^{4.87} * L}{10.662 * Q^{1.85} * D2^{4.87} - 10.662 * Q^{1.85} * D1^{4.87}}$$

$$X1 = \frac{(4.698 - 3) * 140^{1.85} * 0.185^{4.87} * 0.167^{4.87} - 10.662 * 0.03431^{1.85} * 0.185^{4.87} * 160.07}{10.662 * 0.03431^{1.85} * 0.167^{4.87} - 10.662 * 0.03431^{1.85} * 0.185^{4.87}}$$

$$X1 = 90.09 \text{ m}$$

$$X2 = L - X1 = 69.98 \text{ m}$$

Calculando las perdidas con cada uno de los diámetros se obtiene.

$$J1 = \frac{10.662 * 1.05 * L * Q^n}{C^n * D^{4.87}}$$

$$J1 = \frac{10.662 * (90.09 * 1.05) * 0.03431^{1.85}}{140^{1.85} * 0.185^{4.87}} = 0.78$$

$$J2 = \frac{10.662 * (69.98 * 1.05) * 0.03431^{1.85}}{140^{1.85} * 0.167^{4.87}} = 1.01$$

La pérdida de carga debido a la fricción del Agua con las paredes de la tubería a lo largo del tramo sería entonces la suma de J1 y J2, dando un valor de 1.79 m.c.a. La presión dinámica con la que el agua llega al desarenador será la diferencia de la carga estática entre estos dos puntos y la perdida calculada.

$$P. \text{ Dinámica} = 4.698 - 1.79 = 2.90 \text{ m.c.a}$$

Para aumentar un poco la presión dinámica de llegada a nuestro desarenador bastaría únicamente con colocar la tubería de mayor diámetro a lo largo del tramo siendo la tubería de diámetro nominal 200 mm, la que se coloque en todo el primer tramo.

$$P. \text{ Dinámica} = 4.698 - 1.37 = 3.3 \text{ m.c.a}$$

Este proceso se seguirá para el tramo número 2 y el tramo número 3, obteniendo los siguientes resultados.

**TABLA N°38. HOJA DE CÁLCULO LINEA DE CONDUCCIÓN TRAMO N°1.**

	OBSERVACION	TRAMO	ABSCISA	COTA	LONGITUD INCLINADA	LONGITUD ACUMULADA	CARGA ESTÁTICA	DIAMETRO		PERDIDA PARCIAL	PERDIDA ACUMULADA	VELOCIDAD EN LA TUBERIA	V2/2G	LINEA PIEZOMETRICA
								ΦNOMINAL	ΦINTERIOR	$J = \frac{10,622 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$				
TRAMO N ro 1	Salida de Caja	1	0,00	301,07										
					118,23			200	190,2	0,892				
		2	118,19	298,10		118,23	2,97				0,892	1,21	0,074	2,00
					41,85			200	190,2	0,316				
	Desarenador	3	160,00	296,37		160,07	4,70				1,208	1,21	0,074	3,42

Elaboración: Propia

**TABLA N°39. HOJA DE CÁLCULO LINEA DE CONDUCCIÓN TRAMO N°2.**

	OBSERVACION	TRAMO	ABSCISA	COTA	LONGITUD INCLINADA	LONGITUD ACUMULADA	CARGA ESTÁTICA	DIAMETRO		PÉRDIDA PARCIAL	PÉRDIDA ACUMULADA	VELOCIDAD EN LA TUBERIA	V2/2g	LINEA PIEZOMÉTRICA	
								ΦNOMINAL	ΦINTERIOR	$J = \frac{10,622 * L * Q^{1,85}}{C^{185} * D^{4,87}}$					
TRAMO Nro 2	DESARENADOR	4	174,52	296,28										0,00	
					52,35			200	190,2	0,395					
		5	226,53	290,28		52,35	6,00				0,395	1,21	0,074	5,53	
					57,46			200	190,2	0,434					
		6	283,83	286,03		109,81	10,25				0,829	1,21	0,074	9,34	
					53,15			200	190,2	0,401					
		7	336,98	286,19		162,96	10,09				1,230	1,21	0,074	8,78	
					102,87			200	190,2	0,776					
		8	439,85	285,40		265,84	10,87				2,007	1,21	0,074	8,79	
					111,45			200	190,2	0,841					
		9	551,26	282,54		377,28	13,74				2,848	1,21	0,074	10,81	
					90,75			200	190,2	0,685					
		10	641,96	279,50		468,03	16,78				3,533	1,21	0,074	13,17	
					119,35			200	190,2	0,901					
		11	761,28	282,17		587,38	14,10				4,434	1,21	0,074	9,60	
				116,11			200	190,2	0,876						
	12	877,34	278,73		703,49	17,55				5,310	1,21	0,074	12,16		
				107,99			200	190,2	0,815						

		13	985,33	279,45		811,49	16,83				6,125	1,21	0,074	10,63
					42,35			200	190,2	0,320				
		14	1027,67	280,42		853,84	15,86				6,445	1,21	0,074	9,34
					66,42			200	190,2	0,501				
		15	1094,05	278,23		920,25	18,04				6,946	1,21	0,074	11,02
					109,07			200	190,2	0,823				
		16	1202,62	267,81		1029,32	28,46				7,769	1,21	0,074	20,62
					106,24			200	190,2	0,802				
TRAMIO N° 2		17	1308,56	259,90		1135,56	36,38				8,571	1,21	0,074	27,73
					73,87			200	190,2	0,558				
		18	1382,35	256,52		1209,42	39,75				9,129	1,21	0,074	30,55
					59,07			200	190,2	0,446				
		19	1440,85	248,35		1268,49	47,93				9,575	1,21	0,074	38,28
					64,49			160	152	1,450				
		20	1505,09	254,00		1332,98	42,28				11,025	1,89	0,182	31,07
					147,73			160	152	3,323				
		21	1652,63	246,51		1480,71	49,76				14,348	1,89	0,182	35,23
					154,17			160	152	3,467				
		22	1805,50	266,47		1634,88	29,81				17,815	1,89	0,182	11,81
					61,11			160	152	1,374				
		23	1866,05	258,20		1695,99	38,08				19,189	1,89	0,182	18,71
					41,33			160	152	0,929				
		24	1907,37	258,97		1737,32	37,31				20,119	1,89	0,182	17,01
				115,42			160	152	2,596					
	25	2022,53	251,19		1852,74	45,08				22,715	1,89	0,182	22,19	
				53,68			160	152	1,207					

		26	2075,99	256,00		1906,41	40,28				23,922	1,89	0,182	16,17
					46,51			160	152	1,046				
		27	2122,50	256,46		1952,93	39,82				24,968	1,89	0,182	14,67
					51,30			160	152	1,154				
		28	2173,66	252,73		2004,22	43,55				26,122	1,89	0,182	17,24
					26,36			160	152	0,593				
	TRP	29	2199,97	254,41		2030,59	41,87				26,715	1,89	0,182	14,97

Elaboración: Propia

**TABLA N°40. HOJA DE CÁLCULO LINEA DE CONDUCCIÓN TRAMO N°3.**

	OBSERVACION	TRAMO	ABSCISA	COTA	LONGITUD INCLINADA	LONGITUD ACUMULADA	CARGA ESTATICA	DIAMETRO		PÉRDIDA PARCIAL	PÉRDIDA ACUMULADA	VELOCIDAD EN LA TUBERIA	V2/2g	LINEA PIEZOMÉTRICA	
								ΦNOMINAL	ΦINTERIOR						
TRAMO Nro 3	TRP	30	2203,70	254,42		0,00								0,00	
					73,65			200	190,2	0,556					
		31	2277,11	248,50		73,65	5,92				0,556	1,21	0,074	5,29	
					38,13			200	190,2	0,288					
		32	2314,86	243,11		111,78	11,31				0,844	1,21	0,074	10,39	
					46,37			200	190,2	0,350					
		33	2361,16	240,55		158,15	13,87				1,194	1,21	0,074	12,60	
					62,26			200	190,2	0,470					
		34	2423,17	234,95		220,41	19,47				1,664	1,21	0,074	17,74	
					37,56			200	190,2	0,283					
		35	2460,69	233,24		257,97	21,18				1,947	1,21	0,074	19,16	
					28,38			200	190,2	0,214					
		36	2488,94	235,94		286,35	18,48				2,161	1,21	0,074	16,24	
					99,66			200	190,2	0,752					
		37	2588,56	233,01		386,02	21,41				2,914	1,21	0,074	18,42	
					131,47			200	190,2	0,992					
	38	2719,96	228,66		517,49	25,76				3,906	1,21	0,074	21,78		
				272,80			200	190,2	2,059						

	39	2992,67	221,75		790,28	32,67				5,965	1,21	0,074	26,63
				45,96			200	190,2	0,347				
	40	3038,56	219,16		836,25	35,26				6,312	1,21	0,074	28,87
				90,94			200	190,2	0,686				
	41	3129,36	224,24		927,19	30,18				6,998	1,21	0,074	23,10
				47,02			200	190,2	0,355				
	42	3176,37	225,17		974,21	29,25				7,353	1,21	0,074	21,82
				62,13			200	190,2	0,469				
	43	3238,34	220,71		1036,34	33,71				7,822	1,21	0,074	25,81
				457,44			200	190,2	3,453				
	44	3695,54	205,96		1493,78	48,46				11,275	1,21	0,074	37,11
				62,86			200	190,2	0,475				
	45	3757,96	198,49		1556,64	55,93				11,750	1,21	0,074	44,10
				39,28			200	190,2	0,297				
	46	3796,55	205,84		1595,92	48,58				12,046	1,21	0,074	36,46
				100,39			200	190,2	0,758				
	47	3894,97	225,63		1696,32	28,79				12,804	1,21	0,074	15,91
				25,06			200	190,2	0,189				
	48	3920,00	226,94		1721,38	27,48				12,993	1,21	0,074	14,42

Elaboración: Propia

## CAPÍTULO IV

### 4. PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

#### 4.1 Estudios y diseños de factibilidad para la construcción del Proyecto de Agua Potable Regional Tigsay “Captación y Conducción”

Estas especificaciones tienen el carácter de generales y han sido adaptadas de las especificaciones técnicas de la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca “ETAPA EP” y de los estudios para la ampliación y mejoramiento de los sistemas de agua Potable, Alcantarillado sanitario, combinado y tratamiento de aguas residuales para el centro parroquial de Guel, cantón Sigsig.<sup>39</sup>

##### 4.1.1 Disposiciones generales

Las especificaciones técnicas que se describen servirán de guía para la elaboración de ofertas técnico económicas y posterior construcción de la Captación y Conducción de Agua del Sistema de Agua Potable Regional Tigsay.

Si no consta en este documento la especificación técnica que regule una o más actividades, se consideraran incluidas las especificaciones del Reglamento de Construcciones de Concreto Reforzado (ACI318-83) y Comentarios, Especificaciones Técnicas de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental.

---

<sup>39</sup> Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca “ETAPA EP” ; Estudios para la ampliación y mejoramiento de los sistemas de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario, combinado y tratamiento de Aguas Residuales para el Centro Parroquial de Guel, cantón Sigsig.

Cuando se presentaren contradicciones entre las especificaciones técnicas prevalecerán las señaladas en este documento.

Cualquier rubro no mencionado específicamente o indicado en planos y en especificaciones técnicas, que sean necesarias para completar o perfeccionar parte del trabajo, suministrara el Contratista y el costo será cancelado de acuerdo con la Ley de Contratación Pública, de tal forma que no sea razón para desfasar plazos de ejecución contractuales, ni atentar contra la bondad de la obra.

No se reconocerá al Contratista, incremento en los precios unitarios del contrato, cuando se produzcan variación de cantidades.

El Contratista será responsable de los trabajos que realice, de los materiales y equipos que suministre, obligándose a satisfacer los requerimientos de Fiscalización y el cumplimiento de las especificaciones técnicas particulares, previa a la instalación en obra, la responsabilidad civil será de diez años, si se determinare técnicamente la presencia de vicios ocultos de construcción y/o materiales.

#### **4.1.2 Alcance de los trabajos**

Para la ejecución de los distintos rubros y trabajos contractuales, será responsabilidad del Contratista el suministro de todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios. Cualquier material, equipo y mano de obra no incluido en el análisis de precios unitarios de la oferta, que sea necesario para completar o perfeccionar el trabajo de acuerdo con los requisitos implicados o estipulados en estas especificaciones o planos, será suministrado por el Contratista sin compensación adicional ya que se asume que los mismos han sido omitidos para mejorar los costos ofertados.

Los trabajos menores no contemplados en el proyecto o presupuesto, serán ejecutados bajo la modalidad de órdenes de trabajo (costo más porcentaje, conforme a la Ley de Contratación Pública y su Reglamento), contando previamente con el visto bueno por escrito de la Fiscalización.

### **4.1.3 Definición de términos**

#### **4.1.3.1 Obra**

Lo definido en el contrato de ejecución de obra como “objeto del contrato” que se describe en la parte de estas especificaciones bajo el título de: Descripción del Proyecto, cuya ejecución obliga o compromete el Contratista, y que debe ser realizado de acuerdo con los diseños y especificaciones técnicas del proyecto.

#### **4.1.3.2 Proyecto**

Proyecto es el conjunto de documentos que describen y definen la obra, de acuerdo a los cuales deberá ejecutarse la misma. El proyecto es el conjunto de planos, especificaciones técnicas, presupuesto, normas y recomendaciones.

#### **4.1.3.3 Planos**

Dibujos o reproducciones de los dibujos u otros medios de expresión gráfica del proyecto en donde se consignan la localización, las formas, dimensiones, detalles constructivos y en general todas las características necesarias para la ejecución de la obra.

#### **4.1.3.4 Especificaciones**

Conjunto de normas, disposiciones, requisitos condiciones e instrucciones, métodos constructivos, formas de control de calidad, mediciones, formas de pago, etc. que se establecen y describen para los diferentes rubros de trabajo, para la contratación y ejecución de una obra, a las cuales debe sujetarse estrictamente el Contratista. Las especificaciones

pueden ser generales y particulares. Las Especificaciones Particulares se añaden y/o modifican las Especificaciones Técnicas Generales.

#### **4.1.3.5 Contratista**

Persona o personas, naturales o jurídicas (firma, empresa o compañía) pública o privada que mediante un contrato se compromete con el Contratante a la ejecución de las obras definidas en el Proyecto. El término incluye y también se refiere a los representantes técnicos, o Residentes de obra del Contratista. Los actos de sus representantes legales o técnicos, dependientes, ejecutores, subcontratistas son responsabilidad del Contratista.

#### **4.1.3.6 Proveedor**

Persona natural o jurídica que vende, proporciona o entrega materiales o que alquila equipos al Contratista.

#### **4.1.3.7 Fiscalizador- fiscalización**

Quien por delegación del Contratante; tiene a su cargo el control y vigilancia de los distintos aspectos de trabajo, y exigir al Contratista que se cumplan las estipulaciones del contrato, labores que se efectuarán en obra, de conformidad con los cánones profesionales y normas técnicas de construcción, a través de disposiciones, instrucciones, órdenes de trabajo, o informes oportunos y precisos. La Fiscalización también dictaminará en asuntos técnicos y administrativos que pudieran surgir en la ejecución del contrato.

#### **4.1.3.8 Supervisión**

Labores de revisión y control del debido cumplimiento del “Objeto del Contrato”, que estarán a cargo del Contratante.

#### **4.1.3.9 Libro de control de obra**

Es el registro en el cual se llevará la memoria de la construcción; es decir que se asentará en forma cronológica y descriptiva la marcha progresiva de los trabajos y sus pormenores. Deberá permanecer en la obra mientras dure ésta y al final pasará al poder del Contratante. El libro contendrá una hoja original y dos copias, pre numerada.

Diariamente se deberá consignar la siguiente información:

- Fecha,
- Estado del tiempo,
- Actividades ejecutadas,
- Descripción y número del personal y equipos utilizados,
- Ordenes de cambio,
- Detalles, y
- Firmas del Contratista (Residente) y Fiscalizador.

#### **4.1.3.10 Rubro o concepto de trabajo**

Conjunto de actividades y servicios, operaciones y materiales que, de acuerdo con las especificaciones respectivas; integran cada una de las partes en que se divide convencionalmente una obra para fines de medición y pago.

#### **4.1.3.11 Costo directo**

Es la suma de los costos por mano de obra, materiales, maquinaria, herramientas o instalaciones efectuadas exclusivamente para realizar un determinado rubro o concepto de trabajo.

#### **4.1.3.12 Costo indirecto**

Son los gastos generales técnico-administrativo necesarios para la ejecución de una obra, no incluidos en los costos directos, que realiza el Contratista y que se distribuyen en proporción a los costos directos de los rubros de trabajo y atendiendo a las modalidades de la obra.

#### **4.1.3.13 Orden de cambio**

Documento escrito mediante el cual la Fiscalización, da las instrucciones al Contratista para que efectúe un cambio en el trabajo originalmente contratado. Estas instrucciones pueden referirse a la ejecución de la obra y/o modificaciones a los planos y especificaciones, mediante aumentos, disminuciones sustituciones de materiales, acabados, volúmenes o rubros de trabajo, detallando las correlativas variaciones del tiempo contractual.

#### **4.1.3.14 Fuerza mayor**

Circunstancias imprevistas, provenientes de situaciones extrañas a la voluntad de las partes de las cuales no es posible resistir. Por ejemplo: pueden comprender los daños por los efectos derivados de terremotos, fuerzas de movimientos sísmicos, vientos huracanados, crecidas de ríos o lluvias abundantes superiores a las normales, incendios causados por fenómenos atmosféricos, destrozos ocasionados voluntariamente o involuntariamente en épocas de guerra, movimientos sediciosos o en robos tumultuosos, etc., siempre que los hechos directa o indirectamente hayan afectado en forma real o efectiva el cumplimiento perfecto y oportuno de las estipulaciones contractuales.

#### **4.1.3.15 Medición**

Es la clasificación, medición y evaluación de las cantidades de trabajo (rubros) ejecutadas por el Contratista de acuerdo con los planos, especificaciones y las instrucciones de la Fiscalización.

#### **4.1.4 Aspectos administrativos y legales**

##### **4.1.4.1 Legislación aplicable**

Para el desarrollo y control de los distintos aspectos administrativos y legales, el Contratista y la Fiscalización actuarán con apego a todas las leyes y decretos de la República del Ecuador, especialmente a las disposiciones de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública y su Reglamento.

En los aspectos pertinentes, son aplicables también entre otros el Código Civil, Código del Trabajo, las Ordenanzas Municipales y la legislación ambiental del país cuya aplicación será obligación del Contratista y de su cumplimiento velará la Fiscalización.

##### **4.1.4.2 Especificaciones aplicables**

Son también aplicables, a falta de las de este documento, las Especificaciones para la construcción de sistemas de agua potable de la Subsecretaría de saneamiento Ambiental.

##### **4.1.4.3 Fiscalización de la obra**

La entidad contratante realizará la vigilancia y control para una adecuada ejecución de la obra, a través de un Fiscalizador, quien tendrá autoridad para inspeccionar, comprobar, examinar y aceptar o rechazar cualquier trabajo o componente de la obra; además, él resolverá cualquier cuestión relacionada con la calidad de los materiales utilizados, calidad y cantidad de trabajos realizados, avance de la obra, interpretación de planos y especificaciones y el cumplimiento del contrato en general.

El Fiscalizador tendrá la autoridad de suspender parte de los trabajos o la obra entera, en los siguientes casos:

El Contratista no cumpla con cualquiera de las cláusulas del contrato; no acate órdenes del Fiscalizador, o no corrija oportunamente condiciones que presenten peligro al público, a los trabajadores e inspectores;

El Fiscalizador considere que el estado del tiempo u otras condiciones no permiten la correcta ejecución de los trabajos;

El Fiscalizador juzgue que por razones del interés público es necesaria una suspensión parcial o completa de la obra.

El Fiscalizador podrá permitir, durante un período de suspensión completa de la obra, trabajos de emergencia para facilitar el tránsito público y trabajos menores que no estén relacionados con la causa de la suspensión ni afectados por ella.

La Fiscalización exigirá al Contratista mantener en el sitio de la obra, un juego completo de los documentos técnicos inherentes a ella.

El Contratista mantendrá en la obra un Superintendente de reconocida capacidad técnica, profesional y será su agente autorizado y tendrá la autoridad necesaria para poder cumplir con oportunidad las órdenes e instrucciones del Fiscalizador de sus representantes autorizados, y tomar cualquier acción necesaria en orden a asegurar el normal desenvolvimiento de los trabajos.

Cuando el Superintendente o su Representante no se hallen presentes, en un momento en que el Fiscalizador considere necesario dar instrucciones a los empleados del Contratista respecto a un trabajo en ejecución, el Fiscalizador las dará al capataz u otra persona encargada del trabajo en cuestión, y éstas deberán ser acatadas, como si fueran dadas a través del Superintendente. El Fiscalizador, posteriormente, deberá dejar constancia escrita, en el

"Libro de obra", de haber emitido tales órdenes, y ello será prueba suficiente en cualquier controversia técnica.

- ***Deberes de la Fiscalización:*** El objetivo principal de la Fiscalización es la vigilancia y estricto cumplimiento de las cláusulas constructivas y legales, a fin de que el proyecto se ejecute de acuerdo a sus diseños definitivos, especificaciones técnicas, programas de trabajo, recomendaciones de los diseñadores y normas técnicas aplicables.

El Fiscalizador debidamente designado, actúa a nombre y en representación de la entidad contratante, en la ejecución del contrato y cuenta con las atribuciones que se indican más adelante, a parte de las indicadas en los demás documentos del contrato, siendo por lo tanto responsable por cualquier omisión, descuido o negligencia en el cumplimiento de sus funciones. El Contratista aceptará y colaborará con las tareas y el personal de la Fiscalización.

- ***Atribuciones del Fiscalizador:*** Para que las obras puedan ejecutarse dentro de los plazos acordados y con los costos programados, a la Fiscalización se le asigna, entre otras, las siguientes funciones:
  - Aprobación de los programas y cronogramas actualizados, presentados por el Contratista y evaluación mensual del grado de cumplimiento de los programas de trabajo.
  - Sugerir durante el proceso constructivo la adopción de las medidas correctivas y/o soluciones técnicas que se estimen necesarias en el diseño y construcción de las obras, inclusive aquellas referidas a métodos constructivos;

- Medir las cantidades de obra ejecutadas y con ellas verificar y certificar la exactitud de las planillas de pago, incluyendo la aplicación de fórmulas de reajuste de precios;
- Examinar los materiales a emplear y controlar su buena calidad y la de los rubros de trabajo, a través de ensayos de laboratorio, pruebas en sitio o certificados de calidad.
- Resolver las dudas que surgieran en la interpretación de los planos, especificaciones, detalles constructivos y sobre cualquier asunto técnico relativo al proyecto;
- Preparar mensualmente los informes de Fiscalización, que contendrán por lo menos la siguiente información:
  - Estado del proyecto en ejecución, atendiendo a los aspectos contractuales, económicos, financieros y avance de obra (cantidades de obra y volúmenes acumulados);
  - Cumplimiento de las obligaciones contractuales respecto a personal y equipo del; condiciones climáticas de la zona del proyecto;
  - Cumplimiento del Contratista y recomendaciones al respecto.
  - Multas, sanciones, suspensiones y otros aspectos importantes del proyecto.
  - Calificar al personal técnico del Contratista y disponer justificadamente el reemplazo del personal que no satisfaga los requerimientos necesarios;
  - Comprobar periódicamente que los equipos sean los requeridos según el cronograma vigente y que se encuentren en buenas condiciones de uso.
  - Anotar en el libro de obra (que permanecerá bajo su custodia y responsabilidad), las observaciones, instrucciones o comentarios que en su criterio deben ser

considerados por el Contratista para el mejor desarrollo de la obra. Aquellos que tengan especial importancia se consignarán adicionalmente por oficio regular.

Participar como observador en las recepciones provisional y definitiva informando sobre la calidad y cantidad de los trabajos ejecutados, la legalidad y exactitud de los pagos realizados;

Exigir al Contratista el cumplimiento de las leyes laborales y del reglamento de seguridad industrial, y del programa de prevención de accidentes organizado por el Contratista.

Cuando la Fiscalización, durante la ejecución de la obra y hasta la recepción definitiva de la misma, advirtiera vicios de construcción, dispondrá que el Contratista proceda a corregir los defectos observados incluyendo la demolición total y el reemplazo de los trabajos mal ejecutados o defectuosos y le concederá un plazo prudencial para su realización. A la expiración de este plazo, o antes, si el Contratista lo solicitara, se efectuará un nuevo reconocimiento; si de éste resultara que el Contratista no ha cumplido con las órdenes emanadas, se podrá ejecutar por cuenta del Contratista los trabajos necesarios, a fin de corregir los defectos existentes, sin eximir al Contratista de las responsabilidades o multas en que hubiera incurrido por incumplimiento del contrato.

#### **4.1.4.4 Seguridad y disposiciones de trabajo.**

El Contratista en su calidad de patrono será el único responsable de los daños y perjuicios que por accidentes de trabajo que pudieran sufrir los trabajadores durante todo el tiempo de ejecución de las obras, debiendo por tanto los obreros que trabajen en la obra ser afiliados al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), y cumplir con los reglamentos correspondientes.

El Contratista presentará mensualmente a la Fiscalización para su control el comprobante de pago al IESS debidamente sellado, con el registro de todo el personal asignado al proyecto y que deberán estar en las planillas de aporte mensual de la nómina del personal asignado a la ejecución del proyecto.

El Contratista se cubrirá adicionalmente de cualquier reclamo, demanda o juicio de cualquier naturaleza como consecuencia de accidentes, heridos o muertos mediante la contratación de una póliza de seguro.

El Contratista será responsable por la seguridad de los trabajadores, por la seguridad pública y seguridad de las estructuras adyacentes al lugar de trabajo. Respecto a la seguridad de los trabajadores observará las disposiciones y normas de Seguridad Industrial del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, al Reglamento de Seguridad para la Construcción y Obras Públicas (Registro Oficial No. 253 del 9 de Febrero de 1998 – Anexo No. 1) y lo señalado en estas especificaciones.

Para minimizar los riesgos de trabajo, el Contratista deberá proveer a su personal, según sea el caso, la vestimenta básica de protección tal como: cascos protectores, botas de goma con punta de acero, mascarillas de polvo, orejeras para el ruido y demás implementos recomendados por las leyes de seguridad industrial. Es obligatorio en cualquier caso, el uso del casco protector.

La Fiscalización vigilará que se tomen todas las medidas de seguridad, verificando que se ejecuten obras de protección tales como entibados, apuntalamientos y soportes, además que se coloquen señales y letreros de aviso a fin de reducir los riesgos de accidentes.

No se permitirá ubicar fuera del sitio de trabajo, equipos, herramientas o materiales que interfieran con el tráfico, a fin de minimizar las molestias al público.

Por otro lado, el Contratista tomará todas las precauciones necesarias para la protección de la obra y la seguridad de las personas, para lo cual proveerá, erigirá y mantendrá las barreras necesarias, señales de peligro, de desvíos, con pintura reflectiva para que sean visualizadas durante la noche.

Las calles y vías cerradas al tránsito, se protegerán con barreras y señales de advertencia y otros dispositivos adecuados que se mantendrán iluminados por la noche. Así mismo, la maquinaria de construcción, los materiales de construcción y/o excavación que se encuentre en las vías o calles, aceras, a consecuencia de las operaciones del Contratista, será cuidadosamente señalada y protegida por lámparas de luz roja funcionando intermitentemente que permanecerán encendidas durante la noche.

#### **4.1.4.5 Responsabilidad técnica y legal del contratista**

El Contratista será responsable por todos los trabajos de obra civil que realice así como por los materiales y equipos que suministre, cumplir con las especificaciones técnicas y 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 a partir de la recepción definitiva si se determinare la presencia de vicios ocultos de construcción y/o materiales defectuosos.

La actuación de la Fiscalización en nada disminuye la responsabilidad única y exclusiva del Contratista en lo concerniente a las obras y sus implicaciones próximas y remotas, de conformidad con lo que establecen: el contrato, el Código Civil y demás Leyes y Reglamentos vigentes.

#### **4.1.4.6 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. En el caso de los profesionales a reemplazarse, ellos serán de igual o mayor competencia de aquellos propuestos en la oferta.

Será responsabilidad del Contratista obtener del fabricante o la casa proveedora, la participación del personal especializado requerido para la colocación, instalación o montaje de materiales o equipos especializados.

De acuerdo con lo dispuesto en el Art. 24 de la Ley de Ejercicio profesional de la Ingeniería y el Art. 7 de la Ley Profesional de la Ingeniería Civil, el Contratista deberá asignar por escrito mediante comunicación dirigida a la Fiscalización del proyecto, un representante técnico de cada frente de obra, en la persona de un Ingeniero Civil en ejercicio de la profesión, a él le serán dadas las directrices y/o instrucciones referentes a la obra.

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

#### **4.1.4.7 Maquinaria y herramientas**

El Contratista proveerá la maquinaria y las herramientas apropiadas y necesarias para la ejecución de los trabajos de obra civil e instalación de tuberías y accesorios. 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.

Los costos de maquinaria y herramientas necesarias para la obra, serán incluidos en el análisis de los precios unitarios respectivos.

#### 4.1.4.8 Catastro del sistema construido

El Contratista preparará, siguiendo las instrucciones del Fiscalizador los planos de construcción.

Entre otros datos, el catastro contendrá una referencia de la localización de las estructuras especiales, válvulas, y tuberías respecto a puntos fijos superficiales de carácter permanente, la profundidad de instalación medida desde puntos con rasantes permanentes y enlazadas a la red de bases de medición establecida durante el replanteo. Los planos de obra deben ser aprobados por Fiscalización.

La presentación de estos planos u hojas de catastro, será un requisito para el planillaje del tramo, pozo de revisión y cualquier estructura especial construidos. Por tanto debe estar anexo a la planilla correspondiente, sin perjuicio, que previo a la recepción provisional de la obra se presenten los catastros completos de toda la obra ejecutada según modelo establecido por la entidad contratante.

Los planos (“as-built”) de las obras construidas como tanques, cámaras, estructuras, etc, se pagarán por metro cuadrado, en tanto los correspondientes a redes, derivaciones, etc. se pagarán por kilómetro. Todos estos planos deberán contar con la aprobación de la Fiscalización.

Cuando las conducciones, atraviesen áreas a campo traviesa será necesario la colocación de hitos que indiquen su trazo, con la finalidad de proteger a las estructuras enterradas de cualquier daño posterior a su construcción.

Para contar con una adecuada identificación de las obras construidas, la Fiscalización podrá ordenar al Contratista la colocación de referencias de hormigón en los sitios que considere necesarios. Estas referencias serán de hormigón simple ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ), tronco

piramidales de sección superior 0.15 x 0.15m, de base inferior a 0.30 x 0.30m, 0.60m de altura, fundidos en el sitio, y dispondrán en su parte superior de una placa de bronce de 10cm de diámetro y 0.50cm de espesor debidamente empotrada y con una leyenda en bajo relieve que será suministrada por la Fiscalización.

Las cantidades indicadas en el presupuesto referencial y/o planos son aproximadas y sirven entre otros aspectos, de base para la comparación de propuestas. Por tanto, la entidad contratante no admite expresamente o por implicación que las cantidades reales de trabajo estén de acuerdo con las mencionadas y se reserva el derecho de aumentar, disminuir o eliminar cualquier rubro de trabajo o parte de la obra según lo juzgue necesario, a fin de que el trabajo total sea completado adecuadamente de acuerdo con los planos y especificaciones.

#### **4.1.4.9 Modificaciones al proyecto**

La entidad contratante se reserva el derecho de introducir cambios o modificaciones en forma, calidad y cantidad de cualquier parte de la obra contratada en los montos permitidos en la Ley, que a su juicio sean necesarios para llevar a cabo el objeto del contrato, sin que esto de razón a un reclamo del Contratista.

El Contratista podrá presentar al Fiscalizador, por escrito, propuestas para realizar modificaciones de los planos, especificaciones u otros requisitos contractuales, con el único propósito de disminuir el costo total de la construcción de la obra o mejorar su funcionamiento.

Las modificaciones propuestas no podrán perjudicar de ningún modo las características o funciones esenciales de la obra, tales como la vida útil del proyecto, la economía de operación, facilidad de mantenimiento, apariencia y las normas de diseño y seguridad.

Las propuestas para las modificaciones de la obra deberán incluir como mínimo la siguiente información:

- Una descripción de los requisitos contractuales existentes para la ejecución del trabajo en consideración y de las modificaciones propuestas;
- Un listado de los requisitos contractuales que deberán cambiarse si se acepta la propuesta;
- Un presupuesto detallado del costo estimado de efectuar el trabajo, de acuerdo a las modificaciones propuestas, además del tiempo requerido para los dos casos;
- Una indicación del plazo en que el Contratista necesita conocer la decisión del Contratante respecto a la propuesta; y,
- Un estado de los rubros del contrato afectado por las modificaciones propuestas, inclusive cualquier variación en cantidades de pago que se puedan atribuir a dichas modificaciones.

El respaldo técnico, de ser el caso, mediante diseños estructurales, hidráulicos y electro mecánicos. Todos estos requisitos deberán estar enmarcados en las leyes vigentes.

Nada de lo contenido en este numeral significa que existe una obligación para que el Contratante atienda cualquier propuesta de modificación que presente el Contratista; tampoco el Contratista podrá demandarle o reclamarle a causa del rechazo de una propuesta de esta naturaleza o de cualquier demora relacionada con la consideración de tales propuestas.

El Contratante, a su juicio, decidirá la aceptabilidad de una propuesta para la modificación de la obra y de la reducción o incremento estimado en el costo de construcción que podría resultar de la adopción de la propuesta o parte de la misma.

La aceptación de una propuesta para modificar la obra y reducir costos y la ejecución de los trabajos correspondientes no será motivo de ninguna ampliación de plazo contractual para la obra.

El Contratante se reserva el derecho de adoptar, para su uso general, las modificaciones incluidas en una propuesta a reducir costos aceptada.

#### **4.1.4.10 Perfiles y topografía**

Las curvas de nivel, topografía, coordenadas geográficas y elevaciones del terreno están indicadas en los planos que acompañan estas especificaciones.

Estas curvas de nivel, topografía, elevaciones y coordenadas se suponen ser razonablemente correctas, sin embargo, es obligación del Contratista verificarlas previo al inicio de cualquier trabajo.

#### **4.1.4.11 Cumplimiento del cronograma de trabajo**

El programa de trabajo propuesto por el Contratista estará sujeto a la aprobación de la entidad Contratante a través de su máxima autoridad previo informe del Fiscalizador, y no podrá iniciarlo sin dicha autorización.

El trabajo será iniciado puntualmente y desarrollado en forma continua en los diferentes frentes, en tal orden y en tal tiempo que al final resulten los más convenientes para que el trabajo pueda ser ejecutado con seguridad durante todas las etapas de la construcción y completado de acuerdo con el programa.

El trabajo será ejecutado en estricto apego a lo programado cuidando especialmente de no incurrir en retrasos. Se permitirá al Contratista trabajar con tantos frentes de trabajo como juzgue necesario, para completar el trabajo de acuerdo con el programa, siempre que no se afecte la calidad de los trabajos, ni se atente contra el medio ambiente.

#### **4.1.4.12 Acta de inicio de los trabajos**

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 de la entidad contratante.

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. Al final de esta reunión se suscribirá un acta en la que se resumen los aspectos tratados.

Los trámites para la obtención de datos de campo, tales como ejes de vías, anchos de vías, permisos de construcción, línea de fábrica, definición de sitios para botaderos, etc., serán de responsabilidad del Contratista y deberán ser realizados anticipadamente por el Contratista. La entidad contratante colaborará para coordinar tales trámites.

Los impuestos del caso, costos y demás gastos que demanden estas actividades se consideran que se encuentran incluidos en los costos indirectos de la obra.

#### **4.1.4.13 Normas generales sobre la medición y pago de las obras**

Todas las cantidades de obra se medirán en unidades del sistema internacional de medidas, y serán expresadas en magnitudes de: longitud, superficie, volumen, o por m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, por kilómetro, unidad, Kg., de acuerdo con lo indicado en estas especificaciones.

El cómputo de volúmenes de excavación se hará con o sin el auxilio de la computadora, por el método del promedio de áreas transversales, usando distancias longitudinales horizontales.

Salvo que se indique expresamente lo contrario, en los cálculos de áreas y volúmenes para rubros de la calzada, las dimensiones serán tomadas en forma horizontal, y el espesor y el ancho perpendicular al eje serán las dimensiones respectivas, anotadas en la sección típica transversal correspondiente.

Todos los componentes que se midan por metro lineal, tales como líneas de conducción, serán medidos a lo largo del eje o línea central del componente instalado en la obra.

Los volúmenes de las estructuras de hormigón se medirán de acuerdo a las dimensiones anotadas en los planos o conforme éstas se modifiquen en el campo, de acuerdo a las instrucciones por escrito del Fiscalizador.

#### **4.1.4.14 Calificación de proveedores**

Durante la ejecución de la obra se espera que ciertas obras se ejecuten a través de terceros, o que algunos elementos a incorporarse en ella, sean provistos por el mercado nacional e internacional.

En este sentido todo proveedor o subcontratista deberá ser calificado por la Fiscalización. El Contratista coordinará, facilitará y correrá con los gastos que demande el control de calidad de fabricación de los bienes a ser suministrados, esto es visitas a las fábricas en donde se estén produciendo materiales o productos para su incorporación en obra, con el fin de comprobar que los procedimientos de fabricación sean adecuados y que la calidad de dichos materiales cumpla con lo dispuesto en estas especificaciones.

El Fiscalizador determinará la suficiencia del control rutinario de la calidad de los productos de cualquier planta o fábrica por medio de inspecciones o, a su opción, en base a documentación escrita presentada por el fabricante, lo cual será presentado para su aprobación por parte de la entidad contratante. Una determinación favorable podrá ser la base para la aceptación de los productos por lotes.

El Contratante se reserva el derecho de ensayar de nuevo, antes de su incorporación a la obra, cualquier material previamente ensayado y aprobado en la planta o fábrica de origen, y de rechazar los materiales que no cumplan los requisitos contractuales de acuerdo a los resultados de los ensayos complementarios, los costos derivados de estos ensayos correrán a cargo del Contratista, por lo que deberán ser incluidos en sus costos indirectos.

#### **4.1.4.15 Muestras y ensayos**

Todos los materiales por incorporarse a la obra podrán inspeccionarse, ensayarse o rechazarse en cualquier momento.

La aceptación provisional de ciertos materiales, equipos o ensamblajes, se hará a base de la presentación, de informes, certificados de ensayo y de certificados de cumplimiento de especificaciones técnicas. Dichas certificaciones deberán presentarse para cada lote de materiales, equipos o ensamblajes entregados en el lugar de la obra, debidamente identificado.

Los materiales, equipos o ensamblajes aceptados provisionalmente a base de las mencionadas certificaciones podrán ser objeto de ensayos efectuados por el Fiscalizador en cualquier momento, y si los ensayos demostraren que cualquier material o dispositivo no cumple los requisitos contractuales, el Fiscalizador podrá rechazarlo no obstante haber sido incorporado a la obra.

Los informes de ensayos certificados deberán constar los resultados de pruebas: las características dimensionales, composición química, eléctricas, físicas y metalúrgicas de los materiales ensayados, y deberán contener por lo menos la siguiente información:

- Descripción del material;
- Cantidad de material amparada por el certificado;
- Identificación del material cubierto por el certificado (marcas, número de lote, etc.); y
- Fecha de manufactura;
- Fecha de las pruebas;
- Nombre y dirección de la firma u organización a quien está destinado el material;
- Cantidad de material representada por los resultados anotados;
- Identificación del material cubierto por los resultados anotados (marcas, número de lote, etc.);
- Fecha y modo de envío del material;
- Nombre y dirección de la firma que efectuó las pruebas.

