



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

TITULACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL

**Estudio y diseño del sistema de agua potable
para la comunidad EL SALADO DEL CANTÓN
SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA**

TOMO 1

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

AUTOR:

Francel Andrés León Celi

DIRECTOR:

Ing. Edgar Iván Pineda Puglla

LOJA – ECUADOR

2012

Ingeniero

Edgar Pineda P.

**DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA Y
DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN;**

C E R T I F I C A:

Haber revisado y dirigido la tesis sobre el tema: **“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMADE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA”**, que fue elaborada por el Sr. Francel Andrés León Celi, bajo mi dirección, habiendo cumplido con los requisitos metodológicos, teóricos, prácticos, laboratorio e investigación.

Después de la revisión, análisis y corrección respectiva, autorizo su presentación para la defensa y sustentación del proyecto de tesis.

Loja, noviembre del 2012

Ing. Edgar Iván Pineda Puglla.

DIRECTOR

AUTORÍA

Las ideas y conceptos, así como el tratamiento formal y científico de la metodología de la investigación contemplados en la tesis sobre “**ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA**”, previa a la obtención del grado de Ingeniero Civil de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica Particular de Loja, son de exclusiva responsabilidad de la autora.

Francel Andrés León Celi.

CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Francel Andrés León Celi, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que su parte pertinente textualmente dice: "Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la universidad".

Francel Andrés León Celi.

AGRADECIMIENTOS.

Son muchas las personas que han colaborado en la realización de este trabajo de Graduación, es por ello que de manera especial quiero hacer público mi agradecimiento:

A DIOS: Por iluminar mi camino en la realización de este proyecto, por no desampararme en los momentos más difíciles por los cuales tuve que pasar. Gracias señor por la oportunidad que me has dado de alcanzar la meta, pero sobre todo, gracias por darme la vida y mantener firme la fe.

AL DOCENTE DIRECTOR: Gracias por ayudarme a llegar al final de este trabajo de graduación, por darme sus conocimientos sin ningún pretexto, y por estar siempre dispuestos a ayudarme en todo momento.

Por ser el mejor ejemplo a seguir, por ser un profesional que siempre quiere regalar sus conocimientos. Por enseñarme y guiarme, por ser un amigo y maestro, con dedicación ejemplar.

AL PERSONAL DOCENTE DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL: Gracias por enseñarme todo lo básico sobre nuestra carrera, por ser los mejores maestros, por mostrarme el camino a seguir.

DEDICATORIA.

A DIOS: Por darme la vida y oportunidad de luchar para alcanzar mis metas, iluminando mí camino en cada instante.

A MIS PADRES: Francel León y Livia Celi, por darme su apoyo incondicional en todos los momentos difíciles de mi vida, por darme su amor, que ha sido el mejor alimento para alcanzar mis metas, por ser mis amigos y darme ánimos de seguir adelante. Gracias por ser el mejor ejemplo de padres.

A MIS HERMANOS: Christian León Celi y Diego León Celi, por apoyarme emocionalmente, por impulsarme a seguir el camino que un día decidí recorrer, por enseñarme que soy capaz de lograr lo que quiero en esta vida.

A CHRISTIAN LÉON CELI: Mi hermano mayor, que siempre ha estado conmigo enseñándome el camino a seguir y la forma de superar cada problema, gracias por apoyarme en todas las etapas difíciles de mi carrera, por estar ahí cuando te necesitaba.

Gracias por ser más que un hermano, gracias por ser mi amigo.

A SALOME SALINAS Y EMILY LEÓN SALINAS: Por todo el apoyo, cariño y comprensión que me han brindado en la lucha por alcanzar mi sueño de ser ingeniero civil, gracias por llenarme de esperanza, por enseñarme a tener fe y mirar siempre hacia delante con el mayor optimismo.

A MI ABUELITA: Gracias abuelita, por darme tu apoyo incondicional, por darme aliento y enseñarme a ser fuerte. Por enseñarme lo importante que es tener fe.

A MIS AMIGOS: Por ayudarme cuando los necesitaba, y por compartir conmigo todo lo bueno y malo en la vida universitaria

INDICE

CONTENIDO

Certificación.....	I
Autoría.....	II
Cesión de derechos de tesis.....	III
Agradecimiento.....	IV
Dedicatoria.....	V
Índice.....	VI

CAPITULO1: ESTUDIOS PRELIMINARES

1. Estudios Preliminares	1
1.1 Identificación del Proyecto	1
1.1.1 Organización Solicitante	1
1.1.2 Proyecto.....	1
1.1.3 Planteamiento del problema	1
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivos Específicos.....	2
1.3 Ubicación y Antecedentes.....	2
1.3.1 Localización Geográfica.....	2
1.3.2 Extensión del Cantón.....	2
1.3.3 División política del Cantón.....	3
1.3.4 Clima y Temperatura:	4
1.3.5 Topografía e Hidrografía	4
1.4 Descripción de Aspectos Socio-Económicos y Sanitarios.	4
1.4 Actividad económica	6
1.4.1 Vivienda	6
1.4.2 Población	7
1.4.3 Aspectos Educativos e instituciones Públicas.....	8
1.5 Aspectos Sanitarios del sitio de estudio.....	8
1.5.1 Red de Sistema de agua potable.....	8
1.5.2 Servicios Básicos.....	10

1.5.3 Accesibilidad y red vial.....	10
1.5.4 Disposición de desechos sólidos	10
1.5.5 Formas y Procesos organizativos	11

CAPITULO 2 : ESTUDIOS BASES DE DISEÑO

2. Bases de Diseño.....	12
2.1 Bases y Parámetros de Diseño.....	12
2.2 Período de diseño.....	12
2.3 Población de diseño.....	13
2.3.1 Población actual.....	13
2.3.2 Tasa de crecimiento poblacional.....	14
2.4 Abastecimiento y consumo de agua	13
2.4.1 Determinación de la dotación.....	15
2.4.2 Demanda o consumo de agua.....	16
2.5 Definiciones y normás sobre el consumo de agua.....	18
2.5.1 Consumo medio diario	18
2.5.2 Caudal máximo diario	18
2.5.3 Caudal máximo horario	19
2.5.4 Caudal mínimo requerido en la fuente	19
2.5.5 caudal de la captación	19
2.6 Caudales de diseño	19
2.7 Volumen de almacenamiento.....	20

CAPITULO 3: DISEÑO DE LAS UNIDADES DEL SISTEMA DE AGUA

POTABLE

3. Diseño de las unidades del sistema de agua potable	22
3.1 Trabajos topográficos:	22
3.2 Estudio de suelos.....	22
3.3 Trabajos de gabinete	24
3.3.1 Diseño de los componentes del sistema de agua potable	24
3.3.1.1Fuente de abastecimiento	24
3.3.1.2Toma de muestras.....	25
3.3.1.3Análisis de laboratorio	26
3.3.1.4Análisis de resultados.....	29

3.4	Selección del método de tratamiento	32
3.5	Captación	33
3.5.1	Generalidades	33
3.5.2	Diseño hidráulico	34
3.6	Desarenador	42
3.6.1	Generalidades	42
3.6.2	Resultados del diseño del desarenador	50
3.7	Filtro lento descendente.....	51
3.7.1	Generalidades	51
3.8	Sistemas de desinfección	59
3.8.1	Generalidades.....	59
3.8.2	Resultados del diseño del sistema de desinfección con el equipo clorid I- 10.....	60
3.9	Tanque de reserva.....	61
3.9.1	Generalidades.....	61
3.9.2	Resultados del diseño hidráulico del tanque de reserva.....	66
3.10	Conexiones domiciliarias	66
3.11	Evaluación Ambiental del Proyecto.....	67
3.12	Presupuesto y Cronograma del Sistema de Agua Potable:	70

CAPITULO 4: CÁLCULO HIDRAÚLICO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN

4.1	Línea de Conducción	71
4.1.2	Sistema de Conducción adoptado	74
4.1.3	Cálculo hidráulico de la línea de conducción	74
4.2	Red de Distribución.....	79

CAPITULO 5: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

5.1	Generalidades.....	82
5.2	Seguridad en la obra.....	82
5.3	Niveles de construcción	83
5.4	Periodo de prueba.	83
5.5	Especificaciones Generales de construcción.....	83
5.5.2	Replanteos.....	83

5.5.3 Desbroce y Limpieza	84
5.6 Especificaciones Generales de líneas de conducción y red de distribución.	91
5.7 Especificaciones técnicas de materiales.....	97
5.8 Especificaciones técnicas de tuberías y accesorios	99
5.9 Válvulas.	101
5.10 Manual de procedimientos.....	102

CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6. Conclusiones y Recomendaciones.....	104
--	-----

CAPITULO 7: BIBLIOGRAFÍA

7. Bibliografía.....	106
----------------------	-----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Encuesta Socioeconómica y Sanitaria	
Anexo 2: Cálculo de la población futura	
Anexo 3: Bases de diseño	
Anexo 4: Libreta topográfica	
Anexo 5: Estudios de suelo	
Anexo 6: Análisis del agua	
Anexo 7: Diseño captación	
Anexo 8: Diseño del desarenador	
Anexo 9: Diseño del filtro grueso dinámico y Diseño del filtro lento de arena	
Anexo 10: Cálculo de la dosis de hipoclorito de sodio	
Anexo 11: Tanque de reserva	
Anexo 12: Matriz de Leopold y Memoria de Evaluación Ambiental	
Anexo 13: Presupuesto y análisis de precios unitarios	
Anexo 14: Diseño Hidráulico de la Red de conducción	
Anexo 15: Diseño Hidráulico de la Red de distribución	
Anexo 16: Análisis tarifario del sistema de Agua Potable	
Anexo 17: Seguimiento Fotográfico	

**ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA
COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA
DE LOJA**

Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Técnica Particular de Loja

e-mail: muchfaleon@hotmail.com

**FRANCEL ANDRÉS LEÓN CELI
AUTOR**

**ING. EDGAR IVÁN PINEDA PUGLLA
DIRECTOR DE TESIS**

LOJA – ECUADOR, NOVIEMBRE DEL 2012

RESUMEN: Este proyecto tiene como objetivo primordial la realización del estudio y diseño del sistema de agua potable para la comunidad el “Salado”, buscando las mejores alternativas económicas para los habitantes de la comunidad tanto en lo que se refiere a tarifas como en el presupuesto total de la obra en la etapa de construcción, garantizando así un nivel de vida de mayor calidad.

Se ha realizado el diseño hidráulico de las redes de conducción y distribución utilizando la fórmula de Darcy-Weisback para el cálculo de las pérdidas de carga; así como los diseños de cada unidad que componen el sistema como: captación, desarenador, planta de tratamiento y distribución. Además se incluye el análisis financiero, de Impacto ambiental y las especificaciones técnicas de construcción.

ABSTRACT: This project has as primordial objective the realization of the study and design of the system of drinkable water for the community of “Salado ”, looking for alternative economic for the inhabitants of the

community so much in what refers to rates and I eat in the total budget of the work in the construction stage, guaranteeing this way a level of life of more quality.

He/she has been carried out the hydraulic design of the conduction nets and distribution using the formula of Darcy-Weisback for the calculation of the load losses; as well as the designs of each unit that compose the system like: reception, desarenador, treatment plant and distribution.

The financial analysis is also included, of environmental Impact and the technical specifications of construction.

1. INTRODUCCIÓN

La falta de buenos sistemas de agua potable, ha determinado que los habitantes de pequeñas ciudades y comunidades como es el caso del Salado este expuesto a enfermedades como malestares intestinales y otras infecciones externas que son transmitidas por el agua en las comunidades que en su mayoría carecen de tratamiento del agua que están consumiendo. Para contrarrestar estos problemas y además elevar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad el Salado, se realizó los respectivos estudios y diseños del sistema de agua potable buscando alternativas relativamente económicas pero no menos eficientes.

ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

En el presente estudio se siguió los lineamientos de la normativa del Código Ecuatoriano para el diseño de la construcción de Obras Sanitarias, norma CO 10.7-601.

Se ha realizó visitas técnicas de campo para recopilar información sobre: la demografía de la comunidad mediante encuestas socio-económicas, toma de muestras de agua de la captación para ensayos físicos, químicos y bacteriológicos, toma de muestras para ensayos físico-químicos del suelo.

Luego de haber obtenido los resultados de los análisis en laboratorio tanto de aguas como de suelos se realizó la

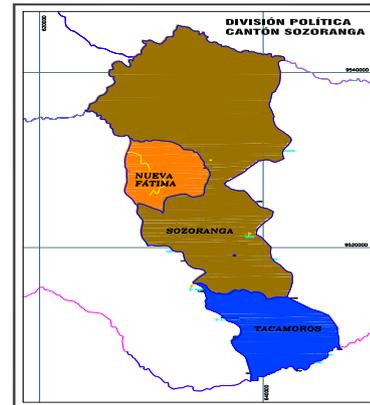
determinación de la calidad de la fuente y del suelo.

De los estudios realizados se determinó la selección del método de tratamiento adecuado, para posteriormente diseñar la planta de tratamiento y su distribución final.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La comunidad el Salado perteneciente al cantón Sozoranga, provincia de Loja, país del Ecuador se encuentra ubicada en la parte Sur-Oriente de la provincia de Loja. Sozoranga constituye uno de los dieciséis cantones de la Provincia de Loja en la Región Sur del Ecuador. Ubicado en la coordenadas $04^{\circ}06'$ y $04^{\circ}29'$ de latitud sur y $79^{\circ}40'$ y $79^{\circ}53'$ de longitud occidental.

La comunidad el Salado, geográficamente está localizada en las coordenadas 9525123.2745 N – 636910.3762 E, con una altura promedio de 1424 m.s.n.m.



1.- Estudio socio-económico.-

Se realizó encuestas aplicadas a la zona de estudio, obteniéndose resultados de cobertura de servicios básicos (agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, centro de salud, escuelas), actividades económicas de la población, existencia de microempresas, eliminación de aguas, disposición de desechos sólidos. Con estos datos se pudo conocer las costumbres de la población con respecto al uso del agua y las enfermedades de origen hídrico debido al agua que actualmente consumen.

2.- Topografía de la zona.-

Consistió en el levantamiento topográfico del sitio de captación existente (para efectos de evaluación). Levantamiento de la línea de conducción. Levantamiento de la zona poblada

(redes de distribución). Levantamiento detallado de todas las viviendas que serán servidas por el Proyecto. Referenciación de sitios de importancia para las nuevas obras.

Una vez concluido el trabajo de campo, se procesaron los datos obtenidos y se hizo la comprobación en sitio para luego realizar los planos del proyecto.

3.- Estudio de suelos.- Con la realización del estudio de suelos se pudo determinar los diversos elementos y formaciones de que están constituidos los suelos de la zona del proyecto. Para establecer las características de los tipos de suelo en los diferentes componentes del sistema se ha realizado la excavación de calicata y toma de muestra alterada en el sitio de la planta de tratamiento para su respectivo análisis en laboratorio, logrando establecer el tipo de suelo, su textura y capacidad portante.

4.- Análisis de la calidad del agua.- Mediante este proceso se pudo conocerla composición físico-química y bacteriológica del agua a través de la toma de muestras en la captación, y su respectivo

análisis en laboratorio. Llegando a determinar que la fuente cumple con las normas vigentes para la calidad de agua cruda tanto en el aspecto físico-químico como bacteriológico.

5.- Selección del método de tratamiento.- En base a la norma utilizada y a los análisis del agua, para el presente proyecto se propone un proceso de desinfección del agua.

6.- Estudio de impacto ambiental.- La construcción del sistema de agua potable conlleva al estudio de impacto ambiental, identificando así las acciones y los factores ambientales que se ven afectados ya sea en forma positiva o negativa en las diferentes etapas del proyecto, a través de una evaluación de la magnitud e importancia de las mismas utilizando la matriz de Leopold.

3. RESULTADOS OBTENIDOS

Después de realizados todos los estudios de campo y gabinete se ha llegado a obtener los siguientes resultados:

- La calidad del agua es buena; en cuanto a la calidad bacteriológica podemos señalar que las muestras analizadas no cumplen con los

requerimientos de la Norma, lo que nos indica que existe contaminación orgánica de la fuente debida probablemente a que la fuente no está protegida y a labores de pastoreo y actividades humanas en el área circundante. Para combatir esta contaminación se realizó un proceso de desinfección para llegar a los niveles de los parámetros proporcionados por la norma.

- El suelo se clasificó como arena arcillosa, suelo excelente a bueno

- Para el de desinfección se tomó la alternativa del hipoclorador

- El diseño del sistema de agua potable consta de: captación, desarenador, filtración gruesa, filtración lenta descendente, desinfección y almacenamiento; redes de conducción y distribución.

El detalle de todos los resultados los podrá encontrar en el documento completo de tesis.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a Los resultados obtenidos en las encuestas socio-económicas de la comunidad de estudio, se determinó que existen problemas sanitarios relacionados con la falta de agua potable; con la

implementación de un sistema adecuado se contribuirá a mejorar las condiciones de salubridad de los habitantes

El lugar donde se pretende implantar la captación y la planta de tratamiento posee un suelo muy consistente de a implantar la captación tipo arcilloso-limoso con características de bueno a excelente; lo que determina que la carga máxima transmitida con la construcción de las diferentes unidades del sistema no afectara al terreno.

De acuerdo a la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1108 (requisitos del agua potable), de acuerdo al análisis físico-químico y bacteriológico realizado, se puede indicar que las muestras contienen en su mayoría gérmenes totales y sólidos totales, lo que con los tratamientos seleccionados, nos permitirá obtener una agua de excelente calidad.

Para el tratamiento del agua a captar, se implementó un solo filtro lento de arena, debido a que la comunidad cuenta con poca población para un extenso estudio,

lo cual encarecería considerablemente el proyecto, el filtro eliminará picos de turbiedad que existe sobre todo en la época invernal, sólidos como hojas y demás partículas no retenidas en el Desarenador y bacterias en un 60%.

En cuanto al cálculo hidráulico de las redes de conducción y distribución se han considerado los diámetros y presiones dinámicas establecidas en la norma cumpliendo con los parámetros de velocidad y presión, además se deberá construir tanques rompe presión en la red de distribución como también las respectivas válvulas reductoras de presión a la salida de las conexiones domiciliarias en los nudos de salida, con el objeto de evitar el exceso de presión permitida en el medidor.

En el diseño de las redes de distribución y conducción se utilizó tubería y accesorios PVC, debidos a su rentabilidad económica, fácil manejo constructivo y a la calidad del material.

De acuerdo al análisis financiero se pudo ostentar y determinar que

el proyecto no es sustentable por el alto costo de la obra; pero al realizar un análisis social se observa que este proyecto se torna rentable, pues la TIR social es mayor que la tasa de descuento y la relación beneficio costo es mayor que uno. Para el análisis social se ha tomado en cuenta las mejoras en la calidad de vida de los habitantes con la construcción de este sistema.

Fomentar la realización de proyectos reales, ya que es de beneficio en la formación teórica-práctica del estudiante.

Sería favorable realizar un estudio conjuntamente con el de agua potable del sistema de alcantarillado sanitario y las plantas de tratamiento para que el desfogue de las aguas servidas no sea dañino al manto friático a donde irán a dar.

Seguir estrictamente todos los detalles técnicas que se encuentran en la memoria técnica, planos, anexos.

Para mayor facilidad de construcción e instalaciones en el sistema de agua potable se

recomienda sectorizar las redes que componen el sistema con el único objetivo de facilitar las instalaciones de mecanismos de control y medición de volúmenes y presiones, desde la captación del líquido hasta su distribución.

Priorizar el mantenimiento de todo el sistema y sus componentes, por medio de controles permanentes.

Brindar el mantenimiento necesario al proyecto de agua potable para que su período de vida útil, cumpla.

Proporcionar un adecuado y continuo mantenimiento al sistema de agua potable para evitar daños y garantizar un buen funcionamiento, durante el tiempo previsto de diseño.

Actualizar los datos de usuarios y categorizarlos para emprender políticas económicas en base a cobros por servicios prestados.

Colaboración de toda la comunidad ya sea en la etapa de construcción como en la de mantenimiento.

El pago puntual de la tarifa de agua para que sea posible el mantenimiento del sistema de

abastecimiento.

Los nuevos usuarios del sistema deberán pagar, por el uso del agua, una tarifa definida por la junta de agua potable de acuerdo al costo del trabajo realizado por cada uno de los usuarios hasta la fecha en que deseen la acometida, o como acordaren entre las partes.

5. REFERENCIAS

- ✓ Plan de desarrollo cantonal de Sozoranga. Comité de desarrollo cantonal Sozoranga – Loja – Ecuador. Julio 2002. Pág. 16.
- ✓ SSA. Normas de diseño para agua potable, eliminación de Excretas y Residuos Líquidos (área Rural) Pág. 21.
- ✓ Código Ecuatoriano para el diseño de construcción de obras sanitarias MDGIF-MIDUVI, (2010), Norma CO 10.7-601, Sistemas de Abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área urbana.
- ✓ Código Ecuatoriano para el

- diseño de la construcción de Obras Sanitarias, norma CO 10.7-601.
- ✓ MECÁNICA DE FLUIDOS, Streeter, Wylie. Pág. 300.
 - ✓ MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE SANEAMIENTO AMBIENTAL, Caracas, Venezuela, pág. 89.
 - ✓ Eulalio Juárez Badillo & Alfonso Rico Rodríguez (1996). Fundamentos de Mecánica de Suelos. Tomo 1. Edición. Decimoséptima. Editorial: LIMUSA-Noriega. Tercera reimpresión 1996. Impreso en México, D.F.
 - ✓ Ingeniería civil (apuntes). (2007-2008). Recuperado de la pág. Web: <http://www.ingenieracivil.com/2008>.
 - ✓ Guía de diseño para líneas de conducción e Impulsión de sistemas de abastecimiento de Agua rural OPS/CEPIS, Lima 2004. Recuperado de la pág. Web: <http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/e105-04Disenoimpuls.pdf>
 - ✓ Calidad y normativa del agua para consumo humano. Calidad del agua es calidad de vida, (2006). México. Recuperado en Mayo del 2011. <http://www.pnuma.org/recnata/esp/documentos/cap5.pdf>
 - ✓ Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales, Cap. III, OPS/CEPIS, Lima2004. Recuperado en Abril 2011. Pág. Web: http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/017_roger_dise%C3%B1o_captacion_manantiales/captacion_manantiales.pdf
 - ✓ Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores, Cap. III, OPS/CEPIS, Lima2005. Recuperado en Abril 2011. Pág. Web. http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/035_diseño_de_desarenadores_y_sedimentadores/
 - ✓ Normas y Bases de Diseño del Programa Praguas,

- Guía de Opciones Técnicas del Programa Praguas,
- ✓ Norma técnica ecuatoriana NTE, INEN 1108, agua potable. Primera revisión requisitos(2003)
 - ✓ Principios de la hidráulica que necesitas conocer: El principio de energía. Publicado por Editoring Civil. Recuperado en abril 2011 en la pág. Web: <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/principios-de-la-hidraulica-que-necesitas-conocer-el-principio-de-energia/>
 - ✓ Water Treatment Solutions Lennetech, (1998). Desinfectantes Hipoclorito de sodio. Recuperado en Mayo 2011 en la pág. Web: <http://www.lennetech.es/ procesos/desinfeccion/quimica/desinfectantes-hipoclorito-de-sodio.htm>
 - ✓ Guía para el diseño de sistemas de filtración en múltiples etapas Cap. V, OPS/CEPIS, Lima2005. Recuperado en Marzo 2011. Pág. Web.



CAPITULO 1

1. ESTUDIOS PRELIMINARES

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1.1 ORGANIZACIÓN SOLICITANTE

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN SOZORANGA.

1.1.2 PROYECTO

“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA”

1.1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La cabecera cantonal dispone de los siguientes servicios básicos: agua potable, alcantarillado sanitario, luz eléctrica y teléfono, no así las parroquias las mismas que fundamentalmente carecen de los servicios de agua potable y alcantarillado, disponiendo del servicio de agua entubada y letrización.

La comunidad en estudio, en la actualidad no cuenta con un sistema técnicamente construido por lo que para la dotación de este líquido vital no se dispone con las exigencias y parámetros óptimos para su consumo, de ahí, se determina la necesidad prioritaria de realizar los respectivos estudios y diseño que cumplan con las Normas de calidad y en cantidad suficiente para el abastecimiento de la población y de esta manera dar soluciones inmediatas a la problemática sanitaria concerniente a la carencia de un “sistema de agua potable”, lo que permitirá asegurar un desarrollo de la población en general en una forma más perceptible y prevenir la proliferación de enfermedades derivadas del consumo de agua entubada y tener un justificativo para buscar su respectivo financiamiento a las instituciones pertinentes.



1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Diseñar el sistema de agua potable para la comunidad el Salado perteneciente al cantón Sozoranga, Provincia de Loja.

1.2.2 Objetivos Específicos

- ✚ Calcular y diseñar sistema de agua potable
- ✚ Elaborar el manual de operación y mantenimiento del sistema de agua potable.
- ✚ Realizar el estudio del impacto ambiental.
- ✚ Realizar el presupuesto total de la obra.
- ✚ Realizar memoria técnico-descriptiva del proyecto

1.3 UBICACIÓN Y ANTECEDENTES

1.3.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La comunidad el Salado perteneciente al cantón Sozoranga, provincia de Loja, Ecuador, se encuentra ubicada en la parte Sur-Oriente de la provincia de Loja. Sozoranga constituye uno de los dieciséis cantones de la Provincia de Loja en la Región Sur del país. Ubicado en la coordenadas 04°06´ y 04°29´ de latitud sur y 79°40´ y 79°53´ de longitud occidental.

La comunidad el Salado, geográficamente está localizada en las coordenadas 9525123.2745 N –636910.3762E, con una altura promedio de 1424 m.s.n.m.¹

1.3.2 EXTENSIÓN DEL CANTÓN

El cantón posee una superficie de 428 km². Su cabecera cantonal Sozoranga se halla a una altura de 1.700 m.s.n.m., y su distancia desde la ciudad de Loja es de 153 km. (Censo–INEC2011)

¹ Plan de desarrollo cantonal de Sozoranga. Comité de desarrollo cantonal Sozoranga – Loja – Ecuador. Julio 2002. Pág. 16



Cuadro 1.1: Extensión del Cantón Sozoranga

TERRITORIO	SUPERFICIE (ha)
Cantón Sozoranga	40960
Ciudad Sozoranga (Urba.)	71.22
Área Rural cantón	40888.78

Fuente: Censo INEC – 2011.

1.3.3 DIVISIÓN POLÍTICA DEL CANTÓN

El cantón Sozoranga se divide en tres parroquias, la parroquia urbana de Sozoranga y las parroquias rurales de Nueva Fátima y Tacamoros.

Cuadro 1.2: Extensión de las Parroquias del Cantón Sozoranga

TERRITORIO	SUPERFICIE (ha)
Sozoranga	29133.55
Nueva Fátima	4502.95
Tacamoros	7323.5
Total	40960.00

Fuente: Censo INEC – 2011.

Figura 1.1: División Política del Cantón Sozoranga



Fuente: Plan de Desarrollo Cantonal, Sozoranga – Loja - Ecuador, Julio 2002.



1.3.4 CLIMA Y TEMPERATURA:

La comunidad posee una gran **variedad** de climas que van desde el tropical seco, en los sectores bajos y el frío húmedo en terrenos elevados, siendo estos factores determinantes para la diversidad de la producción existente en esta localidad territorial.

Las temperaturas promedios oscilan entre (16 a 18)° C en las partes altas y entre lo (22 a 26)°C en los valles y partes bajas.²

1.3.5 TOPOGRAFÍA E HIDROGRAFÍA

El Cantón Sozoranga posee una topografía accidentada, que se extiende desde los (800 a 2.400) m.s.n.m., diferenciándose tres pisos altitudinales: una zona baja hasta los 1.400 m.s.n.m.; una zona intermedia que va desde los (1.400 a 1.800) m.s.n.m. donde se asientan la mayoría de las comunidades del cantón y en donde se ha formado una suerte de cordón agropecuario, y la zona alta (1.800 a 2.400) m.s.n.m. piso en el cual se circunscribe especialmente el bosque protector de Jatumpamaba, Jorupe-Tundo en la parte central occidental del cantón y la comuna Panduana en la parte oriental de Tacamoros.³

1.4 DESCRIPCIÓN DE ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS Y SANITARIOS.

Para este caso partimos de la recolección de la información primaria obtenida en el campo mediante la encuesta socioeconómica y sanitaria realizada en el lugar de estudio. (Anexo1: Encuesta Socioeconómica y Sanitaria)

Teniendo como punto de partida estos datos de la encuesta se pudo evidenciar los siguientes resultados. (Cuadro 1.3).



Cuadro 1.3: Tabulación de los resultados de la encuesta socioeconómica-sanitaria

RESULTADO DE LA ENCUESTA SOCIOECONÓMICA-SANITARIA		
DESCRIPCION		TOTAL
Número de habitantes		52
Número de personas promedio por familia		4
Número de mujeres		25
Número de varones		27
Número de niños entre 0 a 10 años		10
Número de personas entre 11 a 20 años		13
Número de personas entre 21 a 31 años		15
Número de personas entre 31 a 50 años		10
Número de personas entre 51 a 70 años		3
Número de personas mayores a 70 años		1
TIPO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA	Adobe	13
	Ladrillo	0
	Mixta	0
ACTIVIDAD ECONÓMICA	Agricultura	12
	Ganadería	8
	Haceres domésticos	6
	Artesanos	5
	Otros:	
SALUD: Enfermedades que afectan a los niños	Diarrea	4
	Respiratorias	0
	Parásitos	6
	Otras:	
Abastecimiento de Agua	Red Pública	
	No Tratada	13
	Pozos	
Disposición de la basura	Bota al huerto	13
	Utiliza para abono	
	Carro recolector:	
Disposición de excretas por familia	Red	
	Letrina	13
	Fosa séptica	
Relaciones con organizaciones existentes	Buena	13
	Regular	
	Mala	
Relación de la comunidad con el Gobierno Municipal.	Buena	13
	Regular	
	Mala	

Fuente: Encuesta 2011



1.4 ACTIVIDAD ECONÓMICA

Los resultados obtenidos demuestran que la principal actividad económica de la población es la agricultura, siendo la ganadería y la artesanía una actividad económica a menor escala. Entre los principales productos agrícolas se puede mencionar los siguientes: maíz, maní, yuca, fréjol. La actividad ganadera está centrada a la cría de ganado vacuno, porcino, caprino y ovino. Con la producción del maíz, la que es desarrollada en su mayor parte por los jefes de hogar. Las mujeres son más dedicadas a los que haceres domésticos.

Figura 1.2: Distribución de la Actividad económica



Fuente: Encuesta 2011

1.4.1 VIVIENDA

La mayor parte de las viviendas son de una sola planta y están construidas con materiales tradicionales como adobe y mampostería de ladrillo, las cubiertas son de teja y piso de tierra.