El informe de ensayo certificado deberá llevar la firma de un representante responsable y autorizado del fabricante del material ensayado, quien certificará claramente que el material objeto del informe cumple los requisitos contractuales para el proyecto.

El certificado de cumplimiento es un documento firmado y legalizado por un representante responsable y autorizado del fabricante del material objeto de dicho documento, en el cual se certifica que el material cumple los requisitos contractuales pertinentes.

El Contratista deberá prestar su colaboración en la obtención de muestras y suministrar sin costo, a los representantes del Contratante, las muestras que ellos requieran. El Fiscalizador facilitará al Contratista copias de los resultados de todos los ensayos que se efectúen de materiales por incorporarse a la obra.

#### **4.1.4.16 Fuentes de materiales pétreos**

La Fiscalización se reserva el derecho de designar fuentes de las cuales el Contratista estará obligado a utilizar los materiales no metálicos. El Contratista deberá determinar qué equipos y trabajos son necesarios para producir materiales que cumplan los requisitos de las especificaciones.

Si el Contratista quisiera sustituirlas por otras fuentes a su elección, deberá solicitar al Fiscalizador su aprobación para el uso de las fuentes alternas, quien exigirá a aquel las investigaciones necesarias que él crea convenientes para comprobar la calidad y suficiencia de las fuentes propuestas por el Contratista. El Contratista deberá pagar por su cuenta todos los costos relacionados con la exploración e investigación del yacimiento alternativo que se proponga, además de cualquier derecho de acceso y explotación y el costo adicional que podría ocasionar el aumento en la longitud de acarreo.

En caso de que el Contratista decidiera trasladar sus operaciones de extracción de una fuente aprobada a otra, por la conveniencia de él, no habrá ningún ajuste en la base de pago ni en el plazo del contrato.

#### **4.1.5 Preliminares**

##### **4.1.5.1 Preparativos para iniciar la construcción**

Para la iniciación de los trabajos el Contratista, y el Fiscalizador realizarán una reunión previa fijando lugar y fecha, a la que asistirán todos los que, de una u otra forma, participen en la construcción. La citación o convocatoria la realizará el Fiscalizador, indicando fecha, hora y local.

Los puntos que se analizarán serán:

- Conocimiento del personal directivo y técnico que ejecutará la obra.
- Establecer con claridad y en cumplimiento de leyes y reglamentos, las reglas de juego que normaran las relaciones de trabajo.
- Presentación de profesionales Residentes y Fiscalizadores que ejecutarán y controlarán la obra.
- Mecanismos de evaluación y control del avance de la obra.
- Elaboración de flujogramas e instancias de revisión de documentación como planillas, libro de obra, hojas de catastro, planos de construcción, cronogramas e informes.
- Determinar quiénes responderán de la información y entrega de datos.
- El Contratante está en la obligación de emitir la orden de inicio de los trabajos fecha desde la cual se contarán los plazos contractuales.

- Los trámites para obtener datos de campo, como ejes de vías, anchos, permisos de construcción, etc. serán de responsabilidad del Contratista, conseguir y verificar en campo los mismos.
- Las tasas y tarifas que serán pagadas, en los trámites institucionales, por el Contratista, porque los montos están incluidos en los costos indirectos del proyecto.

#### **4.1.5.2 Medidas de seguridad**

Para iniciar el contrato, se establecerán condiciones de señalización en cada frente de trabajo, de acuerdo con lo especificado en el capítulo de señalización.

Se establecerá, la jornada de trabajo que empleará el Contratista, diaria y mensual, a para que la Fiscalización programe sus actividades.

Se fijaran sitios para guardar materiales y combustibles que se usará en la obra.

El Contratista está en la obligación de instruir a los supervisores y personal en general, de la prohibición del ingreso a los sitios de la obra, a personal en estado etílico.

Verificar la ubicación de los cables eléctricos, aéreos o subterráneos, para evitar que puedan entrar en contacto con la maquinaria o con el personal de la obra.

Eliminar el ingreso superficial de agua hacia la zanja, sea de lluvia, o de cualquier otra procedencia y que afecte a la estabilidad de las paredes.

Si las lluvias fuertes, producen saturación del suelo, las excavaciones deben suspenderse y reprogramarse las actividades del día o de la semana.

Los mecanismos para instalar tuberías y otros elementos prefabricados, deben ser seguros para que no se ponga en riesgo al personal encargado de esta tarea.

En los trabajos en el alcantarillado combinado o estar en presencia de contaminantes, se tomarán medidas que ameriten, para precautelar la salud de los trabajadores.

#### **4.1.5.3 Campamentos**

Se ubicarán estratégicamente de acuerdo con el centro de gravedad de la obra, su estructura y capacidad estarán determinados por la magnitud del proyecto.

Los requerimientos del espacio físico serán de responsabilidad del Contratista, determinándose que para proyectos pequeños y que no requieran de operación y mantenimiento serán provisionales y el espacio ocupado deberá recuperar las condiciones originales.

En el campamento, el Contratista para iniciar los trabajos dotará de las condiciones mínimas de habitabilidad, aprovisionamiento de agua, luz eléctrica, unidades sanitarias mínimas, fosa séptica, etc.

Para la ocupación del espacio físico, el Contratista presentará un proyecto de asentamiento que será aprobado por las instancias legales.

- ***Medición y forma de pago***

El pago por este concepto, no constará como precio unitario contractual, considerando que pertenecen a los costos indirectos.

#### **4.1.5.4 Caminos provisionales**

Son los accesos a los sitios de ejecución de las obras, pueden ser carrozables, o peatonales para permitir el traslado de personal, equipo, materiales en general.

El Contratista, responderá de la ejecución de las obras de acuerdo con lo que consta en los planos y consten en el contrato. Estos accesos serán calificados de acuerdo con el tipo del proyecto. El costo de mantenimiento correrá de cuenta del Contratista.

Los caminos llevarán señalización indicando la prohibición del paso a particulares y los peligros existentes en el área de trabajo, como la circulación de maquinaria pesada, etc.

Las afecciones o adquisiciones de espacios físicos se realizarán a través del Contratista para efectos del pago. En el caso de líneas de fábricas y afecciones preestablecidas será obligación del Contratista realizar las gestiones ante los organismos pertinentes.

El pago de indemnizaciones por daños a sembríos, plantas ornamentales, frutales, serán de responsabilidad del Contratista y no representará costo adicional para el proyecto.

#### **4.1.5.5 Mantenimiento y reposición de servicios e instalaciones**

##### **a) Definición**

Se entiende por mantenimiento y reposición de servicios e instalaciones al conjunto de acciones imprevistas que tiene que realizarse para no interferir ni perturbar la propiedad cualquier que sea su dueño, los servicios públicos de tuberías de agua, conductos, alcantarillas, redes de teléfonos, canales de irrigación o control de inundaciones, líneas de postes, sistemas de alumbrado público o particular, alambres o cables, estructuras o cualquier otra instalación, debiendo ser protegidas contra cualquier daño, mantenidas en buenas condiciones y reparadas en caso de ser afectadas.

## **b) Especificaciones**

Para proceder al mantenimiento o reposición de servicios e instalaciones, se debe contar con la autorización del Ingeniero Fiscalizador.

Se indique o no en los planos la posición de las diferentes tuberías, conductos, postes, estructuras y otras a lo largo de la línea de trabajo al momento del diseño, el Contratista, antes de comenzar los trabajos, se asegurará a través de registros, planos y otra manera sobre la existencia, localización y propiedades de tales instalaciones (inclusive las construidas después del diseño), ningún error u omisión que exista en dichos planos, relevará al Contratista de su responsabilidad de proteger las tuberías, conductos, postes, estructuras y otros.

El Contratista no interferirá ninguna alcantarilla o conexiones domiciliarias a las alcantarillas o drenajes de aguas lluvias, canales o conexiones de las mismas, mientras no haya obtenido aprobación del Ingeniero Fiscalizador. El Contratista instalará temporalmente tuberías, canales de tamaño adecuado para conducir todo desperdicio, aguas lluvias o el drenaje procedente de cualquier trabajo y efectuará inmediatamente las conexiones a estas tuberías y canales temporales, luego de cortar cualquiera de las mencionadas alcantarillas o conexiones domiciliarias.

No se permitirá que las aguas servidas de cualquier alcantarilla interrumpida o rota de las conexiones domiciliarias de aguas servidas fluyan por la superficie del terreno o de la calle o dentro de la zanja.

Tales instalaciones temporales deben ser mantenidas por el Contratista hasta que las instalaciones permanentes sean restauradas y se encuentren listas para el uso.

Todos los ductos de cables de fuerza eléctrica, teléfono u otra comunicación, tuberías principales de agua, líneas de alcantarillado, líneas de postes, alambres y cables de alta tensión o de comunicaciones serán mantenidos en forma continua por el Contratista hasta que las instalaciones permanentes sean efectuadas y se encuentren listas para el uso.

En el caso de que el Contratista interfiera, desconecte o dañe cualquiera de estas propiedades antes de que se haya hecho el correspondiente arreglo con el propietario de la misma, el Contratista asumirá la responsabilidad respectiva para restituir el servicio con aprobación del propietario y el Ingeniero Fiscalizador.

*c) Medición y forma de pago*

Los costos por el mantenimiento y reposición de servicios o instalaciones deberán estar incluidos en los costos indirectos.

#### **4.1.6 Obras Civiles Generales**

##### **4.1.6.1 Desbroce y Limpieza**

Previo a las labores de replanteo definitivo, se realizará el desbroce y limpieza, para desalojar y remover matorrales, troncos, hojarascas, residuos sueltos o cualquier material indeseable existente en el área de trabajo.

Las operaciones de desbroce y limpieza se realizarán de tal forma que no cause daño alguno a las obras existentes y para esto el Contratista colocará referencias en los sitios que se requieran.

El rubro se medirá en metros cuadrados o hectáreas según el caso, pero se reconocerá solo lo realizado y no más de 5m de los ejes del proyecto.

En los casos de construcción de obras en espacios verdes, parques, avenidas, y reservas naturales, etc. se procederá primeramente a realizar un inventario de árboles,

arbustos, que pueden ser afectados por la construcción que perjudique en el menor grado las condiciones de equilibrio del medio.

En los casos indicados las actividades de desbroce y limpieza, se realizarán dentro de los anchos necesarios para excavar y/o implantación de las obras.

No se afectará a la vegetación circundante y de ser necesario e imprescindible la remoción de árboles o especies autóctonas o en peligro de extinción, se notificará de la decisión, proponiéndose alternativas para variar los ejes, o un proyecto de mitigación de impactos.

En el caso que la excavación esté proyectada a máquina y sea inminente el daño estético o paisajístico; los trabajos se realizarán a mano y sin bote lateral, sino de acuerdo al avance de la obra de adelante hacia atrás.

***a) Medición y Forma de Pago***

El rubro se medirá y se pagará en metros cuadrados o hectáreas según el caso, pero se reconocerá solo lo realizado y no más de 5m de los ejes del proyecto. En todo caso la superficie será limitada de acuerdo con la orden del Fiscalizador.

***b) Conceptos de Trabajo***

Los trabajos que efectúe el Contratista, le serán estimados y liquidados según el siguiente concepto de trabajo:

<b>CÓDIGO</b>	<b>RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>
501022	Desbroce y limpieza del terreno	m2

#### 4.1.6.2 Replanteo y Nivelación

##### *a) Definición*

Replanteo es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a las indicaciones de los planos respectivos, como paso previo a la construcción.

##### *b) Especificaciones*

Todos los trabajos de replanteo deben ser realizados con aparatos de precisión, tales como estación total, nivel, cinta métrica, etc., y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo, no debiendo ser menor de dos en estaciones de bombeo, lagunas de oxidación y obras que ocupen un área considerable de terreno.

##### *c) Medición y pago*

El replanteo tendrá un valor de acuerdo al desglose del precio unitario en metros cuadrados y metros lineales.

##### *d) Conceptos de Trabajo*

Los trabajos que efectúe el Contratista, le serán estimados y liquidados según el siguiente concepto de trabajo:

CODIGO	RUBRO	UNIDAD
503002	Replanteo y nivelación de la línea de conducción	Ml
503004	Replanteo de Estructuras Hidráulicas	M2

#### 4.1.6.3 Desalojo de Material

##### *a) Definición*

Se entiende por desalojo de material a la acción de retirar material que no se va a utilizar, que estuvo en exceso o material descartado de obra producto de una excavación.

##### *b) Especificación*

El desalojo del material se lo desarrollará mediante uso de carretillas, hacia un lugar predestinado y desde ahí, se la cargará a una volqueta que llevará el material hacia depósitos asignados.

Para el desalojo del material se calculó la cantidad de material que interviene o afecta a las áreas destinadas para receptor las diferentes obras hidráulicas, tales como captación y conducción, por esta razón se pone en manifiesto el siguiente resumen:

##### *c) Medición y Forma de Pago*

Este rubro será medido en hectáreas y en metros cúbicos tanto para matorrales como para material excavado respectivamente.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por Fiscalización.

##### *d) Conceptos de Trabajo*

Los trabajos que efectúe el Contratista, le serán estimados y liquidados según el siguiente concepto de trabajo:

CODIGO	RUBRO	UNIDAD
501067	Desalojo de Matorrales (Carga/transp/volteo)	ha
502034	Desalojo de material (cargado a mano y desalojo a máquina)	m3

#### 4.1.6.4 Gaviones

##### *a) Definición*

Los gaviones son estructuras de paneles de malla electrosoldada, drenantes armadas, monolíticas, de fácil instalación y son inmediatamente operativos ya que a diferencia de los muros de hormigón no precisan de un periodo de curado antes de poder entrar en carga.

La construcción de los gaviones es rápida a la utilización de medios mecánicos para su ensamblaje, que a su vez no necesitan cimentación, únicamente una base sólida. De igual manera los gaviones tienen una gran resistencia a la corrosión, gracias a la utilización de hilos galvanizados de aleación de 95% zinc y 5% aluminio, y a la posibilidad de escoger hilo con recubrimiento plástico o inoxidable, adaptándose a los medios más agresivos.

##### *b) Especificación*

Las piedras deben ser similares a las que se encuentran en los márgenes de los Ríos, clasificadas con un diámetro promedio de 20cm. Las piedras y el material de préstamo deben ser adquiridos por el contratista, cumpliendo con los requerimientos de los organismos oficiales pertinentes y cuyo permiso debe ser gestionado por el contratista. El muro de gaviones estará provisto de una colchoneta a todo lo largo de la longitud de este con un espesor de 0.50 metros, se recomienda un fajamiento de largo de un rango de 1.00 a 10.00 metros.

El tipo de alambre para el amarrado de los cajetines es de acero galvanizado, calibre 2.20 mm que servirá de refuerzo de borde tirante o tensor.

**c) Medición y Forma de Pago**

Este rubro será medido en metros cúbicos.

Para preparar las planillas se considerará como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por Fiscalización.

**d) Conceptos de Trabajo**

Los trabajos que efectúe el Contratista, le serán estimados y liquidados según el siguiente concepto de trabajo:

CODIGO	RUBRO	UNIDAD
557122	Gavión triple torsión .galvanizado (inc. piedra)	m3

**4.1.6.5 Excavaciones**

En este ítem se trata sobre la ejecución de las excavaciones necesarias para las obras permanentes de este Proyecto.

**a) Definición**

Se entenderá por excavación a mano o mecánica los cortes de terreno para conformar plataformas taludes o zanjas para alojar tuberías, cimentar estructuras u otros propósitos y, la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para construir las obras o instalar las tuberías. Incluye igualmente las operaciones que deberá efectuar el Contratista para aflojar el material manualmente o con equipo mecánico previamente a su excavación cuando se requiera (excavación en conglomerado y/o roca).

**4.1.6.5.1. Clasificación de suelos para excavaciones**

A base de los resultados de los estudios geológicos y geotécnicos, se ha definido la existencia de suelos de tipo: normal (sin clasificar), conglomerado, roca y suelos de alta

consolidación, en algunos casos con niveles freáticos altos que originarán presencia de agua en las excavaciones. A continuación se particularizan algunas especificaciones para cada caso:

- **Excavación en suelo normal (sin clasificar)**

Se entenderá por terreno normal aquel conformado por materiales finos combinados o no con arenas, gravas y con piedra de hasta 20 cm. de diámetro en un porcentaje de volumen inferior al 20%.

Es el conjunto de actividades necesarias para remover cualquier suelo clasificado por el SUCS como suelo fino tipo CH, CL, MH, ML, OH, OL, o una combinación de los mismos o suelos granulares de tipo GW, GP, GC, GM, SW, SP, SC, SM, o que lleven doble nomenclatura, que son aflojados por los métodos ordinarios tales como pico, pala o máquinas excavadoras, incluyen boleos cuya remoción no signifiquen actividades complementarias.

- **Excavación en conglomerado.**

Se entenderá por conglomerado el terreno con un contenido superior al 60% de piedra de tamaño hasta 50 cm. de diámetro, mezclada con arena, grava o suelo fino.

- **Excavación en roca**

Se entenderá por roca el material que se encuentra dentro de la excavación que no puede ser aflojado por los métodos ordinarios en uso, tales como pico y pala o máquinas excavadoras sino que para removerlo se haga indispensable el uso de explosivos, martillos mecánicos, cuña u otros análogos.

Si la roca se encuentra en pedazos, sólo se considerará como tal aquellos fragmentos cuyo volumen sea mayor de 0.2 m<sup>3</sup>, D = 0.72 m.

Cuando el fondo de la zanja sea de conglomerado o roca se excavará hasta 0.15 m. por debajo del asiento del tubo y se llenará luego con arena y grava fina. En el caso de que la excavación se pasara más allá de los límites indicados anteriormente, el hueco resultante de esta remoción será rellenado con un material adecuado aprobado por el Ingeniero Fiscalizador. Este relleno se hará a expensas del Contratista, si la sobre excavación se debió a su negligencia u otra causa a él imputable.

Cuando la excavación de zanjas se realice en roca fija, se permitirá el uso de explosivos, siempre que no alteren el terreno adyacente a las excavaciones y previa autorización por escrito del Ingeniero Fiscalizador de la obra. El uso de explosivos estará sujeto a las disposiciones que prevea el Ingeniero Fiscalizador.

- **Excavación en suelos de alta consolidación**

Es la remoción del estrato de alta consolidación, que por su dureza al corte, permite obtener taludes verticales sin riesgo de desmoronamiento que se reconocen por estar compuestos, generalmente de areniscas cementadas, cangagua, arcillas laminares de profundidad. Para la excavación se requiere de equipos especiales como compresores equipados con rompe pavimentos, no permite el uso de dinamita u otro sistema de explosión.

#### 4.1.6.5.2. **Profundidad de las excavaciones**

Para el caso de las excavaciones en zanjas y únicamente en terrenos clasificados como suelos sin clasificar y conglomerado, la extracción de material hasta conseguir llegar al plano de asentamiento de la estructura, se establecen las siguientes profundidades de excavación:

- **Excavación de 0 a 2 m:** se conceptúa como la remoción y extracción de material hasta el nivel del terreno en condiciones originales, hasta una profundidad de 2 m.

- **Excavación de 2 a 4 m:** se conceptúa como la remoción y extracción de material hasta el nivel del terreno a partir de una profundidad de 2m hasta 4 m.
- **Excavación de 4 a 6 m:** se conceptúa como la remoción y extracción de material hasta el nivel del terreno a partir de una profundidad de 4m hasta 6 m.

#### 4.1.6.5.3. **Tipo de excavaciones según la manera de ejecutarla.**

- **Excavación manual**

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

- **Excavación mecánica.**

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

#### 4.1.6.5.4. **Excavaciones en general para conformar plataformas o cimentaciones.**

Las excavaciones destinadas a la cimentación de obras se realizarán con las dimensiones y criterios indicados en el Proyecto, pero adaptando las dimensiones de la cimentación a la topografía del terreno y sus características locales, de modo que la capacidad portante del cimiento y su permanencia no resulten inferiores a las previstas en el proyecto.

No se pagará por excavaciones adicionales que resulten de errores de ubicación, de excavaciones excesivas no autorizadas, o de sobre excavaciones por procesos constructivos.

Los trabajos de excavación deben ejecutarse en condiciones que permitan tener permanentemente un drenaje natural de las aguas lluvias.

Ninguna cimentación de estructura, se iniciará antes que la Fiscalización haya verificado las dimensiones de la excavación y el suelo de fundación o la preparación del lecho.

Todas las excavaciones para estructuras de hormigón deben realizarse en seco, a menos que por circunstancias especiales Fiscalización autorice el trabajo.

Cuando las estructuras deban apoyarse sobre material que no sea roca, la excavación no se efectuará en principio, hasta la cota final y se terminará de excavar únicamente en el momento en que se vaya a cimentar la estructura, para evitar perturbaciones y/o erosiones de las superficies de contacto.

Cuando el material en el que se asiente la cimentación sea roca fisurada, terreno blando, fangoso o en general inadecuado a juicio de la Fiscalización, el Contratista profundizará la excavación, retirará ese material y los sustituirá con material de reposición u hormigón pobre según las instrucciones de la Fiscalización.

En ningún caso se permitirá que la excavación avance más allá de los niveles fijados en los planos o autorizados por la Fiscalización, no obstante si ello sucede por culpa del Contratista, el volumen sobre excavado se rellenará con hormigón del mismo tipo de la estructura hasta el nivel fijado, a costo del Contratista.

Si en el proyecto no se indica lo contrario, las cimentaciones se ejecutarán para que el hormigón del cimiento quede en contacto con las paredes laterales de las zanjas disponiéndose, si es necesario, entibación para garantizar las dimensiones previstas.

En los casos en que sea admisible ejecutar la fundición de la cimentación, sin que quede lateralmente en contacto con el terreno excavado, aquélla se encofrará, siempre que, después de ejecutarse la fundición de la cimentación, se rellene con materiales densos, debidamente compactados hasta los niveles previstos en el proyecto.

En el área de terreno afectado por la cimentación de obras, deberá extraerse toda la tierra vegetal, los restos de vegetación, los escombros y basuras, la tierra o rocas sueltas.

Las excavaciones para cimentación de obras se profundizarán, bajo la superficie del terreno no alterado o bajo los niveles que se suponga ha de llegar el terreno en el futuro como consecuencia de obras o erosiones, hasta las profundidades mínimas indicadas en el proyecto o hasta alcanzar capas suficientemente potentes de tierra o roca, cuyas características mecánicas y geométricas satisfagan las condiciones previstas en el proyecto.

Las excavaciones destinadas a la cimentación de obras no podrán considerarse como definitivas hasta que la Fiscalización haya comprobado que sus dimensiones y la calidad del terreno de cimentación satisfacen las previsiones del proyecto.

La excavación en roca, si se utilizan explosivos, se efectuará de tal modo que se evite la rotura o desplazamiento de la roca que ha de quedar sin excavar ni grietas longitudinales. Para reducir el riesgo de fragmentación de la roca de cimentación, se adoptarán técnicas de excavación con explosivos aconsejables para dicho fin, tales como la distribución adecuada de taladros y carga de explosivos, el tipo y potencia de éstos, la separación de las cargas

explosivas dentro de los barrenos, la utilización de taladros no cargados que marquen una superficie preferente de rotura y las voladuras con retardos coordinados.

En los casos en que la naturaleza de la roca lo permita el Contratista no empleará explosivos para la excavación de la roca, debiéndose realizar dicha excavación por medio de barras, picos, cuñas, martillos neumáticos y otros medios mecánicos.

Cuando las litoclasas de la roca de cimentación presenten direcciones peligrosas al deslizamiento de la obra, estén abiertas o rellenas de materiales sueltos o destaquen bloques de roca relativamente pequeños, se profundizarán las excavaciones hasta encontrar roca en condiciones favorables para la cimentación. Las litoclasas que existan en la roca de cimentación, aunque no se consideren peligrosas, se señalarán en posición y dirección en el terreno y en planos, con objeto de proceder posteriormente a su limpieza, inyección o cualquier otro tratamiento, si se considerase conveniente.

Las excavaciones destinadas a cimientos se terminarán en seco. Para ello se dispondrán zanjas suficientemente profundas de evacuación de las aguas o pozos con bombas de agotamiento, para que el nivel de las aguas se mantenga por debajo de la cota más baja de los cimientos.

Para evitar excesos de profundidad en las excavaciones para cimentación, cuando el terreno sea alterable, la excavación de los últimos cuarenta centímetros (0.40m) habrá de realizarse a mano dentro del plazo comprendido en las setenta y dos horas (72) anteriores al comienzo de la construcción de la fábrica de los cimientos.

Cuando las condiciones topográficas impidan el acceso de maquinaria para la excavación y desalojo, estas actividades se realizarán a mano. La cargada y el transporte del

material que no fuera a utilizarse en el relleno, se hará mediante el uso de palas, picos, carretillas o saquillos y se transportará al sitio que determine la Fiscalización.

#### 4.1.6.5.5. **Excavaciones en zanjas**

La excavación de zanjas para tuberías se hará de acuerdo a las dimensiones, pendientes, y alineaciones indicadas en los planos u ordenados por la Fiscalización. La excavación deberá remover raíces, troncos, u otro material que pudiera dificultar la colocación de la tubería.

En ningún caso se excavará con maquinaria tan profundo que la tierra del plano de asiento de los tubos sea aflojada o removida. El último material que se vaya a excavar será removido a mano con pico y pala, en una profundidad de 0.10 m. La conformación del fondo de la zanja y la forma definitiva que el diseño y las especificaciones lo indiquen se realizará a pico y pala en la última etapa de la excavación, según se expresa en el ítem: preparación de fondo de zanja.

Cuando a juicio de la Fiscalización, el terreno que constituya el fondo de las zanjas sea poco resistente o inestable, se realizará sobre-excavación hasta encontrar terreno conveniente. Dicho material se removerá y se reemplazará hasta el nivel requerido con un relleno de tierra, material granular u otro material aprobado por la Fiscalización.

En lo posible las paredes de las zanjas deben ser verticales. El ancho de la zanja a nivel de rasante será de mínimo 60 cm. para instalar tubería hasta de 200 mm; para tuberías de diámetros mayores, el ancho total de la base de la zanja será igual al diámetro exterior de la tubería más 50 cm.

Las excavaciones serán afinadas de tal forma que la tolerancia con las dimensiones del proyecto no excedan de 0,05 m, cuidando que esta desviación no se repita en forma sistemática.

Para profundidades mayores a 2.00 m, se establece el talud máximo de la pared de la zanja de acuerdo al siguiente detalle:

De 0-3 m. de profundidad el talud máximo será de, 1H : 8V.

La excavación de zanjas no se realizará con la presencia permanente de agua, sea proveniente del subsuelo, de aguas lluvias, de inundaciones, de operaciones de construcción, aguas servidas u otros.

Las zanjas se mantendrán sin la presencia de agua hasta 6 horas después que las tuberías o colectores hayan sido completamente acoplados.

Los materiales excavados que van a ser utilizados en el relleno se colocarán lateralmente a lo largo de un solo lado de la zanja; de manera que no cause inconveniente al tránsito vehicular o peatonal.

Se dejará libre acceso a todos los servicios que requieran facilidades para su operación y control.

Para efectos de pago se considerarán las profundidades de obra recogidas en la tabla de cantidades y precios, es decir, de 0 a 2m, de 2 a 4 m y de 4 a 6m, siendo el nivel 0 el del terreno natural.

Para profundidades mayores a 2,0 m las paredes tendrán un talud máximo de acuerdo al siguiente detalle:

De 0-3 m. de profundidad el talud máximo será de, 1H : 8V.

#### 4.1.6.5.6. **Excavaciones en presencia de agua.**

La realización de excavación de zanjas con presencia de agua puede ocasionarse por la aparición de aguas provenientes del subsuelo, escorrentía de aguas lluvias, de inundaciones, de operaciones de construcción, aguas servidas (la presencia de agua por estas causas debe ser evitada por el Contratista mediante métodos constructivos apropiados, y no se reconocerá pago adicional alguno) y otros.

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

En los lugares sujetos a inundaciones de aguas lluvias no se realizarán excavaciones en tiempo lluvioso. Todas las excavaciones no deberán tener agua antes de colocar las tuberías y colectores, bajo ningún concepto se colocarán bajo agua. Las zanjas se mantendrán secas hasta que las tuberías hayan sido completamente acopladas. Por las excavaciones de cualquier naturaleza realizadas en presencia de agua no se reconocerá pago adicional.

#### 4.1.6.5.7. **Condiciones de seguridad y disposición de trabajo.**

Cuando las condiciones del terreno o las dimensiones de la excavación sean tales que pongan en peligro la estabilidad de las paredes de la excavación, a juicio de Fiscalización, éste ordenará al Contratista la colocación de entibados y puntales que juzgue necesarios para la seguridad pública de los trabajadores, de la obra y de las estructuras o propiedades adyacentes o que exijan las leyes o reglamentos vigentes. El Ingeniero Fiscalizador debe exigir que estos trabajos sean realizados con las debidas seguridades y en la cantidad y calidad necesarias.

La Fiscalización está facultada para suspender total o parcialmente las obras cuando considere que el estado de las excavaciones no garantiza la seguridad necesaria para las obras

y/o las personas, hasta que se efectúen los trabajos de entibamiento o apuntalamiento necesarios.

En cada tramo de trabajo se abrirán no más de 200 m. de zanja con anterioridad a la colocación de la tubería y no se dejará más de 300 m. de zanja sin relleno luego de haber colocado los tubos, siempre y cuando las condiciones de terreno y climáticas sean las deseadas o que se excaven zanjas en sitios que deba instalarse tubería que no exista en stock.

En otras circunstancias, será el Ingeniero Fiscalizador quien indique las mejores disposiciones para el trabajo.

Cuando sea necesario deberán colocarse puentes temporales sobre excavaciones aún no rellenadas, en las intersecciones de las calles, en accesos o garajes o cuando haya lotes de terrenos afectados por la excavación; todos esos puentes serán mantenidos en servicio hasta que los requerimientos de las especificaciones que rige el trabajo anterior al relleno, hayan sido cumplidos. Los puentes temporales estarán sujetos a la aprobación de Fiscalización.

Se vigilará para que desde el momento en que se inicie la excavación hasta que se termine el relleno de la misma, no transcurra un lapso mayor de siete días calendario incluyendo el tiempo necesario para la colocación y prueba de la tubería, salvo condiciones especiales que serán absueltas por la Fiscalización.

Todos los planos constructivos que prepare el Contratista se entregará a la Fiscalización para su aprobación previa, por lo menos siete (7) días hábiles antes del inicio de tales trabajos.

***a) Medición y forma de pago.***

La excavación se medirá y pagará por metro cúbico medido sobre perfil en plano sin considerar deslizamientos, desprendimientos o derrumbes que se consideren errores o negligencia del Contratista y de acuerdo a la profundidad y tipo de suelo.

La excavación final, realizada para instalación de las tuberías o para los pozos de revisión, en los 10 últimos centímetros, se pagará como excavación a mano en terreno sin clasificar y de acuerdo a la profundidad.

El abatimiento mediante la utilización de bombas se pagará por horas del equipo de bombeo utilizado.

**4.1.6.6 Sobre excavaciones.**

El Contratista debe tomar todas las precauciones necesarias para que la excavación sea realizada de acuerdo a los límites, cotas, gradientes y secciones transversales indicadas en los planos o establecidos en el terreno por la Fiscalización, y para conservar en buen estado el material circundante de todas las excavaciones.

Todo exceso de excavación hecho por conveniencia del Contratista debido a un proceso constructivo propio, o para cualquier otro propósito no será medido ni pagado y tendrá que ser rellenado por el Contratista a su costo. Este relleno será compactado de acuerdo a las instrucciones de la Fiscalización.

En ningún caso se permitirá que la excavación avance más allá de los niveles fijados en los planos o autorizados por la Fiscalización, no obstante si ello sucede por culpa del Contratista, el volumen sobre excavado se rellenará con material de reposición a un nivel de compactación del 100% del Proctor Modificado.

En caso de excavación de zanjas en terrenos compuestos de grandes bloques rocosos rodeados de material suelto, o suelos inestables que no ameriten entibamiento, en los que pese a que el Contratista ejecute la operación de acuerdo con las directrices de la Fiscalización, cuidando de no excavar más allá de las líneas constantes en los planos, se produzcan sobre excavaciones, estas serán reconocidas para el pago con los rubros cargado a máquina y/o excavación a mano en suelo sin clasificar, así como el desalojo y reposición del material de relleno (si fuere necesario) en los volúmenes efectivamente ejecutados y con los rubros respectivos.

- **Sobre anchos en excavación de zanjas**

Se establece como ancho reconocible para efectos de medición, el que en el fondo cumpla con la relación  $A = D + 0.5$  En que A = el ancho del fondo de la excavación; D= el diámetro exterior de la tubería; 0.5 m el ancho para que el trabajador cumpla las tareas de encoframiento, instalación y supervisión de la construcción.

- **Depósito 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 o de la entidad contratante, tales como terraplenes, bordos, bermas, rellenos, etc., debiendo en tal caso ser dispuestos hasta su utilización, en sitios convenientes del modo más apropiado, contando con la aprobación de la Fiscalización.

Ningún material de desalojo será colocado sin autorización de la Fiscalización, ni en forma temporal, ni permanente, en propiedades públicas o privadas, ni aun contando con el permiso de los propietarios.

Si la Fiscalización estableciere que el Contratista no está cumpliendo con lo previsto en este literal, podrá hacer desalojar el material utilizando los servicios de otros y los gastos cargados al Contratista.

- **Taludes en las excavaciones**

Cuando la excavación se realiza a cielo abierto, dependiendo del estudio de suelos, se fijarán las inclinaciones de taludes.

Para el caso de excavaciones en zanjas, en función de las profundidades de excavación se establecen expresamente que en un primer nivel, esto es de 0-2 m de profundidad, las paredes de las zanjas serán verticales y en el caso de presentarse inestabilidad esta será controlada mediante entibamiento de las paredes, según sea aceptado por la Fiscalización.

En el caso de excavaciones profundas, esto es en los niveles subsiguientes a los 2 m de profundidad y únicamente para suelos conglomerados, se establece un talud máximo de la pared de la zanja de 1H: 6V. La construcción de taludes será autorizada por la Fiscalización.

En el caso de inestabilidad manifiesta de la pared de la zanja esta será controlada mediante los sistemas de entibamiento o mediante la construcción de bermas.

#### **4.1.6.7 Derrumbes**

Se considera como derrumbes los deslizamientos o desprendimientos de material que se produzca por las condiciones geológicas locales o por errores o negligencia del Contratista. La Fiscalización para efectos de pago, determinará en cada caso las causas que provocaron los deslizamientos.

El material, producto de deslizamientos ocurridos dentro de la obra debe ser desalojado por el Contratista. Si el deslizamiento se debe a razones geológicas, se pagará la excavación y desalojo del material, sin embargo, si se debe a negligencia del Contratista estos trabajos y la reparación de daños, se afectarán a costo del Contratista

Antes de efectuarse la limpieza se debe considerar las causas del deslizamiento, el fiscalizador lo evaluará y si se ha calificado de negligencia, descuido u abandono del frente, el costo de las actividades será de cargo del Contratista, de lo contrario se tomará datos de topografía y se ordenará la limpieza. El rubro se considerará como cargado a máquina o a mano, determinado por el fiscalizador.

***a) Medición y Forma de Pago***

Para efectos de pago la Fiscalización determinará los rubros realmente utilizados y las cantidades ejecutadas. En ningún caso serán objeto de pago, las excavaciones que el Contratista realice por conveniencia propia o por negligencia.

**4.1.6.8 Abatimiento del nivel freático.**

Se reconocerá como abatimiento del nivel freático cuando en el transcurso de una excavación exista la presencia de agua por condiciones de nivel freático y que para su evacuación fuere necesario la utilización de bombas.

No se considerará abatimiento del nivel freático, cuando el agua sea evacuada mediante zanjas auxiliares que drenen el sitio de la obra, o cuando la presencia de aguas obedezca a roturas de tuberías o canales, o a falta de previsión en proteger que las aguas superficiales ingresen en la zanja, o por efectos de un tiempo prolongado en la apertura de zanja.

Como resultado del abatimiento de la mesa de agua subterránea, se pueden producir asentamientos del terreno con los consecuentes daños a viviendas y estructuras cercanas al sitio de los trabajos, por lo que deberá tomar todas las precauciones del caso. Toda la responsabilidad por posibles daños y perjuicios a propiedad pública y/o privada recaerá únicamente sobre el Contratista.

***a) Medición y forma de pago***

La medición del trabajo de abatimiento del nivel freático se realizará por horas de utilización efectivas del equipo de bombeo –independiente de su tamaño, capacidad o cualquier otra característica- para esto, la Fiscalización deberá mantener el respectivo control.

El pago incluye la mano de obra, el equipo, las herramientas y los materiales necesarios para mantener las zanjas en un estado tal, que permita lograr condiciones idóneas para la conformación del fondo de zanja, la preparación de superficies, la instalación de tuberías o la fundición de elementos estructurales.

***b) Conceptos de trabajo***

Los trabajos que efectúe el Contratista, le serán estimados y liquidados según el siguiente concepto de trabajo:

CODIGO	RUBRO	UNIDAD
501008	Abatimiento del nivel freático	Hora

#### **4.1.6.9 Rellenos**

Se entenderá por relleno la colocación de material de mejoramiento y/o aquel extraído de la excavación, hasta alcanzar el nivel del suelo adyacente. A más de las especificaciones técnicas que se señalan a continuación, en lo que corresponda, el Contratista dará estricto cumplimiento a lo señalado en el diseño estructural de unidades y de la estructura de la vía de acceso.

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

##### **a) Relleno de Zanjas**

Hasta una altura de 30 centímetros por encima de la tubería todas las zanjas deben ser rellenadas a mano con material aprobado por la Fiscalización. El material excavado puede ser usado para esta porción del relleno siempre que sea aprobado. No se permitirá que haya piedras en esta primera capa de relleno. Si el material excavado, a juicio del fiscalizador, no fue adecuado para el relleno, el Contratista suministrará, arena u otro material aprobado, en cantidad suficiente para rellenar la zanja.

El material de relleno irá colocado y compactado debidamente, con un apisonador manual, en capas de quince (15) centímetros de alto hasta una altura mínima de treinta (30) centímetros por encima de la parte superior de la tubería. El material de relleno será colocado simultáneamente a ambos lados de la tubería con el objeto de prevenir que se produzcan movimientos de la misma. Especial cuidado debe ponerse para conseguir una compactación apropiada a los lados de la tubería hasta alcanzar un grado de compactación moderado que asegure la transmisión de esfuerzos al suelo adyacente. El material que se encuentre

demasiado húmedo, será rechazado, y si está demasiado seco deberá ser hidratado antes de utilizarse en el relleno.

El resto de la zanja o relleno final se hará ya sea con pisón de mano o con equipo mecánico aprobado, colocando el material en capas de treinta (30) centímetros de espesor, excepto en los casos indicados más adelante. El material de relleno será granular con no más de cuarenta (40) por ciento de tierra fina y sin piedras mayores a diez (10) centímetros de diámetro.

El relleno será realizado siempre de tal manera de evitar daño o raspaduras de la superficie de la tubería. Si se produjese algún daño, el Contratista debe repararlo, sin recibir pago adicional alguno por retirar la tubería, reparar el recubrimiento o reponer el tramo de tubería dañado y volverla a instalar.

En terrenos en los que se vaya a sembrar césped, el relleno debe terminar quince (15) centímetros por debajo del terreno natural y se utilizará tierra vegetal para completar los quince (15) centímetros faltantes.

#### **b) Relleno alrededor de estructuras**

En el proceso de relleno se utilizará de preferencia el material de la excavación, y cuando no fuese apropiado se seleccionará otro que cumpla las condiciones técnicas con el visto bueno de la Fiscalización.

#### **c) Con material de reposición**

Cuando no se especifique otras características particulares, el material de reposición cumplirá con las siguientes especificaciones:

- El límite líquido del material ensayado, no será superior al 40 %
- El índice de plasticidad no será superior al 15%
- El tamaño máximo de los granos no será mayor a 2", en caso de presentarse, deberán ser retirados.

**d) Con material de sitio**

El material de sitio para relleno puede ser cohesivo, pero cumplirá los siguientes requisitos:

- No contendrá material orgánico, ni residuos de plásticos u otros elementos que alteren la condición del material a usarse en el relleno y siempre que el límite líquido del suelo sea menor al 50 % y retirando toda partícula mayor a 2". El espesor de cada capa de relleno no será mayor de 30 cm y su densificación deberá ser igual o mayor al 95 % de la densidad máxima obtenida en laboratorio, de acuerdo al ensayo Proctor Modificado,
- El Constructor no podrá utilizar el material ni iniciar las tareas de relleno sin la expresa autorización del Contratante, que puede ser a través del libro de obra o de una comunicación escrita.
- En caso de presentarse molones de piedra en el material para relleno entre 2 y 10", se procederá al relleno de la zanja por capas alternadas de 30 cm de material fino con tamaño de grano no mayor a 2" y luego sobre esta una capa de piedra acomodada sin que se sobrepongan, hasta completar la altura total de relleno, cuidando de que la primera y última capa sea de material fino.
- El relleno que se requiera colocar adyacente y/o atrás de las estructuras, se lo deberá compactar hasta que llegue a tener el 95% de la máxima densidad seca según el ensayo Proctor Estándar Modificado. Esta densidad se deberá conseguir, usando una

apisonadora manual, o de acción mecánica controlada manualmente. No se deberá operar ningún rodillo vibrador, a una distancia menor a 2.0 m de las estructuras.

- La compactación del relleno adyacente a las estructuras, no se deberá comenzar antes de que hayan transcurrido 14 días después del vaciado del hormigón. El material se colocará en capas horizontales uniformes de un espesor no mayor a 20 cm. y la última capa no debe tener en ningún caso rocas o piedras retenidas por el tamiz de 76 mm (3"). Se debe tener especial cuidado cuando haya entibados, para no dejar vacíos al extraerlos.

**e) Relleno con material de reposición en la vía de acceso**

En el caso de la vía de acceso a la captación y conducción de agua, el material a utilizarse para la capa de mejoramiento que forma la estructura de la vía, se colocará sobre la sub rasante natural, preparada y el espesor será de 20 cm. de acuerdo al diseño vial.

El mejoramiento deberá ser construido en capas de espesor como máximo de 20 cm, una vez compactadas.

Los requerimientos especificados de material de mejoramiento son los siguientes:

**f) Requisitos de graduación:**

<b>Tamiz</b>	<b>% que pasa</b>
3"	100%
No. 4	30% - 70%
No. 200	0% - 20%

La porción que pasa el tamiz No. 40, deberá tener un límite líquido menor o igual a 32% y un índice de plasticidad menor o igual a 12 %, de acuerdo a lo determinado según AASHTO T-89 y T-90.

El Valor Relativo de Soporte (CBR) será mayor 20%.

Los agregados gruesos deberán tener un porcentaje de desgaste, no mayor del 50% a 500 revoluciones, determinado según ensayo ASTM 131.

Al considerar que las canteras existentes en la zona, generalmente no cumplen con las condiciones de plasticidad y graduación establecidas, se deberá cribar mezclar, desmenuzar, quitar o añadir material, conforme sea necesario para obtener un producto que cumpla los requerimientos incluidos anteriormente, el mezclado se lo hará en la cantera o lugar de almacenamiento, no será permitido realizar la mezcla en la vía.

El material deberá ser tendido y conformado sin producir segregación en el mismo y compactado hasta que se obtengan los pesos volumétricos secos requeridos y una superficie uniforme de conformidad a lo especificado.

Los siguientes ensayos se realizarán para control de calidad de construcción de la capa de mejoramiento de la vía.

Densidad máxima y humedad óptima: ensayo AASHTO T-180, método D.

Densidad de campo: ensayo AASHTO T-147.

Las densidades de la capa compactada deberá ser como mínimo el 98%, de la densidad máxima obtenida, según ensayo AASHTO T - 180, método D.

En todos los sitios no accesibles al rodillo, el material de mejoramiento, deberá compactarse mediante el empleo de apisonadoras mecánicas manuales.

Los ensayos de densidad de campo, se harán cada 20 m a ambos lados del eje de la vía. Los puntos para los ensayos serán también seleccionados al azar, disminuyendo esta distancia en zonas en las cuales existan dudas acerca del grado de compactación requerida, si existieren varias franjas o carriles, estos ensayos se efectuarán en cada una de ellas.

El promedio del espesor de la capa de mejoramiento, deberá ser mayor o igual al espesor indicado en el diseño. Las cotas de la superficie terminada no podrán variar en más de 0,01 m. de las cotas establecidas en el proyecto.

Si se obtienen valores inferiores a la densidad mínima establecida o la superficie no cumple con lo especificado, se deberá seguir con la compactación y operaciones conexas, hasta obtener la densidad y superficie señalada.

#### Relleno compactado para terraplenes o plataformas

Todo material aprobado por la Fiscalización, para ser utilizado en los rellenos, debe ser colocado en capas horizontales uniformes y continuas que no excedan de veinte y cinco (25) centímetros de espesor de material suelto, a menos que la Fiscalización indique de otra manera, hidratado y compactado hasta conseguir una densidad igual o mayor al 95% del Proctor Standar Modificado.

Cuando se trate de terraplenes, cada capa compactada será escarificada antes de colocar la capa siguiente.

Se debe suspender la ejecución de relleno, ante la presencia de lluvias o cuando el contenido de humedad del material no se encuentre dentro del  $\pm 2\%$  de la humedad óptima. En caso de que el Contratista coloque material con un contenido de humedad diferente que el especificado, la Fiscalización ordenará el retiro del material, a costa del Contratista.

Cuando los trabajos de relleno se suspendan por lluvias o por amenaza de lluvia, el Contratista debe conformar la superficie del relleno para facilitar el drenaje. Antes de reiniciar el trabajo debe escarificar la superficie del relleno para obtener una humedad dentro de los límites especificados y en caso necesario debe remover el material que no cumpla con la densidad especificada.

Si durante la construcción de un terraplén, se producen interrupciones prolongadas, se debe evitar la circulación sobre la superficie para proteger el relleno. El material alterado será retirado inmediatamente antes de que se reinicien los trabajos.

La nivelación y compactación de cada una de las capas del terraplén se realizarán por medio de equipo previamente aprobado por la Fiscalización, tales como: motoniveladoras, rodillos lisos, rodillos pata de cabra, vibradoras, pisones a motor, etc., de acuerdo a la naturaleza del material empleado para el relleno y la facilidad de utilización. No se permitirá la compactación con el paso de tractores o vehículos pesados de transporte, sin la autorización de la Fiscalización.

#### **g) Relleno con grava para drenes**

Bajo las estructuras que indiquen los planos se ejecutarán rellenos con grava para drenes, siguiendo las líneas, pendientes y espesores indicados en los planos o como ordene la Fiscalización.

#### **h) Relleno al volteo (Sin Compactar)**

Consiste en la colocación del material producto de la excavación o de préstamo, en la zanja o en banco, en forma directa, mediante el tendido uniforme, sin compactación manual o mecánica alguna. Este tipo de relleno será ejecutado únicamente en lugares que,

de acuerdo a la planificación realizada, sean reservados para espacios verdes, y que la pendiente de la superficie no sobrepase el 10%, y en el caso de zanjas que alojen tuberías, una vez que se haya alcanzado el relleno compactado hasta una altura de 0,30 m por encima de aquellas. Estos trabajos indicados, serán ejecutados únicamente mediante orden de la Fiscalización.

El relleno sin compactar, se colocará por capas de no más de 0,60 m de espesor, sensiblemente paralelas al fondo de la zanja o banco, dejando al final un sobre-relleno que compense los asentamientos posteriores.

En las zanjas con pendientes longitudinales mayores al 5%, los rellenos se realizarán de acuerdo a lo indicado en las especificaciones ambientales, que constan en otro capítulo de estos documentos, con muros de contención superficial de mampostería seca de piedra, o algún otro elemento, que impidan el arrastre del suelo en épocas lluviosas.

En el caso en el que el relleno se destine a la siembra de especies vegetales, la tierra vegetal se extenderá por medios manuales o mecánicos sin compactar, en una sola capa, siguiendo los procedimientos que están establecidos.

#### **i) Relleno Compactado**

Por relleno compactado se define la colocación de material proveniente de la propia excavación o de préstamo, en capas sensiblemente horizontales de no más de 0.20 m de espesor, debidamente compactadas, hasta las alturas definidas por la Fiscalización, con una densidad medida en sitio, igual o mayor al 95% de la densidad máxima.

La compactación se realizará preferiblemente con compactadores mecánicos, como: rodillo compactador, compactador de talón o rodillo pata de cabra. En zanjas o alrededor de las estructuras hidráulicas se aceptará el uso de vibro apisonadores.

Para obtener una densidad de acuerdo con lo especificado, el contenido de humedad del material a ser usado en el relleno debe ser óptimo. Si el material se encuentra seco, se añadirá la cantidad necesaria de agua, y, si existe exceso de humedad, será necesario secar el material. Para una adecuada compactación mediante apisonamiento, no será utilizado en el relleno material húmedo excedido con relación a la humedad óptima obtenida en la prueba Proctor T-99, de la ASSHO.

El material de relleno será humedecido fuera de la zona de relleno, antes de su colocación, para conseguir la humedad óptima. En caso contrario para eliminar el exceso de humedad, el secado del material se realizará extendiendo en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua.

Para iniciar el relleno el Fiscalizador verificará que las paredes tengan los taludes autorizados, estables, (evitando que se formen “cuevas” donde el relleno no se puede compactar adecuadamente); en caso de haberse producido derrumbes por defectos en el proceso de excavación, originándose socavaciones o bóvedas que impidan una correcta compactación del material de relleno, serán eliminadas mediante sobre excavación, por cuenta y a costa del contratista.

#### **j) Ensayos**

La Fiscalización mantendrá un control de calidad de los materiales para relleno, mediante ensayos que permitan asegurar que los materiales cumplan con los requisitos especificados.

El Contratista realizará ensayos en muestras provenientes de cada frente de aprovisionamiento y cuando exista cualquier cambio en los materiales, los resultados los presentará a la Fiscalización para su aprobación. Los ensayos a realizarse serán de abrasión,

resistencia a la compresión, análisis petrográfico y otros que la Fiscalización considere necesarios.

Para verificar el cumplimiento de la densidad especificada en los rellenos compactados, el Contratista tomará las muestras en presencia de la Fiscalización y realizará los ensayos especificados o los que indique la Fiscalización. Las muestras se tomarán de las capas compactadas en los sitios y en el número indicados por la Fiscalización.

La Fiscalización por su parte, en cualquier momento podrá efectuar ensayos de los materiales y de los rellenos para lo cual el Contratista facilitará el acceso y toma de muestras.

El Contratista debe suministrar y transportar las muestras, y efectuar los ensayos especificados en un laboratorio previamente aprobado por la Fiscalización. Los costos de las muestras y ensayos corren por cuenta del Contratista.

**k) *Medición y forma de pago***

La preparación, suministro y colocación de material para conformar los rellenos en las condiciones indicadas en este documento, se medirá en metros cúbicos debidamente compactados según las líneas y niveles definidos en los planos o lo señalado por escrito en el libro de obra por la Fiscalización, y se cancelará con los rubros constantes en la tabla de cantidades y precios para cada uno de ellos.

Los costos de control de calidad que realizará la Fiscalización, serán por cuenta del Contratista. El Contratista puede realizar ensayos adicionales para demostrar la calidad de los trabajos y adelantar la ejecución de los mismos. Los laboratorios para el control de rellenos compactados deberán ser los aprobados por la Contratante.

El pago de este rubro incluye la mano de obra, herramientas, equipo y el suministro y preparación de los materiales necesarios para la correcta ejecución de los trabajos a entera satisfacción de la Fiscalización.

En al caso de relleno con suministro de material de reposición, el Contratista considerará en su análisis el transporte, desperdicios y esponjamiento del material a suministrar, ya que para su pago éste se medirá una vez colocado y compactado según estas especificaciones.

#### **1) *Conceptos de trabajo***

Los trabajos que efectúe el Contratista, le serán estimados y liquidados según el siguiente concepto de trabajo:

CODIGO	RUBRO	UNIDAD
502015	Relleno compactado con plancha, material de sitio	m3

#### **4.1.6.10 Hormigones**

- **Calidad de los materiales**

Los materiales a emplearse en una obra debe proveerlo el Contratista, de no especificar en el contrato, obligaciones de entrega de materiales a efectuar el Contratante, en este caso se establecerá en forma conjunta la programación de entrega y ejecución, cuidando de no afectar el normal desenvolvimiento de la construcción de la obra.

Los materiales para la obra estos serán de primera calidad, debiendo el Contratista y el Contratante someterse a las evaluaciones de control de calidad.

Los ensayos y pruebas de campo y de laboratorio necesarias para comprobar la bondad de los materiales y; los costos que impliquen, serán de cuenta del Contratista, considerando incorporados en los costos indirectos de la obra.

No obstante que un material hubiere sido aprobado, en cualquier momento y antes de su utilización en la obra, se constatare adulteración o que no cumpla con los requisitos establecidos, no será utilizado, debiendo notificarse, con estas novedades al Contratista.

El almacenamiento de materiales se deberá establecerse de tal manera que asegure la conservación de la calidad y aceptabilidad de los materiales a ser usados.

- **Agregados**

Los agregados que se utilizarán, 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.

Los agregados que elabore o adquiera el Contratista, antes de ingresar a la obra cumplirá con lo especificado en cada proyecto, respecto al control de calidad.

- **Arena**

La arena debe estar perfectamente limpia, dura, angulosa y áspera al tacto, no se emplearan las arenas arcillosas, suaves y disgregables, y no debe contener material orgánico u otro que altere las condiciones de aceptabilidad.

La arena a emplearse en el hormigón cumplirá con lo especificado para agregado fino de las normas ASTM Método C87.

- **Piedra**

Serán duras, no alteradas, graníticas, limpias y de resistencia adecuada, sujetas a la aprobación de la Fiscalización.

- **Ripio y agregado procesado**

Los agregados fino y gruesos (Ripio) manufacturados, serán preparados de roca sana no alterada; las operaciones de trituración, lavado, tamizado y mezclado serán aprobadas por el Contratante por medio de las instancias técnicas.

- **Cemento**

El cemento que se utilizará será del tipo Portland, y deberá cumplir los requerimientos de las especificaciones ASTM-C150 o una norma equivalente, que el Contratista está obligado a presentar certificados de cumplimiento de las normas establecidas por el fabricante proveedor de cemento.

El almacenamiento se lo realizara en un local bajo cubierta; el sitio será ventilado y separado del terreno natural. El cemento almacenado tendrá un tiempo máximo de un mes para su uso, caso contrario el Contratista está en la obligación de retirarlo y cambiarlo por cemento fresco.

Las pruebas y los ensayos que el Contratante realice, para comprobar la bondad del material, corresponde decidir a la Fiscalización.

El laboratorio y la supervisión de los ensayos y los costos serán de cuenta del Contratista y se consideran incluidos en los costos indirectos de las obras.

- **Agua**

El agua a usarse, en el lavado de agregados y en la preparación de mezclas y curado del hormigón será fresca, libre de toda sustancia que interfiera su proceso normal de hidratación del cemento. Se prohíbe en forma expresa, el uso de agua proveniente de afloramientos termales o contaminados con descargas sanitarias o industriales; se rechazará las aguas que contengan sustancias nocivas como: aceites, ácidos, sales, álcalis, materia orgánica, etc.

Tomando como referencia la magnitud e importancia de la obra el Contratante pedirá al Contratista que presente los resultados de los análisis físico-químicos, realizados en laboratorios autorizados por el Contratante y si es necesario se ordenará realizar ensayos de resistencia según la especificación ASTM-C109, con morteros de cemento preparados con el agua propuesta y para la aprobación, la resistencia promedio de tres muestras será por lo menos el 95% de la resistencia al prepararse el mortero con agua destilada.

En el caso que por la ubicación de la obra, el agua tuviera que ser transportada, por tanqueros, tanques, o tuberías provisionales o se tuviera que usar desde las matrices públicas, los costos de este requerimiento serán de cuenta del Contratista, porque se consideran incluidos en los costos indirectos de los precios unitarios del Contratista.

- **Aditivos**

Para utilizar aditivos en el hormigón, deben estar especificados, en su uso y finalidad en cada uno de los diseños y será de responsabilidad del Contratante la autorización para su uso el costo se entenderá incluido en los precios unitarios del hormigón sin que el Contratista tenga derecho a reclamo económico por este concepto.

En el caso de que no esté especificado en los diseños y que por razones técnicamente justificados sea necesario su uso, el Contratista propondrá el mejor tipo de aditivo para que apruebe el Contratante, reconociéndose el costo con lo que dispone la Ley de Contratación Pública.

El uso de aditivos se dará obligatoriamente de acuerdo con lo que indican las normas del ACI3-6. La utilización de cualquier aditivo será aprobada por el Contratante. El Contratista presentara para, su utilización, los datos técnicos actualizados del producto propone, y los certificados del fabricante.

Los aditivos serán usados, siguiendo las especificaciones del fabricante y de haber realizado ensayos con los materiales que se utilizará en la obra. Se establece en forma expresa que el uso de aditivos se reglamenta por las especificaciones del ACI y ASTM.

- **Preparación y dosificación.**

Las estructuras a construirse, de hormigón simple, ciclópeo o armado, que será preparado y dosificado en concordancia con lo que se anota en los planos del diseño y las especificaciones técnicas particulares de cada proyecto.

Es obligación del Contratista realizar el diseño de laboratorio, con los materiales aprobados por el Contratante y que utilizará en la obra, sirviendo como normas, las que indica el código ACI 318-83 capítulo 4 sección 4-1 a 4-6 para obtener el valor mínimo de la resistencia requerida.

Es de responsabilidad absoluta del Contratista cumplir las condiciones de resistencia mínima especificadas, obligándose a vigilar el cumplimiento de preparación, dosificación y cálida de los agregados, y además ser parte de la supervisión del proceso de control de calidad.

- **Temperatura del hormigón**

Durante su colocación, la temperatura del hormigón no será mayor a los 20°C (veinte grados centígrados). Si el vaciado se realizare en épocas calurosas, o si el cemento utilizado es de alta generación de calor, el Contratista está en la obligación de escoger los mecanismos correctivos para mantener la temperatura dentro del límite indicado, pudiendo ser el pre-enfriamiento de los agregados, agua de mezcla refrigerada, vaciado durante la noche, etc.

Esta obligación del Contratista, no le da derecho para reclamar costos adicionales porque se considera incluido en los costos indirectos.

- **Colocación (vaciado) del hormigón.**

El Contratista notificará al Contratante con 24 horas de anticipación la fecha, la hora y la obra en la que realizará el vaciado de hormigón, de acuerdo con el plan y equipo aprobados.

Se prohíbe proceder al vaciado de hormigón en los siguientes casos:

- Lluvias fuertes o prolongadas, que rebasen la estabilidad de mortero.
- Si la iluminación fuere insuficiente.
- Si la temperatura del hormigón fuere mayor de 20°C.
- Cuando el equipo del Contratista fuere insuficiente, en sus requerimientos humano y de equipo.

El hormigón se colocará en forma continua evitando el flujo y la segregación de sus ingredientes, especialmente cuando se trabaje con mezclas de alta consistencia.

Todo hormigón que comience a endurecerse previamente al vaciado será rechazado.

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

Si se interrumpiere el proceso de vaciado, se procurará que se produzca fuera de las zonas de esfuerzos críticos o en su defecto, se procederá a la inmediata formación de una junta de construcción técnicamente diseñada y ejecutada.

La colocación, previa la aprobación del Contratante, podrá realizarse con bombas de hormigón, bote con descarga de fondo u otros dispositivos que no produzcan segregación.

Cuando en cierto tipo de estructuras se requiera de superficies o juntas de construcción inclinadas, el Contratista tomará las medidas, por ejemplo encofrados auxiliares no vibratorios, vibradores superficiales, para garantizar su llenado, consolidación o estabilidad.

Después que las superficies de roca o juntas de construcción, sean limpiadas y humedecidas, antes de colocar el hormigón en donde fuere posible, serán cubiertas con una capa de mortero de 1 cm y 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 serán diagonales, de modo que el ángulo, entre la superficie inclinada y la superficie expuesta de hormigón, no sea menor que 50°.

Durante la colocación del hormigón en masa, el Contratista cuidará de mantener un área mínima de hormigón fresco expuesta, 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 un área restringida del área total del bloque, siguiendo en las etapas progresivas similares, hasta completar la totalidad del bloque.

La inclinación hacia los lados no confinados de las capas sucesivas, se mantendrá 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 se coloque, excepto cuando las condiciones del tiempo 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 que otro hormigón sea depositado.

Si el hormigón se coloca monolíticamente alrededor de aberturas que tengan dimensiones verticales mayores que 0.6 m, o en 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/o adyacente, evitándose retracciones diferenciales entre los hormigones alrededor y/o sobre elementos descritos.

Al compactar la capa subsiguiente, el vibrador penetrará 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.

- **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 máxima de 7.000 r.p.m. los vibradores de inmersión para hormigón en masa serán del tipo medio.

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 y las armaduras.

El tiempo y espaciamiento aproximados para las inmersiones, dependerá, 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 entrampado cesen de escapar.

#### **4.1.6.10.1 Tolerancias para construcciones de hormigón**

- **Generalidades**

El Contratista efectuará las estructuras de hormigón, de acuerdo con estas especificaciones y con los requerimientos de los planos estructurales. El Contratista observará, las tolerancias que se establecen para dimensiones, alineaciones, niveles etc., en los planos estructurales y en estas especificaciones.

- **Tolerancia para estructuras de hormigón armado**

**A) Desviación de la Vertical (plomada)**

1. En las líneas, superficies de paredes y en aristas	En 3m En máximo 6m	6 mm 10 mm
2. Para esquinas expuestas, medias cañas de control de juntas y otras líneas visibles	En 12m O más En un tramo o en máximo 6m	12 mm 6 mm

**B) Variaciones del nivel o de las pendientes indicadas en los planos**

1. En losas de piso	En 3m En un tramo o en máximo 6m En 13m o más	6 mm 10 mm 20 mm
2. Para otras líneas visibles, revestimientos hidráulicos	En un tramo o en máximo 6m En 12m o más	6 mm 12 mm

- **Tolerancias para estructuras masivas.**

**A) Toda clase de estructuras**

1. Variación de las dimensiones construidas, de las establecidas en los planos	En 6m En 12m	12 mm 19 mm
2. Variación de las dimensiones con relación a elementos estructurales individuales posición definida.	En 24m o más. En construc. enterradas	32 mm Dos veces las tolerancias anotadas antes

**b1.**

Desviaciones de la vertical de los taludes especificados o de las superficies curvas de todas las	En 3m En 6m	12 mm 19 mm
---	----------------	----------------

Estructuras, incluyendo las líneas y superficies de paredes, secciones de arcos, medias cañas para juntas y aristas visibles.	En 12m o más en construcciones enterradas	Dos veces las tolerancias anotadas antes
---	---	--

**c.1.**

Variación en la sección transversal de losas, paredes y miembros similares.	En menos En más	6 mm 12 mm
---	--------------------	---------------

**D) Zócalos y paredes laterales para compuertas e impermeables o similares.**

1 Variación en el nivel o en la vertical	No mayor que la relación de mm en 3 metros.
---	--

- **Curado del hormigón**

Esta labor tiene influencia decisiva sobre la resistencia de trabajo de la estructura, y será obligación del Contratante por medio de la Fiscalización, vigilar el cumplimiento del Contratista.

El Contratista presentará por escrito o a través del libro de obra los métodos a adoptarse tendientes a proteger al hormigón colocado de daños, cambios bruscos de temperatura, secado, cargas fuertes, rayos directos del sol, choques y vibraciones mientras no haya fraguado completamente y producido la consistencia mínima para proseguir el trabajo.

- **Curado con agua**

El agua de curado cumplirá con lo especificado para uso de agua en mezcla de hormigón. El curado se iniciará dentro de las 6 horas como mínimo y 12 horas como máximo después de colocarse la última capa de hormigón de una tongada.

Esta labor puede efectuarse cubriendo el hormigón con material que saturado, mantenga la humedad requerida para el curado.

El curado del hormigón con agua se mantendrá en forma continua por lo menos 7 días después de la fundición, o de lo contrario cuando se demuestre que el hormigón ha alcanzado el 65 % o más de la resistencia requerida.

En los componentes horizontales para no utilizar material saturado, emplearan bordillos provisionales que permitan conseguir que el elemento horizontal, permanezca anegado, cuidando de mantener el nivel de anegación.

En los componentes verticales el curado con agua se lo realizara mediante un roseado frecuente o por goteo en la parte alta del elemento, que permita permanecer húmedo.

En general el curado de hormigón a más del descrito puede usarse compuestos de curado basado en resinas, que no se permitirá el contacto con:

- Juntas de construcción
- Juntas de contracción
- Losas

Los pisos que estén sujetos a tráfico de personal o de cualquier uso durante el periodo de curado, se protegerán con una capa de material que contrarreste los daños en los elementos.

El costo que demanden las tareas de curado del hormigón, se entiende como componente del precio unitario del hormigón; y no tiene el Contratista derecho a reclamar pagos adicionales.

- **Medición y forma de pago**

Se realizará por metro cúbico colocado en obra de acuerdo a las dimensiones de diseño y tipo de hormigón utilizado.

- **Morteros**

Se mezclará hasta que el conjunto resulte homogéneo en color, plasticidad, tenga una buena consistencia y no contenga excesos de agua.

Sé prohíbe expresamente, el uso de carretillas u otros equipos que no garantizan la correcta dosificación de los componentes en los morteros.

La arena, cemento y los aditivos se mezclarán en seco, hasta que la mezcla adquiera un color uniforme, agregándose la cantidad de agua necesaria para formar una pasta trabajable. Si el mortero es preparado en hormigonera, tendrá un tiempo mínimo de mezclado de un minuto y medio. El mortero será utilizado en forma inmediata y su preparación se hará de manera paralela a su colocación, para evitar pre-fraguados.

La calidad de los agregados se verificará con los mismos criterios utilizados en la fabricación de hormigones.

En el caso de utilización de aditivos, se regirán por lo que consta en el capítulo aditivos de éstas especificaciones.

La dosificación de los morteros de acuerdo con las condiciones específicas de cada obra y pueden clasificarse:

- A. Masilla de dosificación 1:0, (pasta de cemento), utilizada regularmente para alisar superficies terminadas.
- B. Mortero de dosificación 1:2, utilizado en enlucidos de obras hidráulicas, generalmente empleados con aditivos impermeabilizante.
- C. Mortero de dosificación 1:3, utilizado en enlucidos de superficies en contactos con agua, como los casos de uniones de tubería de hormigón para alcantarillado, paredes exteriores, zócalos, tanques de reserva, etc.
- D. Mortero de dosificación 1:4, utilizado en colocación de pisos.
- E. Mortero de dosificación 1:5, utilizado para obras con confinamiento, mamposterías de ladrillo, piedra, y para obras no sujetas al contacto con agua.
- F. Mortero de dosificación 1:6, utilizado mamposterías sobre el nivel del terreno y en obras civiles menores.
- G. Mortero de dosificación 1:7, utilizado únicamente para obras provisionales.

El uso de aditivos es para dar color, y dar condiciones especiales a los morteros como impermeabilidad, plasticidad, etc. El Contratista presentará al Contratante ensayos previos para verificar las condiciones y que estén de acuerdo con las especificaciones de la obra, Adicionalmente está obligado a presentar catalogo y dosificación del aditivo para el fin propuesto. El tiempo para presentar ensayos y resultados será de 4 días calendario antes de iniciar la elaboración y colocación.

- **Control de calidad de los hormigones**

Ningún hormigón podrá ser vertido antes de que el Contratante por medio de la Fiscalización, verifique la correcta colocación de la armadura de refuerzo, encofrados correctamente asegurados y las aprobaciones de métodos y sistemas.

Los ensayos que el Contratante, por medio de la Fiscalización, juzgue necesarios para efectuar el control de calidad, de materiales y del producto se efectuarán en los laboratorios del Contratante o en el que se autorice por escrito. Los costos se consideran incluidos en los indirectos de la obra, y será cancelado por el Contratista.

De acuerdo con el tipo y la funcionalidad de la obra, el Contratante establecerá los ensayos y pruebas que sean factibles realizar, con las especificaciones técnicas particulares de cada obra; juzgará la posibilidad física de realizar ensayos y determinará la bondad de estos, dentro del ámbito del equipamiento de los laboratorios disponibles en la zona.

Los ensayos y pruebas que se señalaren, se sujetarán a las directrices de las especificaciones de la ASTM, partes 9 y 10 y a los STANDARD del ACI, partes I, II y III. Los resultados finales serán considerados como suficientes y definitivos, para aprobar o rechazar el hormigón, sus materiales o procedimientos de trabajo.

El Contratante por medio de la Fiscalización, determinará la frecuencia de los ensayos y notificará al Contratista para que participe como observador en su ejecución.

- **Medición y forma de pago.**

Para establecer los volúmenes ejecutados por el Contratista se procederá a medir los elementos construidos, en forma conjunta entre el Contratista y el Fiscalizador en un solo acto y dicho informe será firmado por las dos partes y será el único documento que sirva de anexo de la planilla correspondiente. En el caso de existir sobredimensionamiento en las medidas de los elementos construidos respecto a los planos de diseño y que no exista la autorización del Contratante y que estos se deban a descuidos en el proceso de vacío se

tomarán las dimensiones especificadas en los planos para la determinación de los volúmenes colocados.

- **Conceptos de trabajo**

Los trabajos que efectúe el Contratista, le serán estimados y liquidados según el siguiente concepto de trabajo:

CODIGO	RUBRO	UNIDAD
505150	Hormigón Simple 210 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
506002	Hormigón Ciclopeo (60% H.S. y 40% piedra) fc=180 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>

#### 4.1.6.11 Mamposterías

Se entiende por mampostería, a la unión por medio de morteros, de mampuestos, de acuerdo a normas de arte especiales.

Los mampuestos son bloques de forma y tamaños regulares y pueden ser piedras, ladrillos y bloques de hormigón simple.

Durante la construcción de edificaciones de mampostería no reforzada deberán llevarse a cabo ensayos de calidad de los morteros.

Para mortero de pega deberá realizarse por lo menos un ensayo de resistencia a la compresión al día, o por cada 200 m<sup>2</sup>. Los ensayos de mortero de pega deberán realizarse por medio de cubos de 5 cm de arista ensayados a los 28 días. La resistencia a la compresión deberá obtenerse cumpliendo las normas ASTM C-140, ASTM C-112 y ASTM C-67.

##### 4.1.6.11.1 Mampostería de piedra

Se empleará mampostería de piedra en los sitios donde indiquen los planos de acuerdo a las dimensiones, forma y niveles determinados.

Se construirá utilizando piedra molón o basílica, piedra pequeña o laja y mortero de cemento-arena de diferente dosificación.

La piedra deberá ser de tipo andesita o granítica, de buena calidad, homogénea, fuerte, durable y resistente a los agentes atmosféricos, sin grietas ni partes alterables. Su resistencia mínima será de 800 kg/cm<sup>2</sup>. El Contratista deberá escogerlas y limpiarlas previo a su uso.

Los materiales deberán estar limpios y completamente saturados de agua, el momento de ser usados.

Los mampuestos se colocarán por hileras perfectamente niveladas y aplomadas, colocadas de manera que se produzca trabazón con los mampuestos de las hileras adyacentes. El mortero deberá ser colocado en la base así como en los lados de los mampuestos a colocar, en un espesor conveniente pero en ningún caso menor de 1 cm.

Para rellenar los vacíos entre los mampuestos se utilizará piedra pequeña (laja) o ripio grueso con el respectivo mortero, de tal manera de obtener una masa monolítica sin huecos o espacios. Se prohíbe poner la mezcla seca del mortero sobre las piedras para después echar el agua.

Los paramentos que no sean enlucidos serán revocados con el mismo mortero que se usó para la unión y con espesor de 1 cm. La cara más lisa de la piedra irá hacia afuera. La mampostería será elevada en hileras horizontales sucesivas y uniformes hasta alcanzar el nivel deseado. Se deberá dejar los pasos necesarios para desagües, instalaciones sanitarias, eléctricas u otras.

Cuando la mampostería de piedra vaya completamente enterrada al suelo se lo trabajará cuidadosamente de tal manera de que tenga la forma y dimensiones deseadas para

la mampostería. Cuando la mampostería de piedra tenga una cara libre y otra en unión al suelo, el lado no libre deberá ser trabajado cuidadosamente según la forma y dimensiones deseadas.

#### **4.1.6.11.2 Mampostería de bloque**

Las mamposterías de bloque serán construidas según lo que determinen los planos en lo que respecta a sitios, forma dimensiones y niveles.

Los ladrillos y bloques serán de preferencia fabricados en la zona, de primera calidad, de textura y tamaño uniforme, exentos de defectos que desmejoren su resistencia, durabilidad o apariencia.

Se construirán utilizando mortero de cemento-arena de dosificación 1:3 o las que se especifique en los planos deberán estar limpios y completamente saturados de agua el momento de ser usados.

Los mampuestos se colocarán por hileras perfectamente niveladas y aplomadas, cuidando que las uniones verticales queden aproximadamente sobre el centro del ladrillo y bloque inferior, para obtener una buena trabazón.

En ningún caso se admitirá el uso de mampuestos en pedazos o medios, a no ser que las condiciones de trabazón así lo exijan.

Las uniones con columnas de hormigón armado se realizarán por medio de varillas de hierro redondo de 6mm de diámetro, espaciadas a distancias no mayores de 50 cm. reduciéndose este espaciamiento a la mitad en los cuartos inferior y superior de la altura; las varillas irán empotradas en el hormigón el momento de construirse las estructuras y tendrán una longitud de 60 cm. para casos normales. También se puede conseguir una buena unión de la mampostería con el hormigón, constituyéndose primero la pared dejando dientes de 5

a 8 cm. cada fila para la traba del hormigón, puesto que la pared servirá como cara de encofrado de la columna.

El mortero deberá colocarse en la base y en los lados de los mampuestos en un espesor conveniente, pero en ningún caso menor de 1 cm.

Los paramentos que no sean enlucidos serán revocados con el mismo mortero que se usó para la unión, el revocado puede ser liso o a media caña de acuerdo a los planos o detalles. La mampostería se elevará en hileras horizontales, sucesivas y uniformes hasta alcanzar los niveles, formas y dimensiones deseadas.

Se debe prever el paso de desagües, instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas u otras; así como contemplar la colocación de marcos, tapa marcos, barrederas, ventanas, pasamanos, etc.

No se utilizará mampostería de ladrillo o bloques en muros bajo el nivel del terreno o en contacto con él, a no ser que sea protegida con enlucidos impermeables, y previa la aprobación de la Fiscalización.

El espesor de las paredes viene determinado en los planos, sin embargo, en casos no especificados se estará a lo indicado por la Fiscalización. El espesor mínimo en paredes de mampostería estará en función del tamaño del bloque o ladrillo. En tabiques sobre losas o vigas se usará preferentemente ladrillo y bloque hueco, con mortero de cemento-arena de dosificación 1:3.

***a) Medición y forma de pago***

La mamposterías de piedra se medirá en metros cúbicos, las mamposterías de ladrillos y bloques serán medidas en metros cuadrados, con aproximación de un decimal. Determinándose la cantidad directamente en obra y en base a lo determinado en el proyecto.

El pago incluye la mano de obra, herramientas, equipo y materiales utilizados para la ejecución de los trabajos.

#### **4.1.6.12 Enlucido**

Se entiende por enlucidos, al conjunto de acciones que deben realizarse para poner una capa de yeso, mortero de arena cemento, cal u otro material, en paredes, tumbados, columnas, vigas, etc., con objeto de obtener una superficie regular uniforme, limpia y de buen aspecto; en tanto que el empastado se refiere a conseguir una superficie perfectamente lisa y pulida a base de empastes de grano muy fino.

Deben enlucirse las superficies de ladrillo, bloques, piedras y hormigón en paredes, columnas, vigas, dinteles, tumbados, expuesto a la vista. Su localización, tipo y materiales, vienen indicados en los planos respectivos.

Antes de enlucir las superficies deberán hacerse todos los trabajos necesarios para colocación de instalaciones y otros, por ningún motivo se realizarán éstos después del enlucido.

Se debe limpiar y humedecer la superficie antes de aplicar el enlucido, además deben ser ásperas y con un tratamiento que produzca la adherencia debida.

Los enlucidos se realizarán con una primera capa con mortero de cemento-arena, cuya dosificación depende de la superficie que va a trabajarse y con regularidad viene indicada en el proyecto, en caso contrario será el Ingeniero Fiscalizador quien lo determine, en base a las especificaciones de morteros.

La primera capa tendrá un espesor promedio de 1.5 cm. de mortero y no debiendo exceder de 2 cm. ni ser menor de 1 cm. Después de la colocación de esta capa debe realizarse un curado de 72 horas por medio de humedad.

Luego se colocará una segunda capa de enlucido a modo de acabado final, consistente en una pasta de agua y cal apagada o cementina o de agua y cemento.

Las superficies obtenidas deberán ser perfectamente regulares, uniformes, sin fallas, grietas, o fisuras y sin denotar despegamientos que se detectan al golpear con un pedazo de madera la superficie.

Las intersecciones de dos superficies serán en líneas rectas o en acabados tipo medias cañas, perfectamente definidos, para lo cual se utilizarán guías, reglas y otros, deben ir nivelados y aplomados.

En voladizos exteriores se trabajará un canal para botar aguas, de 1 cm de profundidad de tipo media caña, en el borde exterior de la cara inferior

El proyecto o el Ingeniero Fiscalizador, indicará el uso de aditivos en el enlucido, regularmente con fines de impermeabilización, en lugares donde es necesario.

***a) Medición y pago***

Los enlucidos de superficies serán medidos en metros cuadrados, con dos decimales de aproximación. Se determinaran las cantidades directamente en obras y en base a lo indicado en el proyecto y las órdenes del Ingeniero Fiscalizador.

***b) Conceptos de trabajo***

Los trabajos que efectúe el Contratista, le serán estimados y liquidados según el siguiente concepto de trabajo:

CODIGO	RUBRO	UNIDAD
512004	Enlucido con mortero 1:3 e=2cm	m2

#### **4.1.6.13 Preparado y pintado de superficie con pintura acrílica**

Se entenderá por pintura el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Contratista para colorear con una película delgada, elástica y fluida las superficies acabadas de edificaciones y/o superficies exteriores visibles de las unidades de la planta de tratamiento.

Todos los trabajos de pintura que ejecute el Constructor se harán dentro de las normas, líneas y niveles señalados en el proyecto y/o por órdenes del Ingeniero fiscalizador.