Las viviendas predominantes en la comunidad el Salado son de adobe.



Imagen N°1.1 Tipos de vivienda el Salado



Fuente: El autor

1.4.2 POBLACIÓN

La comunidad el Salado, según la encuesta sanitaria aplicada para el proyecto, cuenta con una población de 52 habitantes, de los cuales 25 son mujeres y 27 hombres (10 niños están entre los 0 a 10 años). Existen cuatro viviendas sin habitar.

Figura 1.3: Población por sexo del Salado



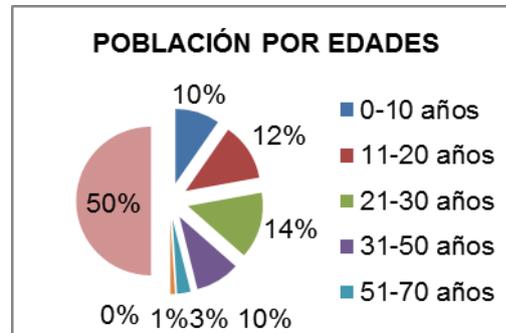
Fuente: Encuesta 2011

Se conoce que la población de la comunidad el Salado está en decrecimiento debido a la migración de los habitantes de la misma.

Los resultados demostraron que el promedio de habitantes por casa es de 4 personas. Las razones por la cual se da esta migración son: trabajo, salud y educación.



Figura 1.4: Población por edades el Salado



Fuente: Encuesta 2011

1.4.3 ASPECTOS EDUCATIVOS E INSTITUCIONES PÚBLICAS

En la actualidad existe una escuela como centro educativo.

Cuadro 1.4: Centros educativos de la comunidad El Salado

CENTROS EDUCATIVOS/INSTITUCIONES PUBLICAS	NUMERO DE ALUMNOS/PERSONAS	NUMERO DE PROFESORES
ISIDRO JARAMILLO MORA	19	1

Fuente: Encuesta 2011

1.5 ASPECTOS SANITARIOS DEL SITIO DE ESTUDIO

1.5.1 RED DE SISTEMA DE AGUA POTABLE

En la actualidad la población de la comunidad el Salado, del cantón Sozoranga, cuenta con un sistema de agua entubada proveniente de la vertiente S/N, ubicada a 1964m.s.n.m de la población, construido por los moradores hace 15 años atrás, el mismo que es deficiente y no presenta ningún control sanitario y consecuentemente no garantiza plenamente la salud de los usuarios, ya que al agua no se le da ningún tipo de tratamiento. lo que ocasiona que existan enfermedades gastrointestinales especialmente entre la población infantil, predominando la parasitosis.

El agua es transportada mediante tubería de polietileno de 1" de diámetro hacia el tanque de almacenamiento, ubicado a 1963 msnm, la misma que es distribuida hacia las 13 viviendas de la comunidad. Y a la Escuela existente en el sector.



Imagen 1.2.Obra de Captación existente para abastecimiento de agua
Para la comunidad el Salado



Fuente: El Autor

En definitiva la escases del valioso recurso hídrico es la principal causa que agrava de manera considerable el abastecimiento de agua a la comunidad el Salado. Para aplacar de alguna manera esta problemática es necesario implementar planes y campañas de concienciación a los moradores de la zona acerca del uso del agua, así como también del cuidado de la vertiente en la cual se implementaran las obras de captación.

Considerando que el agua es fuente principal de vida y salud, además se ha demostrado que la inversión en salubridad (agua potable y saneamiento) es más económico que cubrir los gastos en medicina a la población afectada y reconociendo que todos tenemos derecho al acceso a agua de buena calidad y a sistemas seguros de saneamiento, entonces todos los involucrados, tanto las autoridades y los moradores en general deben implementar y cumplir con políticas que aseguren la preservación de los recursos y la dotación del servicio .

Así, las estimaciones realizadas en el año 2011, permiten advertir que la población que reside en las zonas rurales del país tiene mayores riesgos de muerte que aquella que reside en las zonas urbanas.



1.5.2 SERVICIOS BÁSICOS

Toda la población dispone de luz eléctrica.

La mayoría de habitantes manifiestan estar inconformes con la calidad y cantidad de agua que reciben, ya que deben hervir el agua para su consumo. Los habitantes no pagan por el servicio del agua, y según las encuestas la población estaría dispuesta en pagar por recibir una mejor calidad del agua.

No se dispone de un sistema de eliminación excretas mediante alcantarillado, por lo cual los pobladores realizan sus necesidades biológicas en letrinas dotadas de pozos sépticos, los mismos que en su mayoría van cumpliendo su vida útil para lo cual fueron diseñados, lo cual acarrea problemas sanitarios, por el apareamiento de focos de contaminación, provocando condiciones de insalubridad en los pobladores, especialmente en los niños.

1.5.3 ACCESIBILIDAD Y RED VIAL

La vía de acceso a la comunidad el Salado es una carretera de tercer orden, de aproximadamente 5 metros de ancho. Carecen de transporte público, por lo que los habitantes utilizan para transportarse camionetas en días específicos y sus animales.

Existe una vía de acceso a la comunidad el Salado que es:

La vía Loja-Cariamanga-Sozoranga, principal vía de acceso y de desarrollo del cantón, en los aspectos de intercambio comercial, turístico y de movilidad, pues tenemos que a 45 km (30 min) desde el cantón Sozoranga se comunica con la ciudad de Macará por la vía Panamericana, siendo esta vía de primer orden por comunicarse hacia el vecino País de Perú.

1.5.4 DISPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

En la comunidad de estudio no existe un servicio de recolección de desechos sólidos, por lo que la basura orgánica e inorgánica es utilizada como abonos de sus cultivos o quemada respectivamente.



1.5.5 FORMAS Y PROCESOS ORGANIZATIVOS

La comunidad el Salado es muy unida y colabora con la junta de agua ya que son los encargados del manejo actual del acceso a servicios básicos como vías, agua, electrificación, educación, salud, etc. El dinero recolectado por los servicios que brindan lo utilizan para cubrir daños, sean estos en materiales, tuberías o cualquier emergencia que se presente en la comunidad.



CAPITULO 2:

2. BASES DE DISEÑO

2.1 BASES Y PARÁMETROS DE DISEÑO

Para el presente proyecto se ha considerado las normas establecidas por la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental (S.A.A.). Esta entidad establece los criterios para estandarizar la elaboración de los estudios de sistemas de agua potable.

2.2 PERÍODO DE DISEÑO

Se entiende por período de diseño, en cualquier obra de Ingeniería Civil, el número de años durante los cuales una obra determinada ha de presentar con eficiencia el servicio para el cual fue diseñada.

El período de diseño no deberá ser muy largo que obliga a un gran porcentaje del sistema a funcionar por debajo de su capacidad la mayor parte del tiempo, ni tan corto que implique complicaciones y reformas.

El período de diseño de un sistema de agua potable depende de algunos factores, como la vida útil de los materiales, inconvenientes y dificultades de ampliaciones, tasa de interés, inflación relativa e incremento de los costos de construcción.

En este punto, el criterio predominante consistió en considerar el período de diseño que establecen algunos de los organismos técnicos que desarrollan y financian obras de infraestructura sanitaria. Por consiguiente, el período de diseño considerado es 25 años, se ha tomado esta opción ya que las obras pueden ampliarse fácilmente por etapas y la vida útil de la mayoría de los elementos están comprendida entre (20 y 30) años, tal como se puede observar en el cuadro siguiente.⁴

⁴ SSA. Normas de diseño para agua potable, eliminación de Excretas y Residuos Líquidos (área Rural) Pág. 21



Cuadro 2.1 Vida útil sugerida para los elementos de sistema de agua potable

COMPONENTE	VIDA ÚTIL (AÑOS)
Obras de captación.	25 a 50
Conducciones en PVC.	20 a 25
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento.	30 a 40
Red de distribución de PVC	20 a 25

Fuente: Normas SAPSB

2.3 POBLACIÓN DE DISEÑO

Para obtener la población de diseño es necesario obtener previamente el dato de la población presente o actual.

Población demandante efectiva: Es aquella población que efectivamente necesita los bienes y servicios del proyecto, entonces es aquella población que se ubica en la comunidad el Salado, esto es 52 personas.

Período de diseño: El sistema de agua potable se diseñará para un periodo de 25 años según “La norma de diseño para sistemas de agua potable y eliminación de residuos líquidos (poblaciones con menos de 1000 habitantes)”, CPE INEN 5 de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental – SSA.

2.3.1 POBLACIÓN ACTUAL

Para el presente estudio, el dato de la población actual se lo determinó mediante la aplicación de una encuesta socio-económica y sanitaria, dirigida a cada uno de los jefes de familia.

Los datos obtenidos han sido tabulados y analizados para su aplicación efectiva en el dimensionamiento de cada una de las unidades componentes del sistema de agua potable, conforme se muestra en el siguiente detalle:

Población actual de la comunidad en estudio

Número total de familias = 13 familias

Número de habitantes = 52 hab.

Población estudiantil= 19+ 1 profesor



Para el cálculo de la población actual se incrementó el 10 % de la población estudiantil, como también se tomó un incremento de 16 personas más a la población existente en la comunidad el Salado, debido a que existen 4 casas sin habitar, considerando como promedio 4 personas por familia, según la encuesta socio-económica realizada.

Para la población Flotante se adoptó el 5% de la población actual de la comunidad “El Salado”.

$$Pa = 68hab + 10\%(Pest)hab + Pf * 68hab \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$Pa = 71. \text{ Hab.}$$

2.3.2 TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

Para realizar la proyección geométrica de la población, la S.S.A. recomienda adoptar los índices proporcionados en el cuadro 2.2, para el caso del Cantón Sozoranga de la Provincia de Loja, se la considera como régimen Costa.

Cuadro 2.2: Tasa de crecimiento poblacional

Región geográfica	r (%)
Sierra	1.0
Costa, Oriente y Galápagos	1.5

Fuente: Normas de diseño de la S.S.A. Año 1995, Pág. 22

El cálculo de índice de crecimiento en el presente estudio no ha sido posible realizarlo, debido a que se trata de barrios, de los cuales el INEC no dispone de la información poblacional desagregada, por tanto se adoptará el valor de “r” según la tabla 4.1 extraído de las normas de diseño de la SSA (Anexo 2: Cálculo de la Población Futura)

Población futura

$$Pf = Pa * (1 + r)^n \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$Pf = 68 (1 + 0.015)^{25}$$

$$Pf = 104 \text{ hab.}$$

La población de diseño para el presente proyecto es de 104 habitantes.



2.4 ABASTECIMIENTO Y CONSUMO DE AGUA

2.4.1 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN

Para determinar la dotación de agua de una población, es necesario analizar ciertos factores que inciden directamente en su estimación, entre las cuales podemos mencionar: tamaño de la población, clima, situación geográfica, disponibilidad de alcantarillado, costumbres, nivel de vida, nivel de servicio, etc.

Se distinguen tres tipos de dotaciones:

- Dotación básica
- Dotación media actual
- Dotación media futura

Dotación básica (Db).- Corresponde al nivel de servicio doméstico y es la necesidad para cubrir el máximo consumo doméstico por hab. /día y está de acuerdo sobre todo al clima. El valor correspondiente se obtiene de las normas de diseño de la SSA y según el nivel de servicio (Cuadro 2.3 (a) y (b))

Cuadro 2.3 (a). Niveles De Servicio

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
O	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario.
	DE	
I a	AP	Grifos públicos.
	DE	Letrinas sin arrastre de agua.
I b	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño.
	DE	Letrinas sin arrastre de agua.
II a	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa.
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua.
II b	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa.
	DRL	Sistema de alcantarillado sanitario.

Fuente: Normas de diseño SSA, numeral 4.3.1, página 22.

Simbología utilizada:



AP: agua potable

DE: disposición de excretas

DRL: disposición de residuos líquidos

Cuadro 2.3 (b): Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRÍO (L/hab/día)	CLIMA CÁLIDO (L/hab/día)
I a	25	30
I b	50	65
II a	60	85
II b	75	100

En el presente caso se ha tomado una dotación básica de 85 L/hab/día según el nivel de servicio II a. y según el uso que se dará al agua en la comunidad.

Dotación Media actual (Dma).- La Dotación media actual para nuevos servicios, es aquella que sirve para cubrir el consumo doméstico, comercial e industrial actual.

Dotación media futura (Dmf).- Es aquella que servirá para cubrir los consumos doméstico, comercial e industrial al final del periodo de diseño que en el presente caso es de veinte años.

2.4.2 DEMANDA O CONSUMO DE AGUA

En la determinación del consumo de agua en una población, la base más segura es considerar los datos estadísticos arrojados sobre el consumo en cada localidad, tanto en el presente como en épocas anteriores, tomando en cuenta varios factores que pueden influir en el futuro como son:

- Tipo de población
- Factores económico - sociales
- Factores meteorológicos
- Tamaño de la población, etc.

Tipos de consumo.- El consumo de agua de una comunidad puede clasificarse en forma convencional en cuatro grupos:

- **Consumo Doméstico.**- El consumo doméstico de agua puede variar entre límites más o menos amplios, dependiendo de los hábitos



- higiénicos de la población, nivel y desarrollo de vida de los pueblos, facilidades disponibles de las personas, tarifas, condiciones climáticas, estaciones del año, etc., y por consiguiente es difícil establecer una cifra. Está constituido por el consumo de agua para bebida, lavado de ropa, cocina, aseo personal, limpieza y adecuado funcionamiento de las instalaciones sanitarias. Este consumo predomina generalmente en el diseño.
- **Consumo público.-** Este gasto de agua está en relación con el consumo en edificios de uso público, escuelas, cuarteles, hospitales, piscinas públicas, mercados, llaves públicas, lavado de calles, riego de jardines, piletas y lavado de redes generales de alcantarillado. El gasto de agua que demandan los servicios públicos normalmente es excesivo, y en gran parte se debe a descuidos. Hay que tender a eliminar los servicios gratuitos.
- **Consumo por incendios.-** Está constituido por el agua destinada a combatir incendios. En nuestro medio puede considerarse en función del tipo de edificaciones y viviendas, riesgos y posibilidad de ocurrencia de siniestros de este tipo. Para este estudio, las normas no contemplan este consumo
- **Consumo por pérdidas en la red.-** Aunque las pérdidas no constituyen un consumo, es un factor que debe ser considerado. Las pérdidas en los domicilios influyen en el consumo doméstico.

Se designa como pérdidas a las fugas que pueden presentarse en las redes de distribución y conexiones defectuosas, así como a averías en las válvulas.

Variaciones de consumo.- El consumo de agua de una localidad, está en función de factores locales, así como del tamaño y características propias de la población.

- Variaciones de tipo estacional.- Se producen especialmente por el riego que se realizan a zonas verdes y jardines para usos recreacionales durante época de verano, así tenemos que en verano existe un alto consumo y en invierno disminuye notablemente.



- Variaciones de tipo semanal y mensual.- Este tipo de variación se debe principalmente a la presencia de población flotante en la localidad especialmente cuando es una zona de atracción turística o es un paso obligado de turistas.
- Variaciones de tipo diario.- Este tipo de variación se determina por medio de la actividad doméstica. Tratándose de zonas rurales, la población en su mayoría se desplaza a sus lugares de trabajo de lunes a viernes, y se concentran en sus domicilios los fines de semana o días feriados, originando un mayor consumo en estos días.
- Variaciones de tipo horario.-También depende de la actividad doméstica diaria, tal es el caso que se presenta un mayor consumo en las primeras horas de la mañana, al medio día y al final del día, mientras que en horas de la noche el consumo es mínimo.

2.5 DEFINICIONES Y NORMAS SOBRE EL CONSUMO DE AGUA

2.5.1 CONSUMO MEDIO DIARIO

El consumo medio diario ha sido estimado sobre la base del consumo per cápita para la población futura del período de diseño.

$$Cmd = f * Pf * DMF / 86400 \quad \text{(Ecuación 3)}$$

La Subsecretaría de Saneamiento Ambiental recomienda un factor de fugas $f = 20\%$.

$$Cmd = 1.20 * 104 * 85 / 86400$$

$$Cmd = 0.12 \text{ l/s}$$

2.5.2 CAUDAL MÁXIMO DIARIO

Es el caudal correspondiente al día de mayor consumo durante un año. El caudal máximo diario puede establecerse en base de un factor de mayoración. $KMD=1.25$ (Para todos los niveles de servicio)

$$QMD = KMD * Cmd \quad \text{(Ecuación 4)}$$

$$QMD = 1.25 * 0.12$$

$$QMD = 0.15 \text{ l/s}$$



2.5.3 CAUDAL MÁXIMO HORARIO

El caudal máximo horario es el máximo consumo horario del día de mayor consumo en el año. Este caudal se establece mediante la aplicación de un factor de mayoración. $KMH = 3.00$ (Para todos los niveles de servicio)

$$QMH = KMH * Cmd \quad (\text{Ecuación 5})$$

$$QMH = 3.00 * 0.15$$

$$QMH = 0.36 \text{ l/s}$$

2.5.4 CAUDAL MÍNIMO REQUERIDO EN LA FUENTE

La Subsecretaría de Saneamiento Ambiental establece que la fuente deberá asegurar un caudal mínimo de dos veces el caudal máximo diario.

$$QFUENTE = 2 * QMD \quad (\text{Ecuación 6})$$

$$QFUENTE = 2 * 0.15$$

$$QFUENTE = 0.30 \text{ l/s}$$

$$QFUENTE = 1.32 \text{ l/s (Caudal aforado)}$$

Caudal mínimo requerido en la fuente 0.30 l/s

Caudal existente en la fuente 1.32 l/s

Es decir, la fuente asegura la cantidad necesaria para satisfacer la demanda presente y futura.

2.5.5 CAUDAL DE LA CAPTACIÓN

La estructura de captación deberá derivar un caudal de 1.20 veces el caudal máximo diario correspondiente al final del período de diseño.

$$QCAPT = 1.20 * QMD \quad (\text{Ecuación 7})$$

$$QCAPT = 1.20 * 0.15 \text{ l/s}$$

$$QCAPT = 0.18 \text{ l/s}$$

2.6 CAUDALES DE DISEÑO

CAUDAL DE LA CONDUCCIÓN

La tubería de conducción tendrá la capacidad hidráulica para transportar un caudal de 1.10 veces el caudal máximo diario correspondiente al final del período de diseño.

$$QCONDUC = 1.10 * QMD \quad (\text{Ecuación 8})$$

$$QCONDUC = 1.10 * 0.15 \text{ l/s}$$

$$QCONDUC = 0.17 \text{ l/s}$$



El caudal de conducción adoptado es de 0.18 l/s, debido a las pérdidas existentes en el sistema.

CAUDAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

La planta de potabilización tendrá la capacidad de tratar un caudal de 1.10 veces el caudal máximo diario correspondiente al final del período de diseño.

$$Q_{TRATAM} = 1.10 * Q_{MD} \quad (\text{Ecuación 9})$$

$$Q_{TRATAM} = 1.10 \times 0.15 \text{ l/s}$$

$$Q_{TRATAM} = 0.17 \text{ l/s}$$

2.7 VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

La Subsecretaría de Saneamiento Ambiental dispone que la reserva tenga una capacidad de almacenamiento igual al 50% del volumen medio diario.

$$VALMAC = 0.50 * C_{md} * 86400 / 1000 \quad (\text{Ecuación 10})$$

$$VALMAC = 0.50 \times 0.12 \times 86400 / 1000$$

$$VALMAC = 5.18 \text{ m}^3 \quad \text{Volumen de reserva calculado}$$

$$VALMAC = 10 \text{ m}^3 \quad \text{Volumen de reserva adoptado}$$

Este valor nos indica la cantidad de agua que se debería almacenar diariamente para servir sin problemas a la población. El almacenamiento de agua garantiza el caudal requerido por la comunidad en cualquier tiempo y durante las horas de mayor consumo.

Para el presente caso, y según la norma vigente se debe tener una reserva mínima de 10 m^3 (Código Ecuatoriano para el diseño de la construcción de Obras Sanitarias, norma CO 10.7-602, VI parte, numeral 5.5). Por lo tanto:

$$V_{ALMAC} = 10 \text{ m}^3$$

El resumen de los cálculos de los caudales de diseño, se presenta a continuación:



Cuadro 2.4 Resumen de caudales de diseño.	l/s
Caudal mínimo en la fuente de abastecimiento.	0.30
Caudal de diseño de la captación.	0.36
Caudal de diseño de la conducción.	0.36
Caudal de diseño de la planta de tratamiento.	0.17
Caudal de diseño de la red de distribución.	0.36
Caudal de diseño para acometidas domiciliarias:	0.0215

Fuente: El Autor

Todos los cálculos realizados se muestran en el (Anexo 3: Base de Diseño)

Para el diseño de la red de distribución se utilizara el método probabilístico o de simultaneidad (sección 4.2), donde el cálculo de caudales se lo realiza por ramales y grifos existentes en las conexiones del sistema.



CAPITULO 3

3. DISEÑO DE LAS UNIDADES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

3.1 TRABAJOS TOPOGRÁFICOS:

Para el presente estudio, se realizaron los siguientes trabajos:

- Levantamiento topográfico del sitio de captación.
- Levantamiento de la línea de conducción.
- Levantamiento de la red de distribución.
- Referenciación de las viviendas a servir con el sistema de agua potable

Una vez concluido el trabajo de campo, se procesaron los datos obtenidos y se hizo la comprobación en sitio para luego realizar los planos del proyecto.

Coordenadas y cota de partida

Los puntos de interés considerados como captación, puntos intermedios en la línea de conducción, planta de tratamiento, etc. se determinaron durante la visita de inspección técnica.

Con la ayuda de un GPS se estableció la cota de inicio en 1964 m.s.n.m. con un GPS. Las coordenadas geográficas de partida son:

- Latitud 9522786.4543 Norte
- Longitud 638382.0583 Este

Los datos del levantamiento topográfico pueden observarse en el (Anexo 4: Libreta Topográfica).

3.2 ESTUDIO DE SUELOS

Con la finalidad de obtener los datos requeridos para el diseño de las obras a implementarse en el proyecto, se procedió a la obtención de muestras del tipo de suelo in situ.

Para establecer las características de los tipos de suelo en los diferentes componentes del sistema, se ha realizado los siguientes trabajos:



Trabajos de campo:

- Excavación de calicata y toma de muestra alterada en el sitio de la planta de tratamiento.

Trabajos de Laboratorio:

-Clasificación de suelos.

-Límites d'Atterberg.

-Contenido de Humedad

A continuación, se presenta los cuadros de los resultados de los análisis de suelos:

CUADRO 3.1: CLASIFICACIÓN DE SUELO

CLASIFICACIÓN:		DESCRIPCIÓN:
Límite líquido:	20.8	Material fino (suelo arcilloso)
Límite plástico	15.83	Arcilla de baja compresibilidad
IG	4.97	Arcilla - Arenosa
Clasificación AASHTO :	A-2-6	
Clasificación SUCS :	CL	

Fuente: El Autor

CUADRO 3.2: LÍMITES ATTERBERG

RESULTADOS		NORMA
LÍMITE LÍQUIDO	20.8	Máximo 25
LÍMITE PLÁSTICO	15.83	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	4,97	Máximo 6

Fuente: El Autor

CUADRO 3.3: CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO	PESO	PESO	%	RESULTADO
HÚMEDO	SECO	CAPSULA	HUMEDAD	
278.53	266.29	70.71	6.258	6.24 %
300.49	286.69	70.74	6.39	
298.675	285.46	67.82	6.072	

Fuente: El Autor



Los resultados del estudio de suelos se indican en el (Anexo 5: Estudios de Suelos).

3.3 TRABAJOS DE GABINETE

3.3.1 DISEÑO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

La alternativa seleccionada para el sistema de abastecimiento de agua potable consiste en un sistema nuevo compuesto de las siguientes unidades:

- ✓ Fuente de abastecimiento: vertiente S/N
- ✓ Obra de toma en vertiente
- ✓ Desarenador.
- ✓ Conducción principal.
- ✓ Planta de tratamiento
- ✓ Tanque de Reserva de 10 m³.
- ✓ Redes de distribución.
- ✓ Conexiones domiciliarias.

3.3.1.1 FUENTE DE ABASTECIMIENTO

Luego de las inspecciones realizadas al proyecto, se ha determinado, junto con la comunidad, que la fuente de abastecimiento para el nuevo sistema de agua potable, será la misma que se utiliza actualmente.

La fuente de abastecimiento (vertiente S/N), se encuentra a una cota de 1964 m.s.n.m, posee un considerable caudal en cualquier tiempo del año y de muy buena calidad.

ANÁLISIS DE LA CANTIDAD DE AGUA DISPONIBLE EN LA FUENTE

Para estimar la cantidad de agua de la fuente se ha efectuado el respectivo aforo con la utilización del método volumétrico; de acuerdo a los resultados obtenidos, podemos concluir que la fuente dispone del caudal necesario para el consumo de la población.

A continuación se presenta un cuadro correspondiente al aforo realizado a la fuente de abastecimiento.



CUADRO 3.4: AFORO DE CAUDAL

No	Tiempo (s)	Volumen (l)
1	2,40	3,20
2	2,61	3,50
3	2,45	3,20
4	2,47	3,10
5	2,42	3,00
6	2,40	3,10
7	1,99	3,00
Promedio:	2,39	3,15
Caudal Q(l/s)=	1,32	
Caudal Q(m³/día)=	113,87	

Fuente: El Autor

3.3.1.2 TOMA DE MUESTRAS

Al tomar una muestra se debe tener cuidado que ésta sea realmente representativa a captar; teniendo siempre cuidado de cumplir con el procedimiento para la toma de muestras de agua; pueden obtenerse muestras satisfactorias mezclando algunas porciones de agua recolectadas a diferentes horas y diferentes lugares. Para obtener la muestra se usan envases o botellas de vidrio, para el ensayo microbiológico las muestras deben recolectarse en envases estériles de 250 mL. A los envases con muestras de agua se debe adjuntar la fecha y hora de la toma de muestra de las mismas.

Para análisis físicos y químicos se tomarán las muestras en cantidad mayor a dos litros, en recipientes que deben estar libres de aceites, grasas, o cualquier otra sustancia que pueda alterar las características de la muestra. Los tiempos sugeridos a continuación son los máximos permitidos para los diferentes tipos de agua que se indican, los cuales en lo posible deben reducirse:

Agua no contaminada	72 h
Agua sospechosa	48 h
Agua contaminada	12 h



En términos generales, cuanto menos tiempo transcurra entre la toma y el análisis de la muestra, más satisfactorios serán los resultados analíticos. En la toma de muestras para análisis bacteriológico, se usan frascos de (125 a 250) cc., previamente esterilizados, preferible de boca ancha. Esta muestra se deberá mantener en condiciones tales que la temperatura sea menor a los 10 °C mientras se transporta al laboratorio. Y el análisis de las mismas debe realizarse en un periodo no mayor a 24h.

3.3.1.3 ANÁLISIS DE LABORATORIO

Para ser saludable, el agua debe de estar libre de organismos causantes de enfermedades, sustancias venenosas y cantidades excesivas de materia mineral y orgánica. Para tener un sabor agradable, debe de carecer en especial de color, turbidez, sabor y olor; poseer una temperatura moderada en verano e invierno y estar bien aireada. (Yokun, 1979)

Para determinar la calidad del agua, se hace necesario realizar pruebas de laboratorio, con lo cual definiremos sus características físicas, químicas y microbiológicas y en base a estos resultados recomendar el tratamiento adecuado para convertir el agua apta para el consumo humano.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Las características físicas son las que más impresionan al consumidor; sin embargo, tienen menor importancia desde el punto de vista sanitario. Ellas son: turbiedad, color, olor, sabor y temperatura.

a) Turbiedad.- Las aguas turbias tienen desagradable presentación estética y son rechazadas por el consumidor. Se define la turbiedad como la impresión ocular producida por materia en suspensión y depende de la clase de terrenos que las aguas atraviesan de la magnitud de los caudales naturales que se realicen en época de lluvia.

Existen dos tipos de turbiedad:

- Turbiedad producida por arenas, llamada también temporal y es fácil de eliminarla por sedimentación.
- Turbiedad producida por arcillas, llamada también permanente, que se puede eliminar incluyendo a más de la sedimentación procesos de coagulación y filtración.



b) Color.- Es la impresión ocular producida por las materias en solución. Estas partículas en solución se pueden transformar en partículas en suspensión mediante procesos químicos de coagulación. El color depende de muchos factores como materia orgánica, desechos industriales, etc., pero las más importantes son la presencia de minerales como hierro (color rojizo) y manganeso (color amarillento). Se reconocen dos tipos de color:

- Color inicial o aparente (color más turbiedad)
- Color verdadero (sin turbiedad)

c) Olor y sabor.- Se debe principalmente a la presencia de materia orgánica descompuesta, la presencia de microorganismos y macroorganismos acuáticos, los cuales secretan aceites y sustancias que ocasionan malos olores y sabores. La presencia de gases es otro factor que ocasiona olor, especialmente amoníaco, sulfuros, etc. Finalmente otro factor importante que provoca olores y sabores son los desechos industriales. Para eliminar el olor y sabor, dependiendo de cuáles son las causas que los provocan, se utiliza aireación, filtración, coagulación, etc.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

El agua potable no debe contener sustancias químicas y minerales en concentraciones que pueden ser peligrosas para la salud de los consumidores. Las sustancias minerales contenidas en el agua deben quedar comprendidas entre los límites que la experiencia ha encontrado necesario o tolerable, los cuales en su mayor parte han sido fijados por normas. Según el ex IEOS, los compuestos químicos se dividen en cuatro grupos:

- Compuestos que afectan la potabilidad: sólidos disueltos, hierro, manganeso, cobre, zinc, magnesio y sulfato sódico.
- Compuestos peligrosos para la salud: nitratos y fluoruros.
- Compuestos tóxicos; entre los principales tenemos: compuestos fenólicos, arsénico, cadmio, cromo, cianuro, plomo, selenio.
- Compuestos químicos indicadores de contaminación; entre estos tenemos: demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitrógeno total (excluido nitratos), amoníaco, extractos de carbón con cloroformo, contaminantes orgánicos.



- a) Sulfatos.-** Se encuentran en concentraciones considerables en aguas duras, es decir subterráneas. En concentraciones mayores a 500 mg/L. ocasionan efectos laxantes en la población y corrosión de tuberías metálicas. Los sulfatos provienen del yeso y en concentraciones mayores a 200 mg/L. no es apta para riego, pues ejerce un efecto nocivo para las plantas.
- b) Nitritos y nitratos.-** Se encuentran generalmente en aguas subterráneas y en el caso de aguas superficiales cuando hay contaminación orgánica. Los desechos industriales también ocasionan presencia de nitratos. Son indicadores de contaminación orgánica. Cuando los nitratos son abundantes la contaminación es remota, pero si los nitritos son mayores a los nitratos, la contaminación es reciente y por ende grave. Los niveles altos de nitratos son peligrosos para la salud y de manera especial para los niños menores de un año, pudiendo causar en ellos la cianosis (coloración azul de la piel).
- c) Cloruros.-** Es indispensable medir los cloruros ya que es un indicador de contaminación con aguas servidas y aguas negras. Este es otro contaminante del organismo. Los cloruros pueden encontrarse en forma natural cuando el agua en su recorrido atraviesa minas de sal.
- d) Hierro.-** Generalmente se encuentran como óxidos o hidróxidos o como sulfatos y bicarbonatos. No ocasionan problemas en la salud pero si producen color en el agua y manchas rojizas (hierro) en las instalaciones. En altas concentraciones de hierro el tratamiento del agua es muy costoso, ya que se los elimina con tratamientos químicos como por ejemplo la aireación que se utiliza para eliminar el color especialmente del hierro
- e) pH.-** La alcalinidad y acidez del agua, se expresa frecuentemente en función de su pH, que simboliza la concentración de iones hidrógeno. Mediante los ensayos del pH, se determina la intensidad del ácido o álcali presentes. La acidez se debe a la presencia de iones hidrógeno H^+ , cargado positivamente y la alcalinidad a los iones hidróxido OH^- , cargado negativamente.



f) **Dureza.-** Se genera igual que la alcalinidad y es ocasionada por la presencia de sales de calcio y magnesio. Es una de las características más objetables desde el punto de vista económico y se presenta casi solo en aguas subterráneas.

CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS

Las condiciones bacteriológicas del agua son fundamentales desde el punto de vista sanitario. Para que el agua sea potable debe estar exenta de gérmenes patógenos de origen entérico y parasitario intestinal, que son las que pueden transmitir enfermedades.

a) **Bacterias saprofitas.-** Son arrastradas desde el suelo, llevan una vida independiente sin necesitar de otros organismos vivos para encontrar su alimento, se alimentan de bacterias muertas a las que atacan y descomponen posteriormente en sustancias.

b) **Bacterias Parásitas.-** No pueden llevar una vida independiente, tienen que asociarse con otros organismos para obtener su alimento, son causadas por los desperdicios de animales, debido a la vieja costumbre del hombre de arrojar los desperdicios en la corriente más cercana. Dentro de las bacterias parásitas se pueden distinguir dos grupos:

- Bacterias patógenas.- Son peligrosas para el hombre; estas en su proceso biológico mientras van creciendo, excretan sustancias que son venenosas y que provocan enfermedades al hombre.
- Bacterias coliformes.- Se albergan en los intestinos de los animales de sangre caliente. Se las considera como indicadoras de contaminación con aguas negras y de la posible existencia de bacterias patógenas provenientes de desechos del hombre y de animales. Su número aumenta proporcionalmente con la contaminación fecal.

3.3.1.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las normas sanitarias establecidas por la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental (S.A.A.), nos dan ciertas disposiciones específicas en las que se indican los límites recomendables y máximos tolerables para el agua a tratar,



que haciendo una comparación con los resultados obtenidos, se obtienen los siguientes cuadros comparativos que se indican a continuación.

Cuadro 3.5. Características físicas del agua de la fuente.

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LIMITE DESEABLE	LIMITE PERMISIBLE	METODO	NORMA
Olor	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	AWWA	USPHS
Sabor	-	Ausencia	Inobjetable	Inobjetable	AWWA	USPHS
Color Real	u.Pt-Co	0	-	100	APHA	TULAS
Color Aparente	u.Pt-Co	42	-	-	APHA	USPHS.OMS
Turbiedad	N.T.U. o F.T.U	6	-	100	AWWA	TULAS
Temperatura	° C	19.7	Condición	Natural+0-3°C	AWWA	TULAS
Aceites Y Grasas	PELICULAVISIBLE	Ausencia	Ausencia	0.3mg/l	M S P	M S P-TULAS
Materia Flotante	PELICULAVISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	TULAS	TULAS
Sólidos Totales	mg/l	140	-	-	AOAC 920.193	M S P
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	130	-	1000	AOAC 920.193	TULAS
Conductividad Eléctrica	µm/cm	259	-	1250	AOAC 920.193	IEOS
Sólidos Suspendidos	mh/l	4	Ausencia	Ausencia	AOAC 920.193	MSP
Sólidos Sedimentables	ml/l	0	Ausencia	Ausencia	C. IMHOFF	MSP

Fuente: Centro de Investigación, Estudios y Servicios de Aguas y Suelos

Cuadro 3.6 Características químicas del agua de la fuente

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LIMITE DESEABLE	LIMITE PERMISIBLE	METODO	NORMA
Potencial de Hidrogeno	pH	7.3	6	9	AOAC 973.41	TULAS
Acidez Libre	mg/l	0	-	-	AOAC 973.42	-
Acidez Total	mg/l	0	-	-	AOAC 973.42	-
Alcalinidad a la Fenolftaleína	mg/l	0	-	-	AOAC 973.43	-
Alcalinidad Total	mg/l	73	-	-	AWWA	-
Bicarbonatos	mg/l	73	-	250	AWWA	IEOS
Carbonatos	mg/l	0	-	120	AWWA	IEOS
Cloruro Total	mg/l	0	0	0.1	pyridine-pyrazolone	TULAS
Acido Sulhídrico	mg/l	0	0	0.05	SULFURO DE PLOMO	IEOS
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	0.14	-	1	NESSLER	TULAS
Amoniaco	mg/l	0.17	-	0.5	NESSLER	IEOS
Amonio	mg/l	0.18	-	0.05	NESSLER	TULAS
Calcio	mg/l	28	30	70	AWWA-ETAS	INEN
Dureza Cálrica	mg/l	69.9	150	500	AWWA-ETAS	OMS-

Continua...



...Continua

						IEOS
Dureza total	mg/l	105	-	500	AWWA-ETAS	TULAS
Dureza Magnésica	mg/l	35.1	-	-	AWWA-ETAS	-
Magnesio	mg/l	8.53	12	30	AWWA-ETAS	INEN
Cloruros	mg/l	1.5	-	250	DE MOHR	TULAS
Sodio	mg/l	0.98	-	200	ARGENTOMÉTRICO	TULAS
Potasio	mg/l	0.2	10	500	ARGENTOMÉTRICO	IEOS
Manganeso Total	mg/l	0	-	0.1	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	0.04	-	1	1.10- PHENANTHROLINE	TULAS
Hierro Soluble	mg/l	0.05	0.3	0.8	1.10- PHENANTHROLINE	OMS- IEOS
Hierro Coloidal	mg/l	0.06	-	-	1.10- PHENANTHROLINE	OMS- IEOS
Hierro + Manganeso	mg/l	0.04	-	0.3	ETAS-COMB	USPHS
Sílice	mg/l	11	-	5	MOLIBDATO DE SILICE	IEOS
Sulfatos	mg/l	10	-	400	TUBIDIMETRO	TULAS
Fosfatos	mg/l	0.2	-	0.3	ÁCIDO ASCÓRBICO	IEOS
Fósforo	mg/l	0.07	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Pentóxido Fosforo	mg/l	0.15	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Fluoruro Total	mg/l	0	-	1.5	SPADNS	TULAS
Cloro libre	mg/l	0	0.5	0.3-1	AWWA	INEN
Cloro Total	mg/l	0	-	-	AWWA	-
Nitrógeno Nitrato	mg/l	1.12	-	10	REDUCCIÓN DE CADMIO	TULAS
Nitrato	mg/l	4.93	10	45	REDUCCIÓN DE CADMIO	INEN
Nitrógeno Nitrito	mg/l	0.01	-	1	DIAZOTIZACIÓN	INEN- USPHS
Nitrito	mg/l	0.01	Cero	Cero	DIAZOTIZACIÓN	TULAS
Nitratos+Nitritos	mg/l	4.94	-	10	ETAS-COMB	INEN
Anhídrido Carbónico Libre	mg/l	1.64	-	5	AWWA	OMS- IEOS
DBO5	mg/l	0	-	No>2	AOAC 973-44	TULAS
DQO	mg/l	0	-	-	AOAC 973-44	IEOS
OD	mg/l	7.5	-	No<6	AOAC 973-44	TULAS

Fuente: Centro de Investigación, Estudios y Servicios de Aguas y Suelos



Cuadro 3.7. Características microbiológicas del agua de la fuente

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LIMITE DESEABLE	LIMITE PERMISIBLE	METODO	NORMA
Gérmens Totales	UFC/ml	180000	Ausencia	30	AOAC 966.23 C	INEN
Coliformes Totales	NMP/100ML	350	-	3000	APHA 9221 B	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ML	10	-	600	INEN 1 529-8	TULAS
Hongos-Levaduras	UFC/ml	0	0	0	FDA Cap. 18 1992	IEOS

Fuente: Centro de Investigación, Estudios y Servicios de Aguas y Suelos

Según los análisis realizados a la fuente de abastecimiento para el sistema de agua potable de la comunidad el Salado, se determina que la misma cumple con las normas vigentes para la calidad de agua cruda tanto en el aspecto físico-químico como bacteriológico.

De acuerdo a los análisis físicos, químicos y microbiológicos se determina que para dotar a la comunidad de agua potable, se debe realizar un tratamiento de desinfección mediante cloración y filtración para evitar que las partículas existentes en la misma afecten su calidad para el consumo humano.

Se recomienda que se tome ciertas medidas de protección como el cerramiento del sitio de captación para que esta no sea contaminada por actividades agrícolas y de pastoreo que se realizan en el sector.

Los resultados del análisis de las muestras de agua se presentan en el (Anexo 6: Análisis de Agua).

3.4 SELECCIÓN DEL MÉTODO DE TRATAMIENTO

De acuerdo a la guía de diseño contenida en la norma, se recomienda para el tipo de fuentes superficiales, realizar un tratamiento de desinfección antes de la distribución. “Las aguas subterráneas o superficiales provenientes de cuencas no protegidas, pueden encuadrarse dentro de las normas de calidad para agua potable mediante un proceso que no exija coagulación⁵

⁵ Código Ecuatoriano para el diseño de la construcción de Obras Sanitarias, norma CO 10.7-601



CUADRO 3.8: CALIDAD MICROBIOLÓGICA SEGÚN NORMAS

CLASIFICACION	NMP/100 ml DE BACTERIAS COLIFORMES
Exige solo tratamiento de desinfección	0 – 50
Exige métodos convencionales de tratamiento	50 – 5000
Contaminación intensa que obliga a tratamientos más activos	5000 – 50000
Contaminación muy intensa que hace inaceptable el agua a menos que se recurra a tratamientos especiales Estas fuentes se utilizarán solo en casos extremos	más de 50000

Fuente: Código Ecuatoriano para el diseño de la construcción de Obras Sanitarias, norma CO 10.7-601 numeral 4.1.8.2 Tabla VI.

Las aguas podrán requerir además pre tratamiento, sedimentación simple y/o filtración lenta, según los siguientes criterios:

CUADRO 3.9: TRATAMIENTOS PROBABLES

Característica del agua	Tratamiento Probable
Turbiedad media <10 UNT NMP <1000 col/100 ml	Filtración lenta
Turbiedad media <50 UNT NMP <1000 col/100 ml	Filtración lenta con Pre tratamiento
Turbiedad media <150 UNT NMP <5000 col/100 ml	Filtración lenta con Sedimentación simple Y pre tratamiento

Fuente: Código Ecuatoriano para el diseño de la construcción de Obras Sanitarias, norma CO 10.7-601 numeral 4.1.8.2 Tabla VI.

En base a las normas citadas y a los estudios del agua, para el presente proyecto se propone el siguiente proceso de potabilización del agua:

Pre tratamiento: Desarenador

Tratamiento: Filtración lenta descendente, desinfección y almacenamiento.



Más adelante se indica con detalle la forma de realizar las operaciones unitarias requeridas por el proceso.

3.5 CAPTACIÓN

3.5.1 Generalidades

El agua a captarse debe cumplir las normas mínimas de calidad establecidas por la SSA EX – IEOS, de acuerdo al numeral 5.1.

Las obras de captación son las obras civiles que se utilizan para reunir y disponer adecuadamente del agua superficial o subterránea. Dichas obras varían de acuerdo con la naturaleza de la fuente de abastecimiento su localización y magnitud. Para nuestro estudio y diseño se consideró una fuente de captación tipo vertiente o manantial de ladera.

Captación tipo vertiente o manantial de ladera

Normalmente proveen poco caudal. Las obras están construidas básicamente de una cámara, la misma que sirve para proteger los afloramientos contra problemas de contaminación y evitar que los mismos se obturen. Los afloramientos deberán descargar libremente, sin forzar ni alterar las condiciones hidráulicas naturales existentes. La cámara debe disponer de los accesorios básicos e indispensables para su correcto funcionamiento y control, tales como los siguientes: cernidero en el ingreso de la tubería de salida a la conducción, vertedero de excesos o una tubería de desborde al nivel de los afloramientos, sistema de desagüe, boca de visita con tapa sanitaria y válvula de control al inicio de la línea de conducción.

Las obras deben ser suficientemente protegidas contra volúmenes violentos de agua, para lo cual se diseñará alrededor de la cámara y según la topografía del terreno, una cuneta de coronación o zanja, que conduzca dichas aguas a sistemas de desagüe de tipo natural. Se recomienda cuidados especiales contra el ingreso de personas extrañas y de animales, para lo cual el perímetro de la zona de captación debe cercarse con malla o alambre de púas. Reforestar y revegetar los alrededores de las fuentes ayudará al mantenimiento del caudal disponible.



Ubicación

La captación para el presente proyecto estará ubicada en las coordenadas geográficas: X (638382) y Y (522786.45), a una elevación de 1963 m.s.n.m, de acuerdo al levantamiento topográfico.

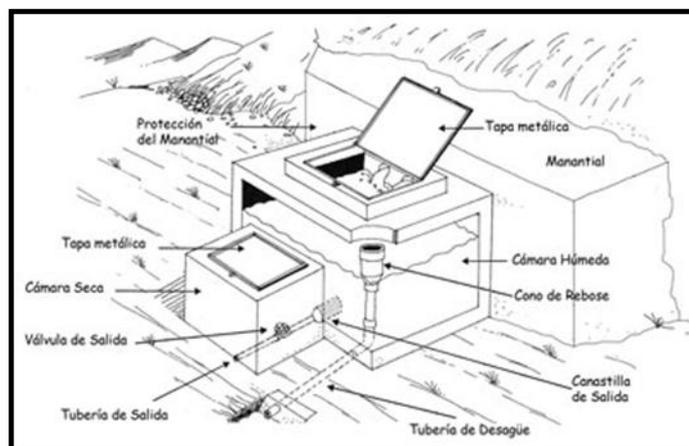
3.5.2 Diseño hidráulico

Cálculo y diseño de la captación tipo vertiente de afloramiento horizontal

La captación tipo vertiente para afloramientos horizontales consiste en la construcción de una cámara, la misma que debe disponer de los siguientes accesorios básicos para su correcto funcionamiento y control:

1. Una canastilla en el ingreso de la tubería de salida al Desarenador.
2. Una tubería de desborde.
3. Un sistema de desagüe.
4. Válvula de control al inicio de la línea de conducción al Desarenador

Figura 3.1 Captación de Manantial de ladera



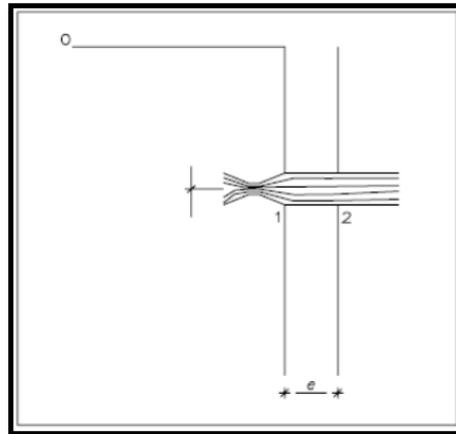
Fuente: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-3sas.htm>

Diseño hidráulico y dimensionamiento

Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto. Conocido el gasto, se puede diseñar el área de orificio sobre la base de una velocidad de entrada no muy alta y al coeficiente de contracción de los orificios.



Figura 3.2 Flujo de pared en un orificio de pared gruesa



Ancho de la pantalla

Para determinar el ancho de la pantalla es necesario conocer el diámetro y el número de orificios que permitirán fluir el agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda. Para el cálculo del diámetro de la tubería de entrada (D), se utilizan las siguientes ecuaciones.

$$Q_{\text{máx}} = V * A * C_d \quad (\text{Ecuación 11})$$

Dónde:

Q máx.= Gasto Máximo de la fuente en l/s.(0,18l/s)

V = Velocidad de paso (se asume 0,50 m/s, siendo menor que el valor máximo recomendado de 0,60 m/s).

A = Área de la tubería en m²

Cd = Coeficiente de descarga (0,6 a 0,8).

g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

h = Carga sobre el centro del orificio (m), 0.40 m

El valor de **A** resulta:

$$A = \frac{Q_{\text{máx}}}{C_d * V} = \frac{\pi * Dc^2}{4}$$

Considerando la carga sobre el centro del orificio el valor de A será:

$$A = \frac{Q_{\text{máx}}}{C_d * (2gh)^{\frac{1}{2}}} = \frac{\pi * Dc^2}{4}$$

Diámetro de tubería de ingreso:



$$Dc = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}} \tag{Ecuación 12}$$

$$Dc = \sqrt{\frac{4 * 0.0005}{\pi}}$$

$$Dc = 0,02523m = 1 \text{ pulg.}$$

Asumimos un diámetro comercial de $Dc=11/4$ pulg.

Número de orificios

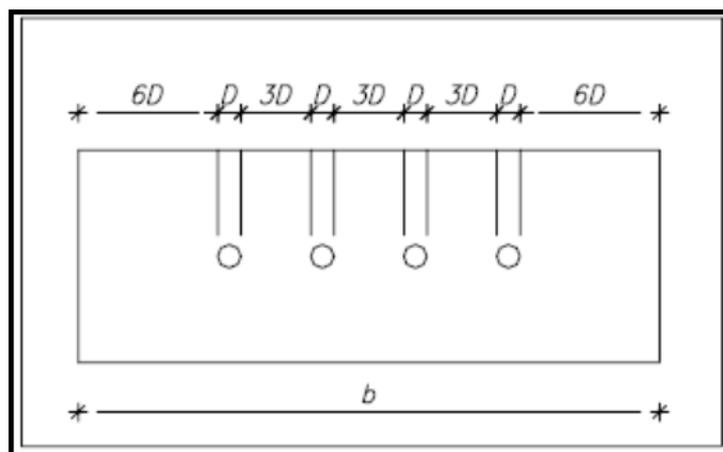
Se recomienda usar diámetros (D) menores o iguales de 2". Si se obtuvieran diámetros mayores, será necesario aumentar el número de orificios (Norif), siendo:

$$Norif = \frac{\text{Área del diámetro calculado}}{\text{Área del diámetro asumido}} + 1 \tag{Ecuación 13}$$

$$Norif = \left(\frac{Dc}{Da}\right)^2 + 1$$

$$Norif = \left(\frac{1}{1\frac{1}{4}}\right)^2 + 1 = 2 \text{ orificios}$$

Figura 3.3 Distribución de los orificios de pantalla frontal



Para el cálculo del ancho de la pantalla, se asume que para una buena distribución del agua los orificios se deben ubicar como se muestra en la figura 3.3

Siendo:



“d” el diámetro de la tubería de entrada, en m.

“b” el ancho de la pantalla, en m.

Conocido el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada, se calcula el ancho de la pantalla (b) mediante la siguiente ecuación:

$$b = 2 \times (6 \times D) + \text{Norif} \times D + 3 \times D(\text{Norif} - 1) \quad (\text{Ecuación 14})$$

Donde:

b = Ancho de la pantalla, en m

D = Diámetro del orificio, en m

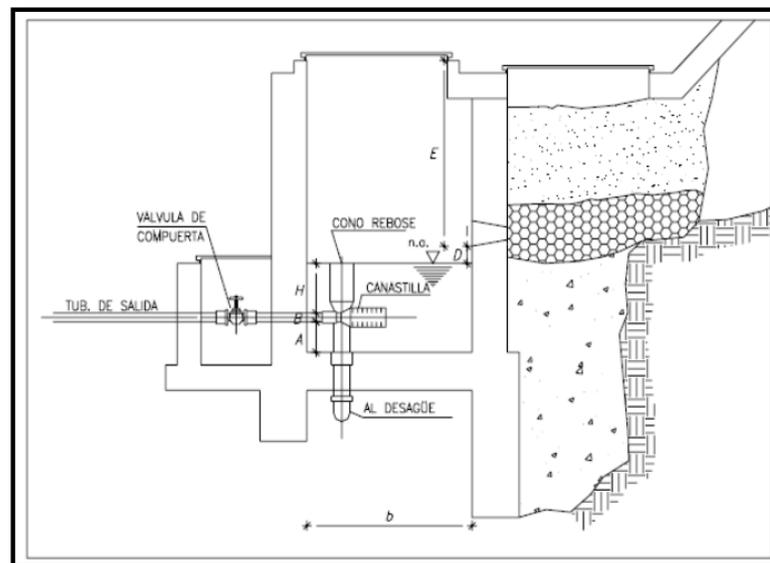
Norif = Número de orificios

Remplazando valores tenemos:

$$b = 2 \times (6 \times 0.032) + 2 \times 0.032 + 3 \times 0.032(2 - 1)$$

$$b = 0.8m$$

Figura 3.4 Altura total de la cámara húmeda



Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda

Para determinar la altura de la captación, es necesario conocer la carga requerida para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción.



La carga requerida es determinada mediante la siguiente ecuación:

$$h_o = 1.56 \times \frac{V^2}{2 \times g} \quad (\text{Ecuación 15})$$

Donde:

h_o = Carga requerida, en m

V = Velocidad promedio en la salida de la tubería de la línea de conducción, en m/s

g = Aceleración de la gravedad igual 9,81 m/s²

Remplazando valores tenemos:

$$h_o = 1.56 \times \frac{0.60^2}{2 \times 9.81}$$

$$h_o = 0.02862m$$

Se recomienda una altura mínima de $H = 30$ cm

$$H_f = H - h_o \quad (\text{Ecuación 16})$$

$$H_f = 0.35 - 0.02862$$

$$H_f = 0.32m$$

Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

$$L = \frac{H_f}{0.30} \quad (\text{Ecuación 17})$$

$$L = \frac{0.32}{0.30}$$

$$L = 1.07m \cong 1.10m$$

Altura de la cámara húmeda

Determinamos la altura de la cámara húmeda mediante la siguiente ecuación:

$$H_t = A + B + H + D + E \quad (\text{Ecuación 18})$$

Donde:

A: Se considera una altura mínima de 10 cm que permite la sedimentación, 10 cm

B: Se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida. (1.6cm)



D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda, 10 cm

E: Borde libre (se recomienda de 10 a 30 cm), 30 cm

H: Altura para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción, se recomienda una altura mínima de 30 cm.

Remplazando valores tenemos:

A=15cm

B=1.6cm

H=30CM

D=10CM

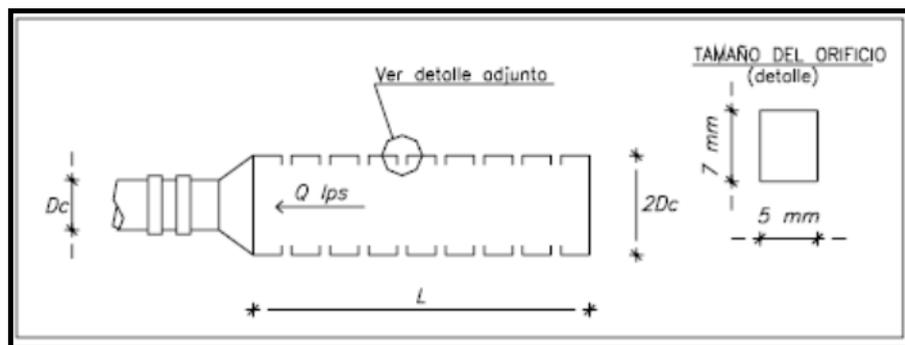
E=30CM

$H_t = 15 + 1.6 + 30 + 10 + 30 = 0.90cm$

Dimensionamiento de la canastilla

Para el dimensionamiento se considera que el diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (D_c); que el área total de ranuras (A_t) sea el doble del área de la tubería de la línea de conducción; y que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3 D_c y menor de 6 D_c .

Figura 3.5 Canastilla de salida



El diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la línea de conducción:

$$D_{canastilla} = 2 \times D_c$$

(Ecuación 19)



$$D_{canastilla} = 2 \times 1 \frac{1}{4} = 2.52 \text{ pulg.}$$

Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a 3 D_a y menor que 6 D_a :

$$L = 3 \times D_a \quad (\text{Ecuación 20})$$

$$L = 3 \times 1.3 = 3.78 \text{ pulg}$$

$$L = 6 \times D_a \quad (\text{Ecuación 21})$$

$$L = 6 \times 1.3 = 7.56 \text{ pulg}$$

Siendo las medidas de las ranuras:

- Ancho de la ranura = 5 mm (medida recomendada)
- Largo de la ranura = 7 mm (medida recomendada)

Siendo el área de la ranura:

$$A_r = a \times l \quad (\text{Ecuación.22})$$

$$A_r = 0.005 \times 0.007 = 0.0000350 \text{ m}^2$$

Debemos determinar el área total de las ranuras:

$$A_t = 2 \times A_r \quad (\text{Ecuación 23})$$

$$A_t = 2 \times 0.0008042 = 0.0016 \text{ m}^2$$

El valor total debe ser menor que el 50 % del área lateral de la canastilla (A_c):

$$A_c = 0.5 \times D_c \times L$$

Donde:

D_c = Diámetro de la canastilla, en m

$$A_c = (\pi \times D_c \times L) \times 0.5 \quad (\text{Ecuación 24})$$

$$A_c = \frac{\pi \times 6.4 \times 15.2}{10000} \times 0.5 = 0.015 \text{ m}^2$$

Por consiguiente:

$$A_{total} < A_c \text{ ok.}$$

Conocidos los valores del área total de ranuras y el área de cada ranura se determina el número de ranuras:



$$N^{\circ} = \frac{\text{Área total de ranuras}}{\text{Área de ranuras}} + 1 \quad (\text{Ecuación 25})$$

$$N^{\circ} = \frac{0.0016}{0.0000350} + 1 = 46 \approx 50$$

Tubería de rebose y limpieza

En la tubería de rebose y de limpieza se recomienda pendientes de 1 a 1,5% y considerando el caudal máximo de aforo, se determina el diámetro mediante la ecuación de Hazzen y Williams (para C=140).

$$D_r = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{hf^{0.21}} \quad (\text{Ecuación 26})$$

Donde:

D_r = Diámetro, en pulgadas

Q = Gasto máximo de la fuente, en l/s

hf = Pérdida de carga unitaria (valor recomendado 0.015), en m/m

$$D_r = \frac{0.71 \times 0.18^{0.38}}{0.015^{0.21}}$$

$$D_r = 0.90 \text{ pu lg} \cong 1 \text{ pu lg}.$$

3.5.2 Resultados del diseño de la captación

En el cuadro 3.9 se presentan los resultados del dimensionamiento hidráulico de la captación y en el Anexo 7 se puede ver más detalladamente estos cálculos



CUADRO 3.9 RESULTADOS DEL DISEÑO DE LA CAPTACIÓN

DIMENSIONES DE LA CAPTACIÓN	
Caudal máximo de la fuente =	0.18 l/s
Largo de la cámara húmeda Ht =	0.90 m
Ancho de la cámara húmeda b =	0.8 m
Diámetro de la tubería de ingreso	1 1/4pulg
Número de orificios =	2 orificios
Diámetro de la canastilla =	2.52pulg
Longitud de la canastilla =	15.2 cm
Número de ranuras =	50
Diámetro de tubería de limpieza =	1pulg

3.6 DESARENADOR

3.6.1 Generalidades

Los desarenadores son estructuras hidráulicas que tienen como función remover las partículas de cierto tamaño que la captación de una fuente superficial permite pasar

La función que desempeña es muy importante y, salvo circunstancias especiales como es el caso de disponer o captar aguas muy limpias se podría omitir su utilización; además cumplen los siguientes objetivos:

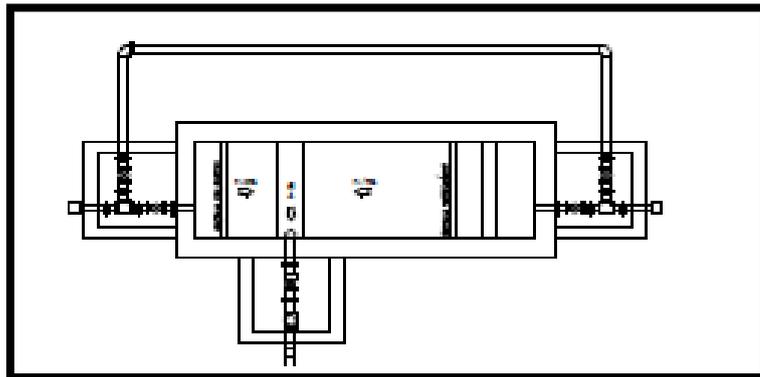
- Evitar el azolvamiento de la conducción y preservar los equipos hidromecánicos de la acción abrasiva de los sedimentos gruesos contenidos en el agua.
- Garantizar en condiciones normales de operación lo siguiente:
- La clarificación del agua mediante la retención y sedimentación de las partículas mayores a un determinado tamaño.
- El abastecimiento ininterrumpido del agua a las conducciones, según las necesidades de los usuarios.
- La evacuación sistemática de los sedimentos depositados en cámaras, con el mínimo consumo de agua.
- El Desarenador tiene los siguientes elementos:



- Estructura de entrada.
- Cámara desarenadora
- Paredes de distribución, para uniformizar las velocidades de flujo del agua en toda la sección de la cámara.
- Estructura de salida.
- by-pass. Por tratarse de un desarenador de una cámara.

Para el diseño del Desarenador se ha considerado el diseño de un Desarenador simple de flujo horizontal, de lavado intermitente, ya que su construcción es relativamente fácil y económica; además de ser un sistema muy eficiente para la eliminación de sólidos que arrastra el agua.

Figura 3.6 Desarenador de Flujo Horizontal



Cálculo hidráulico del Desarenador

En la estructura de entrada se ha diseñado una pantalla con perforaciones, que en primera instancia permite disipar la energía de velocidad y luego una distribución uniforme del flujo hacia la zona de sedimentación. El cálculo de este dispositivo se lo hace considerando el ancho previamente determinado del Desarenador, un espesor y una altura vertical que permita admitir el número N de orificios de un diámetro \emptyset manteniendo bajas las velocidades del flujo ($V < 0.30$ m/s) para evitar perturbaciones en la zona de sedimentación. El número N de orificios se calcula en base a la expresión de descarga en orificios sumergidos. El número de orificios calculados es de 9 como se indica en el Anexo: 8(Diseño del Desarenador) y en los respectivos planos de diseño.