Todos los materiales que emplee el Constructor en las operaciones de pintura objeto del Contrato, deberán ser de las características señaladas en el proyecto, nuevos, de primera calidad, producidos por acreditado fabricante y sometidos a la previa inspección y aprobación de la Fiscalización.

Las pinturas que se empleen en los trabajos objeto del Contrato deberán cumplir los siguientes requisitos mínimos:

Ser resistentes a la acción decolorante directa, o refleja de la luz solar.

Tendrán la propiedad de conservar la elasticidad suficiente para no agrietarse con las variaciones de temperatura naturales en el medio ambiente.

Los pigmentos y demás ingredientes que las constituyan deberán ser de primera calidad y estar en correcta dosificación.

Deberán ser fáciles de aplicar de manera que se reduzca al mínimo el número de manos para lograr su acabado total.

Serán resistentes a la acción de la intemperie y a las reacciones químicas entre sus materiales componentes y los de las superficies por cubrir.

Serán impermeables y lavables, de acuerdo con la naturaleza de las superficies por cubrir y con los agentes químicos que actúen sobre ellas.

Todas las pinturas, excluyendo los barnices, deberán formar películas no transparentes o de transparencia mínima.

Salvo lo que señale el proyecto y/o la Fiscalización, solamente deberán aplicarse pinturas envasadas en fábrica, de la calidad y características ordenadas por aquellos; además las pinturas a utilizarse serán 100% acrílicas. El uso de las pinturas preparadas por Contratista sólo se permitirá en edificaciones de carácter provisional, a cuenta y riesgo de él.

Las pinturas deberán usarse tal y como vienen envasadas, sin hacerlas adiciones y/o modificaciones, a menos que el proyecto estipule otra cosa o que el fabricante específicamente recomiende algún aditivo.

La pintura deberá ser de consistencia homogénea, sin grumos, resinatos de brea, ni polvos adulterados con los que se pretenda "darles cuerpo": tendrá la viscosidad necesaria para permitir su fácil aplicación en películas delgadas, firmes y uniformes, sin que se presenten escurrimientos apreciables.

Durante la aplicación de las pinturas, el medio ambiente deberá estar libre de polvo.

Las superficies que se vayan a pintar deberán estar libres de aceites, grasas, polvo y cualquier otra sustancia extraña, y previamente a la aplicación de la pintura se colocará un fondo tipo "albalux", sobre la cual se aplicarán al menos dos manos o capas de pintura.

En ningún caso se harán trabajos de pintura en superficies a la intemperie durante la ocurrencia de precipitaciones pluviales, ni después de las mismas, cuando las superficies estén húmedas.

Los equipos mecánicos, herramientas y útiles que use el pintor, tales como mezcladores, pistolas de aire, motores eléctricos, motores de combustión interna, compresoras mecánicas, manuales, rodillos, etc., deberán estar en buen estado en forma que garanticen la continuidad, buena calidad y acabado del trabajo de pintura.

El Contratista deberá adoptar todos los medios preventivos necesarios y/o indicados por el Ingeniero Supervisor para la protección de los operarios contra polvos, fluidos y rebote de partículas sólidas, proveyendo a su personal del equipo de protección adecuado, por su cuenta y cargo, así como el de ventilación.

El lavado del equipo, herramientas y de útiles, deberá ejecutarse en los sitios señalados por la Fiscalización; así mismo éste fijará los lugares destinados a tirar los materiales de desperdicio. Se estará a lo dispuesto en las especificaciones Ambientales.

***a) Medición y forma de pago***

Los trabajos que el Constructor ejecute en pinturas, se medirán, para los fines de pago en metros cuadrados con aproximación al centésimo; al efecto se medirán directamente en la obra las superficies pintadas de acuerdo a lo señalado en el proyecto y/o a las órdenes de la Fiscalización.

No se aceptarán, todas aquellas superficies pintadas que presenten rugosidades, abolsamientos, huellas de brochazos; superposiciones de pintura diferencias o manchas, cambios en los colores indicados por el proyecto; así como las superficies que no hayan secado dentro del tiempo especificado por el fabricante.

Para fines de pago, todos los trabajos de pintura deberán ajustarse a lo estipulado en estas especificaciones. Las modificaciones, imprevisiones y defectos serán por cuenta y pago del Constructor.

#### **4.1.6.14 Acero de refuerzo (suministro y colocación)**

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

El Contratista preparará en base a los planos de construcción, los planos de detalle de las armaduras de refuerzo, los cuales incluirán la localización de las barras, y diagramas de doblado, y planilla con sus dimensiones y pesos correspondientes. Estos planos serán entregados a la Fiscalización para su aprobación por lo menos 7 días antes de su colocación.

El acero de refuerzo deberá ser corrugado, de límite de fluencia especificado en los diseños y cumplirá con las especificaciones de las ASTM-A 615 Grado 40.

##### ***a) Colocación***

Antes de la colocación del acero de refuerzo deberá comprobarse que sus superficies estén libres de mortero, polvo, escamas o herrumbres o cualquier otro recubrimiento que reduzca o impida su adherencia con el hormigón.

Las barras de refuerzo deberán ser colocadas cuidadosamente y mantenidas segura y firmemente en su correcta posición mediante el empleo de espaciadores, sillas y colgadores metálicos asegurados con el alambre de calibre No. 18 o mediante cualquier otro aparato lo suficientemente fuerte para resistir el aplastamiento.

No se permitirá la disposición de armaduras extendidas hasta y sobre la superficie terminada del hormigón y tampoco el uso de soportes de madera para mantener en posición el acero de refuerzo

No se admitirá la colocación de barras sobre capas de hormigón fresco, ni la reubicación o ajuste de ellas durante la colocación del hormigón. El espaciamiento mínimo

entre armaduras y los elementos embebidos en el hormigón, será igual a 1.5 veces al tamaño máximo del agregado.

Los empalmes de las barras de refuerzo deberán ejecutarse evitando su localización en los puntos de esfuerzos máximos de tensión de la armadura, mediante empalmes.

Ningún hormigón podrá ser vertido antes de que la Fiscalización haya inspeccionado y aprobado la colocación de la armadura de refuerzo.

#### ***b) Muestras y Ensayos***

Cada lote de acero de refuerzo deberá ser rotulado, indicando el nombre de la fábrica. Este rótulo deberá ser colocado en un lugar visible para facilitar la identificación.

El Ingeniero Fiscalizador de la obra tiene el derecho de tomar muestras de acero de refuerzo que vaya a usarse y enviarlas al laboratorio para ensayarlas.

El muestreo puede hacerse en la fuente de suministro, en el lugar de distribución o en el sitio de las obras. La verificación de los resultados de los ensayos realizados en fábrica los hará la Fiscalización, sobre las muestras escogidas, los costos de los ensayos y pruebas correrán por cuenta del Constructor.

#### ***c) Medición y Forma de pago***

La unidad de medida será el Kg., con una aproximación de dos decimales y se medirá en los planos las longitudes netas de acero incluyendo ganchos y traslapes. Para efectos de pago, no se considerará los separadores o sujetadores especiales, que no constituyen parte del acero estructural

**d) *Conceptos de trabajo***

Los trabajos que efectúe el Contratista, le serán estimados y liquidados según el siguiente concepto de trabajo:

CODIGO	RUBRO	UNIDAD
507002	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg

**4.1.6.15 Encofrados**

Se entenderá por encofrados las formas volumétricas que se confeccionan con piezas de madera, metálicas o de otro material resistente para que soporten el vaciado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista. Se sujetarán a las disposiciones que a continuación se indican.

**a) *Diseño y materiales***

Los diseños y construcción de encofrados serán hechos por el Contratista y sometidos a la aprobación de la Fiscalización conjuntamente con todos los detalles de montaje, sujeción, operación y desmontaje. Las cargas asumidas en el diseño deberán garantizar su comportamiento durante todas las operaciones de hormigonado. Todo encofrado fallos o deformado será rechazado remplazado a expensas del Contratista.

Como material para encofrados se podrá utilizar: madera contrachapada, de espesor mínimo 20 mm, media duela machihembrada y cepillada y lámina o plancha metálica con sistema de sujeción, que luego proporcionen superficies lisas, sin deterioración química y/o decoloración. El uso de otros materiales que produzcan resultados similares debe ser aprobado por la Fiscalización

**b) Colocación y sujeción**

Los encofrados serán colocados y fijados en su posición a cuenta y riesgo del Contratista. Los encofrados deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión resultante del vaciado y vibración del hormigón, estando sujetos rígidamente en su posición correcta. Deberán ser lo suficientemente impermeables para evitar la pérdida de la lechada.

Para el caso de tableros de madera, éstos se mantendrán en su posición mediante tirantes, espaciadores y puntales de madera, empleando donde se requiera pernos de un diámetro mínimo de 8 mm, roscados de lado y lado, con arandelas y tuercas. Los puntales, tirantes y los espaciadores resistirán por si solos los esfuerzos hidráulicos del vaciado y vibrado del hormigón.

Para encofrados metálicos, los elementos de sujeción de los encofrados permanecerán embebidos en el hormigón, al menos a una distancia de 2 veces su diámetro, ó a 5 cm. de la superficie del hormigón.

Después de que los encofrados para las estructuras de hormigón hayan sido colocados en su posición final, serán inspeccionados por el Fiscalizador para comprobar que son adecuados en su construcción, colocación y resistencia, pudiendo exigir al constructor el cálculo de elementos encofrados que ameriten esa exigencia.

**c) Mantenimiento y limpieza de los encofrados**

Antes de proceder al vaciado del hormigón, las superficies del encofrado deberán estar limpias y libres de incrustaciones de mortero o substancias extrañas, tales como aserrín, óxidos, ácidos, etc.

Seguidamente serán recubiertas con una capa de aceite o parafina que evite la producción de manchas o reacciones adversas y que además facilite la posterior remoción de los encofrados, su utilización estará sujeta a la aprobación de Fiscalización.

#### **d) Remoción de Encofrados**

A fin de facilitar el curado especificado y reparar de inmediato las imperfecciones de las superficies verticales e inclinadas o las superficies alabeadas de transición, deberán ser retirados, tan pronto como el hormigón haya alcanzado la suficiente resistencia que impida deformaciones, una vez realizada la reparación, se continuará de inmediato con el curado especificado.

Para evitar esfuerzos excesivos en el hormigón, ocasionado por el hinchamiento de los encofrados, las formas de madera para aperturas deberán ser aflojadas tan pronto como sea posible. La remoción de encofrados (deslizantes o no) deberán hacerse cuando la resistencia del hormigón sea tal, que se evite la formación de fisuras, grietas, desconchamientos o ruptura de aristas. Toda imperfección será inmediatamente corregida.

Como regla general, los encofrados podrán ser retirados después de transcurrido, por lo menos el siguiente tiempo, luego de la colocación del hormigón.

Losas	10 días
Paredes	4 días
Muros	2 días
Canales	3 días

***e) Medición y Forma de Pago***

Se medirá en metros cuadrados, y su pago se realizará de acuerdo al rubro señalado en la Tabla N° de precios y cantidades, a los costos contractuales, de acuerdo al tipo.

Para el caso de muros, el área de encofrado se calculará como la suma del área de las dos caras del muro.

***f) Conceptos de trabajo***

Los trabajos que efectúe el Contratista, le serán estimados y liquidados según el siguiente concepto de trabajo:

CODIGO	RUBRO	UNIDAD
510059	Encofrado Recto de Muros	m2
510034	Encofrado de Losas Planas	m2
510054	Encofrado Recto general con tablero Triplex	m2

**4.1.6.16 Replentillos.**

***a) Definición.***

Base de hormigón simple tipo “D” (140 Kg./cm<sup>2</sup>) o de piedra de diferente espesor a colocarse sobre el suelo nivelado o conformado, previa la fundición de zapatas, losas estructurales u otros elementos.

***b) Especificaciones.***

Previo a la colocación de replentillos deberá compactarse adecuadamente la base del terreno, empleando para el efecto equipos adecuados según el área de la cimentación (planchas vibratorias o rodillos camineros) con las pendientes adecuadas hacia las zanjas de drenaje según consta en los planos respectivos. De ser requerido, previo a la colocación del

replanteo deberá compactarse la base del terreno a un nivel del 90% del Proctor Standard, empleando para el efecto equipos adecuados según el área de la cimentación (planchas vibratorias, compactadores de talón, o rodillos camineros).

El espesor de los replanteos de hormigón simple será de 5 cm. El espesor del replanteo de piedra podrá ser de 0.15 m o de 0,20 m conforme a lo constante en los planos y en la Tabla N° de Cantidades y Precios. Incluye el material -piedra de río o de cantera-, según características dadas en la sección de hormigón ciclópeo, la grava natural o triturada que cubra los intersticios entre las piedras, sobre el cual se colocará generalmente el replanteo de hormigón de 140 Kg./cm<sup>2</sup> de espesor variable que tendrá características permeables para facilitar el flujo de posibles infiltraciones de agua, para lo cual el hormigón deberá ser menos plástico, más seco y con un mayor contenido de agregado grueso.

Para iniciar la colocación de la armadura, se esperará un lapso no menor a las 2 horas, o hasta que el replanteo haya fraguado completamente.

***c) Medición y forma de pago.***

La ejecución del replanteo de piedra según el espesor que corresponda, se medirá en metros cuadrados. En los casos especiales en los que el proyecto o Fiscalización determinaren otro espesor del replanteo, este se medirá y pagará en metros cúbicos de hormigón simple de 140 Kg/cm<sup>2</sup>.

Su pago incluye la mano de obra, el equipo, las herramientas y los materiales utilizados en la ejecución del rubro. No incluye la compactación de la rasante.

***d) Conceptos de trabajo***

Los trabajos que efectúe el Contratista, le serán estimados y liquidados según el siguiente concepto de trabajo:

CODIG O	RUBRO	UNIDA D
514001	Replantillo de Piedra, e=10 cm	m2

#### 4.1.6.17 Desalojo de materiales (cargado y transporte)

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

Este rubro comprende el manejo, transporte y descarga de todo el material excedente, producto de las excavaciones, los cuales deben ser transportados fuera del sitio de la obra y botados en lugares autorizados por la Entidad Contratante. No considera los materiales sobrantes considerados escombros o desperdicios de la construcción que serán desalojados por cuenta del Contratista, así mismo a lugares señalados por la entidad. Estos materiales deberán acoplarse provisionalmente en un lugar determinado por el Fiscalizador, para su posterior desalojo y no debe mezclarse con aquellos indicados como excedentes de la excavación.

El manejo de estos materiales, se los deberá hacer de la manera más rápida y segura, cuidando de no afectar a terceros; el Contratista deberá pedir información y contar con la autorización de la Entidad Contratante, sobre las áreas destinadas a la descarga de éstos materiales. Si el material va a ser botado en terrenos particulares, el Contratista deberá tener la autorización por escrito del propietario y entregarla al Fiscalizador.

Los rubros considerados incluyen cargado a mano, cargado a máquina, transporte del material (incluido esponjamiento) fuera de la obra, a los lugares permitidos por la Entidad Contratante.

En los casos que; para proveer materiales o desalojarlos; sea necesario emplear vehículos que deban cargarse a mano o a máquina, dependerá de las facilidades que ofrezca el lugar, para ingresar a él y de la cantidad de material.

La distancia media en la ciudad, para desalojos es de 5 kilómetros, y el material se depositará en los lugares que el Fiscalizador determine. Si se detectara que el material ha sido depositado en otro sitio, se considerara como un incumplimiento del Contratista, y el Fiscalizador obligará al Contratista a cargar el material y llevarlo al botadero, tarea que será por cuenta del Contratista sin derecho a pagos adicionales.

Se prohíbe depositar los materiales retirados, en las márgenes de ríos y quebradas dentro del perímetro urbano y rural de la ciudad “La Troncal”

Se reconocerá únicamente el transporte cuando se trate de material producto de la excavación o demolición transportado al lugar de desalojo.

Para que se considere efectuado el rubro de desalojo, la Fiscalización constatará que el sitio de la obra y la zona de influencia de la misma, este completamente limpia.

El desalojo incluye también, dentro de los costos indirectos, el manejo o acondicionamiento del botadero o de disposición final de los residuos (regado y tendido y compactado) durante y al final de ejecutada la obra.

- **Sobreacarreo:** Se entenderá por sobreacarreo el transporte de este material a distancias mayores a los 5 km, medidos a partir de esta distancia.

***a) Medición y forma de pago***

Este ítem se pagará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) medido en “banco”, es decir que en su precio unitario deberá incluir el esponjamiento, que no será reconocido como incremento de volumen excavado.

El precio unitario, a más de incluir, mano de obra, maquinaria y herramientas necesarias para la ejecución de estos trabajos, incluirá la distancia a la cual se encontrará el sitio de descarga.

El cargado de materiales de desalojo se pagará por separado, en metros cúbicos medidos sobre el perfil excavado. El precio unitario incluirá el porcentaje de esponjamiento.

El transporte de materiales hasta 5 km, se medirá y pagará en metros cúbicos. El volumen se medirá sobre el perfil excavado. El precio unitario incluirá el porcentaje de esponjamiento.

El sobreacarreo se pagará con el rubro transporte de materiales más de 5 km y se medirá en metros cúbicos-kilómetro, se lo calculará multiplicando el volumen transportado (calculado sobre el perfil excavado) por el exceso de la distancia total de transporte sobre los 5 km. El precio unitario incluirá el porcentaje de esponjamiento.

El contratista se impondrá, para la elaboración y presentación de su oferta el factor de esponjamiento, de acuerdo a su experiencia y al conocimiento del proyecto. La ruta para el desalojo lo establecerá el Fiscalizador.

***b) Conceptos de trabajo***

Los trabajos que efectúe el Contratista, le serán estimados y liquidados según el siguiente concepto de trabajo:

CODIGO	RUBRO	UNIDAD
502033	Cargada de material a mano	m3
502013	Cargada de Volquetas a maquina	m3
502064	Transporte de material más 5km ( incluye pago en escombrera )	m3-km

#### 4.1.6.18 Conformación y preparación de la base para estructuras hidráulicas

Las estructuras hidráulicas se cimentarán sobre una base de material de mejoramiento compactado, de un espesor de 20 centímetros, hasta alcanzar un grado de compactación igual al 95% del Proctor Modificado, subyacente al sistema de drenaje (espesadores) o a una capa de hormigón simple  $f'c=140$ , según sea la estructura considerada en el proyecto.

Donde lo ordene la Fiscalización y a su criterio, el Contratista deberá proteger la base de cimentación de las estructuras hidráulicas con una capa o loseta de hormigón de 140 kg/cm<sup>2</sup> previamente al hormigonado de la cimentación. El espesor de este replantillo está establecido en el proyecto o, en su defecto, por la Fiscalización, pero no podrá ser menor de 5 cm. Para iniciar la colocación de la armadura, se esperará un lapso mayor a las 2 horas, o hasta que el replantillo haya fraguado completamente o como lo determine la Fiscalización.

##### *a) Medición y forma de pago*

La preparación de la base para recibir estructuras hidráulicas se cancelará de acuerdo a los siguientes rubros; y, en las unidades correspondientes:

Relleno compactado, en m<sup>3</sup>

Material de reposición (incluye esponjamiento), m<sup>3</sup>

Replanteo de hormigón simple  $f'c=140$  Kg/cm<sup>2</sup>, en m<sup>3</sup>.

#### **4.1.6.19 Tuberías de policloruro de vinilo pvc de presión**

Se entiende por tubos de Poli cloruro de vinilo, PVC de presión, los conductos de sección circular fabricados con los componentes que implican el referido material.

##### **a) *Materiales***

El material de la tubería estará constituido, primordialmente de policloruro de vinilo no plastificado, al cual se le podrá agregar aditivos que se requieren tanto para facilitar la fabricación del polímero, como para la producción de tubos y accesorios durables cuya superficie posea un acabado, resistencia mecánica y capacidad. Ninguno de estos aditivos se deberá usar por separado o juntos en cantidades suficientes como para constituir un tóxico, un riesgo organoléptico o microbiano, o para alterar la fabricación o las propiedades de soldadura del producto, o de las propiedades químicas y físicas.

No se aceptará en la fabricación material reprocesado y los tubos y accesorios se diseñarán para las características hidrodinámicas y, dimensiones determinadas dentro de las tolerancias permitidas; de tal manera que permitan su uso en el proyecto.

##### **b) *Normas de fabricación y servicio***

La tubería debe cumplir todos los requisitos establecidos en la Norma INEN 1373: “Tubería plástica - tubería de PVC rígido para presión: Requisitos” o las normas equivalentes ISO 161-1, ISO 4065, ISO 3606. Dichos requisitos son:

**c) Requisito de tubería**

<b>REQUISITO</b>	<b>NORMA DE ENSAYO</b>
Diámetro externo, espesor nominal de paredes	INEN 499, ISO 3126
Resistencia a la presión interna	INEN 503, ISO 1167
Resistencia al impacto	INEN 504, ISO 3127
Reversión longitudinal	INEN 506
Requisito	NORMA DE ENSAYO
Longitud de acoplamiento	INEN 1331, ISO 2045
Temperatura de ablandamiento (Vicat)	INEN 1367

El número de tubos a probar (tamaño de la muestra) será determinado de conformidad a la Norma INEN 2016: “Tubería plástica de PVC Rígido - Muestreo).

**d) Longitud de los tubos.**

El suministro de los tubos se hará en longitudes de 6 m. Estas no incluyen la longitud de cualquier campana o campanas.

**e) Tipo de unión**

De acuerdo al proyecto podrá ser unión por cementado solvente o tipo elastomérico, según Norma INEN 1331; para diámetros inferiores a 63mm, será de tipo roscado.

El rotulado deberá informar por lo menos una referencia a la norma aplicada, marca comercial, diámetro exterior y espesor nominal, el material de tubo y la presión nominal PN en bares.

***f) Medición y forma de pago***

La tubería de Poli cloruro de vinilo PVC de presión con unión elastomérica, será medida por metro lineal, con aproximación de un decimal, según su tipo, clase y diámetro, una vez que estas hayan sido instaladas y probadas en obra a entera satisfacción de la Fiscalización. Incluirá el anillo de caucho y el lubricante requerido.

***g) Conceptos de trabajo***

Los trabajos que efectúe el Contratista, le serán estimados y liquidados según el siguiente concepto de trabajo:

CODIGO	RUBRO	UNIDAD
551021	Tubería PVC d = 200 mm, U/E 1 MPA	ml
551020	Tubería PVC d = 160 mm, U/E 1 MPA	ml

**4.1.6.20 Instalación de tubería de pvc de presión**

***a) Definición.***

Se entenderá por instalación de tuberías de PVC para agua potable el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Constructor para colocar dichas tuberías en las zanjas respectivas, en los lugares que señale el proyecto.

La instalación de tuberías de agua potable comprende su transporte hasta las obras o almacenamiento provisional; las maniobras y acarreo locales que deba hacer el Constructor

para distribuirla a lo largo de las zanjas; la operación de bajar la tubería a la zanja; su instalación propiamente dicha; ya sea que se conecte con otros tramos de tubería ya instaladas o con piezas especiales o accesorios y, finalmente las pruebas de las tuberías ya instaladas para su aceptación por parte de la Fiscalización.

***b) Especificaciones.***

El Constructor deberá tomar las precauciones necesarias para que la tubería no sufra daño ni durante el transporte, ni en el sitio de los trabajos, ni en el lugar de almacenamiento. Para el manipuleo de la tubería tanto en la carga como en la colocación en la zanja, se deben emplear equipos y herramientas adecuados.

El Ingeniero Fiscalizador de la obra, previa la instalación deberá inspeccionar las tuberías y uniones para cerciorarse de que el material está en buenas condiciones, en caso contrario deberá rechazar todas aquellas piezas que encuentre defectuosas.

Cuando no sea posible que la tubería sea colocada, al momento de su entrega, a lo largo de la zanja o instalada directamente, deberá almacenarse en los sitios que autorice el Ingeniero Fiscalizador de la obra, en pilas de 2 metros de alto como máximo, separando cada capa de tubería de las siguientes mediante tablas de 19 a 25 mm. de espesor, separadas entre sí 1.20 metros como máximo.

El procedimiento a seguirse para la instalación es el que se describe a continuación:

- Limpiar cuidadosamente el extremo del tubo y el interior del acople.
- Insertar el sello de caucho en la ranura del acople.
- Aplicar lubricante en el extremo del tubo hasta la marca tope y en el anillo del acople.

El lubricante a ser empleado durante el montaje debe ser el recomendado por los

fabricantes y no debe tener efectos perjudiciales en los empaques o tubos (puede usarse jabón o grasa vegetal).

- Insertar el extremo lubricado del tubo dentro del acople.

Las tuberías deben estar perfectamente alineadas en ambos planos no se permitirá introducir la espiga en ángulo.

Para tuberías de diámetro superior a 250 mm, se deberá usar una acopladora mecánica.

En caso de que sea necesario hacer cortes a la tubería, estos deben hacerse a escuadra o con sierra, eliminando los rebordes con una lima a fin de facilitar la unión de las piezas. Se debe quitar las rebabas y alisar la espiga si es necesario. El bisel de la espiga debe ser a  $15^\circ$  con el eje del tubo y la longitud de entrada debe estar marcada claramente. La unión y el sello de caucho deben estar completamente limpios. El sello debe estar bien sentado en el canal.

No se procederá al tendido de ningún tramo de tuberías en tanto no se encuentren disponibles para ser instalados los accesorios que limiten el tramo correspondiente (válvulas, codos, tees y piezas especiales).

Para la instalación de tuberías se deberá utilizar tramos mayores o iguales a 1m, de longitud.

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

**c) Medición y forma de pago**

Para el pago de la instalación de la tubería de PVC, esta se medirá en metros lineales, el costo considera incluidos la mano de obra y equipo para su instalación. Los costos por concepto de las pruebas de instalación de las tuberías estarán incluidos dentro de los costos indirectos.

**4.1.6.21 Accesorios de pvc para presión**

Comprende los codos, tees, yees, reducciones, tapones, uniones de reparación y similares que sirven para acoplar tramos de tubería y/o accesorios.

Los accesorios para uniones tipo de sellado elastomérico se harán conforme a la norma ISO 2045.

Se aplican las mismas especificaciones indicadas para el caso de las tuberías de PVC presión. Los accesorios serán de un solo cuerpo fabricado por inyección en molde. También podrán aceptarse accesorios armados con uniones cemento solvente.

**d) Normas de fabricación y servicio**

Los accesorios cumplirán los requisitos establecidos en la Norma 1373 (en lo relativo a diámetros y espesores) y en general a lo establecido en la Norma ISO 2045. Dichos requisitos son:

e) **Requisitos de accesorios**

<b>REQUISITO</b>	<b>NORMA APLICABLE</b>
Dimensiones de accesorios	....
Diámetro externo, espesor nominal de paredes	INEN 499, ISO 3126
Resistencia a la presión interna	INEN 503, ISO 1167
Resistencia al impacto	INEN 504, ISO 3127
Reversión longitudinal	INEN 506
Longitud de acoplamiento	INEN 1331, ISO 2048
Temperatura de ablandamiento (Vicat)	INEN 1367
Ensayo de aplastamiento	ISO 9853

f) **Medición y forma de pago**

Los accesorios de PVC de presión serán cuantificados en unidades según su tipo, diámetro y presiones de trabajo, y su pago se efectuará una vez que se encuentre debidamente instalado y probado en obra a entera satisfacción de la Fiscalización

Conceptos de trabajo

Los trabajos que efectúe el Contratista, le serán estimados y liquidados según el siguiente concepto de trabajo:

<b>CODIGO</b>	<b>RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>
551005	Unión de Reparación Pvc d=200mm, U/E 1 MPA	u
551074	Codo PVC D=200 mm, U/E 1 MPA	u

551008	Codo PVC D=160 mm, U/E 1 MPA	u
551075	Adaptador AC/PVC d=200mm	u
551001	Adaptador AC/PVC d=160mm	u
530158	Tee HF d=200 mm, sello de bronce	u
552014	Válvula HF d=200mm, sello de bronce	u

#### 4.1.6.22 Instalación de accesorios de pvc

##### *a) Definición*

Se entenderá por instalación de accesorios PVC para tuberías de agua potable, el conjunto de operaciones que deberá realizar el Constructor para colocar, según se indique en el proyecto, los accesorios que forman parte de los diferentes elementos que constituyen la obra.

##### *b) Especificaciones*

Las uniones, tramos cortos y demás accesorios (codos, tees, tapones, reducciones, etc.) serán manejados cuidadosamente por el Constructor a fin de que no se deterioren. Previamente a su instalación Fiscalización inspeccionará cada unidad para verificar que no hayan sufrido daños durante su transporte al sitio de montaje. Las piezas defectuosas serán retiradas de la obra y no podrán emplearse en ningún lugar de la misma, debiendo ser reemplazadas a costo del Constructor.

Antes de su instalación, los accesorios deberán estar libres de tierra, exceso de pintura, aceite, polvo o cualquier otro material que se encuentre en su interior o en las uniones.

Simultáneamente al tendido de un tramo de tubería se instalarán los nudos de dicho tramo, colocándose tapones ciegos provisionales en los extremos libres. Los nudos estarán formados por las cruces, codos, reducciones y demás piezas especiales que señale el proyecto.

Junto con las tuberías ya instaladas, todas las piezas especiales se sujetarán a pruebas hidrostáticas según lo indicado para el caso de las tuberías.

Se deberá apoyar independiente de las tuberías los accesorios al momento de su instalación para lo cual se apoyará o anclará éstos de manera adecuada y de conformidad a lo indicado en el proyecto y/o las órdenes de Fiscalización.

***c) Medición y forma de pago.***

Los costos ocasionados por la realización de las pruebas de instalación, estarán incluidos en los costos indirectos.

***d) Ensayo y pruebas***

Para realizar los ensayos y pruebas, el contratante determinará en forma expresa las que considere necesarias para controlar la calidad de materiales y de la obra ejecutada, que servirá como elemento de juicio la posibilidad de realizar ensayos y pruebas en el ámbito provincial, considerando la materia y funcionalidad de cada proyecto.

Las normas para el control de calidad de la obra, serán las especificaciones de la ASTM, partes 9 y 10 y los STANDARES del ACI, partes I, II y III.

El costo de ensayos y pruebas que se fijen en cada proyecto cancelará el Constructor valores incluidos en los costos indirectos del proyecto sin que el Constructor alegue derecho a reclamar pagos adicionales.

Los ensayos y pruebas realizarán el contratante por medio de la fiscalización en presencia del contratista en los laboratorios o locales aprobados por el contratante.

Los sitios o elementos para ensayos y pruebas de campo establecerán el Contratante, con notificación al constructor.

**e) Pruebas de *funcionamiento***

En la ejecución de obras o mantenimiento se establecerán como válidas y definitivas las pruebas de funcionamiento que pueden ser ejecutadas en forma provisional y en forma integral en un sistema.

**f) Pruebas en conducciones**

Para los ensayos y pruebas de funcionalidad de conducciones, se realizarán cuando se compruebe que el constructor ha cumplido con la instalación de los accesorios en el tramo como: válvulas de control, de aire, purgas y otros elementos del diseño, y que los anclajes y atraques tengan la resistencia especificada.

El establecimiento de tramos, para realizar los ensayos de funcionamiento, se fijará de acuerdo con el diámetro instalado y las condiciones topográficas.

La principal prueba de funcionamiento será la de presión, para lo cual se establecerá una carga en el tramo, igual a la que establece la norma respectiva. La condición de prueba en esta condición, no sobrepasará la presión establecida.

La revisión de la ubicación de las válvulas de aire se ajustará a las condiciones topográficas reales de implantación, a partir de la ubicación en los planos, siendo por lo tanto ésta última referencial.

La longitud del tramo a probarse, se establecerá en función del diámetro, y generalmente se recomienda que para diámetros superiores a 160 mm o más, la longitud del tramo podrá estar en el rango de los 500 m a los 1000 m de instalación, y para esto se tendrá en cuenta las facilidades técnicas establecidas para la prueba, como ingreso del tanquero, transporte de bombas, posibilidades de anclaje provisional de tapones, etc.

Los tramos de salida de captaciones, desarenadores, tanques de reserva, etc., y que están sujetos a condiciones de trabajo de baja presión, hasta una carga de 0.40 Mpa., no será necesario realizar pruebas de presión.

Las pruebas de presión se realizarán, con las uniones vistas de los tubos, comprobándose estanqueidad de las uniones.

En diámetros menores, esto es inferior a 160 mm, la longitud de los tramos a probarse podrá ser mayor a los anteriores y será preferible que la prueba de presión se la realice entre unidades del sistema. Ante la imposibilidad de acceso vehicular, las pruebas de funcionamiento serán con las cargas de trabajo del proyecto.

Durante y posterior a la prueba se verificará que las válvulas y accesorios permanezcan secos hasta la entrega recepción-definitiva.

Para verificar la impermeabilización de los tanques de hormigón, sean de planta, reserva, carga, etc. se los llenara y dejará con el nivel de agua en su máximo nivel por el tiempo de tres días señalándose las exudaciones en las paredes, y en las que se produzcan flujo, chorros, para que se reparen.

Se verificará los flujos en los drenes y se medirá la cantidad de agua durante los tres días de prueba, de mantenerse o ser progresivas, se procederá al vaciado y se procederá al

arreglo de la base. Este proceso será repetido cuantas veces fuere necesario hasta que la impermeabilización cumpla su objetivo.

Las pruebas de funcionamiento en las obras hidráulicas, se realizarán, ingresando el máximo caudal de diseño y comprobando velocidades de flujos y derrames que se produzcan.

En las tuberías que trabajen a presión, se verificará la continuidad de flujo y si en las partes visibles del sistema se detecta la presencia de aire, en caso de discontinuidad del flujo o presencia de exceso de aire, se verificará tramo a tramo el funcionamiento y la ubicación de válvulas de aire. La reubicación de accesorios o válvulas estarán a cargo del constructor y que no tendrá derecho a pago adicional por este concepto. Solo en el caso de suministro e instalación adicionales y por petición emitida por el fiscalizador, se elaborarán planillas con los mismos precios unitarios del contrato.

Si por acciones de operación y mantenimiento, se producen daños en los elementos del proyecto y que no obedezcan a vicios ocultos o de mala fe, serán reparados por el Constructor a sus costos, aún si la operación la realiza el contratante, hasta la entrega-recepción definitiva.

Los sitios en los que se construyeron las obras y que comenzaran a funcionar para proceder a la entrega recepción provisional, estarán en todos sus ambientes y en el entorno completamente limpias y adecuadas, libres de residuos de construcción y restos de maderas de cofres.

Los sistemas y puntos de iluminación serán verificados uno a uno, al igual que los puntos de energía, andenes y veredas libres de obstáculos o manchas de pintura.

El período crítico en la vida de una tubería, es el llenado inicial y la comprobación; y, las condiciones de prueba en las que se atrapa o se expulsa aire del conducto, se generan circunstancias de extremo peligro en los componentes de un sistema.

Para el llenado de un sistema, en el periodo de prueba se tomarán las velocidades y caudales de ingreso al sistema.

Para obtener resultados satisfactorios en las pruebas, se observará la siguiente tabla que en función del diámetro establece el caudal de ingreso.

<b>Diámetro Nominal</b>	<b>Caudal (lt/sg)</b>
100	2.5
300	21.0
400	37.5

El caudal corresponde a una velocidad promedio de llenado de 0.3 m/seg que no debe ser superior a 0.6 m/seg., y la bomba que se utilizará en la prueba, se dimensionará para esta velocidad.

El sistema será llenado 24 horas antes de las pruebas y el aire purgado antes del chequeo de fugas o pruebas de presión. De necesitarse gran cantidad de agua para incrementar la presión, las pruebas se suspenderán hasta identificar y corregir el problema.

En el proceso de las pruebas de presión hidrostáticas, se comprobará que el aire atrapado sea eliminado, y se consigue:

Llenando la tubería a un nivel de presión determinada, y empleando la bomba se procederá a elevar la presión hasta el nivel especificado, si se necesita gran cantidad de agua y los

manómetros utilizados, en una pausa produjeran descensos significativos, obedecerá a la rotura de la tubería o a la presencia de aire atrapado en la tubería.

Para llenar las tuberías se recomienda que se cumpla los siguientes pasos:

- No llenar la tubería a velocidades más altas que las recomendadas
- No dejar escapar el aire a velocidades mayores que las establecidas

No continuar incrementando la presión durante una prueba, si se necesita gran cantidad de agua para conseguirlo.

#### 4.1.6.23 Limpieza y desinfección de tuberías

##### a) Definición

Comprende el conjunto de procesos tendientes a remover partículas que durante la instalación han quedado dentro de los ductos y que mediante lavado deben ser removidas, para posteriormente proceder desinfectarlos mediante soluciones adecuadas y por último proceder a probarlos a las presiones indicadas en estas especificaciones.

##### b) Especificaciones

- **Limpieza:** Esta se realizará mediante lavado a presión. Si no hay hidrantes instalados o válvulas de desagüe, se procederá a instalar tomas de derivación con diámetros adecuados, capaces de que la salida del agua se produzca con una velocidad mínima de 0.75 m/seg. Para evitar en lo posible dificultades en la fase de lavado se deberán tomar en cuenta las precauciones que se indican en las especificaciones pertinentes a instalación de tuberías y accesorios.
- **Desinfección:** La desinfección se hará mediante cloro, gas o soluciones de hipoclorito de calcio o sodio al 70%.

Las soluciones serán aplicadas para obtener soluciones finales de 50 p.p.m. y el tiempo mínimo de contacto será de 24 horas.

La desinfección de tuberías se hará con solución que se introducirá con una concentración del 3% lo que equivale a diluir 4,25 kg de hipoclorito de calcio al 70% en 100 litros de agua. Un litro de esta solución es capaz de desinfectar 600 litros de agua, teniendo una concentración de 50 p.p.m. Se deberá por tanto calcular el volumen de agua que contiene el tramo o circuito a probarse, para en esta forma determinar la cantidad de solución a prepararse.

Una vez aplicada la solución anteriormente indicada se comprobará en la parte más extrema al punto de aplicación de la solución, de cloro residual de 10 p.p.m. En caso de que el cloro residual sea menor que el indicado, se deberá repetir este proceso hasta obtener resultados satisfactorios.

#### **c) Medición y forma de pago**

Toda serie de trabajos y proceso ejecutados en limpieza y desinfección de sistemas de distribución, conducciones no tienen derecho de cobro diferenciado y se pagarán dentro de los rubros de suministro e instalación de tuberías.

#### **4.1.6.24 Caja de válvulas**

Las cajas de válvulas varían en sus dimensiones.

Las cajas serán construidas con paredes y cubierta de hormigón armado y el piso es de ripio para evacuar el agua que pueda ingresar a la cámara.

La construcción de estas estructuras de protección de las válvulas servirá para facilitar sus labores de operación y mantenimiento.

La estructura está compuesta por:

- La cámara en donde se aloja la / las válvulas, tendrá las dimensiones especificadas en los planos, según el caso.

Las paredes de la cámara pueden ser fundiciones de hormigón en sitio, o se utilizarán anillos prefabricados en el caso de las válvulas de aire.

- No será necesario enlucir las cámaras.
- El piso de las cámaras será permeable, tendrá 0.1m de grava.

El fondo de la cámara, estará al nivel del plano de asentamiento de la válvula y será a este nivel que se llene con ripio o grava, no se construirá pisos de hormigón, sino únicamente el material granular para permitir infiltraciones que impedirán el anegamiento por lluvia de la cámara, para el anillo se construirá un cimiento de H.C.

Para iniciar la construcción de la cámara, se replanteara respecto al eje del vástago de tal forma que al terminar la caja de válvula de la tapa, coincida con el vástago.