En la zona de sedimentación, basados en los parámetros de diseño se determinan los siguientes parámetros:

1. - Velocidad de sedimentación (V_s , en cm/s.)
2. - Velocidad de arrastre de las partículas (V_a , en cm/s.)
3. - Velocidad de flujo del agua en el Desarenador (V_h , en cm/s.)

Las dimensiones: largo (L), ancho (B) y profundidad (H) del Desarenador se hallan en base a las relaciones:

$$S = L * B \quad \text{(Ecuación 27)}$$

$$A = H * B \quad \text{(Ecuación 28)}$$

Donde:

S = Área horizontal o en planta.

A = Área transversal.

Se recomienda que las unidades del Desarenador, que son proyectados para remoción de partículas de diámetro comprendido entre $8.5 * 10^{-3}$ y $2 * 10^{-1}$ cm, sean ubicados lo más cerca posible del punto de captación, se escoge dimensiones tales que el largo sea 3 a 6 veces el ancho.

La velocidad de asentamiento vertical (carga superficial expresada en $m^3/m^2/hora$ o $m/hora$), se calculará tomando los siguientes factores: peso específico, diámetro de la partícula y muy especialmente la temperatura del agua; ya que al modificar ésta se modifica su viscosidad y correlativamente la resistencia opuesta al movimiento de las partículas.

Para condiciones promedio puede adoptarse valores para la carga superficial entre 60 y 120 $m^3/m^2/día$ y su velocidad horizontal no debe exceder de 0.25 m/s.

Para determinar las dimensiones del Desarenador, se utilizan las siguientes ecuaciones:

Volumen útil del Desarenador

$$V_u = Q_D * t \quad \text{(Ecuación 29)}$$

Donde:

V_u = Volumen útil del desarenador, en m^3 .

Q_D = Caudal de diseño, m^3/seg .

t = Tiempo de retención, seg.



Remplazando valores tenemos:

$$V_u = 0.18 * 15 * \frac{60}{1000} = 0.16m^3$$

Área del Desarenador

$$S = \frac{Q_D}{C_s} \quad \text{(Ecuación 30)}$$

Donde:

S = Área horizontal del Desarenador, m².

QD = Caudal de diseño, m³/seg.

Cs = Carga superficial, m/seg.

Remplazando valores tenemos:

$$S = \frac{\frac{0.18}{60}}{\frac{1000}{86400}} = 0.259m^2$$

Profundidad del Desarenador

$$H = \frac{V_u}{S} \quad \text{(Ecuación 31)}$$

Donde:

H = Profundidad del Desarenador, m.

Vu = Volumen útil del Desarenador, en m³

S = Área horizontal del Desarenador, m².

Remplazando valores tenemos:

$$H = \frac{0.162}{0.259} = 0.70m$$

Longitud del Desarenador

$$L = 3 * B \quad \text{(Ecuación 32)}$$

Donde:

L = Longitud del Desarenador, m

B = Ancho del Desarenador, (0.60m adoptado)

Remplazando valores tenemos:

$$L = 3 * 0.60 = 1.80m$$

Dimensiones recomendadas de diseño

- **Relación longitud/profundidad**

Se debe tomar valores entre 3 m y 25 m.



- **Relación Longitud/Ancho**

Se debe tomar valores entre 2.25 m y 5 m.

Cálculo de la velocidad de sedimentación (v_s)

Se calcula de acuerdo a la ecuación propuesta por STOKES⁶ para valores de Reynolds menores a la unidad (fluido incompresible), la misma que es:

$$V_s = \frac{g \phi^2}{18\nu} (\delta_s - \delta) \quad \text{(Ecuación 33)}$$

Donde:

V_s = Velocidad de sedimentación, en cm/seg.

g = Aceleración de la gravedad = 981 cm/seg².

D_s = Densidad de los sólidos = 2.65 gr/cm³.

d = Diámetro de las partículas a remover = 0.015 cm.

ν = Viscosidad cinemática del agua a 20 °C = 0.0017 cm²/seg.

Reemplazando valores tenemos:

$$V_s = \frac{9.81 \frac{0.100^2}{10}}{18 * 0.0017} (2.65 - 1) = 0.769 \text{ cm/s}$$

Cálculo de la velocidad de arrastre (V_a)

Para el cálculo se utiliza la fórmula de CAMPS SHIELDS⁷:

$$V_a = \sqrt{\frac{8k}{f} g (\delta_s - 1) \phi} \quad \text{(Ecuación 34)}$$

Donde:

V_a = Velocidad de arrastre, en cm/seg.

K = Coeficiente que varía entre 3 y 4.5

$$V_a = \sqrt{\frac{8 * 3}{0.7} * 9.81 (2.65 - 1) \phi * 0.100} = 13.14 \text{ cm/s}$$

Cálculo de la velocidad horizontal de flujo (V_h)

La velocidad horizontal se la puede considerar equivalente a la velocidad del flujo del agua, y se la determina mediante las siguientes fórmulas:

6 MECÁNICA DE FLUIDOS, Streeter, Wylie. Pág. 300.

7 MECÁNICA DE FLUIDOS, Streeter, Wylie. Pág. 291.



$$V_h = \frac{Q_D}{A} \quad \text{(Ecuación 35)}$$

$$A = B \times H \quad \text{(Ecuación 36)}$$

$$V_h \text{ max} = \frac{1}{3} \times V_a \quad \text{(Ecuación 37)}$$

Donde:

V_h = Velocidad horizontal, en m/seg.

Q_D = Caudal de diseño, en m^3/seg .

A = Área transversal del Desarenador, en m^2 .

B = Ancho del Desarenador, m.

H = Profundidad del Desarenador, m.

$V_h \text{ máx.}$ = Velocidad horizontal máxima admisible, en cm/seg.

V_a = Velocidad de arrastre, en 13.14 cm/seg.

Reemplazando valores tenemos:

$$A = 0.80 * 0.70m = 0.56m^2$$

$$V_h = \frac{0.18}{0.56} = 0.32m/s$$

$$V_h \text{ max} = \frac{1}{3} \times 13.14 = 4.38m/s$$

Diseño del dispositivo de entrada

El dispositivo de entrada es un canal rectangular sencillo y económico, en cuyo frente existirá una pantalla de orificios a través de los cuales ingresará el agua a la cámara de sedimentación, asegurando una buena distribución del flujo en el Desarenador. La velocidad del agua a través de éstos orificios no debe ser mayor a 0.30 m/seg. El dispositivo de entrada se calculó:

$$Q_{ORIFICIO} = \frac{Q_D}{N} \quad \text{(Ecuación 38)}$$

$$V_O = \frac{Q_{ORIFICIO}}{A_{ORIFICIO}} \quad \text{(Ecuación 39)}$$

$$A_{ORIFICIO} = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad \text{(Ecuación 40)}$$

Donde:



QORIFICIO = Caudal que ingresa por cada orificio, en m³/seg.

QD = Caudal de diseño, en m³/seg

N = Número de orificios

Vo = Velocidad de arrastre en cada orificio, en m/seg.

AORIFICIO = Área del orificio, en m².

D = Diámetro del orificio, en m

Reemplazando valores tenemos:

$$Q_{ORIFICIO} = \frac{0.18}{9} = 0.00020m^3 / s$$

$$V_o = \frac{0.00020}{0.000380} = 0.052613$$

Pérdida de carga

Se determinó la pérdida de carga en los orificios.

$$H_{fo} = \left(\frac{Q_D}{C \times A_T} \right)^2 \times \frac{1}{2 \times g} \quad (\text{Ecuación 41})$$

Considerando a la cámara como un tabique de espesor considerable que se debe tomar las pérdidas de carga debido a la entrada y salida del agua del orificio. Para determinar la pérdida de carga total por entrada y salida de un orificio, y la pérdida de carga total de todos los orificios:

$$h_{fo} = 1.5 \times \frac{(V_o)^2}{2 \times g} \quad (\text{Ecuación 42})$$

$$H_{f_T} = H_{f_o} + h_{f_o} \times N \quad (\text{Ecuación 43})$$

Donde:

Hfo = Pérdida de carga de los orificios, en m.

C = Coeficiente de descarga⁸= 0.65

AT = Área total

hfo = Pérdida de carga por entrada y salida de cada orificio, en m.

HfT = Pérdida de carga total de los orificios, en m.



Diseño del vertedero medidor del caudal de salida a la conducción

Este vertedero, sirve para medir el caudal que ingresa a la conducción, y consiste en un vertedero rectangular:

$$Q = M \times B \times H^{\frac{3}{2}} \quad (\text{Ecuación 44})$$

$$M = \left(0.407 + \frac{0.045 \times H}{H + P1} \right) \times \left(1 + 0.285 \times \left(\frac{H}{H + P1} \right) \right)^2 \times \sqrt{2 \times g} \quad (\text{Ecuación 45})$$

Donde:

M= Coeficiente de descarga del vertedero, si se asume M va de 1.3 a 2.2

B = Ancho del Desarenador, en m.

P1= Altura desde el lecho del Desarenador hasta el borde inferior del vertedero, en m.

H = Perdida total en la cámara, en m.

Remplazando valores tenemos:

$$H = \left(\frac{Q_{\text{diseño}}}{M \times B} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (\text{Ecuación 46})$$

$$H = \left(\frac{0.18}{1.5 \times 0.80} \right)^{\frac{2}{3}} = 0.28m$$

Cálculo de la carga sobre la tubería de conducción

Para determinar la carga en la unidad de salida sobre el tubo de aducción a la planta de tratamiento, se calcula como si se tratara de descarga en orificios:

$$h = \frac{1}{2 \times g} \times \left(\frac{Q_{\text{CONDUC.}}}{C \times A} \right)^2 \quad (\text{Ecuación 47})$$

$$A = \frac{PI \times \phi^2}{4} \quad (\text{Ecuación 48})$$

$$\phi = 1.356 \times (Q_{\text{CONDUC.}})^{1/2} \quad (\text{Ecuación 49})$$

Donde:

h = Carga sobre el tubo de aducción a la planta de tratamiento, en m.

QCOND. = Caudal de diseño de la conducción, en m³/seg.



C = Coeficiente de descarga = 0.60

A = Área de la tubería de salida a la planta de tratamiento, en m².

ϕ = Diámetro del tubo de aducción, en pulgadas. (en la fórmula el caudal debe estar en l/s.)

Reemplazando valores tenemos:

$$\phi = 1.356 * \sqrt{0.18} = 0.58$$

$$A = \frac{PI \times 0.58^2}{4} = 45.53$$

$$h = \frac{1}{2 \times 9.81} \times \left(\frac{0.00018}{0.60 \times 45.53} \right)^2 = 0.06m$$

Cálculo del desagüe para lavado

Usaremos tubería que conduzca el agua hacia un cajón recolector, y desde éste se evacuará hacia la quebrada. El cálculo consiste en determinar el tiempo necesario para el vaciado completo del Desarenador, para lo cual se impone un diámetro del tubo de lavado o de limpieza, utilizando la siguiente fórmula:

$$t = \frac{2 \times At}{C \times Ao \times \sqrt{(2 \times g)}} \times H^{1/2} \quad \text{(Ecuación 50)}$$

Donde:

t = Tiempo de vaciado, en seg.

At = Área longitudinal (superficie) del Desarenador = 0.60 m².

C = Coeficiente de descarga = 0.60

Ao = Área del orificio, m²

H = Altura del Desarenador, en m

Reemplazando valores tenemos:

$$t = \frac{2 \times 0.60}{0.60 \times 0.000380 \times \sqrt{(2 \times 9.81)}} \times 0.70^{1/2} = 994.14s$$

3.6.2 Resultados del diseño del Desarenador

Esta unidad será de sección rectangular y flujo horizontal; el cual se ha diseñado para un caudal de 0.35 l/s sus componentes principales son el dispositivo de entrada conformada por una pantalla de 3 orificios, salida y dispositivo de limpieza.



El desagüe de lavado se lo realiza a través de una tubería de diámetro igual a 3" de PVC-P, se ha incorporado un bypass, necesario para cuando se realicen operaciones de limpieza. El diseño puede observarse en el Anexo 6.2 y planos correspondientes.

Su propósito es eliminar la mayor cantidad de partículas discretas, que se encuentran en el agua. Para el presente proyecto se ha previsto la construcción de esta unidad para que cumpla con su objetivo el de sedimentar partículas de diámetro de 0.015 cm o mayores a esta.

En el cuadro 3.10 se presentan los resultados del dimensionamiento hidráulico del desarenador y en el Anexo 8 se puede ver más detalladamente estos cálculos:

Cuadro 3.10 RESULTADOS DEL DISEÑO DEL DESARENADOR

DIMENSIONES DEL DESARENADOR	
Caudal de diseño =	0.18 l/s
Largo del tanque =	1.80 m
Ancho del tanque =	0.60 m
Profundidad =	0.70 m
Volumen del tanque =	0.76 m ³
Número de orificios en cámara de	9 orificios
Diámetro de tubería de limpieza =	3pulg

Fuente: El Autor

3.7 FILTRO LENTO DESCENDENTE

3.7.1 Generalidades

La filtración lenta es un proceso de purificación del agua que consiste en hacerla pasar a través de capas de arena que constituyen el medio filtrante; el cual luego de pasar por varios procesos ayuda a reducir el número de microorganismos (bacterias, quistes, virus, etc.), eliminación de materia en suspensión, de materia coloidal y cambios en la composición química.



En la parte superior del lecho, se forma una capa gelatinosa constituida de algas y microorganismos biológicamente muy activos, que descomponen la materia orgánica, mientras que la materia inorgánica en suspensión queda retenida por acción del colado; de tal manera que se produce un principio de floculación llegando inclusive a eliminar la turbidez del agua.

Se proyecta una unidad de filtración lenta, que permitirán separar bacterias y partículas, como también macropartículas, esto se consigue haciendo pasar el agua a través del lecho filtrante de acuerdo a las especificaciones que debe cumplir la arena respecto a granulometría y diámetro efectivo conforme consta en los diseños (Anexo 9: Diseño de Filtro Lento Descendente)

Los componentes principales de un filtro lento descendente son:

- Válvula para controlar entrada de agua pre tratada y regular la velocidad de filtración
- Dispositivo para drenar capa de agua sobrenadante, "cuello de ganso".
- Conexión para llenar lecho filtrante con agua limpia
- Válvula para drenar lecho filtrante
- Válvula para desechar agua tratada
- Válvula para suministrar agua tratada al depósito de agua limpia
- Vertedero de entrada
- Indicador calibrado de flujo
- Vertedero de salida.
- Vertedero de excesos
- Cámara de entrada a FLD
- Ventana de acceso a FLD

Cálculo hidráulico del filtro lento descendente

1. Criterio de seguridad de funcionamiento

$$N = \frac{1}{4} \times Q \quad \text{(Ecuación 51)}$$

Donde:

N = Número de filtros



Q = Caudal de diseño, en m^3/h

2. Criterio de caudal

Se aconsejan 2 filtros si el caudal es mayor a 100 $m^3/día$ y menor a 300 $m^3/día$; por otro lado un filtro si el caudal es menor a 100 $m^3/día$.

3. Criterio de la población

Se recomienda 2 filtros para poblaciones menores a 2000 habitantes se adoptara 2 unidades para trabajar al 65% de caudal en cada filtro. Se recomienda diseñar un filtro para una población menor a 1000 habitantes.

NOTA: De los tres criterios de diseño se obtiene que por criterio de seguridad y funcionamiento y población da como resultado el diseño de un filtro, esto ayudando a la economía del sistema.

Por lo tanto el filtro lento a diseñarse en el sistema es 1 unidad, que trabajara con el 100% del caudal de la planta de potabilización, según la normativa de la SSA numeral 5.9.2.

$$Qd = 100\% * (QTRATAM) \quad \text{(Ecuación 52)}$$

Parámetros de diseño:

Velocidad de filtración $V_f = 0.10 - 0.20$ m/h, Norma SSA - numeral 5.9.2.1

Cálculo del área superficial

$$A_s = \frac{Q_f}{V_f} \quad \text{(Ecuación 53)}$$

Q_f = Caudal a filtrarse, en m^3/seg

V_f = Velocidad de filtración, en m/seg

Reemplazando valores tenemos:

$$A_s = \frac{1.70E^{-4}}{3.06E^{-05}} = 5.60m$$

Dimensiones del filtro lento de arena

La forma típica en nuestro medio consiste en compartimientos de forma cilíndrica (base circular), la cual se adoptara en el presente diseño:

$$D = \left(\frac{4 \times A_s}{\pi} \right)^{0.5} \quad \text{(Ecuación 54)}$$



Donde:

D = Diámetro del filtro, en m

As = Área superficial, en m²

Reemplazando valores tenemos:

$$D = \left(\frac{4 \times 5.60}{\pi} \right)^{0.5} = 2.70m$$

Sistema de recolección de agua filtrada

Caudal filtrado

$$Q_f = A_f \times V_f \quad \text{(Ecuación 55)}$$

Donde:

Qf = Caudal de filtrado, en m³/s

Af = Área de filtración, en m²

Vf = Velocidad de filtración, en m/seg.

Área de cada orificio

$$A_o = \frac{\pi * D_o^{0.5}}{4} \quad \text{(Ecuación 56)}$$

Donde:

Ao = Área de cada orificio, en m².

Do = Diámetro de cada orificio, en m.

Reemplazando valores tenemos:

$$A_o = \frac{\pi * \frac{4}{1000}^{0.5}}{4} = 1.25E^{-05}$$

Caudal en cada orificio

$$Q_o' = A_o * V_o \quad \text{(Ecuación 57)}$$

Donde:

Qo' = Caudal que ingresa en cada orificio, en m³/seg.

Ao = Área de cada orificio, en m².

Vo = Velocidad en cada orificio, en m/seg.



Remplazando valores tenemos:

$$Q_o' = 1.25E^{-5} * 0.21 = 2.64E^{-06} m^3 / s$$

Número de laterales

Según las normas de diseño de SSA, la separación entre laterales deberá estar entre 1 y 2 m. En el presente estudio, la separación entre laterales será = 1.0 m

Por lo tanto serán 3 laterales del colector principal.

La separación de los orificios para el diseño se recomienda que deberá estar entre 0.10 a 0.30 m.

Separación entre orificios = 0.13 m

Número de orificios:

Por lo tanto el número de orificios será igual a:

$$N^{\circ} \text{ orif} = \frac{\text{Caudal de diseo del filtro lento } Q_d}{\text{Caudal a través de los orificios } Q_o} \quad (\text{Ecuación 58})$$

$$N^{\circ} \text{ orif} = \frac{1.70E^{-4}}{2.64E^{-6}} = 64 \text{ orificios}$$

Lateral principal

Caudal que ingresa al lateral de mayor número de orificios:

Se obtiene el número de orificios en el lateral.

$$qL = N^{\circ} \text{ orificios} * Q_{ro} \quad (\text{Ecuación 59})$$

$$qL = 15 * 2.62E^{-6} = 3.93E^{-05} m^3 / s$$

Área del lateral:

$$Al = \frac{qL}{vl} \quad (\text{Ecuación 60})$$

$$Al = \frac{3.93E^{-5}}{0.21} = 1.87E^{-4} m^2$$

Diámetro interno del lateral:

$$D_{\text{int L}} = \sqrt{\frac{4 * Al}{\Pi}} \quad (\text{Ecuación 61})$$

$$D_{\text{int L}} = \sqrt{\frac{4 * 1.87E^{-4}}{\Pi}} = 0.015m$$



Diámetro adoptado=22mm

Diámetro del colector principal:

$$A_c = \frac{Q_f}{V_c} \quad \text{(Ecuación 62)}$$

Donde:

A_c = Área del colector principal, en m.

Q_f = Caudal de filtración, en m³/seg.

V_c = Velocidad del colector principal, en m.

Reemplazando valores tenemos:

$$A_c = \frac{1.70E^{-4}}{0.20} = 8.50E^{-4}m^2$$

Diámetro interior del colector principal:

$$D_{int} = \sqrt{\frac{4 \times A_c}{\Pi}} \quad \text{(Ecuación 63)}$$

$$D_{int} = \sqrt{\frac{4 \times 8.50E^{-4}}{\Pi}} = 0.033m = 33mm$$

Adoptamos un diámetro interno nominal de 35.2mm

Espesores de capa del material filtrante del filtro:

Según las recomendaciones dadas por la SSA (Ex - IEOS) y MIDUVI en el Proyecto de Fortalecimiento y Ampliación de los Servicios Básicos de Salud en el Ecuador (FASBASE), en el cuadro 3.11, se presenta los espesores que debe cumplir tanto la arena, así como la grava en un filtro lento.



CUADRO 3.11 ESPESORES DEL MATERIAL FILTRANTE DEL FILTRO DESCENDENTE

POSICIÓN EN EL LECHO	ESPESOR DE CAPA EN m.	DIÁMETRO mm.
Borde libre	0,20	
Película de agua	1,00	
Arena de filtro	1,00	0.15 - 0.35 COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD < 3
<u>Capa de soporte:</u>		
3º capa	0,10	1.00 - 1.4 mm
2º capa	0,10	4.00-5.60 mm
1º capa	0,20	16.00-23.0 mm
Altura del filtro	2,20	

Cálculo de la tubería de entrada al filtro:

Pérdida de Carga a los Orificios del Sistema de Drenaje

$$H_o = \left[\frac{Q}{C_d \times A_o \times \sqrt{2g}} \right]^2 \quad (\text{Ecuación 64})$$

Dónde:

A = Área total de orificios, en m².

C_d = Coeficiente para orificios, 0.60

Q = Caudal de entrada a cada filtro, en m³/seg.

h = Pérdida de carga, en m.

g = Aceleración de la gravedad, 9.81 m/s².

Reemplazando valores tenemos:

$$H_o = \left[\frac{2.62E^{-06}}{0.60 \times 1.26E^{-05} \times \sqrt{2 \times 9.81}} \right]^2 = 0.0062m$$

Pérdida total por los orificios del sistema de drenaje:

$$h_T = n * H_o \quad (\text{Ecuación 65})$$

Donde:

h_T = Pérdida total por los orificios del sistema de drenaje, en m.

n = número de orificios

H_o=Pérdida de carga, en m.



Remplazando valores tenemos:

$$hT = 65 * 0.0062 = 0.403m$$

Pérdida de carga unitaria::

$$J = \frac{10.643 * Qd^{1.85}}{C^{1.85} * Dc^{4.87}} \quad \text{(Ecuación 66)}$$

Donde:

J = Pérdida de Carga unitaria

Qd=Caudal en la tubería

Dc= Diámetro del colector principal

C = Coeficiente de rugosidad

Remplazando valores tenemos:

$$J = \frac{10.643 * (1.70E^{-4})^{1.85}}{140^{1.85} * 0.0352^{4.87}} = 1.45E^{-03}m/m$$

Pérdida de carga en la Tubería:

$$Hfr = J * L \quad \text{(Ecuación 67)}$$

Donde:

L = Longitud de la tubería entre drenaje y estructura de salida, en m

J = Pérdida de carga Unitaria

Hfr= Pérdida de carga en la tubería

Remplazando valores tenemos:

$$Hfr = 1.45E^{-4} * 9 = 0.0131m$$

Vertedero triangular a la salida del filtro:

En esta unidad, también se ha dispuesto un vertedero de 90°, para controlar el caudal que entra al filtro. El mismo que se lo calcula según la fórmula de Thomps.

$$H = \left(\frac{Qf}{1.40} \right)^{2/5} \quad \text{(Ecuación 68)}$$

Donde:

H = Altura del vertedero, en m.

Qf = Caudal a filtrar, en m³/seg.

Remplazando valores tenemos:



$$H = \left(\frac{1.70E^{-4}}{1.40} \right)^{2/5} = 0.027m$$

Volumen de agua sobre el Lecho Filtrante

$$Vl = A * h$$

(Ecuación 69)

Donde:

V = Volumen de agua, en m³

h = Altura de carga en m

A = Área del filtro

Reemplazando valores tenemos:

$$Vl = 5.73 * 1 = 5.73m^2$$

Altura del agua sobre la tubería de salida a filtro

$$H1 = \frac{Qf^2}{Cd^2 \times At^2 \times 2g}$$

(Ecuación 70)

$$At = \frac{\pi \times Dint^2}{4}$$

(Ecuación 71)

Donde:

H1 = Altura del agua sobre la tubería de salida, en m.

Qf = Caudal a filtrar, en m³/seg.

Cd = Coeficiente de descarga, 0.60.

g = Aceleración de la gravedad, 9.81 m/s².

At = Área de la tubería, en m².

Dint = Diámetro interno de la tubería de salida, en m.

Reemplazando valores tenemos:

$$At = \frac{\pi \times \frac{22^2}{1000}}{4} = 3.80E^{-4}m^2$$

$$H1 = \frac{(1.70E^{-4})^2}{0.60^2 \times (3.80E^{-4})^2 \times 2(9.81)} = 0.028m$$



3.7.2 Resultados del diseño del filtro lento descendente

El detalle del cálculo de las unidades de filtración se encuentra en la sección respectiva de anexos de esta memoria (Anexo 9). Por razones de funcionamiento hidráulico, facilidad de construcción y lo más importante por economía se han diseñado estas estructuras en ferrocemento.

En el cuadro 3.12 se presentan los resultados del dimensionamiento hidráulico del filtro lento descendente y en el Anexo 6.3 se puede ver más detalladamente estos cálculos:

CUADRO 3.12 RESULTADOS DEL DISEÑO DEL FLD

DIMENSIONES DEL FILTRO LENTO DESCENDENTE	
Caudal de diseño =	0.18 l/s
Número de filtros=	1 unidad
Diámetro de los filtros lentos=	2.70 m
Área de los filtros lentos=	5.73 m ²
Número de laterales =	3 laterales
Orificios por cada lateral =	65 orificios
Diámetro interno del tubo lateral	25mm
Diámetro del colector principal	40 mm
Diámetro de la tubería de salida	25 m

3.8 SISTEMAS DE DESINFECCIÓN

Después que el agua ha sido sometida al proceso de filtración como tratamiento final la sometemos a la acción del cloro; a la desinfección que tiene por objeto la destrucción de microorganismos patógenos presentes en el agua.



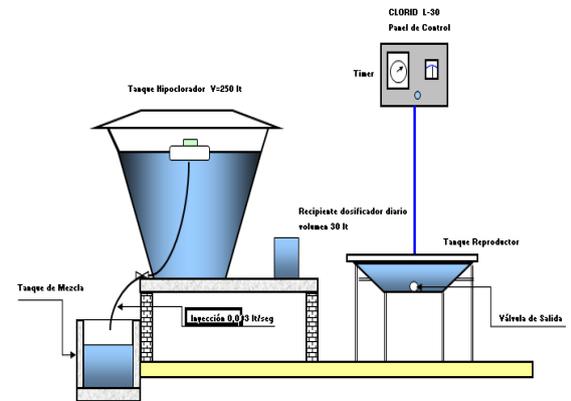
3.8.1 Generalidades

El agua filtrada será sometida al proceso de desinfección, que para el presente proyecto se efectuará como primera alternativa la cloración utilizando hipoclorito de sodio, con la instalación de un equipo Clorid L-10.

Consiste en un equipo que sobre la base de la electrolisis, transforma la sal refinada más el agua en una solución de hipoclorito de sodio.

Se prepara de la siguiente manera.

- Conectar el equipo Clorid a un tomacorriente de 120 vatios.
- Llenar el recipiente del equipo de Clorid con agua hasta tapar los electrodos o la señal establecida.
- Colocar por cada treinta litros de agua una funda de sal refinada de un kilogramo.
- Tapar el recipiente
- Esperar veinticuatro horas hasta que la solución alcance la concentración requerida.
- Una vez cumplido el tiempo mencionada, el equipo se apaga automáticamente.
- Llevar el contenido según lo requerido para vaciar en el hipocloroso.



a. Especificaciones técnicas

Modelo: L-10

Capacidad: 250 litros

Consumo: 1.248 KW por hora

b. Cálculo de la dosificación de cloro

El cálculo de la dosificación se la realiza mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{Q \times ds}{c} \quad \text{(Ecuación 72)}$$

Donde:

V = Cantidad de hipoclorito de sodio (lit/día)

Q = Caudal de diseño en l/día



ds = Dosificación (ppm)

c = Concentración de cloro activo (ppm)

Reemplazando valores tenemos:

$$V = \frac{0.18 * 86400 * 2}{12500} = 2.35L / día$$

c. Cálculo de caudal de inyección

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

(Ecuación 73)

Donde:

Q = Caudal de inyección, en m³/seg.

V = Volumen del tanque dosificador, en m³.

t = Tiempo de inyección, 1 día.

Reemplazando valores tenemos:

$$Q = \frac{250}{86400} = 2.89 * 10^{-06} m^3 / s.$$

d. Diámetro de la tubería de inyección:

$$D = \sqrt{\frac{A}{0.7854}} * 1000$$

(Ecuación 74)

Donde:

D = Diámetro de la tubería de inyección, en m.

A = Área de inyección, en m².

Reemplazando valores tenemos:

$$D = \sqrt{\frac{2.89 * 10^{-06}}{0.7854}} * 1000 = 1.92mm$$

e. Velocidad de inyección:

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

(Ecuación 75)

$$V = \frac{2.89 * 10^{-06}}{\frac{12.70}{100000}} = 0.023m/s.$$



3.8.2 Resultados del diseño del sistema de desinfección con el equipo CLORID L- 10

En cuanto a la dosificación se ha llegado a demostrar que primero desaparecen las bacterias patógenas y después las coliformes, dada la constitución de sus organismos con dosis que van de 1 a 3 mg/lit, se mezclará con el agua proveniente de la fuente en una estructura prediseñada con recubrimiento de cerámico de volumen 250 lit para lograr su desinfección, recomendándose que en la parte alejada de la red se tenga por lo menos 0.1 p.p.m. de cloro residual según norma.

En nuestro caso, en vista de que el agua proviene de una **fuentes superficial**, se utilizará una dosificación de 2 mg/lit, los cálculos se pueden observar en el anexo 6.4, en el cual se determina una dosificación diaria 2.76lit/día, con caudal de inyección de 0.00289lit/seg, en tubería de 1/2" de diámetro.

En el cuadro 3.13 se presentan los resultados de la dosificación de cloro y en el Anexo 10 (Cálculo de la dosis de Hipoclorito de Sodio), se puede ver más detalladamente estos cálculos:

CUADRO 3.13 RESULTADOS DE LA DOSIFICACIÓN DE CLORO POR CLORID-L10

Resumen de dosificación		
Caudal de tratamiento (Q) =	0.18	l/s
Dosificación (ds) =	2	mg/lit
Volumen Tanque Dosificación =	250	l
Caudal de Inyección =	0.0029	l/s
Velocidad de Inyección =	0.0228	m/seg
Diámetro de Tubería Inyección (1/2")	12.50	mm
<i>Se disolverán diariamente en el tanque hipoclorador de 250 litros una solución de 2 litros de hipoclorito de sodio con volumen neto de 248 Litros de agua y se enrasará con la solución clorada.</i>		



3.9 TANQUE DE RESERVA

3.9.1 Generalidades

Con la finalidad de garantizar un caudal requerido por la población en las horas pico o de mayor consumo, el tanque de reserva almacena el agua durante la noche o en las horas de menor consumo; permitiendo además, un mayor tiempo de contacto de cloro con el agua durante el proceso de desinfección.

Se construirá un tanque de ferrocemento, provisto de una cámara de válvulas, una tubería de salida, desagüe y desborde.

Para otorgar seguridad a la planta de tratamiento se ha previsto la construcción de cerramiento de malla el mismo que estará acorde a las especificaciones constructivas normadas para este tipo de unidades.

Cálculo del diseño hidráulico-estructural.

Diámetro del tanque

Para una forma cilíndrica del tanque de reserva, la ecuación del volumen será:

$$D = \sqrt{\frac{4 * V}{\Pi * h}} \quad \text{(Ecuación 76)}$$

Donde:

D = Diámetro del tanque de reserva, en m.

V = Volumen del tanque de reserva, en m³

h = Altura del tanque de reserva, en m.

Remplazando valores tenemos:

$$D = \sqrt{\frac{4 * 10}{\Pi * 1.80}} = 2.66m$$

Adoptado 2.50m

Diseño estructural de un tanque de ferro-cemento.

El siguiente análisis toma como guía la construcción de tanques de ferrocemento tipo SSA (Ex – IEOS y MIDUVI) en el Proyecto de Fortalecimiento y Ampliación de los Servicios Básicos de Salud en el Ecuador (FASBASE).



La construcción de este tipo de tanques prevé la utilización de los siguientes materiales: tubos de drenaje, ripio o grava arena, cemento, piedra, madera de encofrado, malla hexagonal, alambre galvanizado, y hierro.

Diseño de cúpula

En el diseño geométrico de la cúpula intervienen algunos parámetros, los cuales se consideran a continuación:

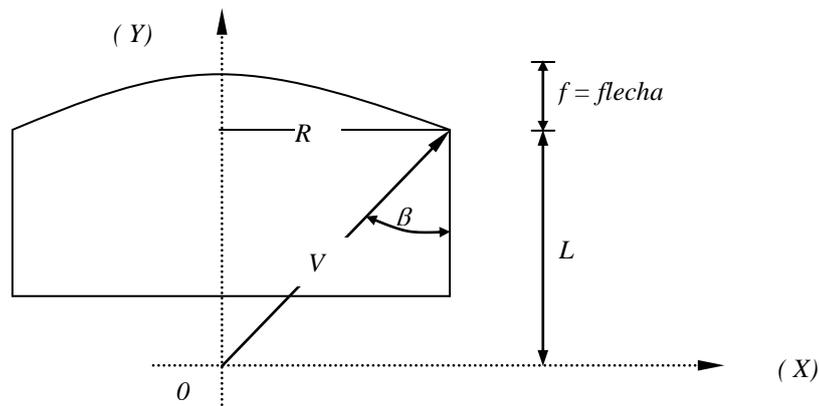
R = Radio del depósito (m)

V = Radio de la circunferencia que abarca la cúpula (m)

f = Flecha en cada estación (m)

β = Ángulo que forma la pared y el radio de la circunferencia, igual a 34.13°

Diversos estudios han demostrado que cuando el ángulo $\beta = 34.13^\circ$ se obtiene mayor estabilidad de los componentes de hormigón simple que forman la cúpula.



Realizando los cálculos respectivos, tenemos:

El siguiente cuadro indica el de la flecha (f) para puntos cada 0.10 m de separación (con origen en el centro del tanque), esto con carácter constructivo y armado del encofrado de la cúpula.



Geometría de la cúpula del tanque

Distancia desde el		Altura de la cupula
centro X (m)	Y (m)	F(m)
0,00	2,19	0,39
0,20	2,18	0,38
0,40	2,15	0,35
0,60	2,11	0,31
0,80	2,04	0,24
1,00	1,95	0,15
1,20	1,83	0,03
1,40	1,69	-0,11
1,60	1,50	-0,30
1,80	1,25	-0,55
2,00	0,90	-0,90
2,10	0,63	-1,17

Para determinar el área de la cúpula, se tiene la siguiente expresión:

$$A_c = 2\pi * V^2 (1 - \cos\beta) \quad (\text{Ecuación 77})$$

Donde:

A_c = Área de la cúpula, en m^2 .

V = Volumen de la cúpula, en m^3 .

β = Angulo que forma la pared y el radio de la cúpula, en $^\circ$.

Reemplazando valores tenemos:

$$A_c = 2\pi * 0.39^2 (1 - \cos 34.13) = 5.20m^2$$

La carga muerta que representa la cúpula esta dada por:

$$CM = \gamma * T \quad (\text{Ecuación 78})$$

Donde:

CM = carga muerta (Kg/cm^2)

T = espesor de la cúpula, en cm.

Γ = peso específico del ferro-cemento = 0.087 lb/pulg^3

Reemplazando valores tenemos:

$$Cm = 0.087 * 1.97 = 0.17$$



La carga total de la cúpula está representada por:

$$CT = CV + CM \quad (\text{Ecuación 79})$$

$$CT = 0.284 + 0.17 = 0.455 \text{Psi}$$

Conociendo la carga total, se procede a calcular la fuerza de tracción producida por la cúpula:

$$S = (CT * Ac * \cos\beta) / (2\pi * \text{Sen}\beta) \quad (\text{Ecuación 80})$$

Área de la varilla:

$$Av = \frac{\pi * D^2}{4} \quad (\text{Ecuación 81})$$

Número de varillas:

$$Nv = \frac{S}{\delta_{adm} * Av} \quad (\text{Ecuación 82})$$

Donde:

Nv = Número de varillas.

Av = Área de las varillas, en m².

S = Fuerza de tracción, en kg.

δ_{adm} = Esfuerzo admisible del acero, en kg/cm².

Remplazando valores tenemos:

$$S = (0.455 * 5.20 * \cos 34.13) / (2\pi * \text{Sen}34.13) = 0.55$$

$$Av = \frac{\pi * 0.472^2}{4} = 0.175 \text{pu l}g^2$$

$$Nv = \frac{0.55}{\delta_{adm} * 0.175} = 0.14 \approx 1$$

Armadura vertical.

Para realizar el presente análisis, se considera tres dovelas (juntas imaginarias) de altura 0.50 m. El procedimiento de cálculo es similar al realizado anteriormente para el filtro lento descendente.

La presión del líquido a cualquier profundidad se expresa mediante la siguiente expresión:

$$\rho = \gamma * h \quad (\text{Ecuación 83})$$

Donde:



p = presión en la parte inferior de la sección considerada

γ = peso específico del líquido

h = altura o profundidad considerada del líquido

Remplazando valores tenemos:

$$\rho = 1000 * 0.6 = 600 \text{Kg} / \text{m}^3$$

El empuje que se produce en cada sección se calcula mediante la siguiente expresión:

$$E = 1/2 * \rho * h * d \quad \text{(Ecuación 84)}$$

Donde:

E = empuje sobre la pared del depósito (Kg)

p = presión en la parte inferior de la sección considerada (Kg/m²)

h = altura de sección considerada (m)

d = diámetro del tanque, en m

Remplazando valores tenemos:

$$E = 1/2 * 600 * 0.60 * 2.50\text{m} = 450 \text{Kg}$$

Para determinar la armadura principal en cada sección, se emplea la siguiente expresión:

$$S_p = E / f_y \quad \text{(Ecuación 85)}$$

Donde:

S_p = armadura principal en la sección considerada, en cm².

E = empuje la sección considerada, en Kg

f_y = límite de fluencia del acero, 4200 Kg/cm²

Remplazando valores tenemos:

$$S_p = 450 / 2520 = 0.18 \text{cm}^2$$

La armadura secundaria, será el 50% de la armadura principal, hasta la mitad de la altura del tanque, luego de esta altura se considerará solo la mitad del acero de refuerzo.

$$F_v = F_p / 2 \quad \text{(Ecuación 86)}$$

El espesor de la pared del tanque de reserva se determina mediante:

$$e = 0.814 * h * d \quad \text{(Ecuación 87)}$$

Donde:



e = espesor de la pared en la base del tanque de reserva (cm)

H = altura total del tanque, en m

d = diámetro del tanque de reserva, en m

Remplazando valores tenemos:

$$e = 0.814 * 1.80 * 2.50 = 4.50m$$

El hormigón empleado en la construcción del depósito tendrá una resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$; por consiguiente la resistencia a la tracción será:

$$f_t = 10\% f'c \quad \text{(Ecuación 88)}$$

$$f_t = 10\% * 210 = 231 \text{ kg/cm}^2$$

Cant de cloro al día= Cantidad Provichlortab, kg

3.9.2 Resultados del diseño hidráulico del tanque de reserva

Para el presente proyecto se ha previsto un tanque de reserva de 10 m³ que almacenará el agua para la comunidad en estudio,

Para otorgar seguridad a la Planta de Tratamiento se ha previsto la construcción de un cerramiento de malla el mismo que estará acorde a las especificaciones constructivas normadas para este tipo de obras.

En el cuadro 3.14 se presentan los resultados del dimensionamiento hidráulico del tanque de reserva y en el Anexo 11 se puede ver más detalladamente estos cálculos:

CUADRO 3.14 RESULTADOS DEL DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE RESERVA

Resumen del tanque de reserva		
Caudal de tratamiento (Q) =	0.17	l/s
Diámetro del tanque =	2.50	m
Volumen del tanque =	10	m ³
Altura del tanque =	1.80	m
Espesor de la pared =	5	cm



3.10 CONEXIONES DOMICILIARIAS

Las conexiones domiciliarias son las encargadas de llevar el agua potable, desde las tuberías de distribución hasta cada domicilio garantizando de esta manera el abastecimiento del agua en cada vivienda.

Se realizará una sola conexión por cada vivienda, 16 +1 a la escuela = 17 usuarios a servir.

Cada conexión constará de los elementos necesarios que aseguren un acoplamiento perfecto a la tubería matriz, a la vez que sea económicamente adecuada al medio rural.

El medidor deberá localizarse en un sitio de fácil accesibilidad y que ofrezca seguridad contra el vandalismo.

El tipo de conexión se construirá de acuerdo al diseño que se indica en el plano.

3.11 EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

La evaluación del impacto ambiental de un proyecto es el procedimiento técnico-administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo. A continuación se describe el posible impacto causado al medio circundante durante las etapas: de estudio, construcción y en funcionamiento.

Impacto ambiental en la etapa de estudios: Luego de realizado el estudio para el sistema de agua potable, podemos señalar que el impacto causado al medio ambiente natural será mínimo durante esta fase, pues que para su ejecución no ha sido necesario realizar ninguna actividad que altere el paisaje del lugar.

Impacto ambiental en la etapa de construcción: Es la más crítica para el medio ambiente, ya que se utilizará equipos y materiales que pueden ocasionar algunos cambios en el paisaje. Pero no se requerirá realizar la tala de bosques (actividad peligrosa para la conservación natural del medio ambiente) ya que los sitios elegidos para atravesar con las obras tales como conducción y planta de tratamiento, presentan una vegetación tipo maleza.

En la captación:



No habrá impacto negativo alguno ya que habrá un caudal ecológico que garantizará la permanencia de la fuente de agua.

Se debe realizar la limpieza de hojas y basuras con el fin de mantener limpia la vertiente.

Para poseer una buena calidad de agua, se debe evitar el pastoreo y los cultivos junto a la misma, y además se debe construir un cerramiento alrededor de la vertiente.

En la actualidad la microcuenca de la captación se encuentra parcialmente deforestada por lo que se debe reforestar para tener una estabilidad permanente del caudal de la misma.

En conducción y redes de distribución:

En las zonas donde se va a pasar con la línea de conducción no sufrirán ninguna deforestación, ya que son terrenos de pastizales y maleza, que se pueden regeneran.

En los tanques rompe presión y uniones de la tubería, se debe evitar las fugas de agua, para no ocasionar socavaciones o deslizamientos en los terrenos aguas abajo.

En cuanto a la compactación del relleno se lo debe hacer de acuerdo con las especificaciones técnicas de construcción, para evitar cualquier caso de asentamiento del suelo.

No se ocasionará ruido con la utilización de maquinaria pesada o explosivos, además no se obstruirá los caminos para no ocasionar molestias a la comunidad.

En planta de tratamiento y tanque de reserva:

En el lugar donde se va a construir la nueva planta de tratamiento, existe maleza y pastizales, por lo que, el paisaje no se alterará enormemente, manteniendo así el ecosistema del lugar.

El terreno en donde se realizará la construcción de la planta tiene una pendiente moderada, por lo que no habrá desestabilización de taludes.

Adicionalmente se debe realizar la construcción de un sistema de drenaje para evitar la formación de corrientes que puedan erosionar el suelo.



Impacto ambiental en la etapa de funcionamiento

En esta etapa ya se contará con la instalación de todas las unidades del sistema y se puede realizar una evaluación real sobre los daños causados al medio ambiente circundante, pero por ahora no se puede predecir los daños en esta etapa.

Conclusiones y recomendaciones

Se puede concluir lo siguiente:

- En la fase de estudios el impacto a la naturaleza es mínimo o casi nulo.
- En la fase constructiva el impacto a la naturaleza es más evidente debido al uso de equipo y materiales que pueden causar daños al paisaje del lugar como: excavación con explosivos, ruidos o escombros.

Se recomienda realizar:

- La reforestación en la captación, para que ayude a que los caudales de la fuente se conserven y pueda abastecer al sistema. Este evento debe ser realizado entre el municipio y la comunidad, plantando especies originarias del sector.
- Dejar libre de residuos de explosivos los sitios en donde vayan a ser utilizados éstos, como por ejemplo en las excavaciones con presencia de roca, durante la fase constructiva, para evitar daños a cualquier persona y al medio ambiente.
- Tomar las precauciones necesarias para evitar el derrame de combustibles o aceites sobre todo en terrenos de cultivo.

Se consideran como zonas de protección sanitaria a las zonas de implantación de las obras y por tanto deben delimitarse de acuerdo a la norma. Esto implica que no se permite pastoreo de ganado, como sucede actualmente. Así se puede mantener libre de contaminación el agua de la fuente de abastecimiento.

Adicionalmente, y con la finalidad de valorar el efecto que causará el proyecto sobre el entorno existente, se ha realizado una evaluación con



aplicación del método de Leopold, recomendado para estos casos. En el (Anexo 12) se muestra el detalle del estudio realizado. (La matriz de Leopold para la evaluación del impacto ambiental, Dr. Víctor M. Ponce).

Para aplicar el Método de Leopold, se ha hecho las siguientes consideraciones:

Acciones

Las acciones que se ejercerán sobre el medio en estudio con la implementación del Proyecto de Agua Potable son:

- Modificación de hábitats.
- Alteración de la cobertura vegetal.
- Construcción de conducción y distribución (acueductos).
- Desmontes y rellenos.
- Excavaciones superficiales.
- Ruido y vibraciones.
- Paisaje.

Componentes Ambientales

Las anteriores acciones tendrán una incidencia directa sobre los siguientes componentes ambientales:

- Espacios abiertos.
- Vistas panorámicas.
- Salud y seguridad.
- Empleo.
- Vectores enfermedades.
- Aguas superficiales.

El algoritmo empleado para aplicar el Método de Leopold es el siguiente:

- Delimitar el área a evaluar. Para el presente caso, el área de influencia lo constituyen todos los sectores por donde atraviesa el proyecto. Adicionalmente se considera el área de drenaje de la fuente que abastece al sistema.
- Determinar las acciones que ejercerá el proyecto sobre el área.
- Determinar para cada acción qué elementos se afectan. Esto se logra mediante el rayado correspondiente a la cuadrícula de interacción en



la Matriz Causa-Efecto

- Determinar la importancia de cada elemento en una escala de 1 a 10.
- Determinar la magnitud de cada acción de, sobre cada elemento de, en una escala de 1 a 10.
- Determinar cuántas acciones del proyecto afectan al ambiente, desglosándolas en positivas y negativas.
- Agregación de los resultados para las acciones.
- Determinar cuántos elementos del ambiente son afectados por el proyecto, desglosándolos en positivos y negativos.
- Agregación de los resultados para los elementos del ambiente.
- La agregación de los resultados de las acciones y de los elementos del ambiente se realiza mediante la suma algebraica de los productos de los valores de cada celda.
- Con los valores de los pares ordenados de acciones y elementos se grafica en un sistema de coordenadas donde las abscisas representan la magnitud y las ordenadas la importancia de cada interacción representada en el análisis matricial.

3.12 PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE:

Presupuesto: El presupuesto es una estimación del costo de un proyecto. La estimación más exacta del costo de una obra se obtiene por un presupuesto basado en precios unitarios.

Costos directos: Se obtienen de la valoración de todos los elementos que se encuentran íntimamente ligados a la construcción de la obra como tal. Estos elementos fundamentalmente se dividen en mano de obra y equipos, los cuales serán analizados de manera que puedan obtenerse un precio unitario que determine adecuadamente el costo de cada uno de los rubros considerados.

Costos indirectos: Se obtienen a partir de los gastos técnicos necesarios para la realización de la obra, se determinan de acuerdo con su relación directa respecto al tipo de obra que se va a ejecutar, se definen con los rubros.



Una vez realizado el diseño del Sistema de Agua Potable, se procedió a obtener las cantidades de obra requeridas para cada parte del proyecto.

Con estos datos se ha generado un presupuesto referencial de construcción con precios actualizados al mes de junio de 2012.

Para el presente proyecto se tiene estimado que su construcción no debería sobrepasar un tiempo de 04 (cinco) meses; y se establece un periodo de vida útil del proyecto de 25 años.

El detalle del presupuesto, análisis de precios unitarios cronograma de ejecución se presenta en el (Anexo 13: Análisis de Precios Unitarios y Cronograma).



CAPITULO 4:

CALCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

4.1 LINEA DE CONDUCCIÓN

La línea de conducción es la parte del sistema constituida por conductos principales de diámetro diferente o igual que se encarga de llevar el agua de la captación a la planta de tratamiento. Las tuberías utilizadas en las conducciones pueden ser de diferentes materiales como: hierro galvanizado, asbesto – cemento, polietileno PVC, etc.

Partiendo de la base de que todo diseño debe estar sustentado sobre criterios técnicos y económicos, una línea de aducción por gravedad debe aprovechar al máximo la energía disponible para conducir el caudal deseado, lo cual en la mayoría de los casos conduce a la selección del diámetro mínimo que satisfaga razones técnicas (capacidad) permita presiones iguales o menores que las que la resistencia física del material soportaría.

Para el diseño de una línea de aducción por gravedad deben tenerse en cuenta, por tanto, los siguientes criterios:

1. Carga disponible o diferencia de elevación.
2. Capacidad para transportar el caudal máximo diario o gasto para el cual está diseñado.
3. La clase de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas.
4. La clase de tubería, en función del material (PE, PVC, HG, HF, AL), que la naturaleza del terreno exige: necesidad de excavaciones para colocar tubería enterrada o por el contrario, dificultades o excavaciones antieconómicas que impongan el uso de tubería sobre soportes.
5. Diámetros, cuya selección estará de acuerdo a diferentes posibles soluciones y estudiando alternativas bajo el punto de vista económico.
6. Estructuras complementarias que se precisen para el buen funcionamiento, tales como, tanques rompe presión, válvulas de desfogue, válvulas de aire, etc.



Tipo de tubería a utilizarse en la línea de conducción.

La tubería a utilizarse para el diseño de la línea conducción principal y líneas de transición proyectadas en el presente proyecto es de PVC presión (unión por sellado elastomérico), de 1.25, 1.60 y 2.00 MPa de presión de trabajo. Se escogió tubería PVC por la facilidad de trabajo y costo en obra.

- **Pérdidas de carga**

Se ha considerado dos tipos de pérdidas de carga, que son las siguientes:

- **Pérdidas por fricción**

Estas pérdidas de carga son producidas por la fricción del flujo con las paredes internas de la tubería y están en función de la longitud de la conducción.

- **Pérdidas menores o secundarias**

Las pérdidas menores son producidas, por entrada, salida, cambio de diámetro, cambio de dirección, accesorios, etc. Generalmente estas pérdidas no se consideran para el diseño de la línea de conducción, ya que sus valores son despreciables.

Velocidades

- **Velocidad mínima**

De acuerdo al numeral, 5.2.4.2, de las normas de diseño EX – IEOS, en lo posible se tomará 0.60 m/seg como velocidad mínima, para conducciones que funcionen a gravedad, con superficie libre o a presión, si el agua no contiene partículas en suspensión (arena - limo) no es necesario considerar una velocidad mínima.

- **Velocidad máxima**

En conducciones a presión para evitar el desgaste de las paredes del conducto se utilizarán las velocidades recomendadas por las normas del EX – IEOS, así tenemos para PVC se recomienda una velocidad máxima de 4.5 m/seg y un coeficiente de rugosidad de 140 para el cálculo de pérdidas.

4.1.1 Características de la conducción

En la conducción, después de diseñar sus diámetros y trazado, debe considerarse los accesorios como son la ubicación de válvulas y otros, que



serviran para drenar, aislar, inspeccionar, ensayos, reparaciones, limpieza, etc.

O sea en la conducción debera colocarse entre otros, valvulas de desagüe en los puntos mas bajos y valvulas de aire en las partes mas altas; que seran instaladas dentro de camaras de hormigón, provistas de tapa de seguridad.

Válvulas de cierre o de compuerta

Esta válvula se la ubica al inicio, en las partes altas y al final de la conducción; la finalidad de colocar en partes altas es para definir las zonas que serán drenadas a gravedad.

Válvulas de purga o descarga

Frecuentemente en las líneas de conducción con topografía accidentada, existe la tendencia a la acumulación de sedimentos en los puntos más bajos, para lo cual resulta conveniente colocar dispositivos que permitan periódicamente su limpieza.

Válvulas de aire

Las líneas de conducción a gravedad, tienen tendencia a la acumulación de aire en los puntos altos, cuando se tiene presiones altas, el aire tiende a disolverse y continúa en la tubería hasta que es expulsado.

Dispositivos reductores de presión

Tanque rompe presión

El tanque rompe presión es una estructura hidráulica que reduce la presión para no exceder la máxima presión de trabajo de la tubería escogida. El tanque rompe hace que el líquido que circula por la tubería se ponga en contacto con el exterior y adquiera la presión atmosférica. Según recomendaciones del EX - IEOS, éstos se ubican aproximadamente cada 70 m de desnivel.

Celeridad

Se define como la velocidad de propagación de la onda, la misma que puede ser calculada mediante la siguiente ecuación propuesta por Korteweg:



$$a = \frac{\sqrt{\frac{K}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{K}{E} * \frac{D}{e}}} \quad (\text{Ecuación 89})$$

Donde:

a = Celeridad de la onda, m/s

K = Modulo de compresibilidad volumétrico del fluido, N/m²

ρ = Densidad del agua, 1000 Kg/m³

E = Modulo de Young, N/m²

D = Diámetro interno, mm

e = Espesor de la tubería, mm

Para realizar el cálculo, es necesario conocer el módulo de Young de acuerdo al material del que está hecha la tubería de acuerdo al cuadro 4.1 que se encuentra a continuación:

Cuadro 4.1: Módulo de Young de materiales

Material	Módulo de Elasticidad (en MPa = 10⁶Nw/m²)
Acero	210.000
Cobre	100.000 – 130.000
Fibro cemento	24.500
Fundición dúctil	165.000
Hormigón	15.000 – 30.000
H.arm. camisa chapa	40.000
Perpex	6.500
Plomo	5.000 – 20.000
Polibutileno	900
Poliéster	5.000



Polietileno baja densidad	220
Polietileno media densidad	400
Polietileno alta densidad	900
Polipropileno	950
PVC rígido	2.950
Roca	50.000 – 60.000

Fuente: Hidráulica de tuberías. TRANSITORIOS. “Descripción y efectos.-
Protección de líneas hidráulicas.”

4.1.2 Sistema de conducción adoptado

Como se manifestó anteriormente, el sistema de conducción adoptado en el presente estudio es a gravedad, por ser el más económico; aprovecha al máximo la energía por diferencia de nivel disponible para conducir el caudal deseado. La carga disponible está representada por la diferencia de elevación entre la obra de captación (nivel mínimo de aguas en la captación) y el tanque de almacenamiento (nivel máximo de aguas en el tanque).

4.1.3 Cálculo hidráulico de la línea de conducción

El cálculo hidráulico de la conducción se lo realizó utilizando las ecuaciones matemáticas respectivas enunciadas anteriormente, mediante la ayuda conjunta del programa ALVAIR para el diseño de válvulas de aire y desagüe, como también del programa Epanet para el diseño hidráulico del mismo.

Además se tomaron en consideraciones las recomendaciones citadas respecto al tipo de material que se utilizará (PVC), especificaciones respecto a la presión de trabajo de la misma, accesorios a emplearse en la línea de conducción, así también el caudal respectivo destinado a cada proyecto.

Para el cálculo se incrementará el 5% a la longitud debido a que existe una variación de longitud en sitio por la pendiente real del terreno.



Conducción del sistema de agua potable para la comunidad el Salado

Para el cálculo hidráulico se tomó cotas de la tubería de salida desde la captación abscisa 0+000.00, de cota de captación o inicio 1693.07 m.s.n.m., hasta el Desarenador abscisa 0+092.03 de cota de llegada 1691.48.m.s.n.m, para el cálculo se utilizaron diámetros de 40mm, 32mm y 25mm, los cálculos hidráulicos realizados en Epanet constan en el Anexo 14

Datos:

Punto de inicio de conducción, PI # 2, Abscisa = 0+009.91

Cota de inicio de conducción = 1692.80 m.s.n.m.

Punto final de conducción, PI # 5, Abscisa = 0+092.26 (Desarenador)

Cota de llegada = 1691.48 m.s.n.m.

Material = PVC

Caudal de conducción = 0.18 l/s

Diámetro designado = 40 mm

Diámetros interior nominal = 37 mm

C = 140 PVC, coeficiente de Hazen – Williams

Ecuaciones utilizadas para el cálculo hidráulico de la conducción:

1. Longitud Parcial

$$L_p = Abs.Posterior - Abs.Anterior \quad \text{(Ecuación 90)}$$

Donde:

LP = Longitud parcial en m

Abs Post = Abscisa Posterior en m

AbsAnt = Abscisa anterior en m

Reemplazando valores tenemos:

$$LP = 92.03 - 9.91 \text{ m}$$

$$LP = 82.12 \text{ m}$$

2. Longitud distancia mayorada 5%

$$L = 5\% * LP \quad \text{(Ecuación 91)}$$

Donde:

L = Longitud mayorada en 5% en m

5% = Factor de mayoración de la longitud en %

LP = Longitud parcial en m



Reemplazando valores tenemos:

$$L = 1 + 0.05 \times 82.12$$

$$L = 86.23m$$

3. Velocidad

$$V = \frac{Q * 4}{\pi * D^2} \quad (\text{Ecuación 92})$$

Donde:

V = Velocidad del flujo, en m/s.

Q = Caudal que sigue, en m³/s.

D = Diámetro interno de la tubería, en m.

Reemplazando valores tenemos:

$$V = \frac{\frac{0.18}{1000} \times 4}{\pi \times \left(\frac{37}{1000}\right)^2}$$

$$V = 0.17m/s$$

4. Número de Reynolds

$$Re = \frac{V * D}{\nu_c} \quad (\text{Ecuación 93})$$

Donde:

Re = Numero de Reynolds, en m.

V = Velocidad del flujo, en m/s.

D = Diámetro interno de la tubería, en m.

ν_c = Viscosidad cinemática a temperatura de 20°C, en m²/s.

Reemplazando valores tenemos:

$$Re = \frac{0.17 \times \frac{32}{1000}}{1.004 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 5418.32m$$



5. Coeficiente de Fricción:

$$f = 0.3164 * Re^{-0.25} \quad \text{(Ecuación 94)}$$

Donde:

f = Coeficiente de fricción (tubos lisos y $Re < 100000$)

Re = Número de Reynolds

Reemplazando valores obtenemos:

$$f = 0.3164 * 5418.32^{-0.25}$$

$$f = 0.0368$$

6. carga

$$hc = 6824.1 * \frac{V^{1.851}}{C^{1.851} D^{1.167}} \quad \text{(Ecuación 95)}$$

Donde:

hc= Pérdida de carga o energía en m/km

V = Velocidad del flujo, en m/s.

C = 140 PVC, coeficiente de Hazen – Williams

D = Diámetro interno de la tubería en m

Reemplazando valores tenemos:

$$hc = 6824.1 * \frac{0.17^{1.851}}{140^{1.851} \frac{37^{1.167}}{1000}}$$

$$hc = 1.28m / km$$

hc en m, tenemos:

$$hc = hc(km/m) * 0.001 * L$$

Donde:

hc= Pérdida de carga o energía en m

L = Longitud mayorada en 5% en m

Reemplazando valores tenemos:

$$hc = 1.28 * 0.001 * 86.23$$

$$hc = 0.11m$$



7. Presión estática

$$Pe = Ct - Cp \quad (\text{Ecuación 96})$$

Donde:

Pe = Presión estática, en m.c.a

Ct = Cota inicial del terreno o tanque rompe presión, en m.s.n.m.

Cp = Cota del punto, en ms.n.m.

Reemplazando valores tenemos:

$$Pe = 1693.07 - 1691.48$$

$$Pe = 1.59 \text{ m}$$

8. Cota Piezométrica

$$CP = CP_{ant} - hc \quad (\text{Ecuación 97})$$

Donde:

CP = Cota Piezométrica, en m.

CP_{ant} = Cota del terreno inicial o cota Piezométrica anterior, en m.s.n.m.

Hc = Pérdida de carga o energía en m.

Reemplazando valores tenemos:

$$CP = 1693.07 - 0.11$$

$$CP = 1691.74 \text{ m}$$

9. Presión dinámica

$$Pd = CP - Ct \quad (\text{Ecuación 98})$$

Donde:

Pd = Presión dinámica en m

CP = Cota Piezométrica en m

Ct = Cota del terreno en m

Reemplazando valores tenemos:

$$Pd = 1693.74 - 1691.74$$

$$Pd = 2$$



10. Celeridad

$$a = \frac{1440}{\sqrt{1 + \left(\frac{2.704^9}{E} * \frac{D}{e} \right)}} \quad (\text{Ecuación 99})$$

Donde:

a = Celeridad de la onda, m/s

E = Modulo de Young, N/m² (2.950x10⁶ para PVC)

D = Diámetro interno, mm

e = Espesor de la tubería, mm

Reemplazando valores tenemos:

$$a = \frac{1440}{\sqrt{1 + \left(\frac{2.704 \times 10^9}{2.95 \times 10^6} \times \frac{\frac{37}{1000}}{\frac{1.5}{1000}} \right)}}$$

$$a = 9.58 \text{ m/s}$$

11. Golpe de ariete

$$ha = \frac{a * V}{g} \quad (\text{Ecuación 100})$$

Donde:

ha = Golpe de ariete, en m.c.a

a = Celeridad de la onda, m/s

g = Gravedad, en m/s².