***a) Medición y forma de pago***

La forma de pago será utilizando los rubros de encofrado, hormigón, hierro y tapa existentes en el contrato, por las cantidades efectivamente realizadas en obra y aprobadas por la fiscalización.

Queda indicado que los materiales que conformen la caja de válvulas serán de probada calidad y para su instalación debe contarse primero con la aprobación de la fiscalización.

## 4.2 Presupuesto de la obra de captación y conducción.

### CONSTRUCCION DE CAPTACION Y CONDUCCION

Oferente: SN

Ubicación: LA TRONCAL

Fecha: 25/01/2016

PRESUPUESTO						
Item	Codig o	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unita rio	P.Total
1		OBRAS PRELIMINARES				26,583.48
1,001	501022	Desbroce y limpieza del terreno	m2	1,500.00	0.76	1,140.00
1,002	501067	Desalojo de matorrales (carga/transp/volteo)	ha	0.15	1,276.56	191.48
1,003	503002	Replanteo y nivelación de la línea de conducción	ml	4,000.00	6.23	24,920.00
1,004	503004	Replanteo de estructuras hidráulicas	m2	400	0.83	332.00
2		CAPTACION DE AGUA				
2,001		MURO DE CONTENCIÓN Y GAVIONES				358,633.98
2,001,001	557122	Gavión triple torsión .galvanizado (inc. piedra)	m3	480	80.51	38,644.80
2,001,002	502035	Excavación mecánica en suelo conglomerado, 0<H<2 m	m3	630	4.24	2,671.20
2,001,003	502034	Desalojo de material (cargado a mano y desalojo a máquina, 8 km)	m3	750	7.19	5,392.50
2,001,004	510059	Encofrado recto	m2	979.6	12.01	11,765.00
2,001,005	507004	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm², en varillas corrugadas	kg	22,634.00	1.76	39,835.84
2,001,006	505150	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2	m3	1,896.00	135.84	257,552.64
2,001,007	512021	Enlucido recto manual con mortero cemento:cementina:arena, 1:1:6, e=2.0 cm, superficies masivas	m2	360	7.7	2,772.00
2,002		AZUD TIPO CREAGER Y COLCHON DE PROTECCION DEL CAUCE				96,022.25
2,002,001	502035	Excavación mecánica en suelo conglomerado, 0<H<2 m	m3	939.6	4.24	3,983.90
2,002,002	502036	Excavación mecánica en suelo conglomerado, 2<H<4 m	m3	406	4.97	2,017.82
2,002,003	502034	Desalojo de material (cargado a mano y desalojo a máquina, 8 km)	m3	1,420.00	5.03	7,142.60
2,002,004	501008	Abatimiento del nivel freático por bombeo	hora	352	7.22	2,541.44
2,002,005	510034	Encofrado de losas planas. Desencofrado a los 20 días. 1 usos por mes	m2	246	13.28	3,266.88
2,002,006	507002	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2; en varillas de 8 a 16mm	kg	7,652.00	1.86	14,232.72
2,002,007	506034	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2	m3	347.42	135.84	47,193.53
2,002,008	505019	Hormigón ciclópeo (60% H.S. y 40% piedra) f'c = 180 kg/cm2	m3	159	90.25	14,349.75
2,002,009	512021	Enlucido recto manual con mortero cemento:cementina:arena, 1:1:6, e=2.0 cm, superficies masivas	m2	168	7.7	1,293.60
2,003		REJA DE ENTRADA				72.672
2,003,001	510028	Encofrado de laterales, H=20 cm con triplex	ml	2.4	6.7	16.08
2,003,002	507004	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm², en varillas corrugadas	kg	9	1.76	15.84
2,003,003	557154	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2	m3	0.3	135.84	40.752
2,004		DESRIPIADOR Y CANAL DE LIMPIEZA				12,463.17
2,004,001	510054	Encofrado recto	m2	240	12.01	2,882.40
2,004,002	507002	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2; en varillas de 8 a 16mm	kg	1,997.00	1.86	3,714.42
2,004,003	557154	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2	m3	22.84	135.84	3,102.59
2,004,004	512018	Enlucido recto manual con mortero 1:5, e=2.0 cm, superficies masivas	m2	240	7.52	1,804.80
2,004,005	557163	Compuerta Metálica con tornillo sin fin (incluye rieles, accesorios, instal.)	m2	4	239.74	958.96

2,005		CAMARA DE ALMACENAMIENTO					405.903
2,005,00 1	510054	Encofrado recto	m2	12.7	12.01		152.527
2,005,00 2	557154	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2	m3	0.9	135.84		122.256
2,005,00 3	512004	Enlucido recto manual con mortero 1:3, e=2.0 cm, superficies pequeñas	m2	11	11.92		131.12
2,006		CAJA DE VALVULAS					1331.791 2
2,006,00 1	510054	Encofrado recto general con tableros triplex	m2	11.76	13.3		156.408
2,006,00 2	557154	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2	m3	0.6	135.84		81.504
2,006,00 3	512004	Enlucido recto manual con mortero 1:3, e=2.0 cm, superficies pequeñas	m2	11.76	11.92		140.1792
2,006,00 4	551005	Unión de reparación PVC d = 200 mm, U/E 1 MPA	u	2	58.75		117.5
2,006,00 5	552014	Válvula HF d = 200 mm, sello de bronce sin anclajes	u	2	341.41		682.82
2,006,00 6	551074	Codo PVC d = 200 mm, U/E 1 MPA	u	2	42.18		84.36
2,006,00 7	551075	Adaptador AC/PVC D=200 mm	u	2	34.51		69.02
2,007		ESCALA DE PECES					1,000.38
2,007,00 1	510054	Encofrado recto	m2	27.36	12.01		328.5936
2,007,00 2	507002	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2; en varillas de 8 a 16mm	kg	82	1.86		152.52
2,007,00 3	557154	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2	m3	2.04	135.84		277.1136
2,007,00 4	512002	Enlucido recto manual con mortero 1:3, e=1.5 cm, superficies medianas	m2	27.3	8.87		242.151
3		DESARENADOR					6182.493 6
3,001	510054	Encofrado recto	m2	107	12.01		1285.07
3,002	507002	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2; en varillas de 8 a 16mm	kg	1,353.00	1.86		2516.58
3,003	557154	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2	m3	10.54	135.84		1431.753 6
3,004	512002	Enlucido recto manual con mortero 1:3, e=1.5 cm, superficies medianas	m2	107	8.87		949.09
4		CONDUCCION					150,900.0 5
4,001	502035	Excavación mecánica en suelo conglomerado, 0<H<2 m	m3	1,235.00	4.24		5,236.40
4,002	502009	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	1,235.00	2.82		3,482.70
4,003	502006	Excavación manual en suelo conglomerado, 0<H<2 m	m3	137	17.78		2,435.86
4,004	502003	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	137	10.88		1,490.56
4,005	502013	Cargado de volquetas a máquina	m3	1,817.00	1.39		2,525.63
4,006	502064	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	1,817.00	1.9		3,452.30
4,007	502015	Relleno compactado con plancha, material de sitio	m3	1,817.00	7		12,719.00
4,008	551021	Tubería PVC d = 200 mm, U/E 1 MPA	ml	3,160.00	32		101,120.0 0
4,009	551020	Tubería PVC d = 160 mm, U/E 1 MPA	ml	760	24.26		18,437.60
5		TANQUE ROMPE PRESIONES					3,814.23
5,001	502035	Excavación mecánica en suelo conglomerado, 0<H<2 m	m3	20	4.24		84.8
5,002	502064	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	24	2.28		54.72
5,003	510054	Encofrado recto	m2	58	12.01		696.58
5,004	507002	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2; en varillas de 8 a 16mm	kg	405.38	1.86		754.0068
5,005	557154	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2	m3	3.6	135.84		489.024
5,006	512014	Enlucido recto manual con mortero 1:5, e=1.5 cm, superficies medianas	m2	58	8.33		483.14
5,007	551075	Adaptador AC/PVC D=200 mm	u	2	34.51		69.02
5,008	551001	Adaptador AC/PVC D=160 mm	u	1	34.51		34.51
5,009	551005	Unión de reparación PVC d = 200 mm, U/E 1 MPA	u	2	58.75		117.5

5,010	551006	Unión de reparación PVC d = 160 mm, U/E 1 MPA	u	1	35.93	35.93
5,011	551074	Codo PVC d = 200 mm, U/E 1 MPA	u	2	42.18	84.36
5,012	551008	Codo PVC d = 160 mm, U/E 1 MPA	u	3	42.18	126.54
5,013	530158	Tee HF d = 200 mm, U/E 1 MPA	u	1	101.28	101.28
5,014	552005	Válvula HF d = 160 mm, sello de bronce sin anclajes	u	1	341.41	341.41
5,015	552014	Válvula HF d = 200 mm, sello de bronce sin anclajes	u	1	341.41	341.41
6		VALVULA DE PURGA				5,900.20
6,001	502003	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	23	14.81	340.63
6,002	502034	Desalojo de material (cargado a mano y desalojo a máquina, 8 km)	m3	27.68	5.03	139.2304
6,003	510054	Encofrado recto	m2	40	12.01	480.4
6,004	557161	Hormigón Simple 180 kg/cm2	m3	11.6	146.21	1696.036
6,005	551075	Adaptador AC/PVC D=200 mm	u	8	34.51	276.08
6,006	551005	Unión de reparación PVC d = 200 mm, U/E 1 MPA	u	12	58.75	705
6,007	530158	Tee HF d = 200 mm, U/E 1 MPA	u	4	101.28	405.12
6,008	552014	Válvula HF d = 200 mm, sello de bronce sin anclajes	u	4	341.41	1365.64
6,009	502116	Grava en zanja de infiltración	m3	1.4	15.76	22.064
6,010	528012	Tapa de HF 1x1 m	u	4	117.5	470
7		VALVULA DE AIRE				2,999.04
7,001	502003	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	7.2	14.81	106.632
7,002	502034	Desalojo de material (cargado a mano y desalojo a máquina, 8 km)	m3	6	5.03	30.18
7,003	510054	Encofrado recto	m2	28.5	12.01	342.285
7,004	557161	Hormigón Simple 180 kg/cm2	m3	6	146.21	877.26
7,005	557107	Válvula de Aire	u	3	430.06	1290.18
7,006	528012	Tapa de HF 1x1 m	u	3	117.5	352.5
<b>SUBTOTAL</b>						666,309.63
<b>IVA</b>						12% 79,957.16
<b>TOTAL</b>						746,266.78

Son:

SETECIENTOS CUARENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS SESENTA Y SEIS CON 78/100 DÓLARES

## **CAPÍTULO V**

### **5. FICHA AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.**

#### **5.1 Información del proyecto**

##### **5.1.1 Proyecto, obra o actividad.**

Estudio y Diseño de la Captación en el Rio Tigsay y Conducción de Agua hacia la Planta de Tratamiento del Sistema de Agua Potable Regional Tigsay para las comunidades de Tuttifruiti, Asociación Agrícola 04 de Julio, San José y Zhucay.

##### **5.1.2 Actividad económica.**

Construcción y Operación del sistema de Agua Potable Regional Tigsay “Captación y Conducción”.

##### **5.1.3 Resumen del proyecto, obra o actividad.**

El proyecto regional partirá con una captación de agua en el Rio Tigsay siendo esta conducida hacia la Planta de Tratamiento que se emplazara en el la localidad de Zhucay en su punto más alto para de esta manera garantizar la presión en la red de distribución que se llevara a cabo para cada una de los otros sectores en estudio.

## 5.2 Datos generales.

TABLA N°41. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

SISTEMA DE COORDENADAS		UTM WGS-84 Zona 17 Sur			
PUNTO	NORTE	ESTE	AREA DE CAPTACION		Cuadro de coordenadas del polígono del área de captación y de la línea de conducción
1	9722536,2	689153,9			
2	9722493,9	689229,3			
3	9722459,7	689305,6			
4	9722464,4	689337,8			
5	9722446,7	689351,7			
6	9722258,1	689358,3			
7	9722257,4	689323,9			
8	9722382,3	689258,3			
9	9722417,9	689190,2			
ESTADO DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD:	Construcción: x	Operación: x	Cierre:	Abandono:	

<b>DIRECCIÓN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD:</b>	Parroquia: San Antonio	Cantón: Troncal	La Provincia: Cañar	TIPO ZONA: Rural
<b>AREA DEL PROYECTO:</b>	Área del Proyecto (ha): 19ha	Área de Implantación (ha): 0.4955		
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA:</b>	Tipo de terreno: Irregular			
	Consumo esperado de agua potable: n/a			
	Consumo esperado de energía eléctrica: n/a			
	Telefonía: Si (convencional y celular)			
	Acceso vehicular: Si, Vías Secundarias			
	Facilidades de transporte: transporte interprovincial, intercantonal.			
	Tipo de vía: Asfalto, Lastre.			
<b>SITUACIÓN DEL PREDIO:</b>	Terreno de propiedad privada “ Captación - Conducción” Vía Municipal “Conducción”			

Elaboración: Propia

### 5.3 Marco legal referencial

TABLA N°42. LEGISLACION APLICABLE

<b>CUERPO LEGAL APLICABLE</b>	<b>PUBLICACIÓ N/ VIGENCIA</b>	<b>EXTRACTO /RESUMEN</b>
Constitución de la República del Ecuador	R.O. 449/ 20-10-2008	TITULO II: DERECHOS  Capítulo II: Derechos del buen vivir  Capitulo VII: Derechos de la Naturaleza  TÍTULO IV PARTICIPACIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL PODER  Capítulo I: Participación en democracia  TÍTULO VII RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR  Capítulo II: Biodiversidad y recursos naturales
Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULSMA)	Dec. Ejec. Nº: 3516/ 31-03-2003.	Libro VI y sus anexos, que norma la Calidad Ambiental
Ley de Gestión Ambiental (Codificación)	R.O. suplemento No. 418/ 09-2004.	TÍTULO I: ÁMBITO Y PRINCIPIOS DE LA LEY: art. 1, 2, 6.  TÍTULO II: DEL RÉGIMEN INSTITUCIONAL: art. 8  TÍTULO III: INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL: art. 19, 23, 24.
Ley de Recursos Hídricos.	-	Art 37.- Servicios Públicos Básicos.  Art 57.- Definición. El derecho humano al Agua es el derecho de todas las personas a disponer de agua limpia, suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el

		uso personal y doméstico en cantidad, calidad, continuidad y cobertura.
Acuerdo Ministerial 134	R.O. Suplemento No. 812 10-2012	INVENTARIO DE RECURSOS FORESTALES
Reforma al Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente, libro VI, título I del Sistema Único De Manejo Ambiental (Suma)	R.O 68/ 31-07-2013	CAPÍTULO V: DE LA CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL NACIONAL, art. 39  CAPÍTULO VI: DE LAS FICHAS Y ESTUDIOS AMBIENTALES, art. 44, 45, 46.  CAPÍTULO VII: DE LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA, art. 62- 63.
Instructivo al reglamento de Aplicación de los mecanismos de Participación Social, establecido en el Decreto ejecutivo No. 1040	RO. 36/ 15-07-13	DEFINICIÓN Y AMBITO DE APLICACIÓN DEL PROCESO DE PARTICIPACION SOCIAL PPS, arts. 4,31  PROCESO DE PARTICIPACIÓN SOCIAL PARA PROYECTO CATEGORIA II, art. 31-32.
Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores	R.O 137/ 9-08-2000	Se establecen los lineamientos para el adecuado ambiente laboral: instalaciones, uso y mantenimiento de aparatos, máquinas y herramientas, manipulación y transporte de

y del Medio Ambiente de trabajo		equipos y los medios de protección colectiva para asegurar el desarrollo de las actividades con seguridad.
Texto sustitutivo al Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas	R.O No. 249 / 01-2008	Se detallan las obligaciones que tienen los empleadores con los trabajadores y las obligaciones y derechos de los trabajadores.
Normas INEN	-	<p>Norma Técnica Ecuatoriana 439: Colores, Señales y Símbolos de Seguridad</p> <p>Norma Técnica Ecuatoriana 2226:2010: Transporte, Almacenamiento y Manejo de materiales peligrosos</p> <p>Norma Técnica Ecuatoriana 0731:2009 sobre Extintores Portátiles y Estacionarios contra Incendios, Definiciones y Clasificación.</p> <p>Norma Técnica Ecuatoriana 2288:2000 sobre etiquetado de precaución de productos químicos peligrosos</p>

Elaboración: Propia

## 5.4 Descripción del proyecto

- **Actividades del proceso.**

**TABLA N°43. CUADRO DE ACTIVIDADES**

<b>FASE</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCION</b>
Construcción	Topografía	Replanteo y nivelación de los diferentes componentes de la obra de captación y conducción.
Construcción	Construcción de obra civil (bodega, taller, garita, servicios higiénicos)	El contratista deberá buscar un sitio ya construido (vivienda, bodega) para que el personal pueda dejar sus pertenencias, así como realizar sus necesidades biológicas.
Construcción	Limpieza y desbroce del área de implantación.	Se realizara previamente a cualquier actividad una limpieza y desbroce, únicamente de la vegetación arbustiva que intercepte con la obra de captación y conducción, se permitirá el uso de machete como herramienta principal.
Construcción	Encauzamiento del Rio y abatimiento del nivel freático.	Sera necesario encauzar aquella parte del Rio en la que se efectuaran los trabajos y realizar continuamente el abatimiento del nivel freático mediante el uso de bombas y estructuras metálicas lo suficientemente fuertes para resistir el impacto del material arrastrado por el Rio y evitar el ingreso de Agua a los trabajos realizados.
Construcción	Excavación y adecuación del terreno.	La excavación se realizara con una retroexcavadora en los sectores que se pueda acceder con la maquinaria sin afectar colectores y accesorios de agua potable existentes y a mano en los lugares de difícil acceso y conglomerada vegetación. Se entibara en profundidades mayores a 2 m de altura.
Construcción	Limpieza y remoción de escombros o restos de materiales de construcción.	Se tendrá que humedecer el área de construcción para evitar la re suspensión del material particulado. El control de polvo se lo hará mediante aplicación de agua por aspersión, en forma manual, por lo menos dos veces al día.
Construcción	Colocación de tuberías y otras instalaciones.	Se colocara las tuberías observando el cumplimiento de las cotas y las condiciones hidráulicas previamente a su colocación.
Construcción	Relleno de Zanjas y consolidación del suelo	El relleno será de tipo compactado y la densidad de compactación no será menor a 95 % según ensayo AASHTO T180 D (modificado). Se realizara una vez que cuente con todas las instalaciones de la línea de conducción.

Operación y mantenimiento.	Limpieza de los componentes de la captación (Reja de entrada, desripiador, cajón de llegada, desarenador, tanque rompe presiones).	Para tal efecto se cerraran las válvulas de control colocadas en el ingreso de cada componente, con el uso de detergente y cepillo plástico se realizara la limpieza de estas estructuras.
----------------------------	--	--

Elaboración: Propia

## 5.5 Descripción del área de implementación.

### 5.5.1 Área de implantación física.

- **Clima**

Se puede diferenciar tres tipos de clima para la zona de captación y conducción, un clima Ecuatorial de Alta montaña, un clima Ecuatorial Mesotermico semi-humedo y Tropical Megatermico Humedo para las zonas alta media y baja respectivamente.

- **Geología**

Básicamente la geología de la cuenca del Rio Tigsay en su parte superior está constituida por Rocas Volcánicas, sedimentarias y metamórficas. En su parte central conformada por materiales volcánicos, rocas metamórficas graníticas y en su zona más baja abundan los sedimentos cuaternarios.

- **Hidrología**

En la zona de estudio la principal fuente hídrica es el río Cañar.

- **Uso de suelos**

El uso de suelo existente dentro del área de implantación es: vegetación arbustiva, arboricultura tropical, principalmente plantaciones de cacao en la parroquia San Antonio.

### 5.5.2 Área de implantación biótica.

La zona de estudio según el Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental (MAE 2013) corresponde al (BePn01) Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Occidental de los Andes.

El área de estudio se encuentra en el Piso Zoogeográfico Tropical Suroccidental del Ecuador (Albuja, 2012), llegando aproximadamente hasta los 1000 msnm, caracterizado por topografía montañosa que dan inicio a importantes drenajes que ayudan a componer el clima local.

- **Flora**

Las especies predominantes son: Plátano (*Musa x paradisiaca*), Orito (*Musa acuminata*), Guayaba (*Psidium guajava*), limón (*Citrus limonea*), Naranja (*Citrus sinensis*), papaya (*Carica papaya*), Gramalote (*Panicum máximum*), y Mequeron (*Paspalum sp*).

- **Fauna**

Las especies existentes dentro del área de estudio se presentan a continuación:

- **Mamíferos**

**TABLA N°44. LISTADO DE MAMÍFEROS EXISTENTES DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO**

N°	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre local
1	Artiodactyla	Tayassuidae	Pecari tajacu	Sahino
2	Carnivora	Felidae	Leopardus pardalis	Tigrillo
3		Mustelidae	Potos flavus	Cusumbo
4			Procyon cancrivorus	Tejón
5	Chiroptera	Phyllostomidae	Artibeus jamaicensis	Murciélago frutero
6			Artibeus lituratus	Murciélago frutero
7			Carollia castanea	Murciélago frutero
8	Cingulata	Dasypodidae	Dasypus novemcinctus	Armadillo de nueve bandas
9	Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis marsupialis	Zorra grande
10			Marmosa robinsoni	Zorra chica
11		Cuniculidae	Cuniculus paca	Guanta
12		Dasyproctidae	Dasyprocta punctata	Guatusa
13		Sciuridae	Microsciurus mimulus	Ardilla chica
14			Sciurus granatensis	Ardilla grande

**Elaboración y fuente:** GAS NATURAL FENOSA - ASTEC CIA. LTDA

- Aves

**TABLA N°45. LISTADO DE AVES EXISTENTES DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO**

N°	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre local
1	Apodiformes	Apodidae	Streptoprocne zonaris	Vencejo
2			Coeligena wilsoni	Inca pardo
3			Demophila julie	Colibrí ventrivoleta
4			Heliodoxa jacula	Brillante
5			Phaethornis yaruqui	Ermitaño bigotiblenco
6	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Nyctidromus albicollis	Chotacabra
7		Cathartidae	Coragyps atratus	Gallinazo
8	Coraciiformes	Momotidae	Baryphthengus martii	Momoto rufo
9	Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga ani	Garrapatero
10	Falconiformes	Accipitridae	Accipiter superciliosus	Azor chico
11			Buteo magnirostris	Gavilán caminero
12			Elanoides forficatus	Tijereta
13	Galliformes	Odontophoridae	Odontophorus erythrops	Corcovado
14	Passeriformes	Cardinalidae	Saltator atripennis	Saltador alinegro
15		Dendrocolaptidae	Campylorhamphus pusillus	Pico guadaña
16		Pipridae	Manacus manacus	Saltarin barbiblanco
17			Schiffornis turdinus	Cihiformis
18		Thraupidae	Coereba flaveola	Mielero flavo
19			Chlorophanes spiza	Mielero verde
20		Tyranidae	Lophotriccus pileatus	Cinerillo

21			Myiodynastes maculatus	Mosquero rayado
22			Platyrinchus mystaceus	Picochato
23			Tyrannus melancholicus	Tirano tropical
24	Piciformes	Picidae	Veniliornes kirkii	Carpintero lomirojo
25		Ramphastidae	Pteroglossus erythropygius	Tucan
26	Psittaciformes	Psittacidae	Brotogeris pyrrhopterus	Perico
27			Pionus menstruus	Loro cabecazuul

Elaboración y fuente: GAS NATURAL FENOSA - ASTEC CIA. LTDA

- **Herpetofauna**

**TABLA N°46. ESPECIES DE HERPETOFAUNA ENCONTRADA**

N°	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
1	Anura	Bufo	Rhinella marinus	Sapo común
2		Strobomantidae	Pristimantis achatinus	Cutín
3		Dendrobatidae	Epipedobates anthonyi	Rana venenosa
4			Hyloxalus infraguttatus	Rana
5		Hylidae	Hypsiboas pellucens	Rana arborícola
6	Squamata	Gymnophthalmidae	Alopoglossus festae	Lagartija
7		Polychrotidae	Anolis lynchi	Lagartija
8		Teiidae	Ameiva septemlineata	Lagartija
9		Tropiduridae	Stenocercus iridescens	Lagartija
10		Colubridae	Clelia clelia	Chonta
11			Oxybelis aeneus	Bejuco
12		Elapidae	Micrurus sp.	Coral
13		Viperidae	Bothrops asper	Equis

Elaboración y fuente: GAS NATURAL FENOSA - ASTEC CIA. LTDA

## 5.6 Identificación de impactos ambientales.

Las actividades que podrían afectar el medio socio-ambiental en las etapas comprendidas en el proyecto se presentan a continuación:

**TABLA N°47. Identificación de impactos ambientales.**

<b>Etapas</b>	<b>Actividades</b>
<b>Construcción</b>	Topografía.
	Construcción de Bodegas temporales y adecuación de servicios Higiénicos.
	Desbroce y limpieza.
	Encauzamiento del Rio y abatimiento del nivel freático.
	Excavación y movimiento de tierras.
	Tendido de tubería
	Adquisición y transporte de materiales de construcción
	Desalojo de material
	Retiro de instalaciones temporales
	Recuperación de áreas afectadas
<b>Operación y Mantenimiento</b>	Funcionamiento de la red de agua potable
	Mantenimiento de red de agua potable

Elaboración: Propia

Los factores ambientales relacionados al proyecto y que podrían ser afectados son los siguientes:

TABLA N°48. *IMPACTOS GENERADOS.*

<b>FASE</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FACTOR</b>	<b>IMPACTOS</b>
Construcción	Topografía	AIRE	Ninguno
		SUELO	Ninguno
		ACÚSTICA	Ninguno
		PERCEPTUAL	Posible alteración al paisaje
		BIÓTICO	Afección por desbroce de vegetación arbustiva.
		SOCIO - ECONÓMICO	Ninguno
Construcción	Construcción de Bodegas temporales y adecuación de servicios Higiénicos.	AIRE	Emisión de material particulado
		SUELO	Ninguno
		ACÚSTICA	Generación de Ruido
		PERCEPTUAL	Ninguno
		BIÓTICO	Afección por desbroce de vegetación arbustiva.
		SOCIO - ECONÓMICO	Generación de empleo temporal.
Construcción	Limpieza y desbroce.	AIRE	Emisión de material particulado
		SUELO	Generación de residuos sólidos
		ACÚSTICA	Ninguno
		PERCEPTUAL	Alteración del paisaje.
		BIÓTICO	Posible afección al hábitat de ciertas especies.
		SOCIO - ECONÓMICO	Generación de empleo temporal.
Construcción	Encauzamiento del Río y abatimiento	AIRE	Emisión de gases del equipo mecánico y material particulado.

	del nivel freático.	SUELO	Ninguno
		ACÚSTICA	Generación de Ruido
		PERCEPTUAL	Ninguno
		BIÓTICO	Afección a especies acuáticas.
		SOCIO - ECONÓMICO	Generación de empleo temporal.
Construcción	Excavación y adecuación del terreno.	AIRE	Emisión de gases del equipo mecánico y material particulado.
		SUELO	Degradación de la calidad del suelo por disposición inadecuada de desechos
		ACÚSTICA	Generación de Ruido
		PERCEPTUAL	Alteración del paisaje.
		BIÓTICO	Afección a especies acuáticas y endémicas
		SOCIO - ECONÓMICO	Generación de empleo temporal.
Construcción	Limpieza y remoción de escombros o restos de materiales de construcción.	AIRE	Emisión de gases del equipo mecánico y material particulado.
		SUELO	Ninguno
		ACÚSTICA	Generación de Ruido
		PERCEPTUAL	Ninguno
		BIÓTICO	Ninguno
		SOCIO - ECONÓMICO	Generación de empleo temporal.
Construcción	Colocación de tuberías y otras instalaciones.	AIRE	Emisión de gases del equipo mecánico y material particulado.
		SUELO	Degradación de la calidad del suelo por disposición inadecuada de desechos

		ACÚSTICA	Generación de Ruido
		PERCEPTUAL	Alteración del paisaje.
		BIÓTICO	Afección a especies endémicas.
		SOCIO - ECONÓMICO	Generación de empleo temporal.
Construcción	Relleno de Zanjias y consolidación del suelo	AIRE	Emisión de gases del equipo mecánico y material particulado.
		SUELO	Ninguno
		ACÚSTICA	Generación de Ruido
		PERCEPTUAL	Ninguno
		BIÓTICO	Afección a especies endémicas.
		SOCIO - ECONÓMICO	Generación de empleo temporal.
		Operación y mantenimiento	Limpieza de los componentes de la captación (Reja de entrada, desripiador, cajón de llegada, desarenador, tanque rompe presiones).
SUELO	Ninguno		
ACÚSTICA	Ninguno		
PERCEPTUAL	Ninguno		
BIÓTICO	Ninguno		
SOCIO - ECONÓMICO	Generación de empleo temporal.		

Elaboración: Propia

## 5.7 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

### 5.7.1 Plan de Prevención y mitigación de impactos

**TABLA N°49.** Programa de prevención de la contaminación ambiental por ruido.

<b>PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR RUIDO</b>				<b>PPM - 01</b>
<b>OBJETIVOS:</b> Reducir la afección a las especies endémicas generada por el ruido.				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Captación y Conducción				
<b>FASE:</b> Construcción				
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PLAZO (MESES)</b>
<b>ACÚSTICO</b>	Migración de las especies endémicas por incremento de niveles de ruido y vibraciones ocasionados por la maquinaria empleada y a su vez molestias a la población que vive en los sitios aledaños a	El contratista deberá realizar mantenimientos mensuales a todo el equipo, vehículos y maquinaria pesada que sean empleados durante las actividades constructivas.  Se evitará utilizar el claxon o sirenas innecesariamente por parte de los operadores de la maquinaria.	Inspección de campo para verificar cumplimiento de medida propuesta.  Registro de mantenimiento.	Durante toda la etapa constructiva

	las obras civiles.	Las personas asociadas a la construcción de las obras, deben cumplir con todas las medidas de seguridad y el uso de protectores auditivos.		
--	--------------------	--	--	--

Elaboración: Propia

**TABLA N°50. Programa de prevención y control de la contaminación atmosférica**

<b>PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA</b>				<b>PPM - 02</b>
<b>OBJETIVOS:</b> Disminuir la contaminación de los cursos de agua por acción del material particulado.  Reducir las afecciones a la salud de los moradores y Obreros involucrados en el Sistema de Agua Potable Regional Tigsay.				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Captación y Conducción				
<b>Fase:</b> Construcción				
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PLAZO ( MESES)</b>
AIRE	Incomodidad de la población por la generación de polvo en la etapa de construcción.  Deterioro de la calidad del aire por generación de Material Particulado.	Las vías de acceso por la que se realizara la circulación de la maquinaria deberán permanentement e ser humedecidas con un tanquero que facilite la aspersión de agua por lo menos dos veces al día, de esta manera minimizar el levantamiento de material particulado.  Las volquetas serán llenadas	Inspección de campo  Registro fotográfico  Registro de humedecimiento mensual.	Durante toda la etapa constructiva

		<p>hasta un 80% de su capacidad de carga para de esta manera evitar el desbordamiento del material desalojado, deberán estar correctamente cubiertas mediante el uso de plástico o lonas que cubran el cajón en su totalidad.</p> <p>Las personas asociadas a la construcción de las obras, deben cumplir con todas las medidas de seguridad y el uso de protección respiratoria.</p> <p>La velocidad de los vehículos dentro del área del proyecto debe ser inferior a los 20 Km/h.</p>		
--	--	--	--	--

TABLA N°51. Programa de prevención de la erosión e inestabilidad del suelo.

<b>PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS</b>				<b>PPM - 03</b>
<b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE LA EROSIÓN E INESTABILIDAD DEL SUELO</b>				
<b>OBJETIVOS:</b> Reducir la contaminación del Rio Tigsay generada por la construcción de la obra de captación.				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Captación y Conducción				
<b>Fase:</b> Construcción				
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PLAZO ( MESES)</b>
<b>Agua</b>	Contaminación del Rio Tigsay con diferentes materiales empleados en la construcción de la obra de captación.	El área de trabajo en el rio Tigsay estará aislada del ingreso de Agua para evitar la contaminación de la misma con material empleado en la elaboración del concreto.  Se empleara el uso de una malla o red 10 metros aguas arriba de la obra de captación y 10 metros aguas debajo de la misma para evitar el ingreso de especies	Inspección de campo para verificar cumplimiento de medida y registro fotográfico.	Durante toda la etapa constructiva

		acuáticas al área de trabajo. Esta malla será colocada en todo el ancho del cauce del río Tigsay.		
--	--	---	--	--

Elaboración: Propia

TABLA N°52. Programa de prevención de la erosión e inestabilidad del suelo.

<b>PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS</b>				<b>PPM - 04</b>
<b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE LA EROSIÓN E INESTABILIDAD DEL SUELO</b>				
<b>OBJETIVOS:</b> Reducir el impacto generado a la estabilidad del suelo por efecto de las malas prácticas constructivas.				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Captación y Conducción				
<b>Fase:</b> Construcción				
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PLAZO ( MESES)</b>
<b>Suelo</b>	Afección a la estabilidad del terreno debido a las malas prácticas constructivas	No remover la cubierta vegetal o artificial de áreas donde no sea estrictamente indispensable hacerlo.  Cubrir el material removido con plástico para evitar el arrastre por el viento y la lluvia.	Inspección de campo para verificar cumplimiento de medida y registro fotográfico.	Durante toda la etapa constructiva

Elaboración: Propia

TABLA N°53. Programa de manejo de escombreras.

<b>PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS PROGRAMA DE MANEJO DE ESCOMBRERAS</b>				<b>PPM - 06</b>
<b>OBJETIVOS:</b> Realizar un manejo adecuado de los lugares destinados para escombreras.				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Captación y Conducción				
<b>Fase:</b> Construcción				
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PLAZO ( MESES)</b>
<b>Geomorfología Bienestar</b>	Afección a las características geomorfológicas de las áreas destinadas a escombreras debido a un manejo inadecuado.	Para la identificación de escombreras se deberá tener en cuenta las características físicas, topográficas y de drenaje del lugar. Las escombreras deberán contar con sistemas de drenaje adecuados, cunetas de coronación. Para garantizar la estabilidad de las áreas a intervenir se deberá realizar la colocación del material sobre estratos que puedan soportar su peso. No se permitirá realizar bote lateral sino únicamente en los lugares autorizados.	Registro fotográfico Permisos otorgados por la fiscalización. Convenios realizados con dueños de los predios afectados. Informe de Escombreras	Durante toda la etapa constructiva

Elaboración: Propia

## 5.7.2 Plan de manejo de desechos

TABLA N°54. Programa de manejo de residuos sólidos.

PLAN DE MANEJO DE DESECHOS PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS				PMD- 01
<b>OBJETIVOS:</b> Evitar la contaminación del suelo por la disposición inadecuada de residuos sólidos generados en las distintas actividades vinculadas al proceso constructivo.				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Captación y Conducción				
<b>Fase:</b> Construcción				
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO ( MESES)
<b>Contaminación de Suelo</b>	Alteración a la calidad del suelo por incorrecta disposición de residuos sólidos y escombros.	<b>RESIDUOS ASIMILABLES A DOMÉSTICOS</b> Los residuos generados durante la ejecución del proyecto serán recolectados diferenciadamente en reciclable y no reciclable y se verificará su cumplimiento cabal. Para la disposición temporal de residuos, el contratista deberá colocar recipientes	Inspección de campo para verificar cumplimiento de medida y registro. fotográfico Cantidad de recipientes colocados por frente de trabajo.	Durante toda la etapa constructiva

		<p>metálicos, los cuales deberán estar colocados bajo una cubierta o contar con su respectiva tapa.</p> <p>Queda totalmente prohibido abandonar los desechos sólidos en vías, fuente de agua y demás lugares que no tengan servicio de recolección y no quemar cualquier tipo de desechos.</p>		
--	--	--	--	--

Elaboración: Propia

TABLA N°55. Programa de manejo de residuos líquidos.

<b>PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS</b>				<b>PMD - 02</b>
<b>OBJETIVOS:</b> Evitar la contaminación del suelo por la disposición inadecuada residuos líquidos generados en las distintas actividades vinculadas al proceso constructivo.				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Captación y Conducción				
<b>Fase:</b> Construcción				
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PLAZO ( MESES)</b>
<b>Contaminación de Suelo</b>	Alteración a la calidad del suelo por incorrecta disposición de residuos líquidos	Se deberá construir baño mediante el uso de pozo séptico. Se deberá informar a todo el personal de la obra la obligatoriedad de su utilización, así como de su cuidado. Queda prohibido evacuar cualquier efluente líquido generado durante la etapa constructiva a cursos de agua o sobre el suelo sin haberle dado un tratamiento previo.	Inspección de campo para verificar cumplimiento de medida y registro fotográfico	Durante toda la etapa constructiva

Elaboración: Propia

### 5.7.3 Plan de salud y seguridad laboral.

**TABLA N°56. PROGRAMA DE DOTACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL**

<b>PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD LABORAL PROGRAMA DE DOTACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				PSS- 01
<b>OBJETIVOS:</b> Evitar afecciones a la salud y seguridad de los trabajadores durante la etapa constructiva.				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Captación y Conducción				
<b>Fase:</b> Construcción				
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICAD O</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PLAZO ( MESES)</b>
Salud y seguridad	Afección a la salud y seguridad laboral por ambientes de trabajo inapropiados.	El contratista deberá afiliar a todos los trabajadores (contratados y subcontratados) en el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) y además deberá proporcionar el siguiente equipo mínimo de protección personal: Chaleco reflectivo Casco Botas de trabajo Guantes de cuero Poncho de aguas	Inspección de campo para verificar cumplimiento de medida. Registro fotográfico y de firmas de EPP entregado.	Durante toda la etapa constructiva

		<p>En caso de que las actividades a realizar así lo ameriten se deberá proporcionar el siguiente equipo:</p> <p>Mascarilla          Arnés          Tapones de oído</p> <p>El personal de obra debe estar debidamente capacitado y tener experiencia suficiente para éste tipo de actividades.</p> <p>Se debe tener en cuenta las siguientes prohibiciones:</p> <p>No se permitirá el ingreso de personal que demuestras de haber ingerido bebidas alcohólicas o sustancias psicotrópicas.</p> <p>No se debe fumar en el área de almacenamiento de combustible ó cercano a éste.</p> <p>Se prohíbe el transporte de</p>		
--	--	--	--	--

		<p>personas sobre las máquinas ó utilizar palas o cucharones de las máquinas para transportar personas o elevarlas para acceder a trabajos puntuales.</p> <p>Se colocará un botiquín básico de primeros auxilios en cada uno de los frentes de trabajo.</p> <p>Toda maquinaria pesada contará con un extintor de incendios.</p>		
--	--	---	--	--

Elaboración: Propia

TABLA N°57. PROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO.

PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD LABORAL PROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO				PSS- 02
<b>OBJETIVOS:</b> Evitar afecciones a la salud y seguridad de los trabajadores y del vecindario durante la etapa constructiva.				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Captación y Conducción				
<b>Fase:</b> Construcción				
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO ( MESES)
<b>Salud y seguridad</b>	Riesgos a la salud pública debido a la falta de señalización y cuidado durante la ejecución de las actividades constructivas.	Toda área de trabajo que represente riesgo deberá ser delimitada y señalizada correctamente, para lo cual se utilizaran letreros informativos, preventivos y de prohibición, postes delineadores, cinta y malla. La señalización necesaria en forma general es la siguiente:  Letrero tipo pedestal    Letrero tipo caballete  	Inspección de campo para verificar cumplimiento de medida y registro fotográfico.	Durante toda la etapa constructiva
La leyenda dependerá de las necesidades existentes,				

		<p>pudiéndose colocar texto de: hombres trabajando, vía cerrada, vía cerrada a (x) m, entrada y salida de volquetes, límites de velocidad, peligro zanja profunda.</p> <p>Cinta de Peligro</p>  <p>Cono</p> 		
--	--	---	--	--

Elaboración: Propia

#### 5.7.4 Plan de comunicación, captación y educación ambiental.

TABLA N°58. Programa de capacitación en seguridad laboral y sensibilidad ambiental.