Reemplazando valores tenemos:

$$ha = \frac{9.58 \times 0.17}{9.81}$$

$$ha = 0.17 \text{ m.c.a}$$

12. Sobrepresión

$$Sp = ha + Pd \quad (\text{Ecuación 101})$$

Donde:

Sp = Sobrepresión, en m.c.a.

ha = Golpe de ariete, en m.c.a

Pd = Presión dinámica, en m.



Reemplazando valores tenemos:

$$Sp = 0.17 + 2$$

$$Sp = 2.17 \text{ m.c.a}$$

La red de conducción está constituida por válvulas de aire, desagüe y paso subpluvial, los mismos que se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.2 Resumen de las diferentes obras de arte.

OBRAS DE ARTE		
VALVULAS DE AIRE		
DESCRIPCION	UBICACIÓN	DIAMETRO
P17 0+0303,62	Conducción	32 mm x 1.25 MPa
P21 0+501.32	Conducción	32 mm x 1.25 MPa
93 0+828.21	Conducción	32 mm x 1.25MPa
111 1+166.40	Conducción	32 mm x 1.25 MPa
VALVULAS DE DESAGUE		
DESCRIPCION	UBICACIÓN	DIAMETRO
P23 0+570.13	Conducción	32 mm x 1.25MPa
P37 0+901.95	Conducción	32 mm x 1.25MPa
137 1+350.14	Conducción	32 mm x 1.25MPa
163 1+796.46	Conducción	32 mm x 1.25MPa
182 2+247.17	Conducción	32 mm x 1.25MPa
PASO SUBPLUVIAL		
DESCRIPCION	UBICACIÓN	COTA
P7 0+092.03	Conducción	1691.48
P18A 0+327.70	Conducción	1675.43
P24 0+577,98	Conducción	1662.30
99 0+909.28	Conducción	1644.40
120 1+482.14	Conducción	1630.84



4.2 RED DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución, constituida por una serie de tuberías, tanques rompe presión, válvulas de aire, válvulas de desagüe y válvulas de control, las mismas que nos permiten un reparto equitativo del agua a los domicilios.

- El servicio por medio de la red de distribución debe cumplir con los requisitos que se detallan a continuación:
- Las Normas de la SSA, en numeral 5.6.3, recomiendan que la presión estática máxima sea de 40 m.c.a.
- Según las normas de diseño de la SSA en el numeral 5.6.4, determina que la presión dinámica máxima sea de 30 m.c.a.
- Conforme lo indican las normas de la SSA en su numeral 5.6.5, la presión dinámica mínima será de 7 m.c.a.
- El diámetro nominal de los conductos de la red de distribución será de 40mm, 32mm, 25mm y 20mm.
- Debido a la topografía existente del terreno, en la red de distribución se diseñaron 10 tanques rompe presión, con el fin de que la carga este de acorde a la presión que se emplea en las tuberías, según la Norma SS, para poblaciones menores de 1000 habitantes.
- Se tomaron en consideración las recomendaciones citadas respecto al tipo de material que se utilizará (PVC E/C)), especificaciones respecto a la presión de trabajo de la misma, accesorios a emplearse en la línea de distribución, así como el caudal destinado al proyecto.

Para el cálculo de los diámetros óptimos de la tubería a emplearse en la red de distribución, se realizó el cálculo de caudal por ramal, utilizando el método probabilístico o de simultaneidad, basado en el coeficiente de simultaneidad y el número de grifos, considerando que este método solo se lo utiliza para redes con menos de 30 conexiones.⁹

El caudal por ramal es:

$$Q_{ramal} = K * \sum Q_g \quad \text{(Ecuación 102)}$$

⁹ Guía Para El Diseño De Redes De Distribución En Sistemas Rurales De Abastecimiento De Agua, Lima 2005. Pág. 10.



$$K = \frac{1}{\sqrt{x-1}} \quad (\text{Ecuación 103})$$

Donde:

Q_{ramal} = Caudal de cada ramal en l/s

K = Coeficiente de simultaneidad

X = Número total de grifos en el área que abastece cada ramal (x ≥ 2)

Q_g = Caudal por grifo l/s (Q_g ≥ 0.10)

El caudal por ramal empleado en el diseño de la red de distribución de acuerdo a las conexiones existentes se lo detalla en el cuadro 4.3

Cuadro 4.3 Resumen de las diferentes obras de arte.

DETERMINACIÓN DE CAUDALES EN REDES ABIERTAS			
Nº GRIFOS	K	Q _{grifo}	Q _{ramal}
16	0.26	1.6	0.416
15	0.27	1.5	0.405
14	0.28	1.4	0.392
13	0.29	1.3	0.377
12	0.3	1.2	0.36
11	0.32	1.1	0.352
10	0.33	1	0.33
9	0.35	0.9	0.315
8	0.38	0.8	0.304
7	0.41	0.7	0.287
6	0.45	0.6	0.27
5	0.5	0.5	0.25
4	0.58	0.4	0.232
3	0.71	0.3	0.213
2	1	0.2	0.2

- El cálculo hidráulico de la red de distribución se lo realizó en Epanet al igual que la línea de conducción, en el Anexo 15 se presentan los resultados de la red de distribución, a continuación se presenta en el cuadro 4.4 el resumen de las diferentes obras de arte.
- En el anexo 16 se presenta el análisis tarifario del agua potable para la comunidad el Salado.



Cuadro 4.4 Resumen de las diferentes obras de arte.

OBRAS DE ARTE		
VALVULAS DE AIRE		
ABSCISA	UBICACIÓN	DIAMETRO
P79 0+970.35	RED.DISTRIBUCIÓN	40 mm x 1.00 MPa
P111 1+505.99	RED.DISTRIBUCIÓN	40 mm x 1.00 MPa
VALVULAS DE DESAGUE		
DESCRIPCION	UBICACIÓN	DIAMETRO
P61 0+543.78	RED.DISTRIBUCIÓN	40 mm x 1.25 MPa
P99 1+258.32	RED.DISTRIBUCIÓN	40 mm x 1.25 MPa
P266 0+576.52	RED.DISTRIBUCIÓN	20 mm x 2.00 MPa
VALVULAS DE CONTROL		
DESCRIPCION	UBICACIÓN	DIAMETRO
0+476.86	RED.DISTRIBUCIÓN	40 mm x 1.00 MPa
1+798.22	RED.DISTRIBUCIÓN	32 mm x 1.25 MPa
1+197.99	RED.DISTRIBUCIÓN	32 mm x 1.25 MPa



CAPITULO 5: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

Las especificaciones del presente estudio están basadas en las especificaciones técnicas generales del MOP-001-2002.

SECCION 1

5.1 GENERALIDADES

5.1.2 El Contratista, con aprobación del Fiscalizador, elegirá un lugar adecuado para su instalación en obra, debiendo entregar dentro de 15 días, contados a partir de la firma del contrato, la lista de todas las instalaciones que creyera necesarias para la realización de la obra, indicando su implantación en planos detallados. El Contratista será el encargado de proporcionar las instalaciones adecuadas.

5.1.3 Todos los equipos, materiales y artefactos incorporados en la obra deberán ser nuevos.

Todos los trabajos requeridos deberán efectuarse por técnicos y obreros entrenados en su oficio y de acuerdo a la práctica, en lo que a mano de obra se refiere, para optimizar los rendimientos.

5.1.4 En los casos que existan normas y especificaciones de instituciones locales, deberán satisfacerse las exigencias mínimas de esas normas o reglamentaciones. Todos los materiales deberán satisfacer normas y reglamentaciones internacionales reconocidas o que se usen de referencia (ISO, ASTM, ASHTO, ASSHO, ANSÍ, AWWA, VDE, USAS, ASA, EET.EPCEA, NEMA, EEQ, IEC, NEC, INEN, IEOS). Las últimas ediciones de normas que se mencionen en los documentos forman parte de estas especificaciones.

5.1.5 El Contratista deberá realizar a su costo, todos los ensayos y pruebas descritas en estas especificaciones en lo que tiene que ver principalmente a hormigones y suelos, y deberá informar los resultados por escrito al Fiscalizador para su aprobación o control adicional.



5.1.6 El Contratista está obligado a realizar a base de los planos, presentados en los documentos de la licitación, los respectivos planos de taller, que serán elaborados antes de la iniciación de los respectivos trabajos, para cada una de las obras que constan en la presente licitación.

5.2 SEGURIDAD EN LA OBRA.

5.2.2 Será responsabilidad del contratista el preservar las propiedades públicas y particulares situadas fuera de los límites de la construcción y proteger de daños a los bienes particulares de cualquier naturaleza, que se encuentren con derecho dentro o en las cercanías del proyecto.

5.2.3 Si cualquier servicio particular, público o privado, que pase a través del emplazamiento fuera afectado por las obras, el contratista proveerá un servicio alternativo satisfactorio en perfecto estado de operación a satisfacción del propietario del servicio existente.

5.2.4 El Contratista deberá suministrar, elegir y mantener en los sitios de emplazamiento, en las entradas o donde sean requeridas por el Fiscalizador y la Dirección Provincial de Tránsito, todas las señales, barreras, marcas, necesarias para la seguridad de los usuarios de las vías públicas. El dimensionamiento y contenido de tales señales, deberán ser aprobados por el Fiscalizador.

5.2.5 Durante todo el tiempo de ejecución de la obra, el contratista deberá ofrecer condiciones razonables de seguridad y comodidad a los usuarios y moradores. Deberá mantenerse acceso adecuado a las propiedades adyacentes a la obra, así como a los caminos públicos que intercepta el proyecto.

5.2.6 Hasta la recepción definitiva de la obra, el Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para garantizar la seguridad de todas las personas que tiene derecho a estar presentes en la obra o pasar por la misma, especialmente empleados del contratista y del Fiscalizador.

5.3 NIVELES DE CONSTRUCCIÓN

El Contratista al inicio de la construcción, deberá reponer en el terreno existente, por una sola vez los ejes del proyecto, debidamente referenciado.

El Contratista deberá suministrar y colocar todas las estacas y puntos de control de la obra.



5.3.2 El Contratista será el único responsable de la precisión de las líneas y cotas de los varios elementos de la obra. El Contratista deberá notificar al Fiscalizador cualquier error o discrepancia aparente que él encuentre en levantamientos previos, en planos y otros documentos, para su corrección o interpretación, antes de proceder al trabajo pertinente.

5.4 PERIODO DE PRUEBA.

5.4.2 Es obligación del Contratista mantener y conservar en buenas condiciones la obra durante el período de construcción hasta la recepción definitiva. Deberá dedicar todo el equipo, personal y materiales necesarios para conservar las obras en buen estado.

5.4.3 Durante el periodo de prueba, el Contratista deberá corregir, complementar o reemplazar, por su cuenta cualquier falla, parte inconclusa o defectuosa de la obra que, a juicio del Fiscalizador, se deba a deficiencias u omisiones en la construcción efectuada.

SECCION 2

5.5 ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN

5.5.2 REPLANTEOS.

Especificaciones:

Todos los trabajos de replanteo deben ser realizados con aparatos de precisión, tales como estaciones totales, cintas métricas, etc. y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar mojones de hormigón perfectamente identificados, con la cota y abscisa correspondiente.

Medición y pago:

El replanteo se lo pagará por Ha en caso de áreas o Km en caso de longitudes (conducciones o ramales abiertos)

5.5.3 DESBROCE Y LIMPIEZA

Definición:

Este trabajo consistirá en efectuar alguna, algunas o todas las operaciones siguientes: cortar, desraizar, quemar y retirar de los sitios de construcción los árboles, arbustos, hierbas" o cualquier vegetación comprendida dentro del derecho de vía, las áreas de construcción y los bancos de préstamos



indicados en los planos o que ordene desbrozar el Ingeniero Supervisor de la Obra.

Especificaciones:

En las zonas indicadas en los planos o señaladas por el Fiscalizador se eliminarán todos los arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales y cualquier otra vegetación, además de tocones y hojarasca; también se incluye la remoción de capas de tierra vegetal hasta la profundidad indicada en los planos o por el Fiscalizador, así como la disposición en forma satisfactoria al Fiscalizador de todo el material proveniente de la operación de desbroce y limpieza.

5.5.4 EXCAVACIÓN

Definición:

Se entiende por excavaciones, en general, al remover y quitar la tierra u otros materiales con el fin de conformar espacios para alojar mampostería, hormigones y otras obras.

En este rubro se trata de toda clase de excavaciones que no sean las de zanjas para alojar tuberías de agua potable y alcantarillado, tales como excavaciones para canales y drenes, estructuras diversas cimentación en general.

Las excavaciones se realizarán de acuerdo con los datos del proyecto, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos que tienen que ser superados de conformidad con el criterio de la Fiscalización.

El trabajo final de las excavaciones se realizará con la menor anticipación posible a la construcción de la mampostería, hormigón o estructura, con el fin de evitar que el terreno se debilite o altere por la intemperie.

En ningún caso se excavará tan profundo que la tierra del plano de asiento sea aflojada o removida. El último material a excavar será removido a pico y pala en una profundidad de 0.50 m dando la forma definitiva del diseño.

Cuando a juicio de la Fiscalización el terreno en el fondo o plano de fundación tenga poca resistencia o sea inestable, se realizará sobre excavaciones hasta hallar suelo resistente o se buscará una solución adecuada.



Cuando se realice sobre excavación, se rellenará hasta el nivel requerido utilizando tierra, material granular u otro material aprobado por la Fiscalización; la compactación se realizará con un adecuado contenido de agua, en capas que no excedan los 15 cm. de espesor y con el empleo de un compactado mecánico.

Los materiales, producto de la excavación, se colocarán temporalmente a los lados de las excavaciones, pero en tal forma que no dificulten la realización de los trabajos.

Medición y pago:

Las excavaciones se medirán en m³, con aproximación de un decimal, determinándose los volúmenes en obra según el proyecto. No se considerarán las excavaciones hechas fuera del proyecto, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al contratista.

Se tomarán en cuenta las sobre excavaciones cuando éstas sean debidamente aprobadas por el Ingeniero Supervisor.

5.5.5 RELLENO.

Especificaciones:

Los rellenos serán realizados según el proyecto con tierra, grava, arena y cascajo o enrocamiento respectivamente. El material podrá ser producto de las excavaciones efectuadas para alojar la estructura, de otra parte de las obras, o bien de bancos de préstamos, procurándose que el material excavado en la propia estructura, sea utilizado para el relleno.

Previamente a la construcción del relleno, el terreno estará libre de troncos, ramas, etc., y de toda materia orgánica. La Fiscalización aprobará el material que se empleará en el relleno, ya sea que provenga de las excavaciones o de explotación de bancos de préstamos.

Relleno sin compactar: Es el depósito del material con su humedad natural, sin compactación alguna, salvo la que produce su propio peso.

Esta operación podrá ser ejecutada indistintamente a mano o con el uso de equipo mecánico, cuando el empleo de este no dañe la estructura.



Relleno compactado: Es el que se forma colocando capas horizontales, no mayores de 15 cm con la humedad óptima que requiera el material de acuerdo con la prueba Proctor. Cada capa será compactada uniformemente mediante el empleo de piones de mano o neumáticos hasta obtener la máxima compactación (95%).

Medición y pago:

La formación de relleno se medirá tomando como unidad el m³ con aproximación de un decimal. Al efecto se determinará directamente en la estructura el volumen de los diversos materiales colocados, de acuerdo con las especificaciones respectivas y las secciones del proyecto.

No se estimará para fines de pago los rellenos hechos por el constructor fuera de las líneas del proyecto, ni los rellenos hechos para ocupar sobre excavaciones imputables al constructor.

5.5.6 HORMIGONES.

Definición:

Se entiende por hormigón al producto endurecido resultante de la mezcla adecuada de cemento Portland según la especificación ASTM-C 150, por agregados fino y grueso, agua y aditivos aprobados por la Fiscalización.

5.5.7 TIPOS DE HORMIGONES.

Hormigón Ciclópeo.

Es el hormigón simple, al que se añade hasta un 40% en volumen de piedra, de preferencia angular de tamaño variable entre 10 y 25 cm. de diámetro. El hormigón ciclópeo tiene una resistencia a los 28 días de 149 Kg/cm². Para construir se coloca primeramente una capa de hormigón simple de 15 cm. de espesor.

Sobre la cual se coloca a mano una capa de piedra, sobre ésta otra capa de hormigón simple de 15 cm. y así sucesivamente. Se tendrá cuidado para que las piedras no estén en ningún momento a distancias menores de 5 cm, entre ellas y los bordes de las estructuras.

La dosificación de hormigón varía de acuerdo a las necesidades:



a. De dosificación 1:3:6 y que es utilizado regularmente en muros de sostenimiento de gran volumen, cimentaciones de mayor espesor y otros.

b. De dosificación 1:2:4 y que es utilizada regularmente en obras hidráulicas y estructuras voluminosas resistentes

Hormigón Simple.

Es el hormigón en el que se utiliza ripio de hasta 5 cm. de diámetro y desde luego tiene todos los componentes de hormigón.

La dosificación del hormigón varía de acuerdo a las necesidades.

a. Hormigón simple de dosificación 1:3:6, cuya resistencia a los 28 días es de 140 Kg/cm^2 y es utilizado regularmente en construcción de muros de hormigón de mayor espesor, pavimentos, cimientos de edificios, pisos y anclajes de tubería.

b. Hormigón simple de dosificación 1:2:4, cuya resistencia a los 28 días es de 210 Kg. cm^2 y es utilizado regularmente en construcción de muros voluminosos y obras de hormigón armado en general.

c. Hormigón simple de dosificación 1:1.5:4, y que es utilizado regularmente en construcción de estructuras hidráulicas sujetas a la erosión del agua y estructuras especiales.

Hormigón Armado.

Es el hormigón simple al que se añade hierro de refuerzo de acuerdo a requerimientos propios de cada estructura.

Fabricación del Hormigón.

Generalidades.- El Constructor deberá disponer un equipo principal de dosificación de mezclado, en óptimas condiciones de funcionamiento, de tal manera de alcanzar un esfuerzo mínimo de rotura a los 28 días de $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

Agregados.- Para los diferentes tamaños, se podrá utilizar un dispositivo de pesaje individual o acumulativo. En los compartimentos, los agregados deberán tener contenido uniforme de humedad. No se permitirá uso de agregado fino, cuyo contenido de humedad sea mayor al 8 por ciento.

Cemento.- La dosificación del cemento se la hará al peso, automáticamente y separada de los otros ingredientes. No se permitirá el pesaje acumulativo



de los agregados. Un sistema de vibrado deberá asegurar la descarga completa del cemento de la mezcladora.

Agua.- Se la dosificará al peso o al volumen. Una instrumentación adecuada deberá permitir su medición, según los requerimientos en cada mezcla.

Aditivos.- El equipo de dosificación deberá corresponder a las recomendaciones de los fabricantes de aditivos. Poseerá un sistema de medida de dosificación que permitirá variar la cantidad de descarga, según convenga.

5.5.8 DOSIFICACIÓN.

Generalidades.- La dosificación podrá ser cambiada cuando fuere conveniente, para mantener la calidad de hormigón requerido en las distintas estructuras o para afrontar las diferentes condiciones que se encuentren durante la construcción.

Especificaciones:

Proporción de las mezclas y ensayos.- La resistencia requerida de los hormigones se ensayará en muestras cilíndricas de 13,5 cm. (6") de diámetro por 30,5 cm. (12") de altura, de acuerdo con las recomendaciones y requisitos de las especificaciones ASTM C-172, C-192, C-39.

Los resultados de los ensayos a compresión, a los 7 y 28 días, deberán ser iguales a las resistencias especificadas; y, no más del 10% de los resultados de por lo menos 20 ensayos (4 cilindros por cada ensayo; 1 se ensayará a los 7 días y los 3 restantes a los 28 días), deberán tener valores inferiores al promedio.

5.5.9 CURADO DEL HORMIGÓN

Generalidades.- El contratista deberá contar con los medios necesarios para efectuar control de humedad, temperatura, curado, etc. del hormigón, especialmente durante los primeros días después del vaciado, a fin de garantizar un normal desarrollo del proceso de hidratación del cemento y de la resistencia del hormigón.

Especificaciones:

El curado del hormigón podrá ser efectuado siguiendo las recomendaciones del comité 612 del ACI. De manera general podrán utilizarse los siguientes



métodos: esparcir agua sobre la superficie endurecida, utilizar mantas impermeables de papel o plástico que reúnan las condiciones de las especificaciones ASTM C-161, emplear compuestos líquidos que formen una membrana sobre la superficie del hormigón y que satisfaga las especificaciones ASTM C-309, recubrir las superficies con capas de arena que se mantengan humedecidas.

Curado con Agua. Los hormigones curados con agua deberán ser mantenidos húmedos durante el tiempo mínimo de 14 días. El curado empezara tan pronto como el hormigón haya endurecido para prevenir cualquier daño que pudiera ocasionar el humedecimiento de su superficie y, continuamente hasta completar el tiempo especificado de curado o hasta que sea cubierto de hormigón fresco.

El hormigón se mantendrá húmedo, recubriéndolo con algún material saturado en agua o por un sistema de tubos perforados, rociadores mecánicos, mangueras porosas o cualquier otro método que mantenga húmeda la superficie continuamente. Los encofrados que estuvieren en contacto con el hormigón fresco también deberán ser mantenidos húmedos.

5.5.10 DOBLADO Y COLOCADO DEL ACERO DE REFUERZO.

Definición:

Es el conjunto de operaciones necesarias para cortar, doblar, formar ganchos y colocar las varillas de acero de refuerzo utilizadas para la formación del hormigón armado.

El constructor suministrará todo el acero de acuerdo a la cantidad y a la calidad estipulada en los planos. Estos materiales serán nuevos y aprobados por la Fiscalización. El acero usado o instalado por el Constructor sin la respectiva aprobación de la Fiscalización será rechazado, retirado de la obra y reemplazado por el acero adecuado.

Especificaciones:

Colocación del hierro estructural. El hierro estructural para ser colocado en obra debe estar libre de escamas, grasa, arcilla, oxidación, pintura o cualquier materia extraña que pueda reducir o destruir la adherencia.



Todo hierro estructural una vez colocado en obra, llevará una marca de identificación que concordará con aquellas establecidas en los planos estructurales.

Todo el hierro estructural será de las dimensiones establecidas, doblado en frío, colocado en obra, como se especifica en los planos estructurales. Los estribos u otros hierros que estén integrados con otra armadura, serán debidamente asegurados con alambre negro N° 16 en doble lazo, los extremos del cual serán colocados hacia el cuerpo principal del hormigón a fin de prevenir cualquier desplazamiento.

El límite de fluencia del hierro será de $f_c = 4200 \text{ Kg/cm}^2$. Medición y pago. No se verterá hormigón antes que la Fiscalización haya inspeccionado, verificado y aprobado la colocación de acero de refuerzo.

Para realizar análisis de la calidad del acero de refuerzo, este será muestreado por el Constructor, siguiendo las normas INEN y bajo la supervisión de la Fiscalización, en la fuente del suministro, en el lugar de distribución o en el sitio de las obras. Si la Fiscalización decide realizar un muestreo en fábrica o en el lugar de la distribución, el Constructor notificará por lo menos con 15 días hábiles de anticipación el lugar y la fecha de embarque, a fin de que la Fiscalización tenga tiempo suficiente para realizar el muestreo. La Fiscalización verificará los resultados de los ensayos, sobre muestras escogidas, en un laboratorio de ensayos calificado o autorizado por el INEN.

5.5.11 PREPARACIÓN, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y REMOCIÓN DEL ENCOFRADO.

Definición:

Se entenderá por encofrados las formas volumétricas que se confeccionan con piezas de madera, metal o de otro material resistente para que soporten el vaciado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista.

Generalidades: Se utilizarán encofrados cuando sea necesario confinar el hormigón y proporcionarle la forma y dimensiones indicadas en los planos, deberá tener suficiente rigidez para mantener su posición y resistir las presiones resultantes del vaciado y vibrado del hormigón. Será sellado para evitar pérdida del mortero. Las superficies que estén en contacto con el



hormigón, deberán encontrarse completamente limpias, libres de toda sustancia que no fuere especificada.

Remoción de los encofrados. Para facilitar la operación de curado y permitir la más pronta reparación de las imperfecciones de las superficies de hormigón, el Fiscalizador autorizara la cuidadosa remoción de los encofrados tan pronto como el hormigón haya alcanzado "la resistencia suficiente para soportar el estado de carga inicial y prevenir su desprendimiento; cualquier reparación o tratamiento que se requiera en estas superficies, se las hará inmediatamente; se efectuara el tipo de curado apropiado.

Medición y pago:

Los encofrados se medirán en metros cuadrados con aproximación a un decimal. Al efecto se medirán directamente en su estructura las superficies de hormigón que fueran cubiertas por las formas al tiempo que estuvieran en contacto con los encofrados.

5.5.12 MAMPOSTERIA

Definición:

Es la unión de mampuestos por medio de morteros. Los mampuestos son bloques de forma y tamaños regulares y pueden ser piedras, ladrillos y bloques.

Especificaciones:

Mampostería de ladrillo (38*18*7 cm): aplicable a muros de plantas arquitectónicas acotadas a 20 cm. Mampostería de bloque hueco (40*20*10 cm): aplicable a muros de plantas arquitectónicas acotadas a 10 cm. Se asentarán los ladrillos y bloques con su dimensión longitudinal perpendicular al eje del muro. Las piezas humedecidas se colocarán humedecidas en hiladas continuas, con sus juntas verticales alternadas.

Los ladrillos y bloques se asentarán sobre un tendel de mortero con una mezcla de una parte de cemento Portland y seis de arena (1:6), generalmente es de mayor espesor que el que se desee usar en las demás juntas horizontales, normalmente entre 10 y 15 mm.



MAMPOSTERIA DE PIEDRA

Las rocas para mampostería serán sólidas y duraderas, libres de defectos y de partes desgastadas o descompuestas.

Para la cara vista en mampostería de piedra, las piedras serán del tipo molón, no tendrán bordes redondeados, ni serán rebajadas a cincel, aunque se permitirá usar una cantidad moderada de herramientas para rebajar grandes protuberancias.

Las piedras mostrarán una cara no menor de 100 cm² y no mayor de 1250 cm² en área, y ninguna será menor de 125 mm de asiento; éstas serán seleccionadas para dar una distribución más pareja de piedras grandes y pequeñas.

5.5.13 ENLUCIDOS

Definición:

Es la colocación de una capa de mortero de arena-cemento, en paredes, tumbados, columnas, vigas, etc. Con el objeto de obtener una superficie regular, uniforme y limpia.

Especificaciones:

El enlucido se compone de dos capas de mortero grueso de 1 cm de espesor, una capa de mortero fino y una lechada de cemento.

- a) Para el mortero grueso se empleará arena de graduación 70-3 mm, en una relación cemento-arena de 1:2.
- b) El enlucido fino deberá componerse de arena de graduación 0-1 mm y se aplicará con un espesor de 0,5 cm. La relación cemento-arena será de 1:1.
- c) Sobre el enlucido fino se aplicará una lechada de cemento (una parte de cemento y una parte de agua), que se alisará cuidadosamente.

Medición y Pago:

Los enlucidos medidos en metros cuadrados con aproximación de un decimal. Determinándose la cantidad directamente en obra y en base a lo determinado en el proyecto y las órdenes del Ingeniero Supervisor, efectuándose el pago de acuerdo a los precios unitarios del Contrato.



5.6 ESPECIFICACIONES GENERALES DE LINEAS DE CONDUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN.

5.6.2 EXCAVACIÓN DE ZANJAS.

Definición:

Se entenderá como excavación de zanjas las que se realicen según el proyecto para atajar las tuberías de líneas de conducción o redes de agua potable, incluyendo las operaciones necesarias para compactar o limpiar el replantillo y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones, colocación adecuada y la conservación de dichas instalaciones por el tiempo que se requiera para la instalación satisfactoria de la tubería. Incluyendo igualmente las operaciones que deberá efectuar el constructor para aflojar el material manualmente o con equipo mecánico previamente a su excavación, cuando se requiera.

Especificaciones:

Trabajos que deben realizarse. El Contratista adquirirá todos los materiales y mano de obra, herramientas, plantas y equipos requeridos para la excavación y relleno de zanjas, para las tuberías de distribución, interconexiones, así como las piezas especiales, válvulas de compuerta, conexiones de servicio y para la limpieza y evacuación de los materiales excavados sobrantes; todo esto de acuerdo con los planos confeccionados para el objeto, de manera que el trabajo quede completo y listo para la operación.

Planos. La localización y detalles de las tuberías de distribución, interconexiones, están indicados en los planos respectivos.

Zanjas. Se excavarán las zanjas de acuerdo con las alineaciones y gradientes necesarias. La profundidad se ceñirá a lo indicado en los perfiles longitudinales. Los tramos de zanja entre dos pozos consecutivos, seguirán una línea recta y tendrán una sola gradiente.

Antes de excavar la zanja en una cuadra, deberán considerarse los diámetros de las tuberías que vayan en cada una de las interconexiones, para determinar la profundidad de dicha excavación.

La profundidad de la zanja será de 0,80 m, para tuberías diámetro 63 mm y 90 mm.



Las zanjas para tuberías que lleven agua a baja presión deberán ser excavadas a una profundidad suficiente para asegurar, después de la consolidación del relleno, una profundidad mínima normal de cubierta de 1 m, medido desde la superficie del terreno al tope de la tubería; donde se requiera que la tubería sea colocada a una profundidad que no permita que esta condición sea satisfecha, la tubería será protegida como se indica en los planos o como proponga el Contratista, con la aprobación del Fiscalizador.

Ancho de las zanjas. El ancho de la zanja será lo suficientemente amplio de forma que permitirá el libre trabajo de los obreros colocadores de tubería. El ancho mínimo libre de obstrucciones de las zanjas para tuberías de agua, deberá ser 0,50 m, con excepción de los sitios donde haya enchufes o proyecciones para conexiones.

**CUADRO 5.1 ANCHO DE LAS ZANJAS
SEGÚN EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA**

DIÁMETRO DE TUBERÍAS (mm)	ANCHO DE ZANJAS (m)
32-40-50	0.50
63-90-110	0.60
150-200-250-300	0.70
350-400	0.80
450	0.90
500-550	1.00
600	1.10
700-1000	1.80

Fuente: INCOP

Fondo de la zanja. El fondo de la zanja se la emparejara mediante el uso de una regla de igual longitud que los tramos de tubería o piola extendida, de manera que los extremos de tramos contiguos queden centrados.

El fondo de la zanja deberá hallarse limpio y libre de piedras y terrones, de modo que los tubos se apoyen uniformemente sobre el suelo en toda su longitud.