PLAN DE CAPACITACIÓN PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD LABORAL Y SENSIBILIDAD AMBIENTAL				PCC- 01
<b>OBJETIVOS:</b> Proporcionar el conocimiento ambiental y laboral necesario al personal del proyecto para llegar a minimizar los riesgos vinculados a los procesos constructivos.				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Captación y Conducción				
<b>Fase:</b> Construcción				
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO ( MESES)
<b>Salud y Seguridad</b>	Afección a la salud y seguridad ocupacional por desconocimiento de aspectos ambientales y de seguridad	Se llevarán a cabo charlas al inicio de la etapa constructiva y cada que exista personal nuevo en el proyecto. Las capacitaciones realizadas tendrán los siguientes contenidos: Uso de equipo de seguridad. Importancia de la higiene personal para enfrentar enfermedades. Prevención de incendios y contingencias	Registros fotográficos y de firmas del personal asistente a las charlas.	Durante toda la etapa constructiva

		Primeros auxilios y familiarización con los procedimientos de evacuación de heridos.		
--	--	--	--	--

Elaboración: Propia

### 5.7.5 Plan de relaciones comunitarias.

TABLA N°59. Programa de prevención de afecciones a la calidad de vida y bienestar del vecindario.

<b>PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS</b>				<b>PRC- 01</b>
<b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE AFECCIONES A LA CALIDAD DE VIDA Y BIENESTAR DEL VECINDARIO</b>				
<b>OBJETIVOS:</b> Reducir afecciones sobre la calidad de vida y bienestar de las personas que residen en el área de influencia del proyecto.				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Captación y Conducción				
<b>Fase:</b> Construcción				
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PLAZO (MESES)</b>
<b>Bienestar y Paisaje</b>	Conflictos con la comunidad por las molestias ocasionadas durante la etapa constructiva. Afección al paisaje del lugar	Antes de cualquier cierre vial, se informará a la población del área de influencia. Además el contratista ubicará en un lugar visible de la obra una valla metálica informativa para el público, en la cual constará la siguiente información, a más de otra que sea requerida por el Proyecto o la fiscalización: Logotipo del promotor del proyecto Nombre del Proyecto Monto de la obra Nombre del Contratista y del fiscalizador	Inspección de campo para verificar cumplimiento de medida y Registro fotográfico.	Durante toda la etapa constructiva

Elaboración: Propia

### 5.7.6 Plan de rehabilitación de áreas afectadas.

TABLA N°60. Programa de recuperación de área degradadas.

PLAN DE RESTAURACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DE ÁREA DEGRADADAS				PRA- 01
<b>OBJETIVOS:</b> Recuperar las zonas que fueron afectadas durante la etapa constructiva del proyecto.				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Captación y Conducción				
<b>Fase:</b> Construcción				
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO ( MESES)
<b>PAISAJE Y BIENESTAR</b>	Conflictos con la comunidad por las molestias ocasionadas durante la etapa constructiva y de operación.	<b>REHABILITACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS</b> En caso de derrames se removerá el suelo contaminado con aceites o grasas y se deberá entregar a gestores autorizados. <b>LIMPIEZA DE DERRAMES DE COMBUSTIBLE</b> El contratista deberá disponer obligatoriamente de material absorbente (viruta) suficiente en el lugar de trabajo para dar respuesta inmediata en el caso de ocurrir algún tipo de derrame. El material producto de la limpieza o	Inspección de campo para verificar cumplimiento de medida y Registro fotográfico. Volúmenes de obra ejecutadas del rubro de revegetación	Durante la etapa constructiva

		<p>contención de derrames de aceites o combustibles deberá ser colocado en los recipientes establecidos para la disposición temporal.</p> <p><b>REVEGETACIÓN</b></p> <p>En el área intervenida como medida de contención del terreno de procederá a realizar la siembra de especies arbóreas, con especies nativas.</p> <p>Antes de realizar la siembra se deberá considerar: época de siembra, pendiente del talud, composición de los materiales del talud.</p>		
--	--	---	--	--

Elaboración: Propia

### 5.7.7 Plan de abandono. Cierre y entrega del área.

TABLA N°61. Programa de cierre de áreas de trabajo.

<b>PLAN DE ABANDONO Y CIERRE DE AREA DE TRABAJO</b>				<b>PCA- 01</b>
<b>PROGRAMA DE CIERRE DE ÁREAS DE TRABAJO</b>				
<b>OBJETIVOS:</b> Establecer los procedimientos necesarios para realizar las actividades de retiro de instalaciones temporales, equipos y materiales.				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Captación y Conducción				
<b>Fase:</b> Construcción				
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PLAZO ( MESES)</b>
<b>PAISAJE Y BIENESTAR</b>	Alteración del paisaje debido a las actividades constructivas Conflictos con la comunidad por las molestias ocasionadas durante la etapa constructiva.	<b>VIAS INTERVENIDAS</b> Las vías y accesos deberán ser reparados y rehabilitadas para que presten un servicio adecuado. Retirar señalización, postes delineadores, cinta de áreas intervenidas. <b>BODEGAS DE MATERIALES Y EQUIPOS</b> Se deberán desalojar todos los materiales de construcción, escombros, desechos de madera, recipientes plásticos, recipientes metálicos y cualquier otro material sobrante.	Inspección de campo para verificar cumplimiento de medida y Registro fotográfico.	Al finalizar la etapa constructiva

### 5.7.8 Plan de contingencias.

TABLA N°62. Programa de respuesta ante contingencias.

<b>PLAN DE CONTINGENCIAS</b>				<b>PC- 01</b>
<b>PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE CONTINGENCIAS</b>				
<b>OBJETIVOS:</b> Establecer un procedimiento de acciones a seguir para afrontar exitosa y eficientemente un accidente, incidente o emergencia, para evitar que cause el menor impacto a la salud del personal de obra y a la población del área de influencia directa y medio ambiente.				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Captación y Conducción				
<b>Fase:</b> Construcción				
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PLAZO ( MESES)</b>
<b>AGUA, SUELO, AIRE, SALUD Y SEGURIDAD, BIENESTAR</b>	Todos los impactos identificados en las fichas anteriores	<p>Actuación en caso de incendios en bodega y/o campamentos</p> <p>Se debe contar con un extintor en la bodega y/o, el cual debe estar colocado en un lugar visible y con la debida señalización.</p> <p>Se debe realizar una inspección de las condiciones de los extintores con frecuencia trimestral.</p> <p>El personal de la obra debe conocer la ubicación de los extintores y su manejo.</p> <p>Plan de Actuación (Recomendaciones básicas generales)</p>	Registro de incidentes, accidentes y emergencias suscitadas, informes médicos y registros de accidentes e incidentes laborales	Etapa constructiva

		<p>Dar la voz de alarma</p> <p>Notificar al residente de obra.</p> <p>Identificar la fuente generadora del fuego.</p> <p>Evacuar al personal en riesgo.</p> <p>Atención de posibles víctimas.</p> <p>Aislar el área afectada, retirar equipos o materiales.</p> <p>Actuación en caso de lesiones corporales</p> <p><input type="checkbox"/> El plan contempla los siguientes pasos ante el surgimiento de una eventualidad de este tipo, las acciones a seguir serán las siguientes:</p> <p>Dar la voz de alarma.</p> <p>Evaluar la gravedad de la emergencia.</p> <p>Realizar procedimientos de primeros auxilios en el área de la contingencia.</p> <p>Realizar procedimientos de evacuación médica hacia el centro de salud más cercano.</p> <p>Evacuar al herido, de ser necesario, a un centro asistencial especializado.</p> <p>Notificar al centro especializado en</p>		
--	--	--	--	--

		<p>caso de internación de emergencia.</p> <p>Actuación en caso de accidentes vehiculares</p> <p>Plan de Acción (Recomendaciones básicas generales).</p> <p>Si durante la ejecución del proyecto sucediera un accidente de tipo vehicular se procederá de la siguiente forma:</p> <p>Reportar el incidente a los encargados del proyecto y principales entidades de socorro.</p> <p>Movilización del residente de obra al lugar del percance</p> <p>Determinar el estado de los ocupantes y del o de los vehículos.</p> <p>Prestar primeros auxilios y/o evacuar a los afectados hasta los principales centros de salud.</p> <p>Evaluar el daño sufrido al vehículo; retirarlo del sitio.</p>		
--	--	--	--	--

Elaboración: Propia

## 5.8 Fase de operación y mantenimiento

TABLA N°63. Programa de dotación de equipos de protección personal.

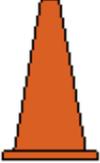
PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD LABORAL PROGRAMA DE DOTACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL				PSS- 01
<b>OBJETIVOS:</b> Evitar afecciones a la salud y seguridad de los trabajadores durante las labores de mantenimiento				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Captación y Conducción				
<b>Fase:</b> Construcción				
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO ( MESES)
<b>Salud y seguridad</b>	Afección a la salud y seguridad laboral por ambientes de trabajo inapropiados.	El promotor deberá afiliar a todos los trabajadores en el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) y además proporcionar el siguiente equipo de protección personal, dependiendo de la actividad a realizar: Casco Calzado de seguridad Lentes de seguridad o pantalla facial. Mascarilla Tapones o conchas auditivas. Guantes	Inspección de campo para verificar cumplimiento de medida. Registro fotográfico y de firmas de EPP entregado.	Durante toda la etapa de operación

		Overol Arnés El personal de obra debe estar debidamente capacitado y tener experiencia suficiente sobre la actividad a realizar.		
--	--	--	--	--

Elaboración: Propia

**TABLA N°64. Programa de señalización de áreas de trabajo**

PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD LABORAL PROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO				PSS- 02
<b>OBJETIVOS:</b> Evitar afecciones a la seguridad durante labores de mantenimiento				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Captación y Conducción				
<b>Fase:</b> Mantenimiento				
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (MESES)
<b>Salud y seguridad</b>	Riesgos a la salud pública debido a la falta de señalización	<p>Durante las actividades de mantenimiento, el promotor a través del departamento encargado de dicha actividad deberá colocar la señalización necesaria para prevenir a todas las personas que transitan por el lugar. La señalización mínima que deberá contar es la siguiente:</p> <p>Letrero tipo pedestal</p>  <p>Letrero tipo caballete</p> 	Inspección de campo para verificar cumplimiento de medida y registro fotográfico.	Durante la etapa de operación

		<p>La leyenda dependerá de las necesidades existentes, pudiéndose colocar texto de: hombres trabajando, vía cerrada, peligro zanja profunda. Cinta de Peligro</p>  <p>Cono</p> 		
--	--	--	--	--

Elaboración: Propia

## 5.9 Plan de manejo de desechos

TABLA N°65. Programa de manejo de desechos sólidos

PLAN DE MANEJO DE DESECHOS PROGRAMA DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS				PMD - 01
<b>OBJETIVOS:</b> Evitar la contaminación del suelo por la disposición inadecuada residuos sólidos generados durante el funcionamiento del centro educativo.				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Captación y Conducción				
<b>Fase:</b> Mantenimiento				
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO ( MESES)
<b>Contaminación de Suelo</b>	Alteración a la calidad del suelo por incorrecta disposición de residuos sólidos.	Todos los escombros generados así como los sobrantes de material que ya no vayan a ser empleados en las actividades de mantenimiento deberán ser desalojados en las escombreras autorizadas.  Durante las actividades de mantenimiento se verificará que los desechos generados sean dispuestos adecuadamente, debiendo ser llevados hacia el botadero o	Inspección de campo para verificar cumplimiento de medida y registro fotográfico	Durante la etapa de operación

		<p>relleno sanitario municipal.</p> <p>Queda totalmente prohibido abandonar los desechos sólidos en vías, fuente de agua y demás lugares que no tengan servicio de recolección y no quemar cualquier tipo de desechos.</p>		
--	--	--	--	--

Elaboración: Propia

## **CAPÍTULO VI**

### **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **6.1 CONCLUSIONES**

Con la infraestructura diseñada en la obra de captación y posterior línea de conducción se garantiza la cantidad y calidad del agua captada para su posterior tratamiento antes del consumo por los habitantes.

La captación y conducción de agua ha sido diseñado mediante el empleo de las normas y parámetros de diseño vigentes cumpliendo así el objetivo planteado.

Con el estudio hidrológico se garantiza que en épocas de estiaje la vertiente del río Tigsay abastece en calidad y cantidad al Proyecto Regional Tigsay.

De acuerdo al estudio de suelos las obras hidráulicas cumplen con estabilidad, seguridad y durabilidad para operación de las mismas.

El Proyecto Regional Tigsay cuenta con un estudio topográfico actualizado mediante el cual se pudo identificar las zonas de difícil acceso por la cual se conducirá el agua desde la obra de captación hasta la planta de tratamiento.

Según el estudio de impacto ambiental la construcción de este proyecto no genera impacto negativo considerable, siendo ambientalmente un proyecto viable.

#### **6.2 RECOMENDACIONES**

Previo a la realización de los trabajos en la obra de captación y conducción, se deberá comprobar la veracidad de la información topográfica suministrada, ya que representa un parámetro fundamental en lo que corresponde al emplazamiento de los diferentes componentes diseñados.

Como paso preliminar para la construcción del proyecto de abastecimiento de agua se deberá contar con el documento legalizado del área del terreno donde se va a construir la captación de agua; desarenador y tanque rompe presión, en donde se verifique que ésta área pertenezca a toda la comunidad.

Promover en la comunidad beneficiaria, proyectos de reforestación del área cercana a las fuentes, para favorecer la infiltración del agua, y evitar la erosión y disminución de los caudales de la fuente en época seca.

Para evitar afecciones a la captación de agua, se recomienda no disminuir la altura de los muros de contención debido al gran crecimiento del Río Tigsay en épocas de invierno, como podemos observar en el estudio hidrológico realizado.

Se recomienda realizar inspecciones periódicas a las zonas inmediatamente superiores al sitio de captación, verificando el buen uso y manejo de la cuenca del Río Tigsay, evitando la contaminación del curso de agua y garantizar de esta manera el buen funcionamiento de los componentes hidráulicos.

Se recomienda seguir cuidadosamente el plan de manejo ambiental expuesto para reducir el impacto negativo del proyecto y que garantice la seguridad y salud de los trabajadores.

## CAPÍTULO VII

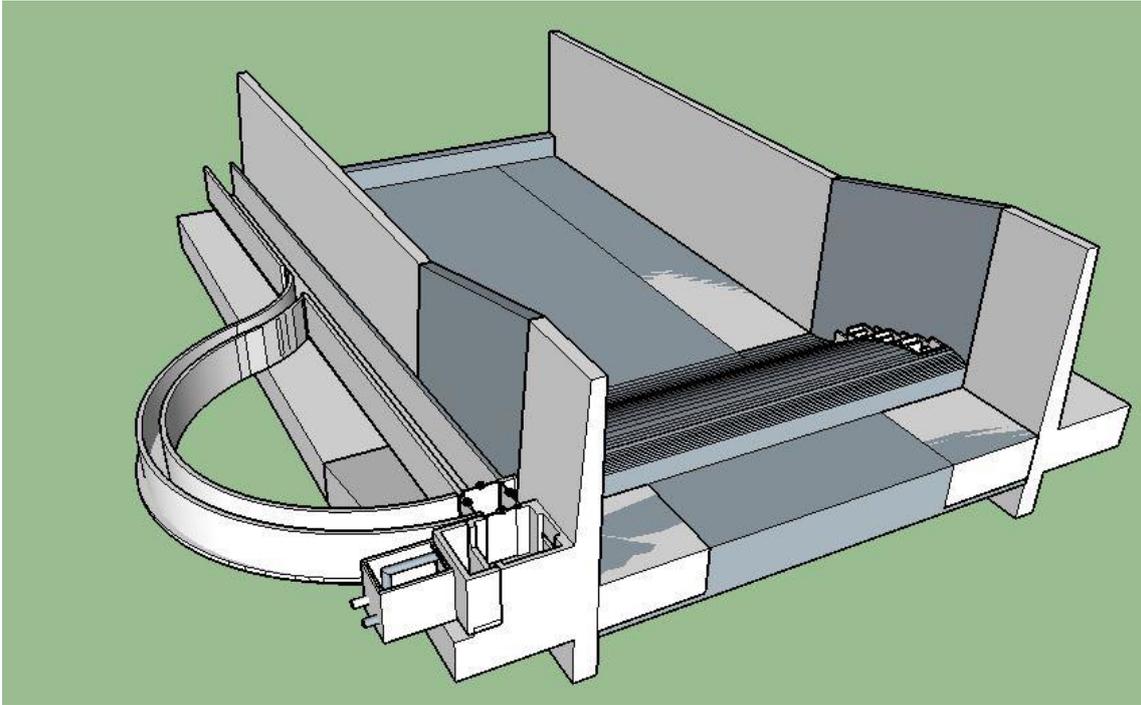
### 7. BIBLIOGRAFIA.

- Béjar, M. V. (2002). *Hidrología*. Lima.
- Cahuana, A., & Yugar, W. (2009). *Hidrologia*.
- Código Ecuatoriano de la Construcción. (1992). *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*. Quito: Brutum Fulmen.
- Das, B. M. (S.f). *Principios de Ingenieria de Cimentaciones*. California: International Thomson Editores.
- Gas Natural Fenosa. (2014). *Estudios de Factibilidad y diseños definitivos proyecto hidroelectrico Ocaña II*.
- Giles, R. V. (S.f). *Mecánica de los Fluidos e Hidraulica* (2 ed ed.). Colombia: Libros McGraw-Hill.
- Krochin, S. (1962). *Diseño Hidráulico*. Quito.
- M, D., & M, A. (2012). *Estudios para tres pasos de quebradas*. Cuenca: s.e.
- Manual de conservacion de suelo y agua*. (1977). Chapingo, Mexico.
- Melgar, P. (2014). *Calculo de elementos de una obra de toma*. Loja.
- Novak, P., Moffat, A., & Nalluri, C. (s.f.). *Estructuras Hidráulicas*. Colombia: Quebecor World.
- Novillo, I. M., Galarza, I. L., & Romero, I. G. (1985). *Manual de diseño de pequelas centrales hidroelectricas*. Bucaramanga.
- Organización Panamericana de la Salud. (2004). *Guia para el diseño y construcción de captación de manantiales*. Lima.
- Quintero, K. B. (2009). *Metodología de diseño de obras hidraulicas en estudios de Pre factibilidad de pequeñas centrales hidroelectricas*. Medellin.
- Ravelo, S. A. (1979). *Abastecimientos de Agua Teoria y Diseño*. e.
- Secretaria Nacional del Agua. (1992). *Normas para estudios y diseños de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*. Quito.
- Villon, M. (s.f.). *Hidraulica de Canales*. Costa Rica: Editorial Tecnológica.

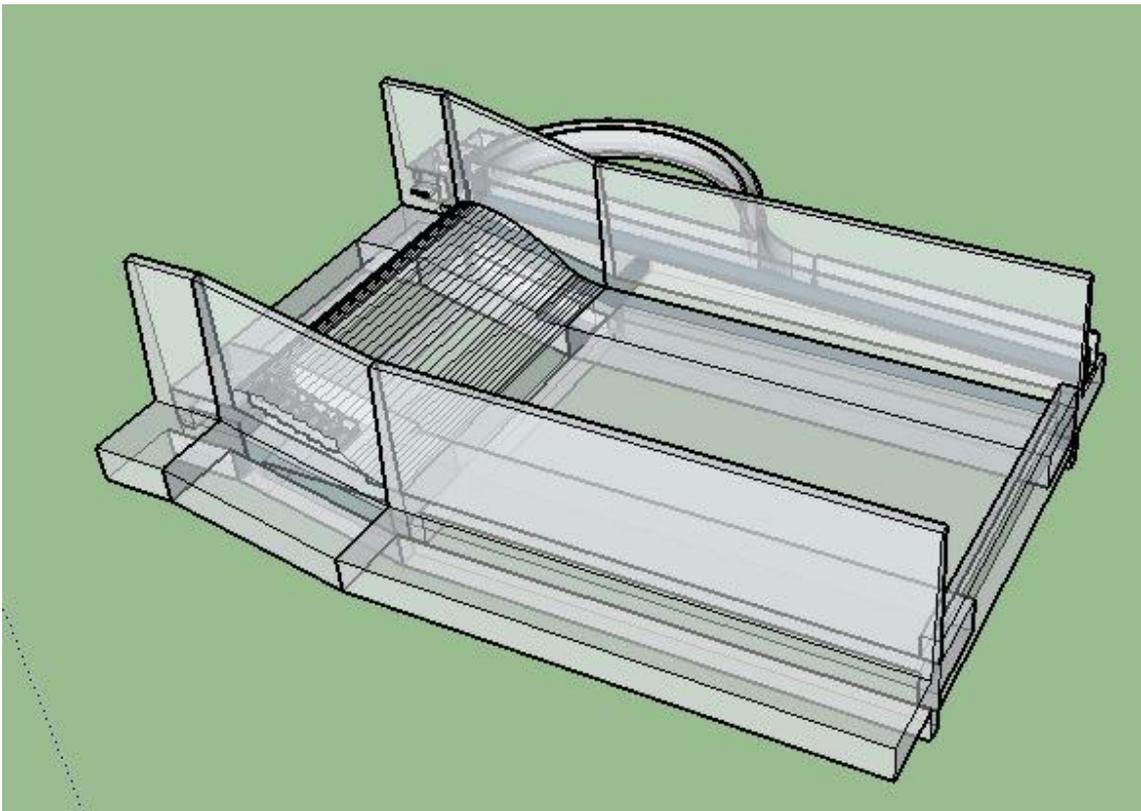
**ANEXOS**

# **ANEXO 1**

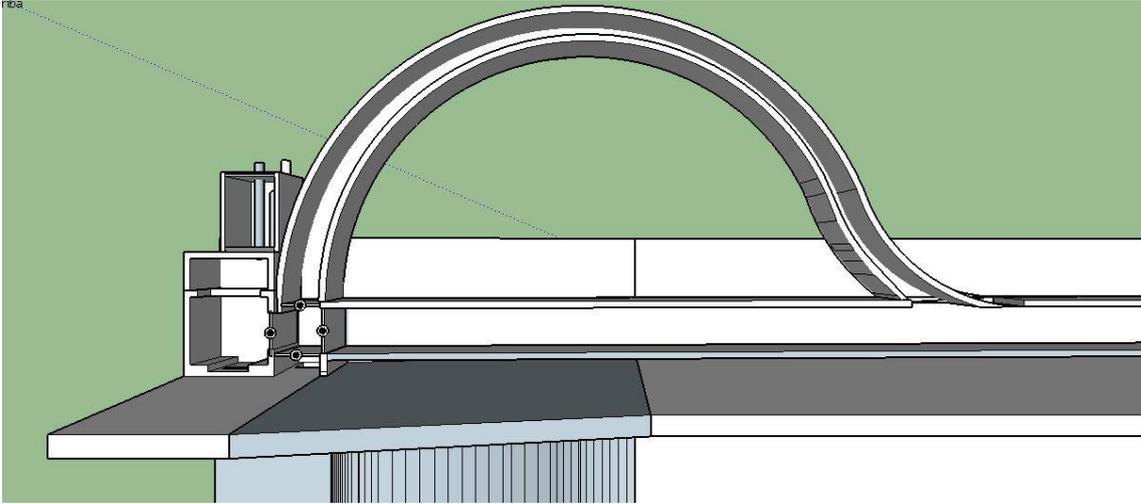
**Gráficos.**



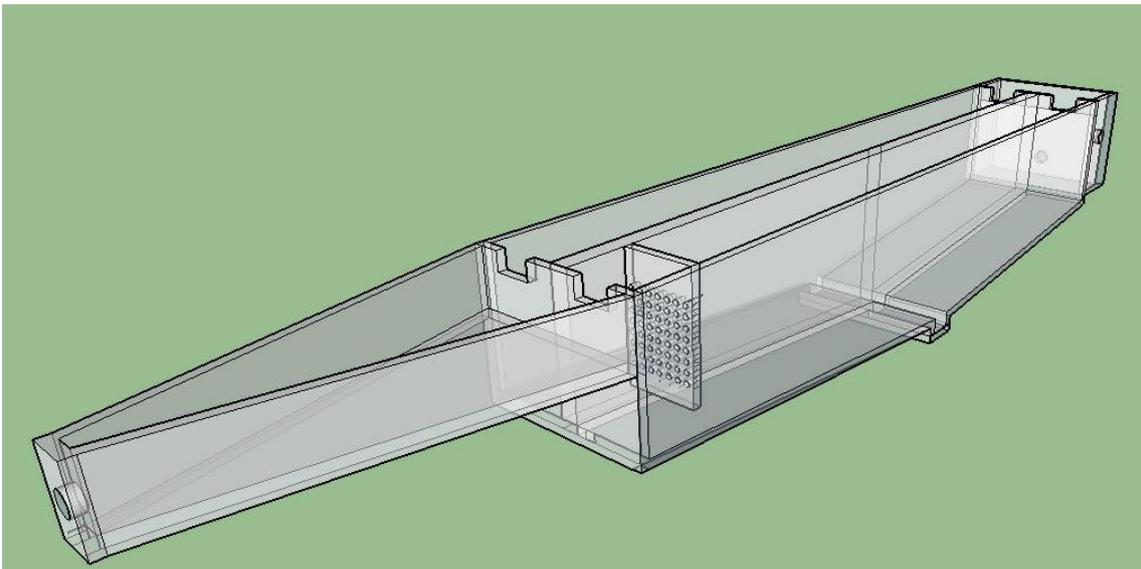
**Gráfico N° 1: Captación de Agua - Vista Posterior. “Proyecto de Agua Potable Regional Tigsay”**



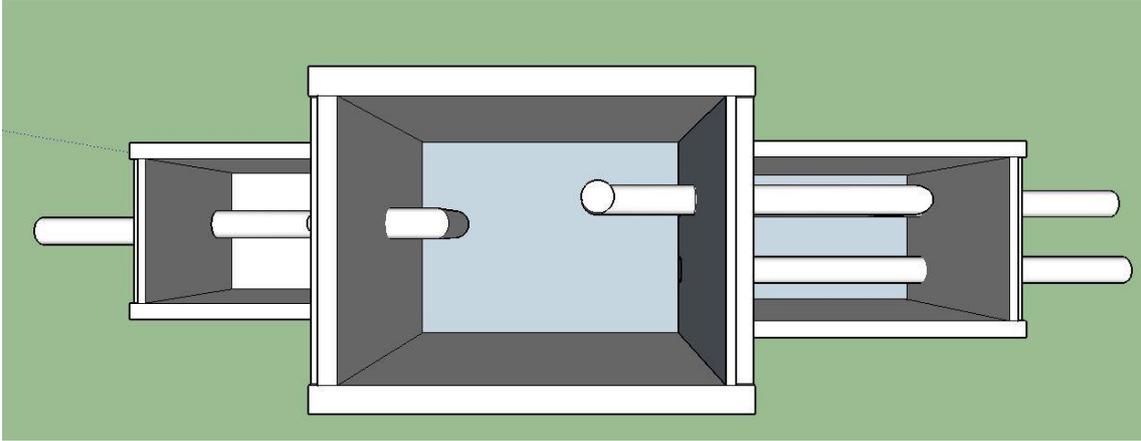
**Gráfico N° 2: Captación de Agua - Vista Lateral. “Proyecto de Agua Potable Regional Tigsay”**



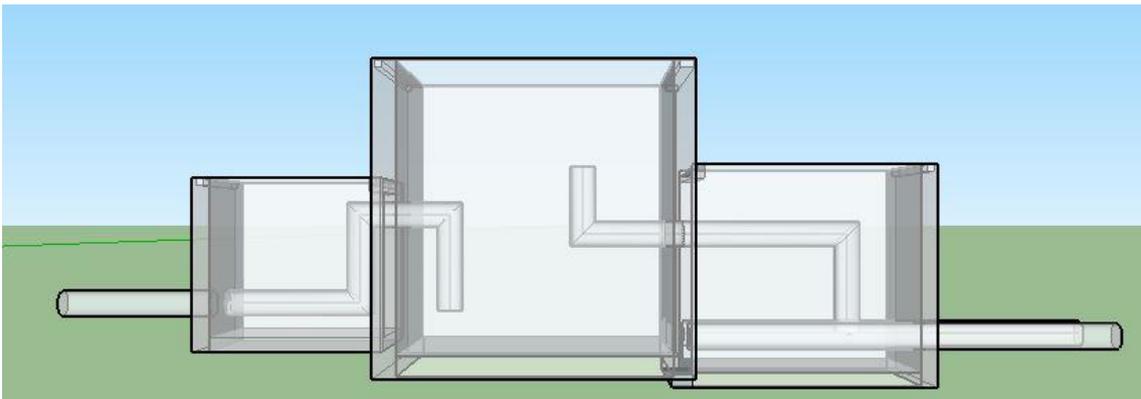
**Gráfico N° 3: Captación de Agua - Planta. “Proyecto de Agua Potable Regional Tigsay”**



**Gráfico N° 4: Desarenador- Vista Lateral. “Proyecto de Agua Potable Regional Tigsay”**



**Gráfico N° 5: Tanque Rompe presiones - Planta. “Proyecto de Agua Potable Regional Tigsay”**



**Gráfico N° 6: Tanque Rompe presiones - Vista Lateral. “Proyecto de Agua Potable Regional Tigsay”**

## **ANEXO 2**

### **Análisis de Suelos.**

# SISTEMA DE AGUA POTABLE REGIONAL TIGSAY, PROVINCIA DEL CAÑAR, CAPTACION Y CONDUCCION.

## INFORME DE SUELOS.



Estudio y Diseño de la Captación en el Río Tigsay y Conducción de Agua hacia la Planta de Tratamiento del Sistema de Agua Potable Regional Tigsay para las comunidades de Tuttifruiti, Asociación Agrícola 04 de Julio, San José y Zhucay.

DANIEL ALEJANDRO AGUILAR TENEMAZA

JUNIO

2015

### 1. OBJETIVO PRINCIPAL.

Determinación de la capacidad portante admisible de los diferentes tipos de suelo encontrados dentro del área de influencia donde se emplazara las obras de captación y conducción.

Realizar una adecuada clasificación del suelo por los métodos ya conocidos como son el método SUCS y AASHTO.

### 2. ENSAYOS EFECTUADOS.

- Contenido de Humedad
- Análisis Granulométricos por Tamizado
- Límite Líquido
- Límite Plástico
- Determinación de la Gravedad Específica
- Determinación de Porcentaje de Absorción

### 3. CLASIFICACION DEL SUELO Y DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE.

PROYECTO	AGUA POTABLE PARA LA REGIONAL	
MUESTRA	POZO #1; MUESTRA #1	PROFUNDIDAD: 0,10-0,8m
SOLICITADO POR	DANIEL AGUILAR	

METODO SUCS

%PASA TAMIZ #200= 4.07

%PASA TAMIZ #4= 47.67

CC= 30.06

CU=0.97

GP gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.

METODO AASHTO

$IG= 0.2a+0.005ac+0.01bd$

a= 0

b= 0

c= 0

d=0

IG= 0

A-1-a= Mezclas de piedra o grava, con o sin material fino ligante bien graduado.

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO.

CAPACIDAD DE CARGA DE SEGURIDAD= 1.95 kg/cm<sup>2</sup>

**ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS SUELOS**

**PROYECTO** AGUA POTABLE PARA LA REGIONAL

**MUESTRA** POZO #2; MUESTRA #1

**PROFUNDIDAD: 0,10-1m**

**SOLICITADO POR** DANIEL AGUILAR

**METODO SUCS**

%PASA TAMIZ #200= 24.15

%PASA TAMIZ #4= 100

CC= 5.83

CU=1.54

SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo

**METODO AASHTO**

IG=  $0.2a+0.005ac+0.01bd$

a= 0

b= 9.15

c= 0

d=0

IG= 0

A-2-4= Arenas, Gravas con finos de limo de baja plasticidad.

**CAPACIDAD DE CARGA DE SEGURIDAD= 1.5 kg/cm<sup>2</sup>**

**PROYECTO** AGUA POTABLE PARA LA REGIONAL

**MUESTRA** POZO #3; MUESTRA #1

**PROFUNDIDAD: 0,20-1,50m**

**SOLICITADO POR** DANIEL AGUILAR

**METODO SUCS**

%PASA TAMIZ #200= 38.74

%PASA TAMIZ #4= 70.08

CC= 0

CU= 0

LL= 56.1

LP= 39.64

IP= 16.46

SC ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLA DE ARENA Y ARCILLA.

METODO AASHTO

$$IG = 0.2a + 0.005ac + 0.01bd$$

$$a = 3.74$$

$$b = 23.74$$

$$c = 16.1$$

$$d = 6.46$$

$$IG = 2.58$$

A-7-6= TERRENO ARCILLOSO SIN MATERIAL GRUESO, PRESENTA PROPIEDADES ELASTICAS.

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO.

**CAPACIDAD DE CARGA DE SEGURIDAD= 0.70 kg/cm<sup>2</sup>**

#### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Se puede concluir que para la determinación de la capacidad portante de un suelo es de suma importancia el análisis granulométrico de este, razón por la cual se debe efectuar el ensayo con la máxima precisión posible.

Se recomienda por medio de este informe el aumento de las horas en laboratorio y la renovación de los instrumentos de trabajo.