Cuando el fondo de la zanja sea rocoso, se excavara hasta una profundidad mínima de 8 cm. Por debajo del nivel requerido y luego se la rellenara con tierra o arena perfectamente apisonada, hasta el nivel fijado.



Extracción del agua de las zanjas. Durante todo el periodo de trabajo, se mantendrán las zanjas secas, excepto durante lluvias excepcionalmente fuertes.

El agua proveniente de las zanjas será dispuesta en tal forma que no ocasione daños a la salud pública ni a las propiedades públicas o privadas, ni tampoco al trabajo que se halle en proceso.

Medición y Pago:

La excavación de zanjas se medirá en metros cúbicos con aproximación de un decimal. Al efecto se determinarán los volúmenes de las excavaciones realizadas por el constructor según el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Supervisor de la obra.

No se considerará para fines de pago las excavaciones hechas por el constructor fuera de las líneas del proyecto y/o órdenes del Ingeniero Supervisor ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al constructor.

La excavación de zanjas será pagada al constructor a los precios estipulados en el contrato para los conceptos de trabajo que se señalan en las especificaciones.

5.6.3 RELLENO DE LAS EXCAVACIONES DE ZANJAS.

Definición:

El relleno es el conjunto de operaciones necesarias para llenar, hasta completar, las secciones que fije el proyecto, los vacíos existentes entre las tuberías y las secciones de las excavaciones hechas para alojarlas.

El material que se use para relleno estará libre de raíces, cenizas, hojas y todo material inadecuado; tampoco contendrá rocas mayores de 0,20 m de largo, y en caso de existir, estas no podrán usarse en un espesor de 0,61 m sobre la tubería; en el resto del relleno, dichas rocas serán distribuidas en tal forma que todos los intersticios queden llenos por material fino.

El material que se use junto a las tuberías será proveniente del subsuelo, será uniforme y libre de rocas y terrones.

Los tubos deberán ser recubiertos con una primera capa de tierra escogida o arena, de 10 cm encima de la clave; el espacio entre el tubo y el talud de la zanja deberá rellenarse a pala, apisonar con sumo cuidado hasta alcanzar



los 10 cm indicados anteriormente; luego irán capas sucesivas de 20 cm de espesor aproximadamente, debidamente apisonadas, hasta llegar a la parte superior de la zanja. El material para el relleno desde los 10 cm encima de la clave será de tierra fina seleccionada, exenta de piedra u otros materiales duros.

Los rellenos en los pozos de revisión deberán ser ejecutados totalmente con tierra fina seleccionada, en capas de 20 cm aproximadamente, apisonados hasta llegar al nivel del terreno.

Espesor de las capas. En capas paralelas al nivel final se depositará y distribuirá el material y cubrirá todo el ancho de la zanja. La altura de las capas de material suelto será tal que al apisonarlo, las capas no excedan en 0,20 m de espesor.

Apisonado. Cada capa será apisonada con las herramientas adecuadas, de manera de evitar asentamientos una vez que se ha terminado el relleno. La superficie de relleno deberá quedar lisa, uniforme y al nivel adecuado.

Limpieza. Tan pronto como el relleno sea terminado, el contratista o el encargado de la obra quitarán todos los materiales sobrantes. Las herramientas y las estructuras provisionales serán retiradas de inmediato, y toda la tierra, las ramas, etc., provenientes de la excavación y que hayan sobrado, serán desalojadas a un lugar adecuado; el sitio de la obra deberá quedar limpio a satisfacción del Fiscalizador.

Medición y Pago:

La formación de relleno se medirá tomando como unidad el m³ con aproximación de un decimal. Al efecto se determinará directamente en la estructura el volumen de los diversos materiales colocados, de acuerdo con las especificaciones respectivas y las secciones del proyecto.

No se estimará para fines de pago los rellenos hechos por el constructor fuera de las líneas del proyecto, ni los rellenos hechos para ocupar sobre excavaciones imputables al Constructor.

5.6.4 INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA

Especificaciones:

El Contratista tomará toda clase de precauciones para impedir que materiales extraños entren en la tubería, antes y durante su colocación en la



zanja. Durante las operaciones de instalación, no se pondrá dentro de la tubería ningún despojo, herramienta o cualquier otro material.

El Contratista deberá suministrar la tubería, válvulas y otros accesorios, de los tamaños, tipos, clases y dimensiones indicadas en los planos y de acuerdo a lo especificado en el numeral 900.

El contratista deberá incluir en su análisis de costos, el suministro, transporte, instalación, pruebas y almacenamiento.

5.6.5 PRUEBA HIDROSTÁTICA Y DE ESCAPE.

Especificaciones:

El Contratista deberá probar la validez estructural de las diversas unidades en la línea, incluyendo tubería, válvulas y anclajes y probar la impermeabilidad de la línea.

El Contratista proveerá bombas, manómetros, calibradores, gatos, puntales y todos los aparatos necesarios para llevar a cabo todas las pruebas requeridas por el Fiscalizador.

Antes de la realización de las pruebas, el Contratista notificara al Fiscalizador, con no menos de 48 horas de anticipación, su intención de probar una sección de tubería.

Pruebas hidrostática y de escapes. El Contratista realizara las pruebas hidrostáticas como se indica:

Redes de distribución: se realizaran pruebas en tramos de 50 a 100 m de longitud de tubería instalada.

Líneas de conducción: se realizarán pruebas en tramos no mayores a 500 m de longitud de tubería instalada.

El tramo de la tubería a probarse se lo aislará completamente de las secciones aprobadas y se lo taponará en forma adecuada, de manera que permita realizar una prueba segura y apropiada.

Se proveerá de dos piezas para los extremos, que serán usadas como tapones de la tubería.

Estas piezas se las instalarán mediante uniones mecánicas a los extremos del tramo de tubería a probarse y se las apuntalará y asegurará de tal manera que no cause ningún daño a la tubería.



La presión de prueba a la que se someterá la tubería será igual al 150% de la máxima presión hidrostática que vaya a resistir el sector a probarse, en todo caso no será menor que la presión nominal de trabajo de la tubería.

La tubería se la llenará con agua por lo menos 24 horas antes de efectuar la prueba, y esta tendrá una duración mínima de una hora.

Todas las tuberías, uniones, piezas especiales y válvulas descubiertas serán examinadas cuidadosamente durante la prueba y aquellas uniones que presentaren signos visibles de escape, se las hará reajustar.

El Contratista abrirá de nuevo la zanja, a su costo, para reparar cualquier escape.

La prueba de escape (duración mínima: dos horas), será efectuada luego de que la prueba hidrostática se haya completado satisfactoriamente. La obra instalada no será aceptada si el escape en galones por hora es mayor que el calculado con la fórmula:

$$L = \frac{N * D * P}{2} / 3700 \quad (\text{Ecuación 104})$$

Donde:

L = Escape permitido en galones por hora.

N = Número de uniones en el tramo probado.

D = Diámetro nominal de la tubería en pulgadas.

P = Presión promedio de prueba será igual a la presión de trabajo en cualquier punto a lo largo del tramo probado. (La presión de trabajo será igual a la presión estática más 70 lb/pg² por golpe de ariete.

Previo a la prueba el Contratista se asegurará que los anclajes estén completos y todos los ramales de salida estén apropiadamente anclados.

Además de las pruebas en secciones separadas, a su terminación, todas las líneas serán probadas en conjunto o en partes, en forma similar a lo indicado. Las pruebas no serán permitidas contra una válvula cerrada.

Las tuberías principales serán esterilizadas con una solución de cloro de al menos 50 mg/l, después de probarse y limpiarse.



5.6.6 DESINFECCIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS.

Especificaciones:

El interior de las tuberías y accesorios que se utilizaran en la obra debe mantenerse libre, en lo posible, de tierra y materias extrañas. Cuando la tubería vaya a ser colocada en obra, debe mantenerse libre de materias extrañas. Si la tubería tiene suciedades, que en opinión del Fiscalizador no serán desalojadas durante la operación de lavado, se procederá a la limpieza del interior del tubo y de ser el caso, aplicara una solución bactericida.

Las soluciones para esta limpieza pueden hacerse con los compuestos químicos que se indican en la sección de Desinfección. No debe usarse ningún otro tipo de compuesto sin tener la aprobación previa a las autoridades sanitarias.

Lavado preliminar. Antes de proceder a la cloración, las tuberías deben ser cuidadosamente lavadas utilizando la presión y los desagües que se dejaran para este objeto.

Se entiende que el lavado remueve únicamente los sólidos livianos y que no es posible confiar en lo que se pueda remover por este método cualquier materia pesada que se haya introducido en la tubería al momento de su colocación. Si no se han instalado hidrantes al final de una tubería principal deberá colocarse una toma de derivación, lo suficientemente grande como para permitir desarrollar en la tubería una velocidad superior a 0.75 m/s.

Antes de poner en servicio cualquier nueva red o sectores de red que han sido separados o ampliados, la tubería debe ser clorinada de tal manera que un residuo de cloro no menor de 10 ppm se mantenga en la red después de 24 horas de haber sido llenada esta.

Forma de aplicar el cloro. Puede seguirse cualquiera de los siguientes métodos descritos en su orden de preferencia:

Hipoclorito de calcio (conocido comercialmente por Percloron, Pittcloro y HTH).

Cal-cloro (conocida comercialmente como cloruro de cal o "polvo decolorante"). Hipoclorito de sodio o "agua decolorante".



El uso de cloruro de calcio que tiene un bajo contenido de cloruro produce residuos que pueden interferir con la operación de alimentación. Al estar expuesto a los agentes atmosféricos y a la luz, solar, ocasiona pérdidas de contenido de cloro antes y después de haber sido mezclado con el agua.

Preparación de la mezcla. El hipoclorito de calcio de alta concentración o el cloruro de cal deben prepararse en una mezcla de agua antes de introducirlos en la red. El polvo debe prepararse en forma de pasta y luego diluir hasta obtener una solución 3.5.1.10 3.5.1.11 3.5.1.12 ppm.

La preparación de una solución requiere las siguientes proporciones del compuesto en polvo con agua:

CUADRO 5.2 SOLUCIONAL 1%

COMPUESTO	CANTIDAD (libras)	VOLUMEN DE AGUA (galones)
Hipoclorito de calcio De alta concentración (65-70% de Cl)	1	7.50
Cloruro de Cal (32-35% de CL)	2	7.50
Hipoclorito de sodio (5.25% de CL)	1	4.25

5.6.7 INSTALACIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARIAS

Definición:

Se entenderá por instalación de conexiones domiciliarias el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el constructor para conectar mediante tuberías y piezas especiales, la tubería de la red de agua potable con la llave de paso o medidor ubicados en la línea de fábrica del usuario, de acuerdo a lo señalado en el plano tipo correspondiente.

Especificaciones:

La instalación de conexiones domiciliarias se hará de acuerdo a lo señalado en los planos en forma simultánea hasta donde sea posible, en cuyo caso deberán probarse juntamente con esta.



Los diámetros de las conexiones domiciliarias que quedaran definidos por el diámetro nominal de la tubería de conexión podrá ser de tres tipos: conexiones domiciliarias de '1/2". 3/4" y 1" (12. 18 y 25 mm respectivamente).

Todos los materiales que se utilicen en la instalación de conexiones domiciliarias deberán llenar los requisitos que señala la especificación pertinente.

La te de derivación se conectará directamente a la tubería de la red de distribución en la unión que para el efecto se hará en la misma por medio de herramienta adecuada y aprobada por el ingeniero supervisor.

Medición y Pago:

La instalación de conexiones domiciliarias será medida para fines de pago en unidades completas por cada conexión, considerándose como unidad de instalación completa, a satisfacción del Ingeniero Supervisor, de todo el conjunto de piezas que conformen la conexión domiciliaria, incluyendo cuando hubiere la instalación de medidores.

No se estimará y pagará al Constructor los trabajos que deba ejecutar para desmontar y volver a instalar las conexiones que no sean aprobadas por el Ingeniero Supervisor, por encontrarse defectuosas o que no hayan resistido la prueba de presión.

El suministro de los materiales para las conexiones domiciliarias- la excavación de las zanjas y la ruptura y reposición de adoquinado o pavimentos que deba hacer el Constructor, le serán estimados y liquidados por separado de acuerdo con los conceptos de trabajos que correspondan en cada caso.

La instalación de conexiones domiciliarias le será pagada al constructor a los precios unitarios estipulados en el contrato.

5.6.8 PINTURA.

Especificaciones:

Todo elemento de acero negro, hierro galvanizado, accesorios de tubería, soportes, etc. Serán pintados con dos capas de pintura antióxido, excepto donde se señale otra forma.



Antes de ser pintados, los elementos deberán estar completamente limpios, para lo cual se utilizarán métodos mecánicos, eléctricos o químicos que no produzcan rayado, escoriaciones u otro tipo de deficiencia en los elementos a pintarse.

SECCIÓN 3

5.7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES

5.7.2 CEMENTO

Especificaciones:

El Constructor suministrará con oportunidad el cemento a la obra en calidad y la cantidad necesaria.

El cemento será Portland Tipo 1 y no del tipo 1E y cumplirá todos los requerimientos con la norma ASTM C-150 de la última edición.

5.7.3 AGREGADOS

Especificaciones

La arena y la grava serán de banco natural o procedente de la trituración de piedras. Las operaciones incluyen la extracción del material en bruto del banco de préstamos, su acarreo a la planta de lavado y cribado incluye el suministro de agua necesaria y las operaciones para retirar el material de planta, colocarlo en bancos de almacenamiento y transportarlo para su utilización.

En el caso de obtención por trituración se incluye la extracción de la piedra, su fragmentación, su transporte a la trituradora, la clasificación, el almacenamiento temporal del material y su utilización.

La arena para la fabricación de hormigón y mortero, consistirá en fragmentos de roca duros de un diámetro no mayor de 5 mm. Estará libre de polvo, tierra, pizarras, álcalis, material orgánico, tierra vegetal, mica y otras sustancias perjudiciales.

5.7.4 AGUA

Especificaciones:

El agua a usarse tanto para el lavado de agregados como para la preparación de morteros u hormigones para el curado del hormigón será agua fresca, libre de toda sustancia que interfiera el proceso normal de hidratación del cemento. Se rechazará el agua que contenga sustancias



nocivas- como aceites, ácidos, sale. ÁLCALIS, materia orgánica, etc. El Constructor presentará a la Fiscalización los resultados de los análisis físico-químicos del agua. Y de los ensayos de resistencia con morteros de cemento. Para la aprobación del agua- la resistencia promedio obtenida será 95% ó más de la resistencia obtenida al prepararse el mortero con agua destilada. La especificación a utilizarse será la ASTM-C 109.

5.7.5 PIEDRA PARA MAMPOSTERIA

Especificaciones:

La piedra para mampostería deberá ser de calidad aprobada y procedente de canteras o yacimientos, será sólida, resistente y durable, exenta de resquebrajamientos o rajaduras u otros defectos que perjudicaren su resistencia: libres de material vegetal, tierra u otros materiales objetables.

Toda piedra alterada por acción de la intemperie o que se encuentre meteorizada- será rechazada. La piedra para mampostería será molón de calidad aprobada, deberá tener las caras planas y no presentara superficies redondeadas, deberá estar exenta de resquebrajamiento u otros defectos estructurales y no se emplearan aquellos desgastados o afectados por la intemperie.

Las piedras para mampostería no deberán tener depresiones o protuberancias que pudieren disminuir su resistencia o que impidan sean debidamente asentadas: la forma será tal que satisfaga los requerimientos arquitectónicos y estructurales de la mampostería especificada.

5.7.6 BLOQUES

Especificaciones:

Son mampuestos que se utilizarán para la construcción de paredes. Tendrán formas rectangulares y serán fabricados en base a dosificaciones de arena y cemento. Deben tener un coeficiente medio de rotura a la compresión de 45 Kg/cm². Y para una muestra cualquiera un valor mínimo de 35 Kg/cm², que se obtendrá con el área total del bloque sin descontar huecos.

Los bloques que se utilicen en mampostería no soportante pueden estar fabricados con dosificaciones arena, cemento y piedra pómez. Para que estos bloques puedan ser utilizados deben tener un coeficiente medio a la



rotura 17.5 Kg/cm² y un valor mínimo de 15 Kg/cm² para muestra cualquiera, valores que se obtendrán trabajando con el área total del bloque.

SECCIÓN 4

5.8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS

Especificaciones:

Para los fines de las presentes especificaciones, "proveedor" es quien provee los materiales de construcción que son materia de la presente reglamentación y. "contratista", es quien los utiliza para la ejecución o construcción de las obras.

El proveedor y el contratista serán responsables por cumplimiento y provisión de todas las medidas de seguridad que constan en las presentes especificaciones. El proveedor coordinará con el contratista las acciones que sean necesarias para el fiel cumplimiento de la presente reglamentación.

Responsabilidades del contratista. El proveedor se encargará del suministro, de los ensayos en la fábrica y de garantizar que las tuberías de presión para agua potable, con sus piezas de conexión, piezas especiales, válvulas y accesorios, sean adecuados para las condiciones de trabajo y estén de acuerdo con las presentes especificaciones, con los documentos técnicos del proyecto (memorias técnicas, planos) y con los otros documentos contractuales. El proveedor someterá a la aprobación de la fiscalización el tipo, clase, materiales y otras características de las tuberías, válvulas y accesorios a ser suministrados.

Sustitución de materiales. Donde quiera que en estas bases se especifique un artículo o alguna clase de suministro por marca de fábrica o por el nombre de alguna patente, fabricante o comerciante, se entenderá que se está requiriendo o especificando tal artículo o material o cualquier otro de igual calidad, terminación y durabilidad, que proveerá igual servicio para el uso que se desea.



5.8.2 TUBERÍAS DE PRESIÓN DE CLORURO DE POLIVINILO PVC.

Definición:

Esta especificación se refiere al suministro de tuberías de presión de PVC. Toda tubería y elemento a suministrarse bajo esta alternativa, cumplirá con los requisitos de las siguientes normas: AWWAC-900 "Polyvinyl Chloride (PVC) Pressure Pipe 4 In. Through 12 In. For Water" A STM D2241 "Standard. Specification for Polyvinyl Chloride (PVC) Plastic Pipe (SDR-PR)": y las siguientes Normas INEN 504. 506. 507. 508. 1333. 1367. 1368. 1369. 1371. 1372. 1373.

Especificaciones:

Materiales apropiados para agua potable. El material PVC empleado en la tubería y otros elementos, no deberán contener ingredientes que al desprenderse en el agua potable sean considerados tóxicos. El material PVC deberá ser aprobado y certificado como apropiado para su uso en redes de agua potable, según las normas INEN 1372 y 1373.

Tolerancias de fabricación. Los tubos serán de la mayor longitud que permita su diámetro.

Tolerancias y variaciones en cuanto a dimensiones y espesores cumplirán con las especificaciones AWWA. Designación C-90Ü. ASTM D 2241 ó INEN 1373. Sistemas de unión. Los sistemas de unión de los tubos entre sí o de estos con los demás accesorios de las conducciones, se harán mediante roscas en sus extremos para diámetros de tubería menores a 60 mm. Y para diámetros mayores podrán ser del tipo espiga campana, soldada o automática, con anillo de caucho para producir el sello hidráulico.

Las tuberías. Deberán ser de material homogéneo, sección circular, espesor uniforme, dimensiones y espesores de acuerdo con la Norma INEN 1373. La superficie cilíndrica interior de los tubos será lisa y uniforme. La tubería no deberá tener defectos tales como: abolladuras y aplastamiento.

Accesorios. Los accesorios para los diferentes tipos de tubería podrán ser de PVC, fabricados por moldes a inyección o a partir del tubo y su resistencia a la presión interna deberá ser como mínimo, igual a la de los tubos que conectan.



Tubería de PVC Espiga-campana. Esta tubería está constituida por material tecno plástico compuesto de cloruro de POLIVINILO, estabilizantes, colorantes, lubricantes y exento de plastificantes. La adición de estabilizantes deberá ser tal que garantice la imposibilidad de exceder los límites establecidos por las normas de calidad de agua.

Junta espiga-campana. Para efectuar este tipo de Junta, el diámetro interior de la campana corresponderá al diámetro exterior de la espiga. Esta unión podrá realizarse con pegante de presión, soldadura con solvente o al calor. Los pegamentos deberán tener características de aceptabilidad comprobada y de efectos no tóxicos para la salud.

La unión realizada con espiga-campana deberá garantizar un perfecto acople mecánico así como una adecuada impermeabilidad que evite las fugas de agua fuera de las normas establecidas.

Accesorios de PVC de campana. Consisten en codos, tes, cruces, reductores, adaptadores, uniones y tapones. Los diámetros interiores de los accesorios corresponderán a los diámetros exteriores de las tuberías, superficies internas y extremas serán lisas y libres de defectos. Los accesorios serán circulares, y sin achatamiento o alargamiento en sus diámetros. Los accesorios garantizarán una perfecta unión mecánica y una adecuada estanqueidad. Se designarán por sus diámetros nominales y deberán resistir las presiones especificadas para las tuberías, y cumplirán las normas INEN 1373.



SECCIÓN 5

5.9 VÁLVULAS.

Generalidades

Se requerirán en el proyecto válvulas de cierre y válvulas de aire. Las válvulas de diámetro nominal menor que 40 mm tendrán un cuerpo de bronce con extremos roscados y deberán sujetarse a lo dispuesto en las respectivas normas ISO o de la AWWA

VÁLVULAS DE COMPUERTA.

Especificaciones:

Las válvulas de compuerta tendrán caja de hierro, con montaje total de bronce, sobre disco y caras paralelas. Se abrirán con un movimiento contrario al de las manecillas del reloj. Serán de extremos lisos para acoplarse directamente a la tubería de PVC. Mediante uniones Gibault.

Todas las válvulas serán de vástago estacionario de 50, 8 a 2.3, 2 mm, inclusive para usarlas en tubería instalada horizontalmente, llevaran tuercas de operación de cuadro o dado de 56.8 mm por lado. Estarán diseñadas para resistir las presiones fijadas por las tuberías. Llevaran marcadas en relieve los siguientes datos: marca, diámetro nominal y presión de trabajo.

Todas las válvulas deberán ser probadas hidrostáticamente durante un periodo de 30 minutos a 1 1/2 veces la máxima presión de trabajo.

5.9.2 CAJAS DE VÁLVULAS DE HF.

Desinfección:

Es el accesorio que permite el alojamiento en su interior de válvulas para su operación y protección de la intemperie.

Especificaciones:

Las cajas de válvulas deben ser de hierro fundido con acabados de buena calidad. La caja válvula estará formada por dos elementos, un anillo al que en la parte superior se acoplará una tapa. La que en su lugar exterior llevara impreso en bajorrelieve la palabra AGUA y que estará unido al cerco del anillo por medio de una cadena soldada, la caja propiamente dicha cuya parte inferior del cerco o anillo debe adaptarse para recibir un neplo o tubo



PVC de 150 mm ó 200 mm y cuya longitud se determinará en sitio.

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

5.9.3 PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL FERROCEMENTO.

El presente capítulo tiene por objetivo dar a conocer experiencias, recomendaciones y formas de construcción de tanques de agua potable con uso de ferrocemento.

A continuación trataremos los aspectos preliminares de la construcción como son:

- a. Selección del terreno: El lugar donde se implantará el tanque de reserva de agua potable, debe ser de preferencia suelo firme, duro y seco con buena resistencia (1.5 Kg/cm^2).
- b. Preparación del área de cimentación.

Luego de haberse seleccionado el sitio de emplazamiento del tanque y estar completamente limpia toda el área de cimentación, a más de un área adicional para el movimiento del personal y movimiento de los materiales se hará lo siguiente:

5.9.4 Excavación.

Se procederá a excavar el terreno superficial vegetal que no sea apto para cimentar el tanque, o también la excavación se la hará de acuerdo al nivel del proyecto. Se recomienda extraer como mínimo 30 cm de profundidad del suelo.

5.9.5 Señalización perímetro del tanque.

Una vez que se ha nivelado y llegado a la cota de cimentación, se señalará una circunferencia con una cuerda, de radio igual a la del tanque a construirse, dejando como testigo una varilla en el centro del tanque para cualquier medición o comprobación.

5.9.6 Cimiento para pared.

Teniéndose señalado el perímetro del tanque, bajo esta línea se excavará una zanja de 30 cm. De ancho (15 cm. a cada lado) y 30 cm. de profundidad para el cimiento de la pared. Estas zanjas se las rellenará con roca, grava y gravilla debidamente ajustadas hasta el nivel de cimentación.



5.9.7 Sumidero.

Excavar un área de 40 cm. de lado por 20 de profundidad, distante 20 cm de la pared del tanque a fin de poder recolectar las aguas y poder también ubicar puntos de salida a la red desagüe y desborde del tanque.

5.9.8 Drenaje

En caso de que el terreno este sujeto a aportaciones de aguas de infiltración, superficiales o extrañas para evacuarlas, se tendrá que hacer un sistema de drenaje, el mismo que consistirá en hacer una excavación de 30 cm. de ancho por 30 cm. de profundidad, bajo el nivel de cimentación, tal como se indica en los planos. En obras de diámetro pequeño, esta zanja se la rellenará con material granular y por ella evacuará las aguas; en otros casos, es necesario ubicar tuberías de desagüe perforadas en el interior, para lo cual se cuidará la pendiente de los ramales secundarios y principales a fin de que se evacuen sin ningún problema las aguas. La pendiente mínima será del 1%. Las zanjas se las rellenará hasta el nivel de cimentación debidamente compactada y la tubería principal de drenaje debe sobresalir del área de cimentación.

5.9.9 Empedrado.

Se realizará un empedrado de 15 cm. con piedras bien colocadas, ajustadas firmemente y niveladas.

5.9.10 Fundición de piso

5.9.10.1 Replanteo

Una vez que se tiene lista la base del tanque, se cubre el área excavada con una capa de 5 cm. de hormigón $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$. Marcar nuevamente la circunferencia del tanque sobre el hormigón fresco con una piola de largo igual a su radio interior, y sobre esta base colocar una capa de malla hexagonal de 5/8" dejando para traslape con la pared unos 20 a 30 cm. de largo.

5.9.11 Encofrado de pared.

Se realizará cualquier tipo de encofrado circular interior de los descritos en capítulos anteriores del presente trabajo. Si se opta por hacer sectores de pared o utilizando tabla triplex en cualquiera de los casos el cajón de madera ubicado en el centro del tanque debe estar completamente fijo, para lo cual



en el replanteo debe dejarse alambres o varillas para su sujeción en caso contrario debe fijarse con clavos.

Es importante dejar entre el encofrado de la pared y la primera capa de replantillo del piso, una abertura de 3 cm. aproximadamente para poder doblar y empotrar las varillas de la pared en el piso.

5.9.12 COLOCACIÓN DEL REFUERZO.

Una vez terminado el encofrado circular, es procedente poner una delgada capa de aceite para encofrados, luego de lo que se ubicara las capas de mallas hexagonales interiores requeridas de acuerdo a la capacidad del tanque y del cálculo.

Estas capas deben estar bien tensadas y su traslape con las capas superiores deben ser simultaneas, nunca a la vez. Los traslapes se los realizaran en diferentes puntos, jamás el traslape inferior en el mismo punto del traslape superior.

De acuerdo con los cálculos, se colocará malla electro soldada para lo cual en la parte inferior se tendrá que romper la última varilla longitudinal a fin de que las varillas transversales puedan doblarse y anclarse al piso.



CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los trabajos de fin de carrera enfocados a la consultoría contribuyen a la formación y adquisición de experiencia del futuro ingeniero civil, a través de la realización de proyectos reales.

De acuerdo a las encuestas realizadas en la zona de estudio, se determinó que existen problemas sanitarios relacionados con la falta de agua potable; con la implementación de un sistema adecuado se contribuirá a mejorar las condiciones de salubridad de los habitantes

En el sitio donde se va a implantar la captación el suelo existente es roca, en cuanto a la planta de tratamiento los resultados obtenidos son: humedad (6.24 %), por lo que se clasifica como un suelo arena-arcillosa (SC) con características de bueno a excelente; lo que determina que la carga máxima transmitida con la construcción de las diferentes unidades del sistema no afecta al terreno.

De acuerdo a la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1108 (requisitos del agua potable), de acuerdo al análisis físico-químico y bacteriológico realizado, se puede indicar que las muestras contienen en su mayoría gérmenes totales y sólidos totales, lo que indica que existe contaminación orgánica de la fuente. Para garantizar la potabilidad del agua se incorporó un sistema de desinfección mediante cloración que retendrá una turbiedad de $140\text{g}/\text{m}^3$ y la calidad bacteriológica del agua mejorara entre un 60 y 99%.

Para el tratamiento del agua cruda, se implementó un solo filtro lento de arena, según la normativa para poblaciones menores a 1000 habitantes se debe diseñar un solo filtro por economía debido a que la comunidad cuenta con poca población para un extenso estudio, lo cual encarecería considerablemente el proyecto pero además se ha tomado en consideración los ensayos realizados en laboratorio donde las partículas a remover se encuentran dentro del límite establecido según la norma mencionada.

En cuanto al cálculo hidráulico de la línea de conducción y red de distribución se ha considerado los diámetros y presiones dinámicas establecidas en la norma cumpliendo con los parámetros de velocidad y



presión, además se deberá construir tanques rompe presión en la red de distribución como también las respectivas válvulas reductoras de presión a la salida de las conexiones domiciliarias en los nudos de salida, con el objeto de evitar el exceso de presión permitida en el medidor.

El rango de velocidad con la que se diseñó la conducción y las redes de distribución es de 0.45-4.5 m/s, cumpliendo con la normativa y además para evitar la sedimentación y erosión en las tuberías.

En el diseño de la línea de conducción y red de distribución y conducción se utilizó tubería y accesorios PVC, debidos a su rentabilidad económica, fácil manejo constructivo y a la calidad del material.

De acuerdo al análisis financiero se pudo ostentar y determinar que el proyecto no es sustentable por el alto costo de la obra; pero al realizar un análisis social se observa que este proyecto se torna rentable, pues la TIR social es mayor que la tasa de descuento y la relación beneficio costo es mayor que uno. Para el análisis social se ha tomado en cuenta las mejoras en la calidad de vida de los habitantes con la construcción de este sistema.

RECOMENDACIONES

A la Escuela de Ingeniería Civil

Fomentar la realización de proyectos reales, ya que es de beneficio en la formación teórica-práctica del estudiante.

Conjuntamente con el estudio de agua potable realizar un estudio del sistema de alcantarillado sanitario y las plantas de tratamiento para que el desfogue de las aguas servidas no sea dañino al manto friático a donde irán a dar.

A la Municipalidad

Seguir estrictamente todos los detalles técnicos que se encuentran en la memoria técnica, planos, anexos.