#### **5. BIBLIOGRAFÍA**

- Luis I. Gonzales de Vallejo, (2002), Ingeniería geológica, Madrid.
- BAÑÓN BLÁZQUEZ, Luis; BEVIÁ GARCÍA, José Francisco. Manual de carreteras

**6. ANEXOS**

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION



PROYECTO AGUA POTABLE PARA LA REGIONAL  
MUESTRA POZO #1; MUESTRA #1 PROFUNDIDAD: 0,10-0,8m  
SOLICITADO POR DANIEL AGUILAR  
FECHA 14-abr-15

LIMITES DE ATERBERG

	Limite Liquido			Limite Plastico			Humedad Natural	
Tarro Nro							10	6
Nro Golpes							-	-
M.Humeda+Tarro							171,77	143,36
M.seca+Tarro							169,14	141,28
Peso del Agua							2,63	2,08
Peso del Tarro							44,4	44,14
Peso Muestra Seca							124,74	97,14
% de Humedad							2,11	2,14

**N.P.**



Ing. Luis Mario Almache  
efe de laboratorio

*Atanasio Jara*  
Sr. Atanasio Jara  
Laboratorista

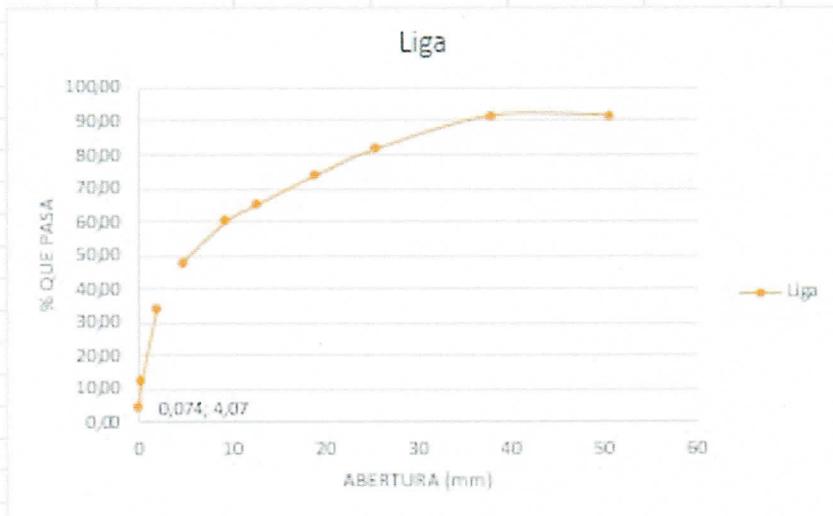
**UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION**  
**ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS SUELOS**



**PROYECTO: AGUA POTABLE PARA LA REGIONAL**  
**MUESTRA: POZO #1; MUESTRA #1 PROFUNDIDAD: 0,10-0,8m**  
**SOLICITAD DANIEL AGUILAR**  
**FECHA: 14-abr-15**

TAMIZ Nro	Abertura mm	Peso Ret. gm	Ret. Acum. gm	% Retenido	% Pasa	Liga
3"	76,2					
2 1/2"	63,5					
2"	50,8	992	992	8,45	91,55	91,55
1 1/2"	38,1	0	992	8,45	91,55	91,55
1"	25,4	1204,5	2196,5	18,70	81,30	81,30
3/4"	19,1	907,5	3104	26,43	73,57	73,57
1/2"	12,7	1045,5	4149,5	35,33	64,67	64,67
3/8"	9,52	566,5	4716	40,15	59,85	59,85
Nro 4.	4,76	1430,5	6146,5	52,33	47,67	47,67
Pasa Nro 4		5717,5	5598,54			
Nro 10	2	288,5	288,5	29,46	70,54	33,62
Nro 40	0,42	436,5	725	74,04	25,96	12,37
Nro 200	0,074	170,5	895,5	91,45	8,55	4,07
Fondo		0,25				
Total			11745,04			

Peso antes del ensayo=	11917 gm	Peso Humedo Antes del Lavado=	1000 gm
Peso despues del ensay	11864 gm	Peso Seco Antes del Lavado=	979,194 gm
% de Humedad=	2,125 %	Peso Seco despues de Lavado=	896 gm

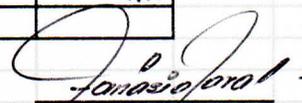


-10=	0,32	Cc=	30,06
-20=	1,73	Cu=	0,97
-60=	9,62		



COMISIONAL EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO  
 Unidad Academica de Ing. Civil  
 Arquitectura y Diseño

**Ing. Luis Mario Almache**  
**Jefe de Laboratorio**

  
**Sr. Atanasio Jara**  
**Laboratorista**

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION  
ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS SUELOS



PROYECTO AGUA POTABLE PARA LA REGIONAL  
 MUESTRA POZO #1; MUESTRA #1; Sobre Tamiz Nro 4 PROFUNDIDAD: 0,10-0,8m  
 SOLICITADO POR DANIEL AGUILAR  
 FECHA 14-abr-15

A=	1145 gm	Peso del material superficialmente seco y saturado
B=	6377 gm	Peso del pignometro + agua + muestra
C=	5671 gm	Peso del pignometro + agua
D=	1117 gm	Peso del material seco

Peso Especifico Seco=  $\frac{D}{A-(B-C)}$  = 2,54 g/cm<sup>3</sup>

Peso Especifico Superficialmente Seco y Saturado=  $\frac{A}{A-(B-C)}$  = 2,61 g/cm<sup>3</sup>

Peso Especifico Aparente=  $\frac{D}{D-(B-C)}$  = 2,72 g/cm<sup>3</sup>

% de Absorcion=  $\frac{100*(A-D)}{D}$  = 2,51 g/cm<sup>3</sup>

OBSERVACIONES:



COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO  
 Unidad Académica de Ing. Civil  
 Arquitectura y Diseño  
 Ing. Luis Mario Almáche.  
 Jefe de Laboratorio

*Atanasio Jara*  
 Sr. Atanasio Jara  
 Laboratorista



UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS SUELOS

PROYECTO AGUA POTABLE PARA LA REGIONAL

MUESTRA POZO #1; MUESTRA #1; Pasa Tamiz Nro 4 PROFUNDIDAD: 0,10-0,8m

SOLICITADO POR DANIEL AGUILAR

FECHA 14-abr-15

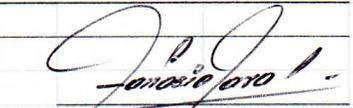
A=	0 gm	Peso del material superficialmente seco y saturado
B=	844 gm	Peso del pignometro + agua + muestra
C=	668 gm	Peso del pignometro + agua
D=	278,5 gm	Peso del material seco

$$\text{Peso Especifico Aparente} = \frac{D}{D-(B-C)} = 2,72 \text{ g/cm}^3$$

OBSERVACIONES:



Ing. Luis Mario Almache  
Jefe de Laboratorio



Sr. Atanasio Jara  
Laboratorista

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION



PROYECTO: AGUA POTABLE PARA LA REGIONAL  
MUESTRA: POZO #2; MUESTRA #1 PROFUNDIDAD: 0,10-1m  
SOLICITADO POR: DANIEL AGUILAR  
FECHA: 14-abr-15

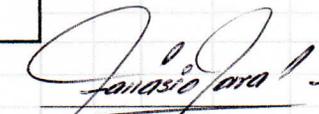
LIMITES DE ATERBERG

	Limite Liquido			Limite Plastico			Humedad Natural		
Tarro Nro							1	19	
Nro Golpes							-	-	
M.Humeda+Tarro							133,2	126,5	
M.seca+Tarro							122,67	116,65	
Peso del Agua							10,53	9,85	
Peso del Tarro							53	52,34	
Peso Muestra Seca							69,67	64,31	
% de Humedad							15,11	15,32	

**N.P.**



UNIVERSIDAD CATOLICA AL SERVICIO DEL PUEBLO  
Unidad Académica de Ing. Civil  
Arquitectura y Diseño  
LABORATORIO DE SUELOS  
Ing. Luis Mario Almache  
Jefe de Laboratorio



Sr. Atanasio Jara  
Laboratorista

**UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA**
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION**
**ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS SUELOS**
**PROYECTO AGUA POTABLE PARA LA REGIONAL**
**MUESTRA POZO #2; MUESTRA #1 PROFUNDIDAD: 0,10-1m**
**SOLICITADO( DANIEL AGUILAR**
**FECHA 14-abr-15**


TAMIZ Nro	Abertura mm	Peso Ret. gm	Ret. Acum. gm	% Retenido	% Pasa	Liga
3"	76,2					
2 1/2"	63,5					
2"	50,8					
1 1/2"	38,1					
1"	25,4					
3/4"	19,1					
1/2"	12,7					
3/8"	9,52					
Nro 4.	4,76					
Pasa Nro 4						
Nro 10	2	3	3	0,30	99,70	99,70
Nro 40	0,42	235,5	238,5	23,85	76,15	76,15
Nro 200	0,074	520	758,5	75,85	24,15	24,15
Fondo		1				
Total			759,50			

Peso antes del ensayo= gm  
 Peso despues del ensayo= gm  
 % de Humedad= 15,215 %

Peso Humedo Antes del Lavado= 1000 gm  
 Peso Seco Antes del Lavado= 867,940 gm  
 Peso Seco despues de Lavado= 762,5 gm



ϕ10=	0,06	Cc=	5,83
ϕ30=	0,18	Cu=	1,54
ϕ60=	0,35		

Ing. Luis Mario Almache  
 Jefe de Laboratorio

Sr. Anastasio Jara  
 Laboratorista

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION  
 ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS SUELOS



PROYECTO: AGUA POTABLE PARA LA REGIONAL  
 MUESTRA: POZO #2; MUESTRA #1; Sobre Tamiz Nro 4 PROFUNDIDAD: 0,10-1m  
 SOLICITADO POR: DANIEL AGUILAR  
 FECHA: 14-abr-15

A= gm Peso del material superficialmente seco y saturado  
 B= gm Peso del pignometro + agua + muestra  
 C= gm Peso del pignometro + agua  
 D= gm Peso del material seco

Peso Especifico Seco=  $\frac{D}{A-(B-C)}$  = g/cm<sup>3</sup>

Peso Especifico Superficialmente Seco y Saturado=  $\frac{A}{A-(B-C)}$  = g/cm<sup>3</sup>

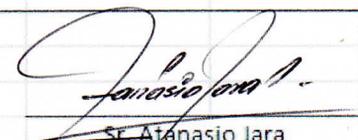
Peso Especifico Aparente=  $\frac{D}{D-(B-C)}$  = g/cm<sup>3</sup>

% de Absorcion=  $\frac{100*(A-D)}{D}$  = g/cm<sup>3</sup>

OBSERVACIONES:



Ing. Luis Mario Almache  
 Jefe de Laboratorio

  
 Sr. Atanasio Jara  
 Laboratorista



UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS SUELOS

PROYECTO AGUA POTABLE PARA LA REGIONAL  
 MUESTRA POZO #2; MUESTRA #1; Pasa Tamiz Nro 4 PROFUNDIDAD: 0,10-1m  
 SOLICITADO POR DANIEL AGUILAR  
 FECHA 14-abr-15

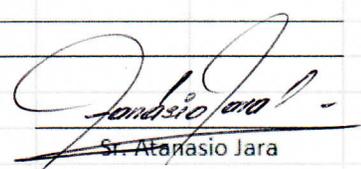
A=	0 gm	Peso del material superficialmente seco y saturado
B=	760 gm	Peso del pignometro + agua + muestra
C=	661 gm	Peso del pignometro + agua
D=	157 gm	Peso del material seco

Peso Especifico Aparente=  $\frac{D}{D-(B-C)}$  = 2,71 g/cm3

OBSERVACIONES:




COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVIDOR DEL PUEBLO  
 Unidad Académica de Ing. Civil  
 Arquitectura y Diseño  
 LABORATORIO DE SUELOS



Sr. Atanasio Jara  
Laboratorista

Ing. Luis Mario Almache  
Jefe de Laboratorio

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

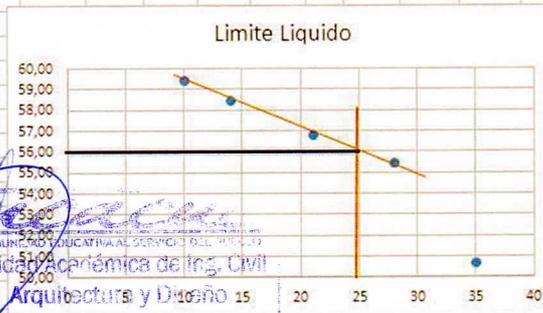
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION



PROYECTO: AGUA POTABLE PARA LA REGIONAL  
 MUESTRA: POZO #3; MUESTRA #1 PROFUNDIDAD: 0,20-1,50m  
 SOLICITADO POR: DANIEL AGUILAR  
 FECHA: 14-abr-15

LIMITES DE ATERBERG

	Limite Liquido					Limite Plastico				Humedad Natural	
	M-01	M-03	4	12	3	22	25	1	13	10	B2
Tarro Nro											
Nro Golpes	35	28	21	14	10	-	-	-	-	-	-
M.Humeda+Tarro	31,26	31,18	30,57	31,44	30,35	26,99	23,04	22,47	23,56	160,59	150,93
M.seca+Tarro	24,92	24,39	23,89	24,37	23,57	26,50	22,65	22,07	23,05	137,2	129,57
Peso del Agua	6,34	6,79	6,68	7,07	6,78	0,49	0,39	0,40	0,51	23,39	21,36
Peso del Tarro	12,41	12,15	12,13	12,28	12,16	25,29	21,67	21,02	21,78	68,29	66,16
Peso Muestra Seca	12,51	12,24	11,76	12,09	11,41	1,21	0,98	1,05	1,27	68,91	63,37
% de Humedad	50,68	55,47	56,80	58,48	59,42	40,50	39,80	38,10	40,16	33,94	33,71



LL= 56,1 %  
 LP= 39,636 %  
 IP= 16,464 %

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA  
 COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO  
 Unidad Académica de Ing. Civil  
 Arquitectura y Diseño  
 LABORATORIO DE SUELOS

Ing. Luis Mario Almache.  
 Jefe de Laboratorio

*Atanasio Jara*  
 Sr. Atanasio Jara  
 Laboratorista

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION  
 ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS SUELOS



PROYECTO AGUA POTABLE PARA LA REGIONAL  
 MUESTRA POZO #3; MUESTRA #1 PROFUNDIDAD: 0,20-1,50m  
 SOLICITADO DANIEL AGUILAR  
 FECHA 14-abr-15

TAMIZ Nro	Abertura mm	Peso Ret. gm	Ret. Acum. gm	% Retenido	% Pasa	Liga
3"	76,2					
2 1/2"	63,5					
2"	50,8	202,8	202,8	2,28	97,72	97,72
1 1/2"	38,1	372	574,8	6,47	93,53	93,53
1"	25,4	411,5	986,3	11,11	88,89	88,89
3/4"	19,1	413	1399,3	15,76	84,24	84,24
1/2"	12,7	530,5	1929,8	21,74	78,26	78,26
3/8"	9,52	189,5	2119,3	23,87	76,13	76,13
Nro 4.	4,76	537	2656,3	29,92	70,08	70,08
Pasa Nro 4		7055	6221,53			
Nro 10	2	91,7	91,7	10,40	89,60	62,79
Nro 40	0,42	168,7	260,4	29,53	70,47	49,39
Nro 200	0,074	134	394,4	44,72	55,28	38,74
Fondo		0,5				
Total			8878,74			

Peso antes del ensayo=	9716,5 gm	Peso Humedo Antes del Lavado=	1000 gm
Peso despues del ensay	9711,3 gm	Peso Seco Antes del Lavado=	881,990 gm
% de Humedad=	13,380 %	Peso Seco despues de Lavado=	395,5 gm



φ10=	0	Cc=	0,00
φ30=	0	Cu=	0,00
φ60=	1,78		

Ing. Luis Mario Almache  
 Jefe de Laboratorio

Sr. Atanasio Jara  
 Laboratorista

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION  
ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS SUELOS



PROYECTO AGUA POTABLE PARA LA REGIONAL  
MUESTRA POZO #3; MUESTRA #1; Sobre Tamiz Nro 4 PROFUNDIDAD: 0,20-1,50m  
SOLICITADO POR DANIEL AGUILAR  
FECHA 14-abr-15

A=	1005 gm	Peso del material superficialmente seco y saturado
B=	6296,5 gm	Peso del pignometro + agua + muestra
C=	5681,5 gm	Peso del pignometro + agua
D=	955,5 gm	Peso del material seco

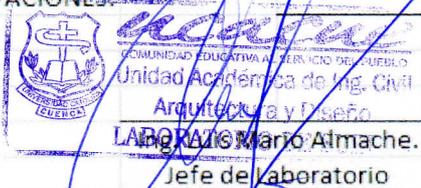
Peso Especifico Seco=  $\frac{D}{A-(B-C)}$  = 2,45 g/cm<sup>3</sup>

Peso Especifico Superficialmente Seco y Saturado=  $\frac{A}{A-(B-C)}$  = 2,58 g/cm<sup>3</sup>

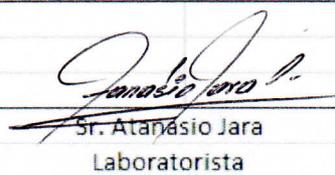
Peso Especifico Aparente=  $\frac{D}{D-(B-C)}$  = 2,81 g/cm<sup>3</sup>

% de Absorcion=  $\frac{100*(A-D)}{D}$  = 5,18 g/cm<sup>3</sup>

OBSERVACIONES:



ucacue  
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO  
Unidad Académica de Ing. Civil  
Arquitectura y Diseño  
LABORATORIO Mario Almache.  
Jefe de Laboratorio



Sr. Atanasio Jara  
Laboratorista

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION



ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS SUELOS

PROYECTO AGUA POTABLE PARA LA REGIONAL

MUESTRA POZO #3; MUESTRA #1; Pasa Tamiz Nro 4 PROFUNDIDAD: 0,20-1,50m

SOLICITADO POR DANIEL AGUILAR

FECHA 14-abr-15

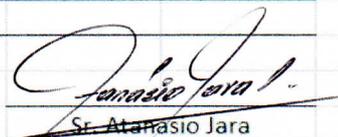
A=	0 gm	Peso del material superficialmente seco y saturado
B=	795,8 gm	Peso del pignometro + agua + muestra
C=	666,8 gm	Peso del pignometro + agua
D=	203 gm	Peso del material seco

$$\text{Peso Especifico Aparente} = \frac{D}{D-(B-C)} = 2,74 \text{ g/cm}^3$$

OBSERVACIONES:



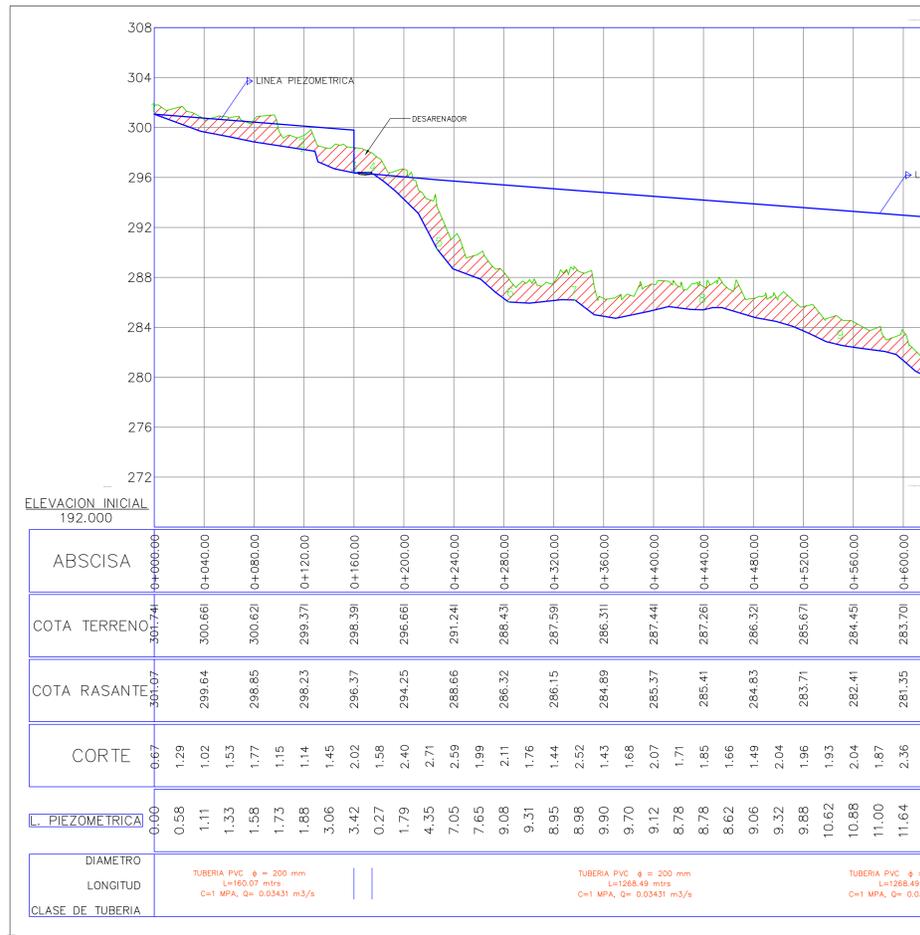
Ing. Luis Mario Amache  
Jefe de Laboratorio



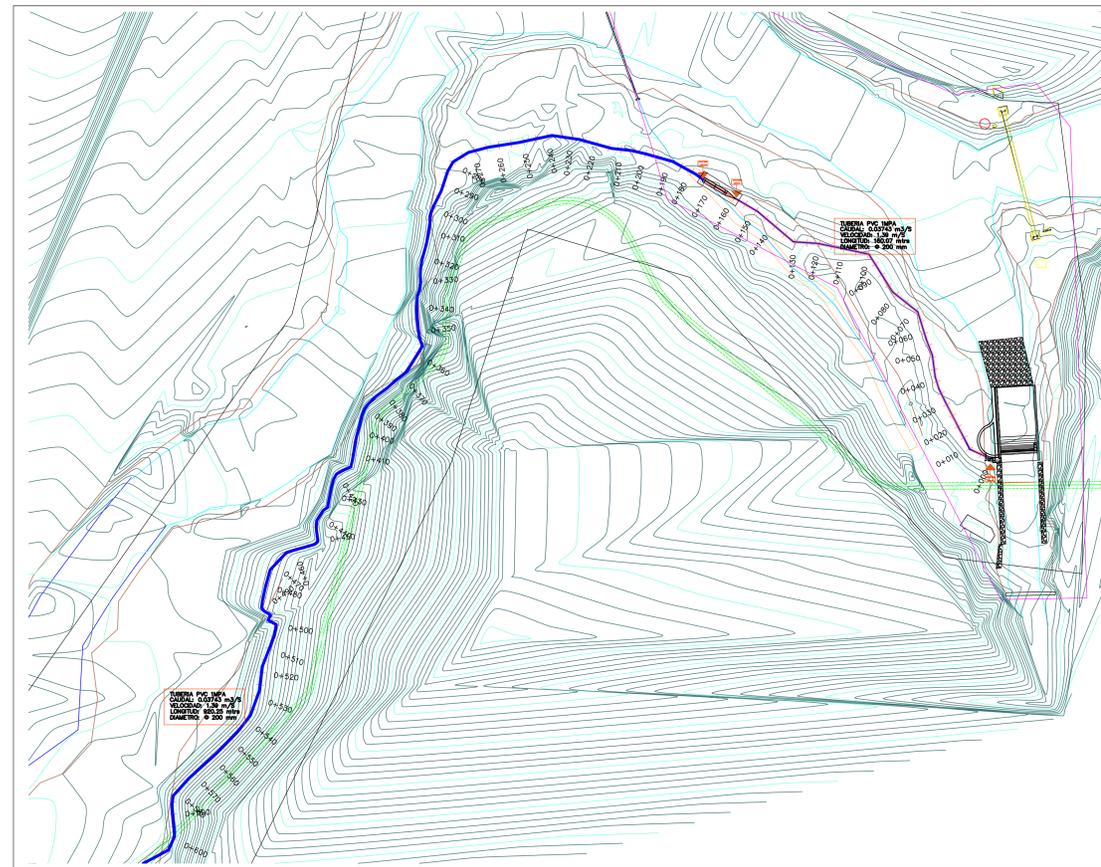
Sr. Atanasio Jara  
Laboratorista

VALORACION DE SUELOS SUCS TABLA 12.9										VALORACION DE SUELOS AASHTO			
TIPO DE SUELO	VALOR COMO TERRENO DE APOYO	VALOR COMO SUBRASANTE	VALOR COMO BASE	CAPACIDAD DE CARGA	EQUIPO DE COMPACTACION	MODIFICACION DE RESISTENCIA POR CAMBIOS DE HUMEDAD	COMPACTABILIDAD	TIPO DE SUELO	VALOR COMO BASE	VALOR COMO SUBBASE	CAMBIOS DE VOLUMEN		
POZO#1	GP	BUENA A EXCELENTE	BUENO	REGULAR A BUENO	ALTA	RODILLO NEUMATICO, RODILLO CON RUEDAS DE ACERO	MUY BAJA	BUENA	A-1-4	BUENO A EXCELENTE	BUENO A EXCELENTE	MUY PEQUEÑOS	
POZO#2	SM	MEDIANO	POBRE A MEDIANO	NO CONVENIENTE	ALTA O MEDIA	RODILLO DE NEUMATICOS, RODILLO PATA DE CABRA	BAJA	MEDIA	A-2-4	REGULAR	REGULAR	AVERCES PERJUDICIALES CUANDO SON PLASTICOS	
POZO#3	SC	POBRE A MEDIANO	POBRE	NO CONVENIENTE	MEDIA	RODILLO DE NEUMATICOS, RODILLO PATA DE CABRA	BAJA A MEDIA	MEDIA	A-7-6	REGULAR A PESIMO	REGULAR A PESIMO	GRANDES PUEDEN SER PERJUDICIALES EN EPOCA DE LLUVIA	

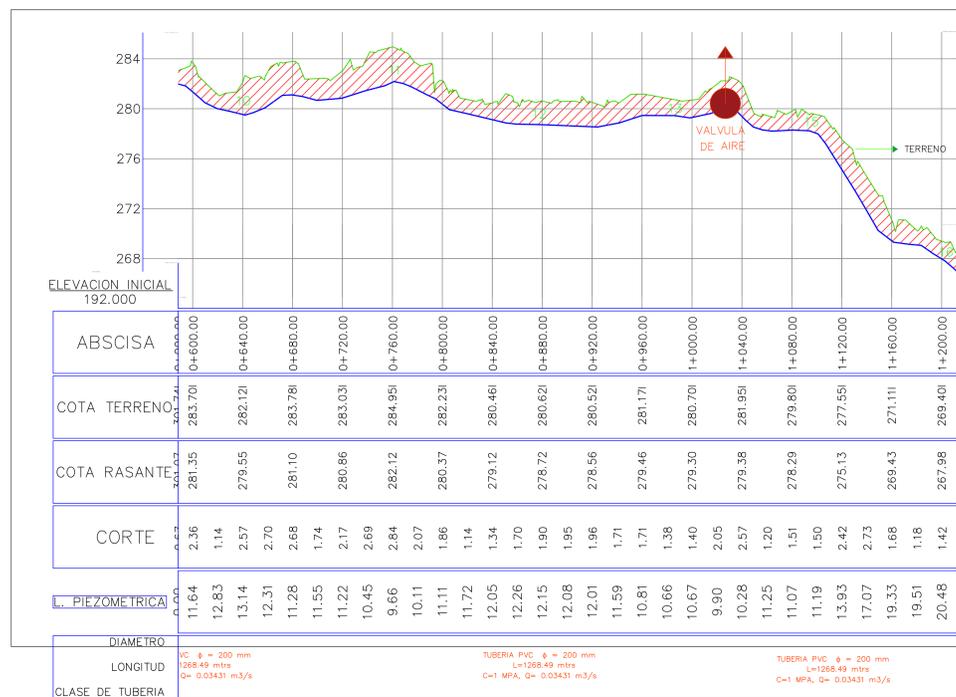
**ANEXO 3**  
**PLANOS.**



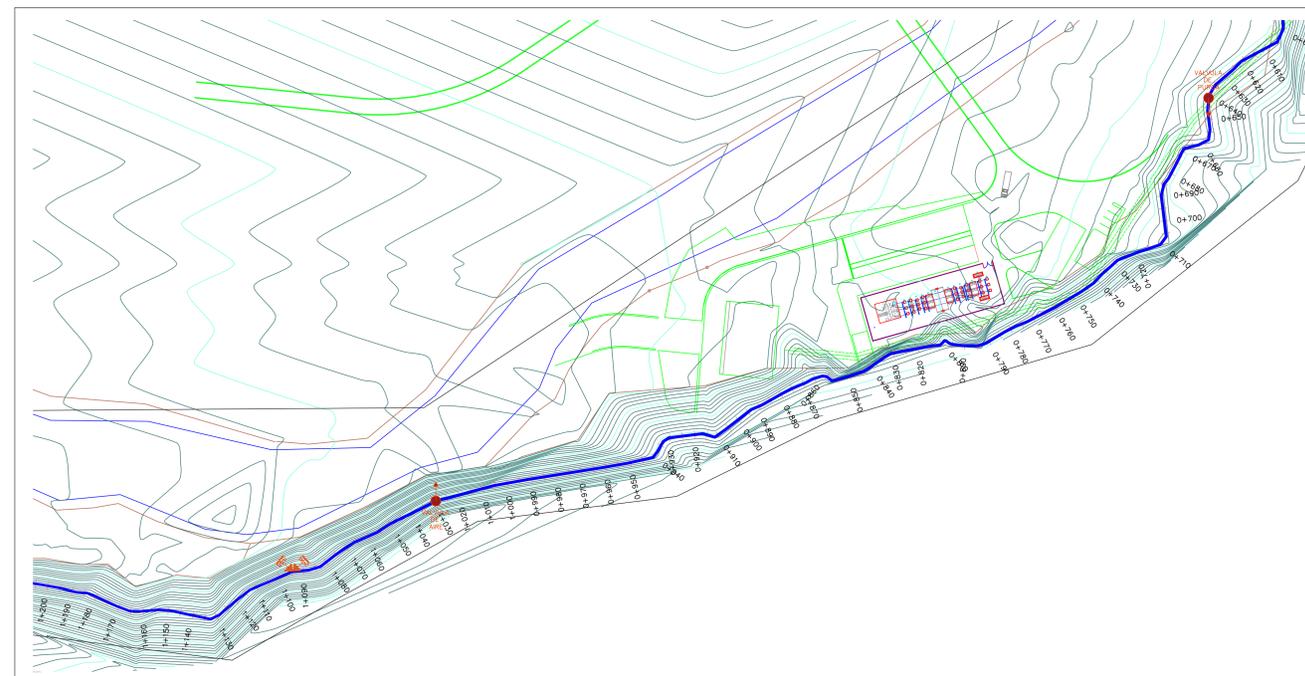
1 Perfil Línea de conducción  
Abscisa 0+000.00 - 0+600.00  
ESCALA 1:2000



2 Planta Línea de conducción  
Abscisa 0+000.00 - 0+600.00  
ESCALA 1:1000



3 Perfil Línea de conducción  
Abscisa 0+600.00 - 1+200.00  
ESCALA 1:2000

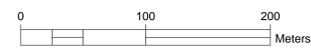


4 Planta Línea de conducción  
Abscisa 0+600.00 - 1+200.00  
ESCALA 1:1000

NORTE GEOGRÁFICO



ESCALA



UBICACIÓN



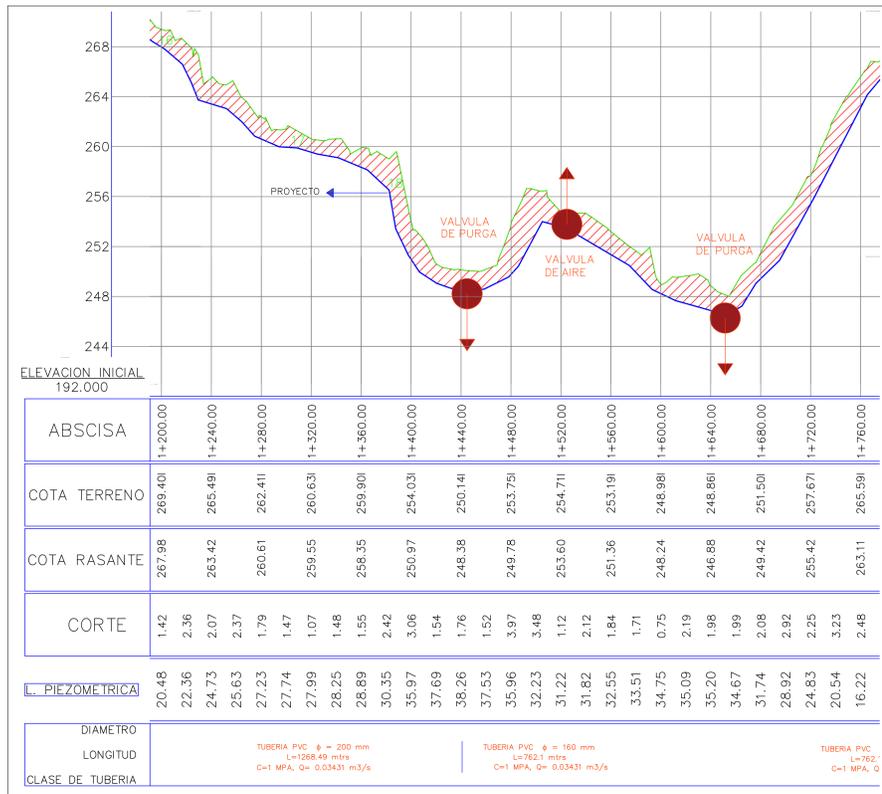
SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	TERRENO
	PROYECTO
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE PURGA
	CORTE



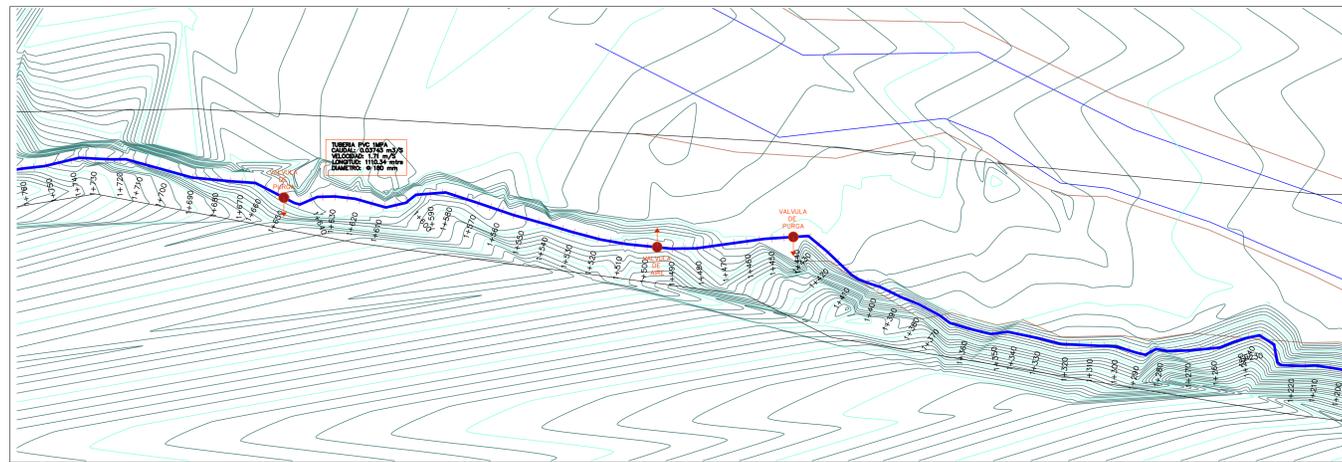
ESCALA: Las Indicadas	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
REVISIONES:	DISEÑO: DANIEL ALEJANDRO AGUILAR T. DIBUJO: DANIEL ALEJANDRO AGUILAR T. REVISIÓN: ING. WILLER EDMUNDO BARRERA P.
	ING. WILLER EDMUNDO BARRERA PINOS C: 0300695046

CONTENIDO: Perfil Línea de conducción Abscisa 0+000.00 - 0+600.00 Planta Línea de conducción Abscisa 0+000.00 - 0+600.00 Perfil Línea de conducción Abscisa 0+600.00 - 1+200.00 Planta Línea de conducción Abscisa 0+600.00 - 1+200.00	FECHA: Marzo 2016 LAMINA: 01
--	---------------------------------



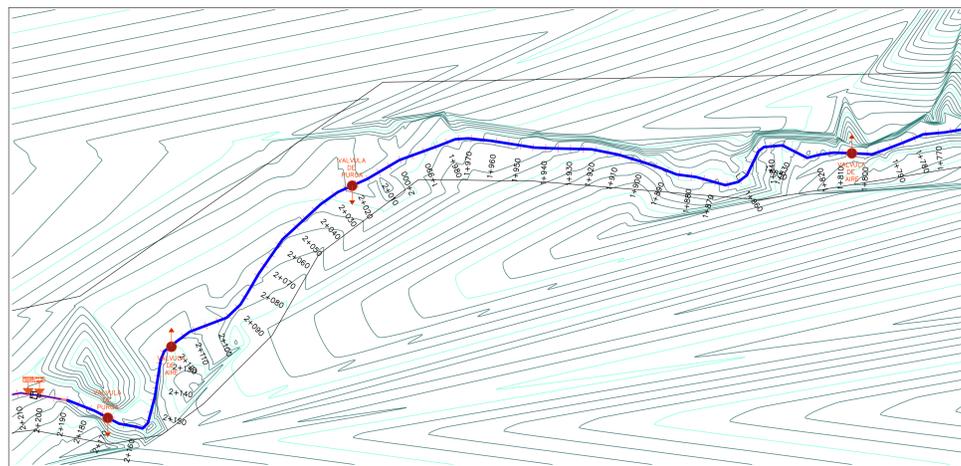
5 Perfil Línea de conducción  
Abscisa 1+200.00 - 1+760.00

ESCALA 1:2000



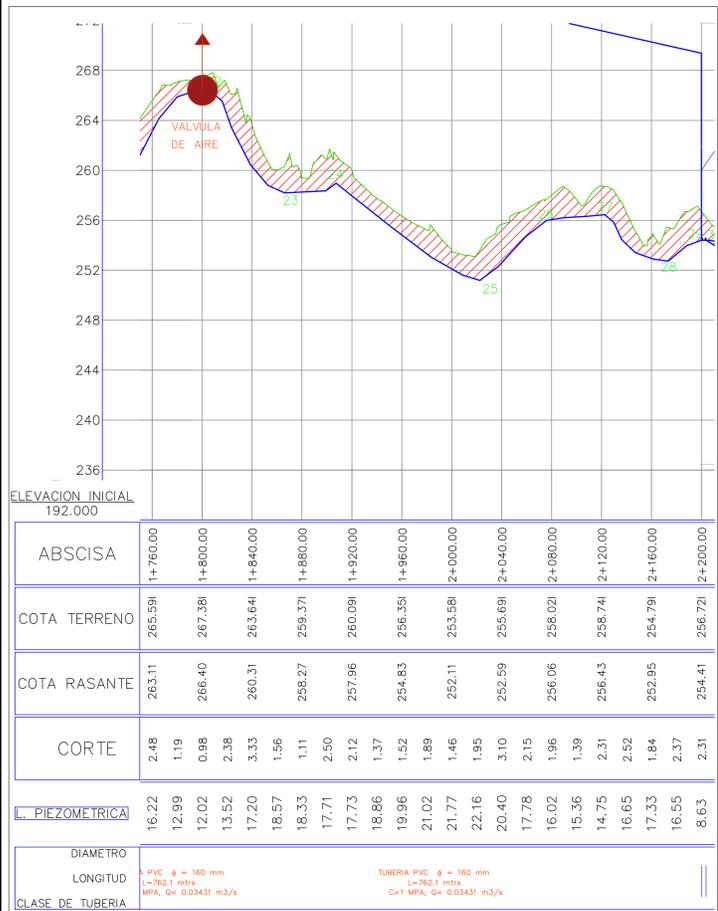
6 Planta Línea de conducción  
Abscisa 1+200.00 - 1+760.00

ESCALA 1:1000



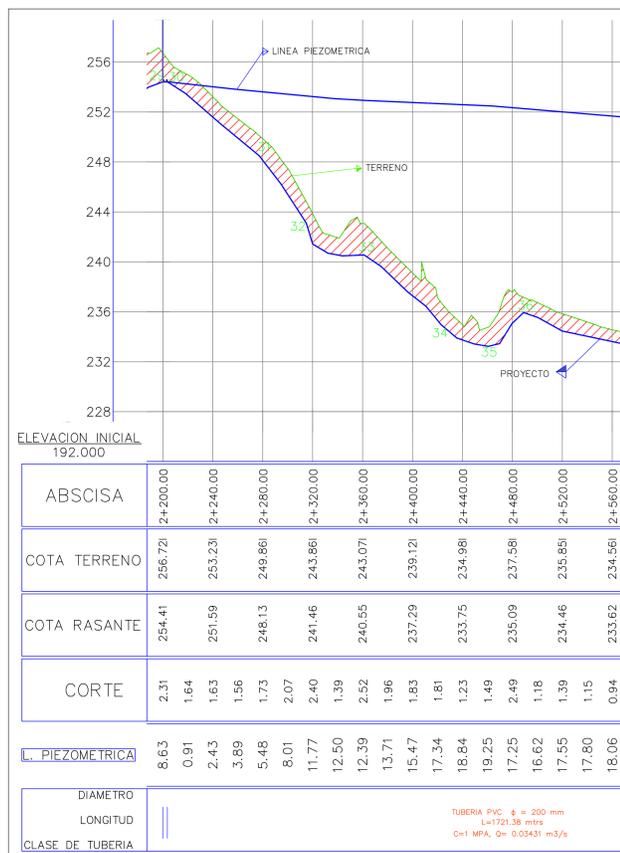
8 Perfil Línea de conducción  
Abscisa 1+760.00 - 2+000.00

ESCALA 1:1000



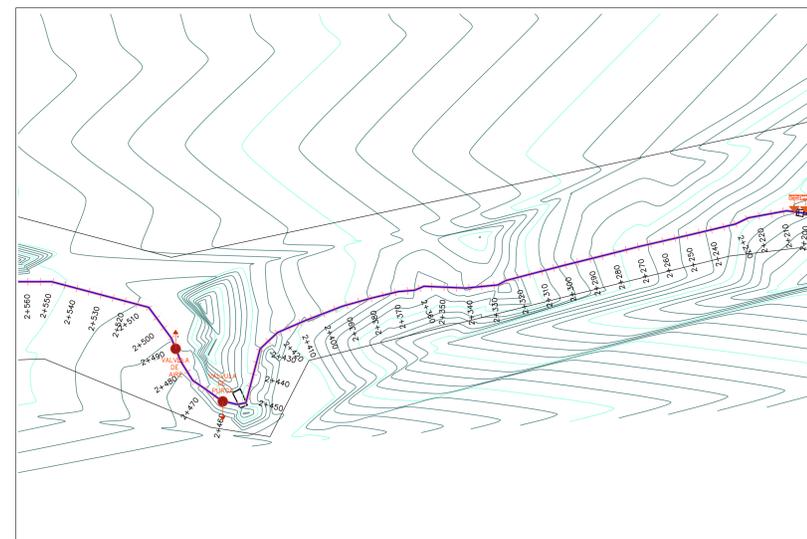
7 Perfil Línea de conducción  
Abscisa 1+760.00 - 2+000.00

ESCALA 1:2000



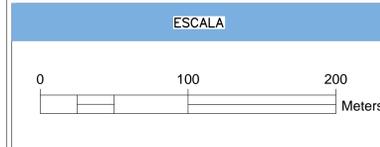
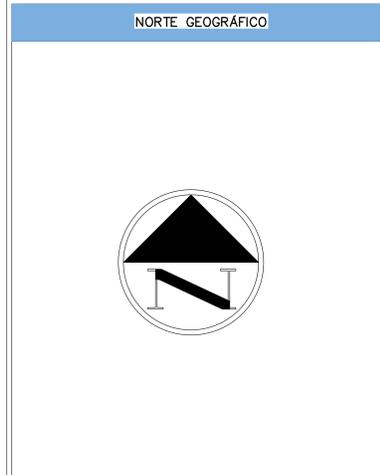
9 Perfil Línea de conducción  
Abscisa 2+000.00 - 2+560.00

ESCALA 1:2000



10 Perfil Línea de conducción  
Abscisa 2+000.00 - 2+560.00

ESCALA 1:1000



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TERRENO
	PROYECTO
	LINEA PIEZOMETRICA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE PURGA
	CORTE

**Ucacue** UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA

**Escuela de Ingeniería Civil**

ESCALA: Las Indicadas

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

REVISIONES:

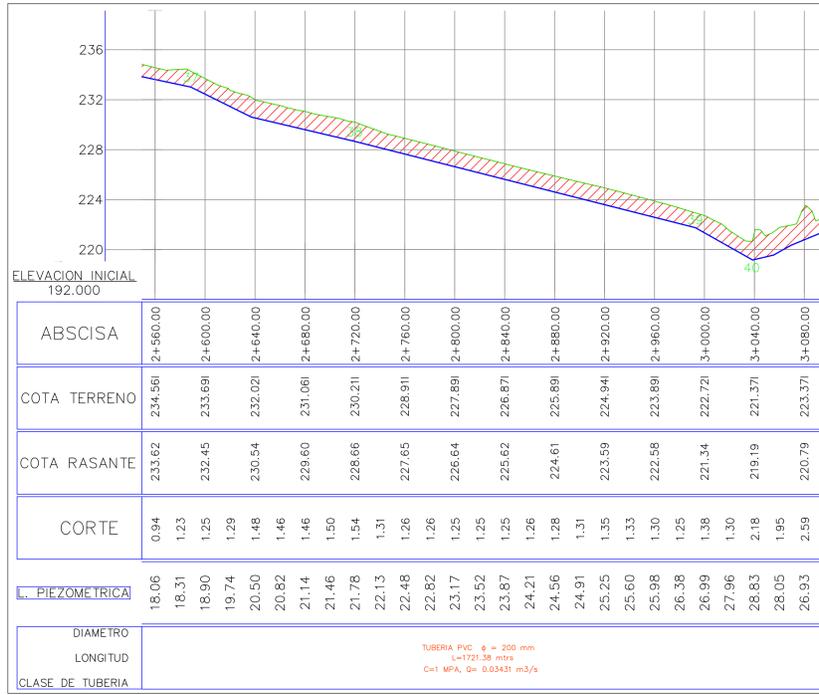
DISENO: DANIEL ALEJANDRO AGUILAR T.  
DIBUJO: DANIEL ALEJANDRO AGUILAR T.  
REVISION: ING. WILLER EDMUNDO BARRERA P.

ING. WILLER EDMUNDO BARRERA PINOS  
C: 030695046

CONTENIDO:  
Perfil Línea de conducción Abscisa 1+200.00 - 1+760.00  
Planta Línea de conducción Abscisa 1+200.00 - 1+760.00  
Perfil Línea de conducción Abscisa 1+760.00 - 2+000.00  
Planta Línea de conducción Abscisa 1+760.00 - 2+000.00  
Perfil Línea de conducción Abscisa 2+000.00 - 2+560.00  
Planta Línea de conducción Abscisa 2+000.00 - 2+560.00

FECHA: Marzo 2016

LAMINA: 2/6



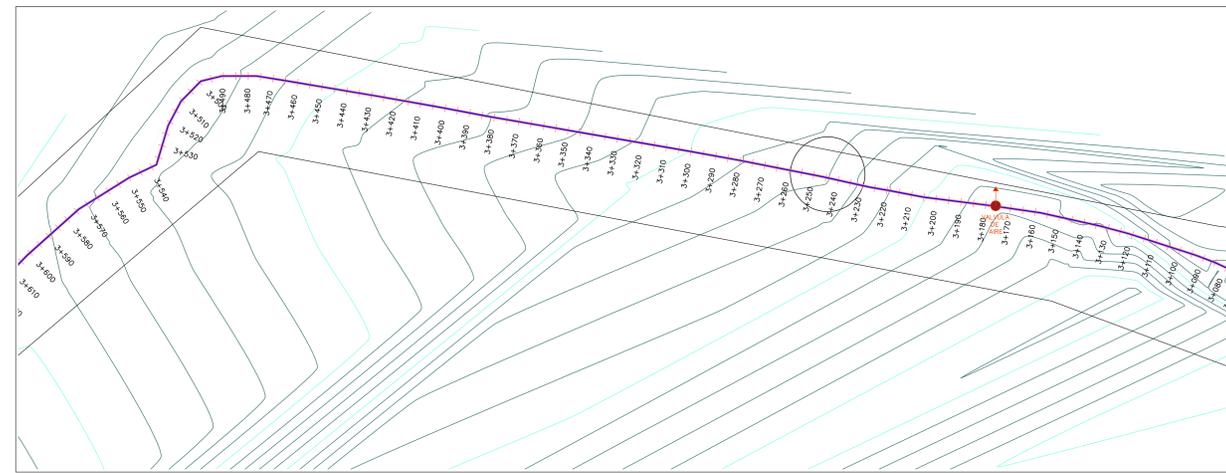
11 Perfil Línea de conducción  
Abscisa 2+560.00 - 3+080.00

ESCALA 1:2000



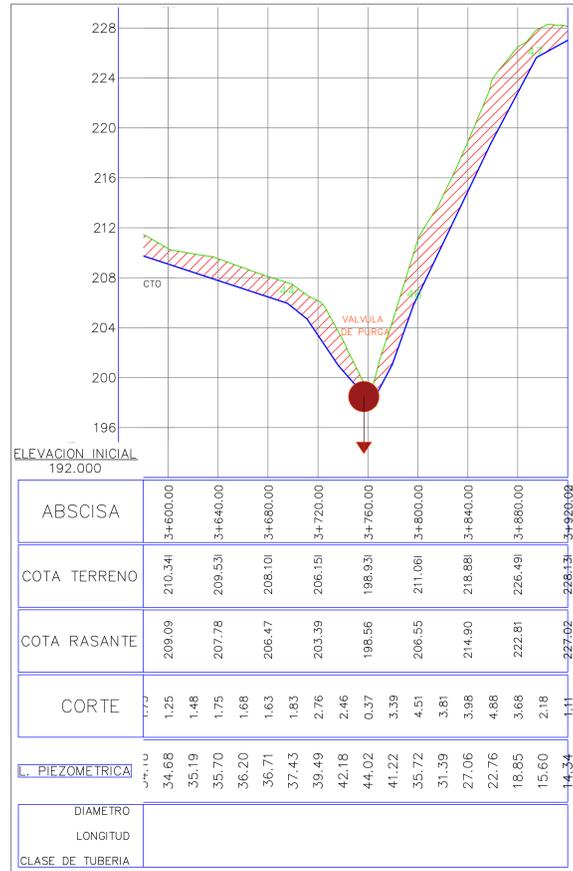
12 Planta Línea de conducción  
Abscisa 2+560.00 - 3+080.00

ESCALA 1:1000



14 Planta Línea de conducción  
Abscisa 3+080.00 - 3+600.00

ESCALA 1:1000



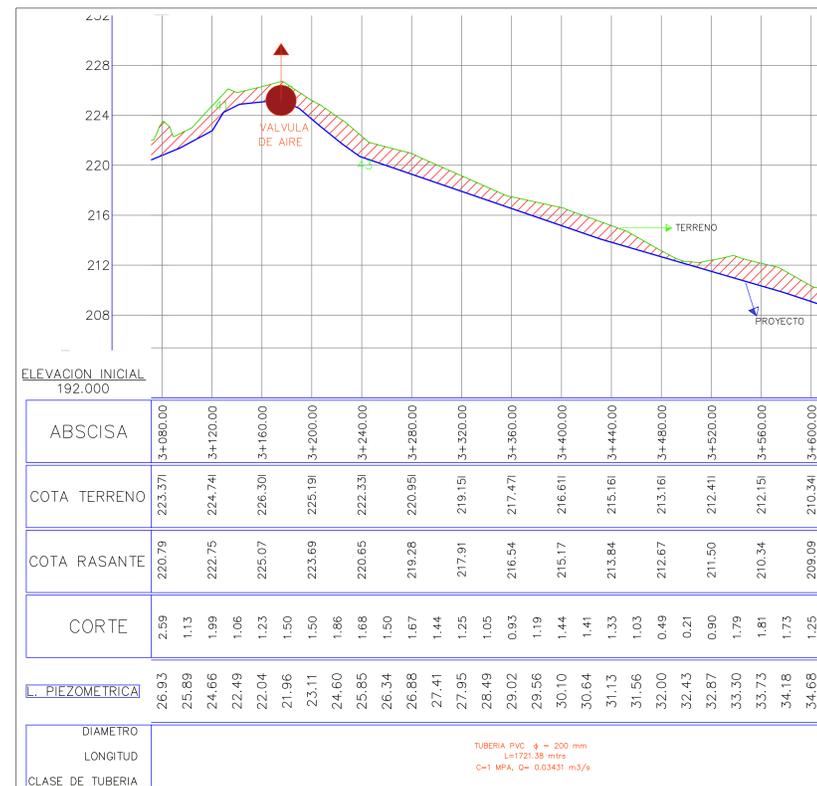
15 Perfil Línea de conducción  
Abscisa 3+600.00 - 3+920.00

ESCALA 1:2000



16 Planta Línea de conducción  
Abscisa 3+600.00 - 3+920.00

ESCALA 1:1000



13 Perfil Línea de conducción  
Abscisa 3+080.00 - 3+600.00

ESCALA 1:2000

NORTE GEOGRÁFICO

ESCALA

UBICACIÓN

SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TERRENO
	PROYECTO
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE PURGA
	CORTE

UCACUE

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCALA: Las Indicadas

REVISIONES:

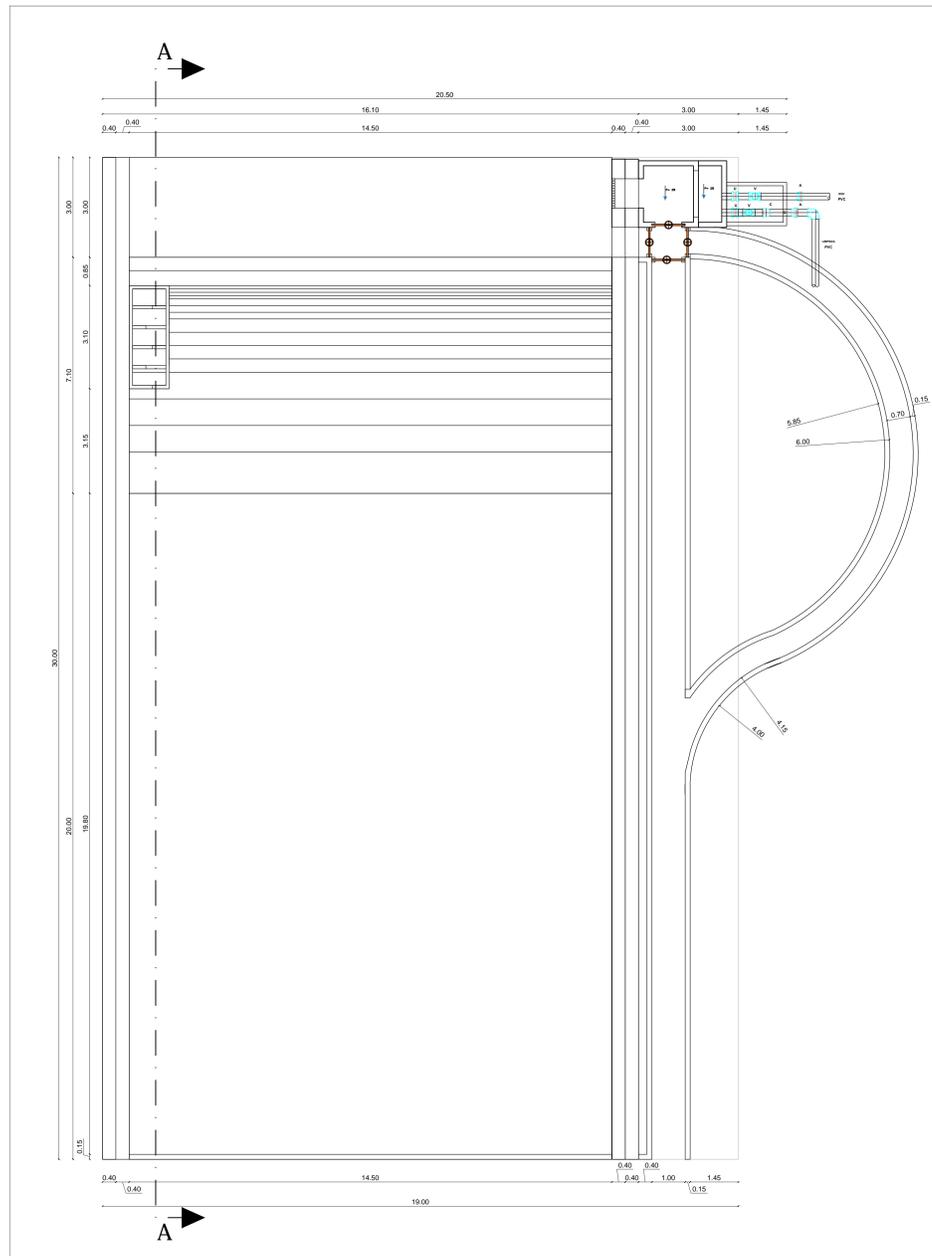
DISEÑO: DANIEL ALEJANDRO AGUILAR T.  
DIBUJO: DANIEL ALEJANDRO AGUILAR T.  
REVISIÓN: ING. WILDER EDMUNDO BARRERA P.

ING. WILDER EDMUNDO BARRERA PINOS  
CI: 0300695046

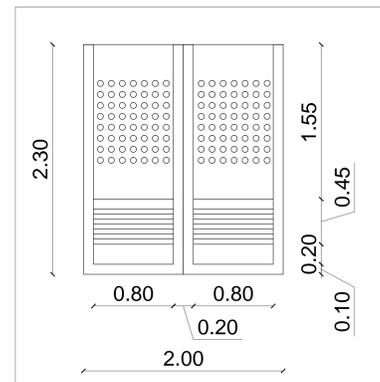
CONTENIDO:  
Perfil Línea de conducción Abscisa 2+560.00 - 3+080.00  
Planta Línea de conducción Abscisa 2+560.00 - 3+080.00  
Perfil Línea de conducción Abscisa 3+080.00 - 3+600.00  
Planta Línea de conducción Abscisa 3+080.00 - 3+600.00  
Perfil Línea de conducción Abscisa 3+600.00 - 3+920.00  
Planta Línea de conducción Abscisa 3+600.00 - 3+920.00

FECHA: Marzo 2016

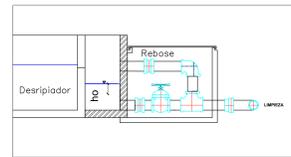
LAMINA: 3



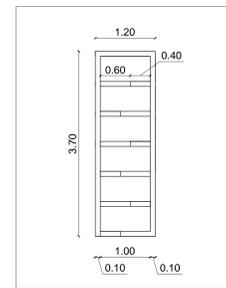
17 Plantal Azud  
ESCALA 1:75



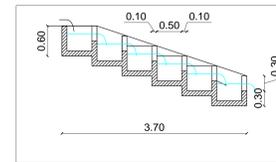
30 Corte B-B  
ESCALA 1:25



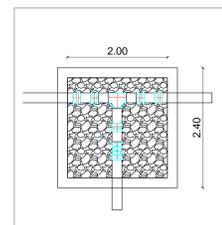
19 Detalle Válvulas Captación  
ESCALA 1:50



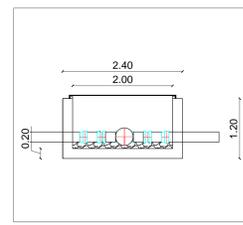
21 Planta escala de peces  
ESCALA 1:50



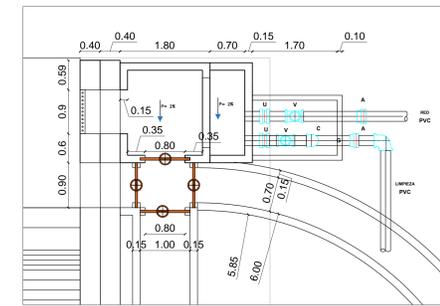
22 Vista lateral escala de peces  
ESCALA 1:50



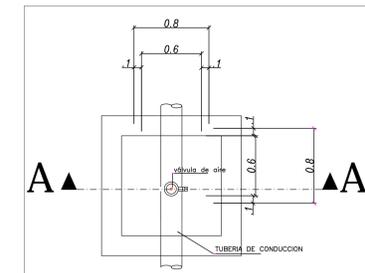
25 Planta Válvula de purga  
ESCALA 1:50



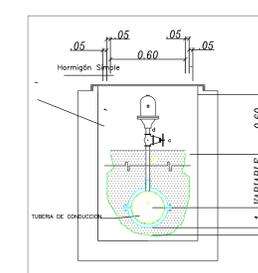
26 Vista lateral Válvula de purga  
ESCALA 1:50



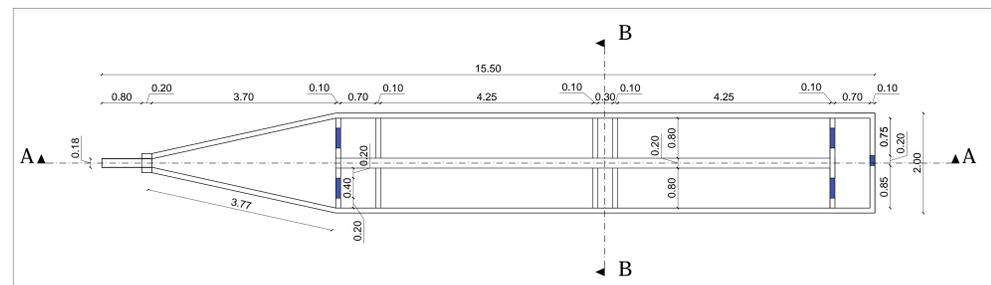
27 Canal de limpieza  
ESCALA 1:50



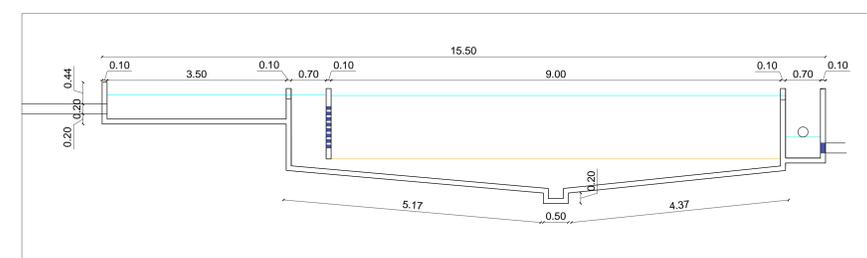
28 Planta Válvula de aire  
ESCALA 1:25



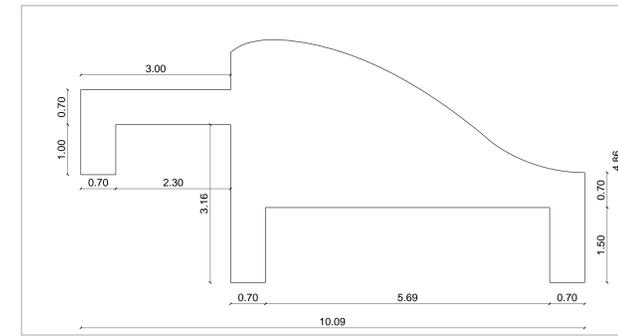
29 Corte A-A válvula de aire  
ESCALA 1:25



31 Planta Desarenador  
ESCALA 1:50

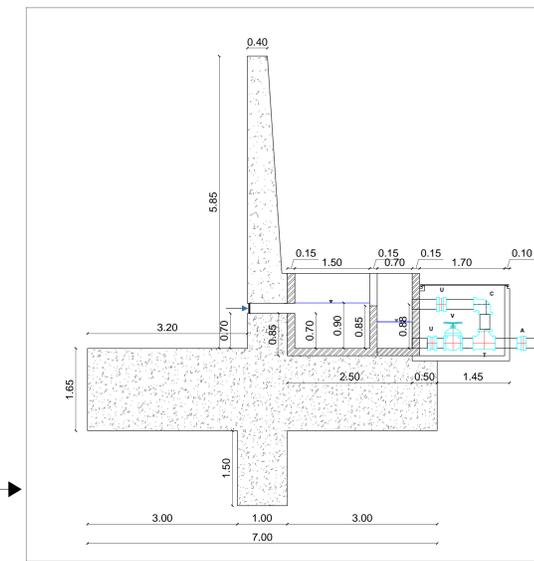


32 Desarenador Corte A-A  
ESCALA 1:50

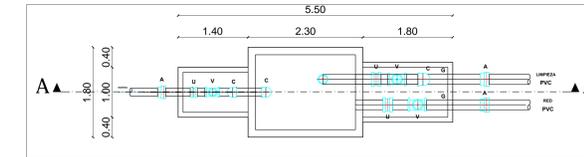


18 Vista lateral Azud tipo creager  
ESCALA 1:50

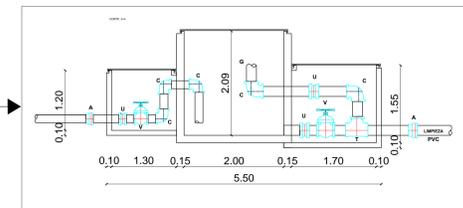
ACCESORIOS	CAPTACION	SIMBOLO	MATERIAL	DIAMETRO	Nro
UNION UNIVERSAL	U	HG	200	3	
CODO 90°	C	HG	200	2	
VALVULA COMPUERTA A RW	V		200	2	
ADAPTADOR PVC/HG	A		200	2	



20 Muro de contención, reja de entrada  
ESCALA 1:50

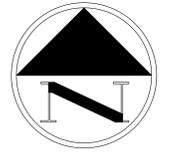


23 Planta tanque rompepresiones  
ESCALA 1:50

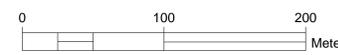


24 Corte A-A tanque rompepresiones  
ESCALA 1:50

NORTE GEOGRAFICO



ESCALA



UBICACION



SIMBOLOGIA

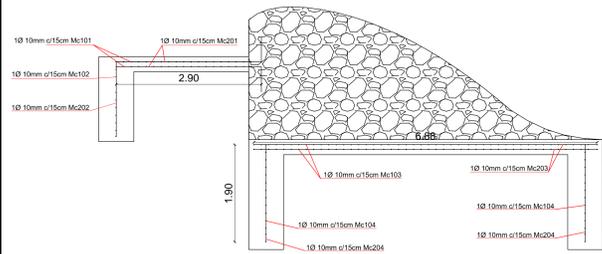
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TERRENO
	PROYECTO
	LINEA PIEZOMETRICA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE PURGA
	CORTE



ESCALA: Las Indicadas  
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
REVISIONES: DISEÑO: DANIEL ALEJANDRO AGUILAR T.  
DIBUJO: DANIEL ALEJANDRO AGUILAR T.  
REVISION: ING. WILLER EDMUNDO BARRERA P.

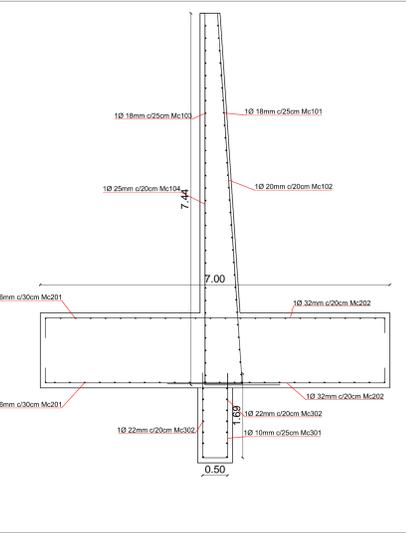
ING. WILLER EDMUNDO BARRERA PINOS  
CI: 0300695046

CONTENIDO: Detalles constructivos  
FECHA: Marzo 2016  
LAMINA: 4/5



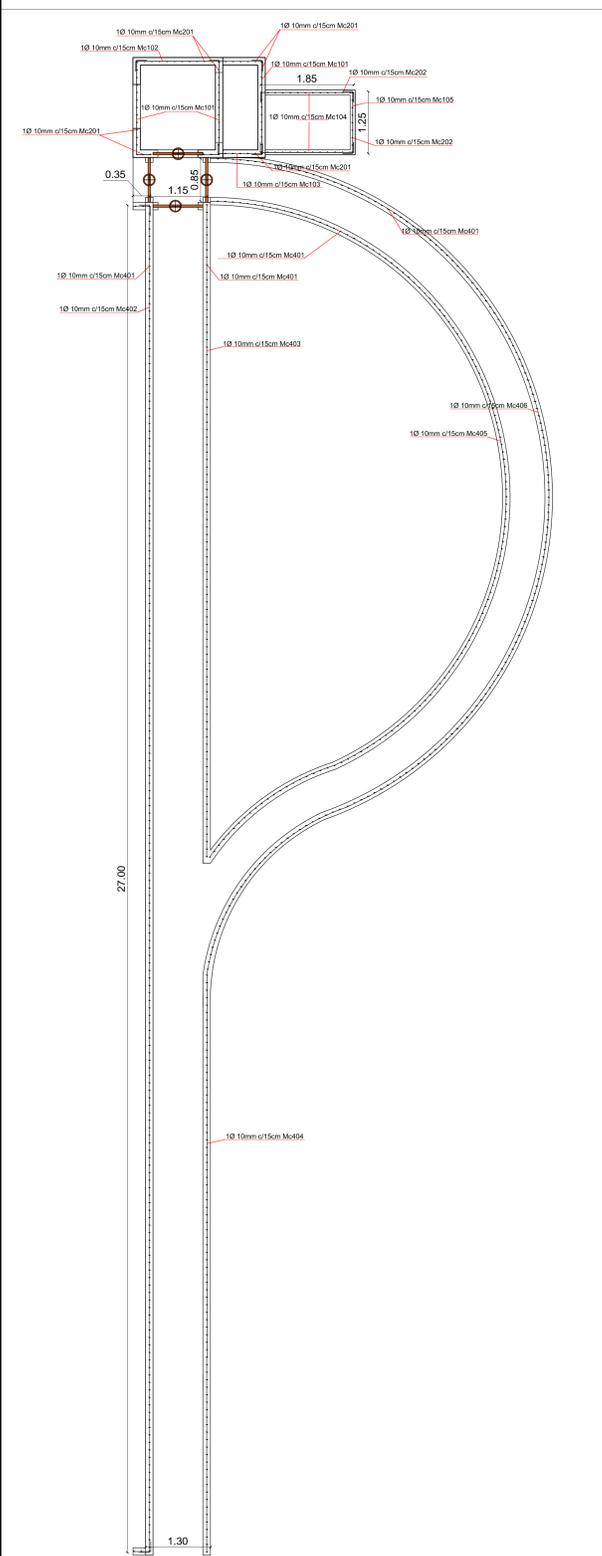
33 Colchón disipador

ESCALA 1:50



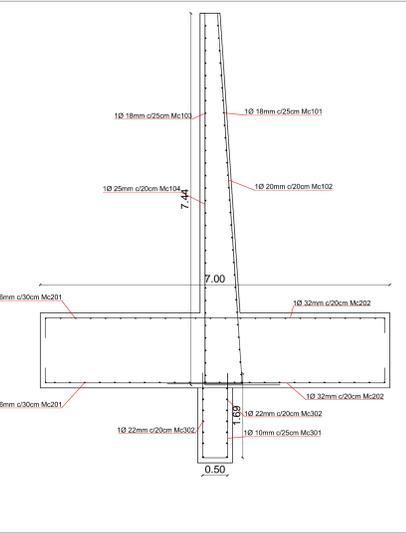
37 Muro de contención

ESCALA 1:50



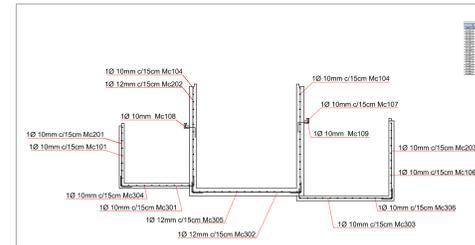
36 Canal de limpia

ESCALA 1:50



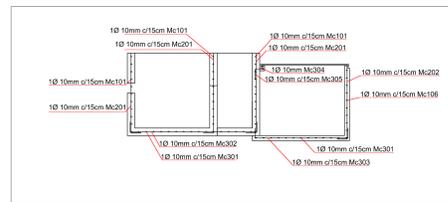
38 Planta tanque rompepresiones

ESCALA 1:50



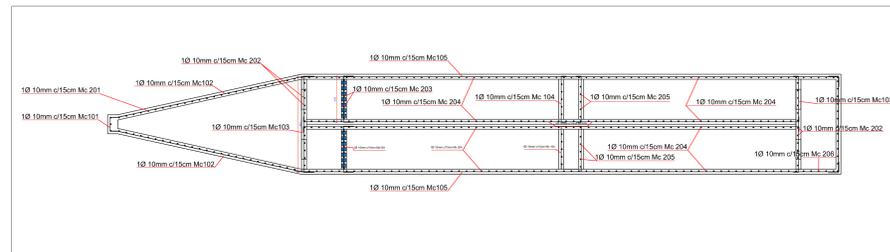
39 Vista lateral tanque rompepresiones

ESCALA 1:50



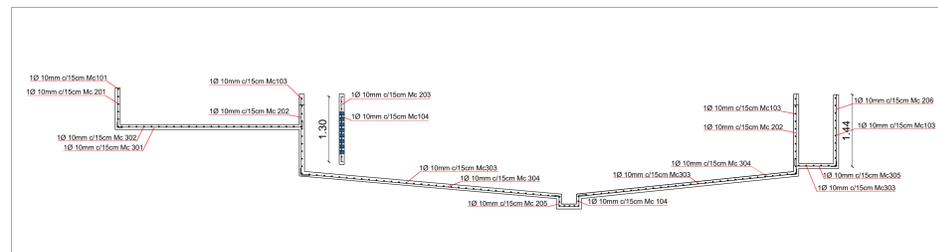
40 Desripador, caja de válvulas

ESCALA 1:50



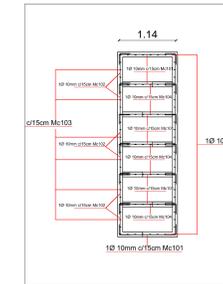
41 Planta desarenador

ESCALA 1:50



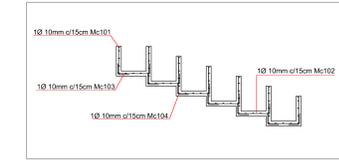
42 Desarenador Corte A-A

ESCALA 1:50



34 Planta escala de peces

ESCALA 1:50



35 Escala de peces vista lateral

ESCALA 1:50

PLANILLA DE HIERROS TANQUE ROMPE PRESIONES PROYECTO REGIONAL TIGSAY											
MARCA	Φ mm	Separacion cm	Tipo	Nro	Dimensiones			Longitud		Peso Kg	
					a	L	b	g	Unitaria	Total	Unitaria
Mc 101	10	15	C	9	0.15	0.9	0.15	1.2	10.8	0.7398	6.6586
Mc 102	10	15	C	18	0.15	1.5	0.15	1.8	32.4	1.1098	19.976
Mc 103	10	15	C	30	0.15	2.2	0.15	2.5	75	1.5413	46.24
Mc 104	10	15	C	30	0.15	1.7	0.15	2	60	1.2331	36.992
Mc 105	10	15	C	22	0.15	1.9	0.15	2.2	48.4	1.3564	29.84
Mc 106	10	15	C	11	0.15	1.1	0.15	1.4	15.4	0.8632	9.4947
Mc 107	10	15	L	8	0.15	0.2	0.05	0.4	3.2	0.2466	1.9729
Mc 108	10	15	I	1				0.9	0.9	0.5549	0.5549
Mc 109	10	15	I	1				1.1	1.1	0.6782	0.6782
Mc 201	10	15	L	25	0.15	1.2		1.35	33.75	0.8323	20.808
Mc 202	12	15	L	52	0.15	2.1		2.25	117	1.9796	103.87
Mc 203	10	15	L	33	0.15	1.5		1.65	54.45	1.0173	33.57
Mc 301	10	15	C	7	0.15	1.5	0.15	1.8	12.6	1.1098	7.7684
Mc 302	12	15	C	12	0.15	2.2	0.15	2.5	30	2.2195	26.634
Mc 303	10	15	C	9	0.15	1.9	0.15	2.2	19.8	1.3564	12.207
Mc 304	10	15	C	11	0.15	0.95	0.15	1.25	13.75	0.7077	8.4774
Mc 305	12	15	C	16	0.15	1.7	0.15	2	32	1.7756	28.41
Mc 306	10	15	C	13	0.15	1.1	0.15	1.4	18.2	0.8632	11.221

PLANILLA DE HIERROS ESCALA DE PECES PROYECTO REGIONAL TIGSAY											
MARCA	Φ mm	Separacion cm	Tipo	Nro	Dimensiones			Longitud		Peso Kg	
					a	L	b	g	Unitaria	Total	Unitaria
Mc 101	10	15	C	43	0.15	1.1	0.15	1.4	60.2	0.8632	37.116
Mc 102	10	15	C	30	0.15	0.6	0.15	0.9	27	0.5549	16.647
Mc 103	10	15	L	18	0.15	0.7		0.85	15.3	0.5241	9.433
Mc 104	10	15	L	45	0.15	0.55		0.7	31.5	0.4316	19.421

PLANILLA DE HIERROS MURO DE CONTENCIÓN PROYECTO REGIONAL TIGSAY											
MARCA	Φ mm	Separacion cm	Tipo	Nro	Dimensiones			Longitud		Peso Kg	
					a	L	b	g	Unitaria	Total	Unitaria
Mc 101	10	25	I	30				8.9	900	59.927	1797.3
Mc 102	20	20	L	150	1.5	7.4		8.9	1335	21.949	3292.3
Mc 103	25	25	I	30				8.9	900	115.6	3468
Mc 104	20	20	L	150	1.5	7.4		8.9	1335	21.949	3292.3
Mc 201	16	16	I	48				30	1440	47.35	2272.8
Mc 202	32	20	C	150	0.3	6.8	0.3	7.4	1310	46.719	7007.8
Mc 203	10	25	C	150	0.5	1.7	0.5	2.7	405.4	1.6647	2497.1
Mc 302	22	20	I	14				30	420	89.521	1253.3

PLANILLA DE HIERROS DESARENADOR PROYECTO REGIONAL TIGSAY											
MARCA	Φ mm	Separacion cm	Tipo	Nro	Dimensiones			Longitud		Peso Kg	
					a	L	b	g	Unitaria	Total	Unitaria
Mc 101	10	15	C	6	0.15	0.3	0.15	0.6	3.6	0.3699	2.2195
Mc 102	10	15	I	12	0.15	3.75	0.15	4.05	48.6	2.497	29.964
Mc 103	10	15	C	34	0.15	1.9	0.15	2.2	78.8	1.3564	46.117
Mc 104	10	15	C	32	0.15	0.9	0.15	1.2	38.4	0.7398	23.675
Mc 105	12	15	C	26	0.15	10.7	0.15	11	286	9.766	253.91
Mc 201	10	15	L	54	0.15	0.8		0.95	51.3	0.5857	31.628
Mc 202	12	15	L	26	0.15	1.6		1.75	45.5	1.5537	40.996
Mc 203	10	15	C	20	0.05	1.9	0.05	1.4	28	0.8632	17.263
Mc 204	12	15	L	288	0.15	2		2.15	619.2	1.9088	549.73
Mc 205	10	15	U	10	0.2	0.4	0.2	0.8	8	0.4932	4.9323
Mc 206	10	15	L	24	0.15	1.4		1.55	37.2	0.9556	22.935
Mc 301	10	15	C	12	0.15	3.7	0.15	4	48	2.4662	29.594
Mc 302	10	15	C	25	0.15	1.9	0.15	2.2	55	1.3564	33.91
Mc 303	12	15	C	77	0.15	1.9	0.15	2.2	168.4	1.9532	1504.1
Mc 304	12	15	C	12	0.15	10.7	0.1	10.95	131.4	9.7216	116.66

PLANILLA DE AZUDO PROYECTO REGIONAL TIGSAY											
MARCA	Φ mm	Separacion cm	Tipo	Nro	Dimensiones			Longitud		Peso Kg	
					a	L	b	g	Unitaria	Total	Unitaria
Mc 101	10	15	I	36				14.4	518.4	8.8781	316.61
Mc 102	10	15	I	11				14.4	158.4	8.8781	97.66
Mc 103	10	15	I	92				14.4	1324.8	8.8781	816.79
Mc 104	10	15	I	28				14.4	403.2	8.8781	248.59
Mc 201	10	15	L	192	1.5	2.9		4.4	844.8	2.7128	520.85
Mc 202	10	15	I	96				1.5	144	0.9268	88.781
Mc 203	10	15	I	96				6.9	662.4	4.2541	488.39
Mc 204	10	15	I	192				1.9	364.8	1.1714	224.91

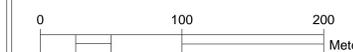
PLANILLA DE COLCHÓN DE PROTECCIÓN PROYECTO REGIONAL TIGSAY											
MARCA	Φ mm	Separacion cm	Tipo	Nro	Dimensiones			Longitud		Peso Kg	
					a	L	b	g	Unitaria	Total	Unitaria
Mc 101	10	15	I	272				14.4	3916.8	8.8781	2414.9
Mc 102	10	15	I	28				14.4	403.2	8.8781	248.59
Mc 201	10	15	I	96				20.5	1968	12.639	1213.3
Mc 202	10	15	I	192				1.9	364.8	1.1714	224.91

PLANILLA DE HIERROS DEL DESRIPIADOR Y CANAL DE LIMPIA PROYECTO REGIONAL TIGSAY											
MARCA	Φ mm	Separacion cm	Tipo	Nro	Dimensiones			Longitud		Peso Kg	
					a	L	b	g	Unitaria	Total	Unitaria
Mc 101	10	15	C	33	0.15	1.9	0.3	2.35	77.55	1.4489	47.812
Mc 102	10	15	C	11	0.15	2.5	0.15	2.8	30.8	1.7263	18.989
Mc 103	10	15	C	11	0.15	0.9	0.15	1.2	13.2	0.7398	8.1383
Mc 104	10	15	C	20	0.15	1.9	0.15	2.2	44	1.3564	27.128
Mc 105	10	15	C	10	0.15	1.25	0.15	1.55	15.5	0.9556	9.5563
Mc 201	10	15	L	63	0.15	1.55		1.7	107.1	1.0481	66.031
Mc 202	10	15	L	33	0.15	1.4		1.55	51.15	0.9556	31.536
Mc 301	10	15	C	31	0.15	1.9	0.15	2.2	68.2	1.3564	42.048
Mc 302	10	15	C	14	2.5	2.5	0.15	1.5	21.1	3.1752	44.452
Mc 303	10	15	C	9	1.9	1.9	0.15	3.95	35.55	2.4353	21.918
Mc 304	10	15	I	1				1.9	1.9	1.1714	1.1714
Mc 305	10	15	S	8	0.05	0.17	0.2	0.42	3.36	0.2589	2.0716
Mc 401	10	15	L	578	0.15	1.5		1.65	953.7	1.0173	587.99
Mc 402	10	15	C	10	0.15	1.7	0.15	2.73	27.3	16.831	168.31
Mc 403	10	15	I	13				19	130	8.015	80.15
Mc 404	10	15	I	10				7.7	77	4.7473	47.473
Mc 405	10	15	I	10				19.15	191.5	11.807	118.07
Mc 406	10	15	I	10				23	230	14.18	141.8
Mc 407	10	15	C	180	0.15	0.85	0.15	1.15	207	0.709	127.62
Mc 408	10	15	C	150	0.15	1.2	0.15	1.5	225	0.9268	138.72
Mc 409	10	15	I	9				27	243	16.647	149.82
Mc 410	10	15	I	21				21	189	12.947	116.53

NORTE GEOGRÁFICO



ESCALA



UBICACIÓN



SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TERRENO
	PROYECTO
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE PURGA
	CORTE



ESCALA: Las Indicadas	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
REVISIONES:	DISEÑO: DANIEL ALEJANDRO AGUILAR T. DIBUJO: DANIEL ALEJANDRO AGUILAR T. REVISIÓN: ING. WILLER EDMUNDO BARRERA P.

ING. WILLER EDMUNDO BARRERA PINOS C: 030695046	FECHA: Marzo 2016
CONTENIDO: Diseño estructural Planilla de hierros	LÁMINA: 5