Para mayor facilidad de construcción e instalaciones en el sistema de agua potable se recomienda sectorizar las redes que componen el sistema con el único objetivo de facilitar las instalaciones de mecanismos de control y medición de volúmenes y presiones, desde la captación del líquido hasta su



distribución.

Priorizar el mantenimiento de todo el sistema y sus componentes, por medio de controles permanentes.

Brindar el mantenimiento necesario al proyecto de agua potable para que su período de vida útil, cumpla.

Emprender en una campaña cantonal, con todos los operadores de las juntas de agua para hacer conocer los planes de desarrollo para el buen manejo de los recursos naturales que poseen, por medio de capacitaciones y/o seminarios.

Realizar el estudio hidrológico de las cuencas y de caudales de las fuentes de abastecimiento que se usarán como suministro del sistema, para que en base de estos datos recolectados por lo menos durante un año, sea más preciso el cálculo de la fuente y por ende en el futuro no se acabe el agua ya sea porque se le dé mal uso o porque la fuente se ha extinguido.

Es necesario la coordinación del municipio con la comunidad para proteger la y evitar la contaminación orgánica de la fuente debida a labores de pastoreo y/o actividades humanas para evitar que se deteriore la calidad del agua captada.

A la comunidad:

Colaboración de toda la comunidad ya sea en la etapa de construcción como en la etapa de mantenimiento.

El pago puntual de la tarifa de agua para que sea posible el mantenimiento del sistema de abastecimiento.

Proporcionar un adecuado y continuo mantenimiento al sistema de agua potable para evitar daños y garantizar un buen funcionamiento, durante el tiempo previsto de diseño.

Los nuevos usuarios del sistema deberán pagar, por el uso del agua, una tarifa definida por la junta de agua potable de acuerdo al costo del trabajo realizado por cada uno de los usuarios hasta la fecha en que deseen la acometida, o como acordaren entre las partes.



CAPITULO 7

7. BIBLIOGRAFÍA

- ✚ Plan de desarrollo cantonal de Sozoranga. Comité de desarrollo cantonal Sozoranga – Loja – Ecuador. Julio 2002. Pág. 16.
- ✚ SSA. Normas de diseño para agua potable, eliminación de Excretas y Residuos Líquidos (área Rural) Pág. 21.
- ✚ Código Ecuatoriano para el diseño de construcción de obras sanitarias MDGIF-MIDUVI, (2010), Norma CO 10.7-601, Sistemas de Abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área urbana.
- ✚ Código Ecuatoriano para el diseño de la construcción de Obras Sanitarias, norma CO 10.7-601.
- ✚ MECÁNICA DE FLUIDOS, Streeter, Wylie. Pág. 300.
- ✚ MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE SANEAMIENTO AMBIENTAL, Caracas, Venezuela, pág. 89.
- ✚ Eulalio Juárez Badillo & Alfonso Rico Rodríguez (1996). Fundamentos de Mecánica de Suelos. Tomo 1. Edición. Decimoséptima. Editorial: LIMUSA-Noriega. Tercera reimpresión 1996. Impreso en México, D.F.
- ✚ Ingeniería civil (apuntes). (2007-2008). Recuperado de la pág. Web: <http://www.ingenieracivil.com/2008>.
- ✚ Guía de diseño para líneas de conducción e Impulsión de sistemas de abastecimiento de Agua rural OPS/CEPIS, Lima 2004. Recuperado de la pág. Web: <http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/e105-04Disenoimpuls.pdf>
- ✚ Calidad y normativa del agua para consumo humano. Calidad del agua es calidad de vida, (2006). México. Recuperado en Mayo del 2011. <http://www.pnuma.org/reccnat/esp/documentos/cap5.pdf>
- ✚ Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales, Cap. III, OPS/CEPIS, Lima 2004. Recuperado en Abril 2011. Pág. Web: http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/017_roger_dise%C3%B1o_captacion_manantiales/captacion_manantiales.pdf



- ✚ Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores, Cap. III, OPS/CEPIS, Lima2005. Recuperado en Abril 2011. Pág. Web. http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/035_diseño_de_desarenadores_y_sedimentadores/
- ✚ Normas y Bases de Diseño del Programa Praguas, Guía de Opciones Técnicas del Programa Praguas,
- ✚ Norma técnica ecuatoriana NTE, INEN 1108, agua potable. Primera revisión requisitos(2003)
- ✚ Principios de la hidráulica que necesitas conocer: El principio de energía. Publicado por Editoring Civil. Recuperado en abril 2011 en la pág. Web: <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/principios-de-la-hidraulica-que-necesitas-conocer-el-principio-de-energia/>
- ✚ Water Treatment Solutions Lennetech, (1998). Desinfectantes Hipoclorito de sodio. Recuperado en Mayo 2011 en la pág. Web: <http://www.lennetech.es/procesos/desinfeccion/quimica/desinfectantes-hipoclorito-de-sodio.htm>
- ✚ Guía para el diseño de sistemas de filtración en múltiples etapas Cap. V, OPS/CEPIS, Lima2005. Recuperado en Marzo 2011. Pág. Web.http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/029_Dise%C3%B1o_tratamiento_Filtracion_ME/Dise%C3%B1o_tratamiento_Filtraci%C3%B3n_ME.pdf
- ✚ Hipoclorito de calcio e hipoclorito de sodio, ToxFAQs™, (Calcium Hypochlorite/Sodium Hypochlorite, Public. Atlanta, Abril 2002, Recuperado en Mayo 2011 en la pág. Web: http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts184.html
- ✚ Ingeniería Sanitaria UTN-FRRO, Características del agua potable, unidad 3, (2005). Ing. Jorge Orellana, Recuperado en Mayo 2011. http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_03_Caracteristicas_del_Agua_Potable.pdf
- ✚ La matriz de Leopold para la evaluación del impacto ambiental, Dr. Víctor M. Ponce. Recuperado en Diciembre 2011. En la pág. Web: http://ponce.sdsu.edu/la_matriz_de_leopold.html



- ✚ MIDUVI-SSA-USAID [folleto], (1995).Cartilla para operadores de sistemas de agua potable rural- con captación de agua subterránea. Proyecto Washed, Convenio SSA-USAID N° 518-0081. Componentes de operación y mantenimiento, Quito-Ecuador
- ✚ Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes, (1993), MIDUVI, Subsecretaría de Saneamiento Ambiental.



ANEXOS



ANEXO 1

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA Y SANITARIA



ANEXO 2

CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA



PROYECTO : SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO

POBLACION Y CAUDALES DE DISEÑO POR NUDOS

PARAMETROS:

DOTACION:

85 L/H/D+20% DE FUGAS

DENSIDAD POBLACIONAL

5 Habitantes/Familia

NUDO N°	Descripción	N° LOTES (U)	DENSIDAD Habts/Lote	POBLACION Habts.	DOTACION L/H/D	CAUDALMEDIO DIARIO (q.m.d.)	CAUDAL MAX. DIARIO (Q.M.D.)	CAUDAL MAX. HORARIO (Q.M.H.)
221	Vivienda 1	1	5	5	102	0,0059	0,0074	0,0221
177	Vivienda 2	1	5	5	102	0,0059	0,0074	0,0221
172	Vivienda 3	1	5	5	102	0,0059	0,0074	0,0221
179	Vivienda 4	1	5	5	102	0,0059	0,0074	0,0221
181	Vivienda 5	1	5	5	102	0,0059	0,0074	0,0221
183	Vivienda 6	1	5	5	102	0,0059	0,0074	0,0221
185	Vivienda 7	1	5	5	102	0,0059	0,0074	0,0221
187	Vivienda 8	1	5	5	102	0,0059	0,0074	0,0221
200	Vivienda 9	1	5	5	102	0,0059	0,0074	0,0221
Escuela								
189	Oficinas	2	2	4	90	0,0042	0,0052	0,0156
	Estudiantes	1	25	25	5	0,0014	0,0018	0,0054
206	Vivienda 10	1	5	5	102	0,0059	0,0074	0,0221
208	Vivienda 11	1	5	5	102	0,0059	0,0074	0,0221
210	Vivienda 12	1	5	5	102	0,0059	0,0074	0,0221
146	Vivienda 13	1	5	5	102	0,0059	0,0074	0,0221
148	Vivienda 14	1	5	5	102	0,0059	0,0074	0,0221
198	Vivienda 15	1	5	5	102	0,0059	0,0074	0,0221
TOTAL:		18		104		0,09	0,12	0,35



ANEXO 3

BASES DE DISEÑO



BASES DE DISEÑO DE AGUA POTABLE (S.S.A.)

FÓRMULAS:

$P_f = P_a * (1 + r)^n$	[hab]
$P_a = P_{uc} + 15\% (P_e)$	[hab]
$C_{md} = f * (P_f * DMF) / 86400$	[lit/seg]
$Q_{MD} = K_1 * C_{md}$	[lit/seg]
$Q_{MH} = K_2 * C_{md}$	[lit/seg]
$Q_{FUENTE} = 2 * Q_{MD}$	[lit/seg]
$Q_{CAPT} = 1.20 * Q_{MD}$	[lit/seg]
$Q_{CONDUC} = 1.10 * Q_{MD}$	[lit/seg]
$Q_{TRATAM} = 1.10 * Q_{MD}$	[lit/seg]
$V_{ALMAC} = 0.50 * C_{md} * 86400 / 1000$	[m ³]
$Q_{RED} = Q_{MH}$	[lit/seg]

NOMENCLATURA:

P_f = población futura o población proyectada (hab)
P_a = población actual (hab)
r = tasa de crecimiento poblacional anual
n = período de diseño (años)
P_{uc} = población del último censo o población encuestada (hab)
P_e = población estudiantil (hab)
C_{md} = caudal medio diario (lit/seg)
f = factor de corrección por pérdidas y fugas
DMF = dotación media futura (lit/hab/día)
Q_{MD} = consumo máximo diario (lit/seg)
K_1 = factor de mayoración máximo diario
Q_{MH} = consumo máximo horario (lit/seg)
K_2 = factor de mayoración máximo horario
Q_{FUENTE} = caudal mínimo en la fuente de abastecimiento (lit/seg)
Q_{CAPT} = caudal de diseño de la captación (lit/seg)
Q_{CONDUC} = caudal de diseño de la conducción (lit/seg)
Q_{TRATAM} = caudal de diseño de la planta de tratamiento (lit/seg)
V_{ALMAC} = volumen de almacenamiento (m ³)



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

Q_{RED} = caudal de diseño de la red de distribución (lit/seg)

$Q_{Ac.Domic.}$ = Caudal de diseño de la distribución para Ac. Domic. (lit/seg)

Población actual.

P_{uc} = 68 [hab] Número de Acometidas Domiciliarias = 16
 P_e = 20 [hab]
 P_a = 71 [hab]

Población futura.

Tasa de crecimiento poblacional.

Opción	Región Geográfica	r (%)
1	Sierra	1,00
2	Costa, Oriente y Galápagos	1,50

Períodos de diseño para las diferentes unidades de sistemas de agua potable.

Unidad del sistema	Período de diseño
Obras de captación	25 – 50 años
Conducciones	20 – 30 años
Planta de tratamiento	20 – 30 años
Tanques de almacenamiento	30 – 40 años
Tubería principal de la red	20 – 25 años
Tubería secundaria de la red	15 – 20 años

Región geográfica = 2
 Tasa de crecimiento poblacional = 1,50 (%)
 Período de diseño = 25 (años)
 Población futura = $P_f = 104$ (hab)

Consumo medio diario.

Niveles de servicio.

Sistemas de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos.

Nivel	Sistema	Descripción
O	AP DE	Sistemas individuales. Diseños de acuerdo a las disposiciones técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario.
Ia	AP DE	Grifos Públicos. Letrinas sin arrastre de agua.
Ib	AP DE	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño. Letrinas sin arrastre de agua.
IIa	AP DE	Conexiones domiciliarias, por más de un grifo por casa. Letrinas con o sin arrastre de agua.
IIb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa.
	DRL	Sistema de alcantarillado sanitario.
Simbología:		AP = Agua Potable DE = Disposición de Excretas DRL = Disposición de Residuos Líquidos.

Nivel de servicio a brindar = IIa
 Clima de la localidad = Cálido



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

Dotación media futura, DMF = 85 (lit/hab/día)

Porcentaje de fugas, f = 20 (%)

Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.

Nivel de servicio	Clima Frío (lit/hab/día)	Clima Cálido (lit/hab/día)
Ia	25	30
Ib	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

Porcentajes de fugas a considerarse en el diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable

Nivel de servicio	f (%)
Ia y Ib	10
IIa y IIb	20

Consumo medio diario, Cmd = 0,12 (lit/seg)

Consumo máximo diario. $Cmd = f * (Pf * DMF) / 86400$

Factor de mayoración máximo diario, $K_1 = 1,25$
Consumo máximo diario, QMD = 0,15 (lit/seg)

Consumo máximo horario.

Factor de mayoración máximo horario, $K_2 = 3,00$
Consumo máximo horario, QMH = 0,36 (lit/seg)

Caudal mínimo en la fuente de abastecimiento.

Caudal mínimo fuente de abastec., $Q_{FUENTE} = 0,30$ (lit/seg) K^O

Caudal de diseño de la captación.

Caudal de diseño de la captación, $Q_{CAPT} = 0,18$ (lit/seg)

Caudal de diseño de la conducción.

Caudal de diseño de la conducción, $Q_{CONDUCCION} = 0,17$ (lit/seg)

Caudal de diseño de la planta de tratamiento.

Caudal de diseño de la planta, $Q_{TRATAM} = 0,17$ (lit/seg)



Volumen de almacenamiento.

Volumen de almacenamiento, $V_{ALMAC} = 5,18 \text{ (m}^3\text{)}$
Volumen de almacenamiento, $V_{ALMAC} = 10,00 \text{ (m}^3\text{)}$ Adoptado.

Caudal de diseño de la red de distribución.

Caudal de diseño de la distribución, $Q_{RED} = 0,36 \text{ (lit/seg)}$

Caudal de diseño para acometidas domiciliarias:

Caudal de diseño de la distribución para Ac. Domic, $Q_{ac.Domic.} = 0,0225 \text{ (lit/seg)}$

Resumen de caudales de diseño.

Caudal mínimo en la fuente de abastecimiento.	0,30 (lit/seg)
Caudal de diseño de la captación.	0,18 (lit/seg)
Caudal de diseño de la conducción.	0,17 (lit/seg)
Caudal de diseño de la planta de tratamiento.	0,17 (lit/seg)
Volumen de almacenamiento.	10,00 (m ³)
Caudal de diseño de la red de distribución.	0,36 (lit/seg)
Caudal de diseño para acometidas domiciliarias:	0,0225 (lit/seg)



ANEXO 4

LIBRETA TOPOGRÁFICA



LIBRETA TOPOGRÁFICA

ESTAC.	PUNTO	COORDENADAS		COTAS
		X	Y	(m)
	1	637279.6210	9524817.2641	1550.4910
	2	637280.8924	9524807.4872	1550.1840
	3	637282.0629	9524798.4876	1548.5812
	4	637283.1828	9524829.0259	1548.6186
	5	637301.6355	9524854.9320	1533.8567
	6	637312.9369	9524871.7249	1526.2235
	7	637303.2260	9524857.2953	1530.8105
	8	637309.3311	9524866.3670	1528.1157
	9	637304.4275	9524859.0805	1529.2193
	10	637340.5881	9524908.9232	1506.6829
	11	637340.6607	9524907.6727	1504.7088
	12	637340.4732	9524905.5890	1504.4030
	13	637340.3347	9524904.8416	1505.6443
	14	637339.8083	9524902.0521	1505.9170
	15	637333.3049	9524893.4609	1511.6010
	16	637324.9614	9524884.8163	1519.0894
	17	637320.2132	9524879.8968	1523.7137
	18	637324.3025	9524922.5965	1506.2085
	19	637292.7728	9524940.9006	1510.6915
	20	637300.0293	9524937.8532	1509.6247
	21	637311.9648	9524930.7414	1509.3552
	22	637264.6344	9524963.1904	1510.4156
	23	637265.7452	9524961.9862	1509.2881
	24	637262.8426	9524976.2278	1509.6222
	25	637263.9289	9524995.7759	1500.8764
	26	637263.6323	9524985.8101	1506.9698
	27	637264.6965	9525021.5857	1493.2572
	28	637257.2069	9525037.0933	1477.0415
	29	637217.3118	9525056.3712	1501.7531
	30	637210.6798	9525060.9132	1503.7122
	31	637199.8018	9525066.6609	1510.4585
	32	637187.6786	9525072.3011	1516.3805
	33	637080.7934	9525035.7292	1486.1150
	34	637071.2267	9525050.0992	1486.8432
	35	637077.6658	9525054.2924	1487.3348
	36	637122.3191	9525144.3312	1529.0472
	37	637112.3565	9525174.1790	1535.7754
	38	637105.8193	9525175.7413	1534.9224
	39	637104.0355	9525176.2691	1532.9502
	40	637100.0008	9525177.4113	1532.0286
	41	637020.4459	9525404.1745	1517.2438



42	637009.1445	9525407.6500	1517.2644
43	637011.7653	9525416.2223	1517.2488
44	636901.0691	9525437.2467	1506.9124
45	636911.1252	9525436.4175	1506.9523
46	636911.6296	9525443.1698	1507.0567
47	636982.6069	9525422.0676	1515.3986
48	636954.9167	9525429.8500	1510.2746
49	636973.0802	9525392.0156	1511.4636
50	637104.3705	9525184.4354	1538.0884
51	637104.6964	9525195.4542	1539.7173
52	637100.7273	9525204.0691	1537.9281
53	637099.4353	9525220.0373	1536.0125
54	637088.4410	9525220.4988	1529.8455
55	637074.1494	9525211.5614	1522.8049
56	637073.3281	9525203.1428	1522.9278
57	637070.7737	9525190.2511	1522.4021
58	637077.0318	9525170.9280	1522.0970
59	637086.0941	9525176.7182	1528.2769
60	637086.4701	9525185.5773	1530.6166
61	637083.6792	9525272.9602	1517.8641
62	637086.4077	9525283.1450	1518.2098



ESTAC.	PUNTO	COORDENADAS		COTAS
		X	Y	(m)
	63	637083.0317	9525289.1721	1518.3440
	64	636872.1150	9525305.4132	1448.9871
	65	636874.7369	9525312.1613	1449.6163
	66	636864.2725	9525307.4107	1449.9556
	67	637079.3699	9525298.0709	1518.5011
	68	637069.3763	9525313.9279	1520.4534
	69	637060.5445	9525327.7047	1521.4938
	70	637056.6920	9525350.7036	1519.6684
	71	636560.9838	9525411.7014	1416.5384
	72	636563.2201	9525403.6678	1416.5059
	73	636559.0398	9525402.2616	1417.1994
	74	637052.6344	9525373.4088	1521.4770
	75	636629.1846	9525322.9525	1412.4226
	76	636643.9035	9525314.2987	1412.5541
	77	636641.0047	9525309.5401	1413.2882
	78	636774.4854	9525233.5944	1414.4842
	79	636768.8479	9525228.2102	1414.6764
	80	636986.4285	9525183.5313	1474.2348
	81	636987.2068	9525207.2321	1474.2816
	82	636979.5945	9525186.0411	1473.4856
	83	636972.2658	9525136.0081	1458.7047
	84	636942.0547	9525126.9483	1440.5213
	85	636927.2262	9525105.2361	1424.9923
	86	636935.8015	9525091.3145	1424.9568
	87	636928.3656	9525086.4081	1424.4763
	88	636925.5142	9525084.4951	1424.6841
	89	636933.6806	9525088.3633	1424.8510
	90	636938.3491	9525079.0848	1424.8314
	91	636933.9026	9525066.3208	1425.1113
	92	636928.1551	9525125.3356	1424.7784
	93	636918.8181	9525116.7488	1424.8051
	94	636920.3121	9525112.7498	1424.8208
	95	636920.2794	9525117.3136	1424.8264
	96	636916.7243	9525100.9682	1424.2602
	97	636894.4971	9525114.0736	1415.8104
	98	636891.4263	9525116.3256	1414.2123
	99	636891.3724	9525116.7257	1411.0276
	E-0	638394.0000	9522810.0000	1696.0000
	E-1	638379.0000	9522801.0000	1694.0000
	E-10	638006.9246	9523240.0821	1678.3292
	E-10A	638020.8798	9523215.3615	1663.2163
	E-11	637967.5148	9523302.4308	1675.4470



	E-12	637837.6370	9523536.2231	1670.5288
	E-13	637607.0043	9523950.8903	1645.4992
	E-14	637602.8763	9523982.5780	1651.8953
	E-2	638334.0743	9522857.1724	1687.6736
	E-3	638286.5954	9522893.1869	1683.4573
	E-4	638267.6880	9522904.7237	1682.4144
	E-5	638237.7579	9522933.5210	1680.0626
	E-5A	638250.0387	9522922.2064	1681.2460
	E-6	638224.2344	9522953.1620	1680.3145
	E-7	638208.8025	9522981.6459	1679.8046
	E-8	638133.1380	9523090.0972	1689.8957
	E-9	637979.1675	9523233.3938	1664.8069
	L-1	637316.3338	9524751.2548	1549.1032
	L-2	637300.7224	9524758.6056	1549.9835
	L-3	637284.1297	9524782.5933	1548.4610
	L-4	637277.7932	9524823.0688	1549.1307
	P-1	638382.0583	9522786.4543	1693.0740
	P-10	638309.2192	9522879.4203	1686.7195
	P-100	637348.3198	9524734.0217	1548.1858
	P-11	638303.4807	9522898.9598	1685.6699
	P-12	638286.5143	9522897.3565	1686.1982
	P-13	638269.7321	9522909.3423	1684.9087



ESTAC.	PUNTO	COORDENADAS		COTAS
		X	Y	(m)
	P-14	638253.3135	9522925.5585	1684.3960
	P-15	638241.2564	9522939.0585	1684.0544
	P-16	638231.6044	9522955.5958	1684.1076
	P-17	638216.9011	9522989.8320	1684.0420
	P-18	638206.9947	9523007.3658	1671.1937
	P-18A	638218.6594	9523013.8312	1675.4264
	P-18B	638216.9488	9523017.6557	1676.0404
	P-19	638177.9954	9523030.5951	1683.0670
	P-2	638379.4791	9522796.0130	1692.7989
	P-20	638126.6544	9523080.5657	1682.8982
	P-21	638091.5616	9523125.0265	1682.7052
	P-22	638079.8533	9523154.3317	1682.3817
	P-23	638063.6967	9523187.8888	1663.5208
	P-24	638057.5775	9523192.8200	1662.8744
	P-27	638006.9250	9523240.0820	1678.3290
	P-28	638000.2839	9523244.9116	1678.0785
	P-29	637997.8133	9523251.4851	1678.2556
	P-3	638376.1908	9522801.3810	1692.6344
	P-30	637982.7677	9523294.9703	1672.2108
	P-31	637969.1364	9523301.3495	1675.3498
	P-32	637953.5858	9523321.0664	1675.2145
	P-33	637946.7491	9523335.5187	1675.3357
	P-34	637949.8401	9523371.4182	1673.9530
	P-35	637937.4207	9523407.8807	1673.2878
	P-36	637930.2856	9523440.8689	1662.6838
	P-37	637924.7929	9523468.7428	1651.1271
	P-37A	637911.7391	9523474.8885	1647.8999
	P-38	637901.3882	9523478.5408	1652.2917
	P-39	637871.9134	9523491.3010	1662.6425
	P-4	638361.7089	9522842.3960	1692.2602
	P-40	637852.7688	9523511.4146	1670.1616
	P-41	637836.3910	9523534.4028	1668.7628
	P-42	637809.0890	9523569.1567	1667.8218
	P-43	637750.7777	9523629.5966	1665.3423
	P-44	637746.5593	9523647.2354	1665.3156
	P-45	637749.4010	9523658.3256	1664.7086
	P-45A	637762.4867	9523678.3682	1659.0921
	P-46	637778.0010	9523715.1733	1648.6321
	P-47	637800.3289	9523747.3249	1641.8099
	P-48	637813.8315	9523777.7121	1641.1700
	P-49	637799.5200	9523807.2367	1639.4400
	P-5	638353.3883	9522848.1578	1692.0000



	P-50	637791.1618	9523831.6756	1639.4506
	P-51	637765.0269	9523875.8745	1639.9534
	P-52	637763.7028	9523899.5858	1635.6166
	P-53	637768.9479	9523932.3405	1635.6910
	P-54	637765.8992	9523939.2882	1633.4603
	P-55	637755.5019	9523936.5015	1632.8235
	P-56	637738.2693	9523937.9143	1634.8022
	P-57	637715.7095	9523942.1236	1635.8076
	P-58	637674.5319	9523953.4172	1638.6206
	P-59	637636.5124	9523953.4064	1642.9338
	P-59A	637624.2440	9523953.6350	1646.1270
	P-6	638351.2856	9522862.6749	1691.7186
	P-60	637601.9108	9523966.2881	1650.0247
	P-61	637598.4312	9523981.4062	1650.1755
	P-62	637596.9901	9524002.5411	1646.5113
	P-63	637566.0859	9524050.8235	1649.3583
	P-64	637561.9423	9524062.4059	1649.0209
	P-65	637570.8302	9524081.2707	1648.0213
	P-66	637594.0792	9524122.2774	1643.3300
	P-67	637609.7181	9524136.7374	1644.2353
	P-68	637604.6554	9524150.6731	1644.1858
	P-69	637604.1391	9524161.6481	1642.2346
ESTAC.	PUNTO	COORDENADAS		COTAS
		X	Y	(m)
	P-7	638356.7490	9522867.8282	1691.4822
	P-70	637597.7052	9524165.0827	1641.2629
	P-71	637559.3270	9524197.0914	1636.6966
	P-72	637524.6654	9524231.5910	1632.3067
	P-73	637454.8544	9524266.6347	1630.2263
	P-74	637398.5898	9524304.8351	1628.5106
	P-75	637332.7308	9524266.1649	1628.9840
	P-76	637307.7130	9524261.1368	1628.4133
	P-77	637263.5466	9524269.0338	1625.8003
	P-78	637231.0370	9524264.8919	1619.2327
	P-79	637230.4393	9524281.8432	1616.3184
	P-8	638354.2317	9522870.6544	1691.3566
	P-80	637238.1195	9524313.0801	1608.9246
	P-81	637267.0274	9524351.7843	1604.4001
	P-82	637296.4414	9524368.3541	1603.5171
	P-83	637320.7190	9524381.3837	1602.4477
	P-84	637323.7557	9524390.1591	1601.7728
	P-85	637351.7238	9524433.0904	1597.7909
	P-86	637392.2466	9524447.7944	1592.9174
	P-87	637466.5821	9524462.1062	1579.4977



	P-88	637476.4328	9524484.8935	1572.2852
	P-89	637490.1776	9524499.4084	1569.2563
	P-9	638334.8867	9522862.2081	1690.9243
	P-90	637523.2452	9524518.6442	1560.5857
	P-91	637543.2340	9524528.4484	1557.1740
	P-92	637562.0838	9524531.2746	1553.4152
	P-93	637571.3817	9524548.9339	1535.8303
	P-95	637504.9819	9524629.9270	1539.8416
	P-95A	637524.8803	9524612.3523	1538.8655
	P-95B	637540.4097	9524604.6015	1539.7772
	P-95C	637571.4357	9524576.4443	1533.7781
	P-95D	637573.997	9524572.907	1531.39
	P-96	637500.0057	9524651.2036	1536.6846
	P-97	637477.9691	9524649.3940	1541.9425
	P-98	637420.5023	9524707.3836	1546.8982
	P-99	637386.5946	9524711.3337	1547.4960
	E-17	637276.9458	9525010.4031	1505.3913
	E-18	637137.1120	9525108.5504	1534.4605
	E-19	637097.5712	9525194.3124	1536.4914
	E-20	637088.0670	9525235.6742	1527.2599
	E-20A	637084.0454	9525268.7120	1516.9832
	E-21	637011.3395	9525194.6485	1488.5744
	E-22	636918.4819	9525116.8720	1424.8108
	E-23	636919.7939	9525100.6601	1424.5905
	L-10	637318.9651	9524925.6782	1508.5888
	L-11	637306.3241	9524933.6582	1511.4576
	L-12	637277.5690	9524949.1669	1511.2455
	L-13	637261.6124	9524966.4669	1509.5598
	L-14	637263.5031	9524981.4671	1508.6365
	L-15	637264.8474	9525026.6570	1490.1444
	L-16	637253.2090	9525042.3156	1488.2826
	L-17	637232.6979	9525049.4579	1499.5201
	L-18	637163.2527	9525087.4877	1528.2634
	L-18A	637102.6275	9525064.0305	1507.0554
	L-20	637121.0514	9525133.5479	1534.2317
	L-21	637089.8891	9525191.6763	1532.5021
	L-21A	637097.8774	9525177.7238	1533.1617
	L-21B	637119.5157	9525172.5293	1534.1073
	L-21C	637124.2708	9525160.9232	1533.7350
	L-22	637028.9705	9525175.9319	1497.6060
	L-23	636992.6792	9525144.0833	1469.9674
	L-24	636955.9410	9525128.5584	1448.9039
	L-25	636910.3762	9525123.2745	1424.0257
	L-4	637278.8918	9524822.8702	1549.5252



ESTAC.	PUNTO	COORDENADAS		COTAS
		X	Y	(m)
	L-5	637289.5418	9524838.1484	1544.3453
	L-6	637298.6753	9524850.5333	1537.0454
	L-7	637314.3427	9524873.8143	1526.6171
	L-8	637339.3721	9524899.7474	1508.5350
	L-9	637340.9021	9524911.9170	1508.2094
	L-19	637123.4755	9525121.2139	1534.4720



ANEXO 5

ESTUDIO DE SUELOS



ILUSTRE MUNICIPIO DEL CANTON SOZORANGA
PRUEBA DE MECANICA DE SUELOS
CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO

Muestra N°	Profundidad (m)	Recip. N°	Peso del Recipiente	Peso del Recipiente +S. Húmedo	Peso del Recipiente +S. Seco	Peso del Agua	Peso del Suelo Seco	Contenido de Humedad CH (%)
1	1,50	MS2	70,71	278,53	266,29	12,24	195,58	6,258%
2	1,50	MS-1	70,74	300,49	286,69	13,8	215,95	6,390%
3	1,50	MS-8	67,82	298,675	285,46	13,215	217,64	6,072%
Promedio								6,240%

FÓRMULAS:

$$CH\% = \frac{W_A}{W_S} \times 100$$

$$CH\% = \frac{Peso_{recip-suelo-humedo} - Peso_{recip-suelo-seco}}{Peso_{recip-suelo-seco} - Peso_{recip}} \times 100$$

OBSERVACIONES:

Tenemos un suelo a 1.5 m de profubcidad con un contenido de humedad de

6,24%



ILUSTRE MUNICIPIO DEL CANTON SOZORANGA

**PRUEBA DE MECANICA DE SUELOS
LÍMITE DE CONSISTENCIA**

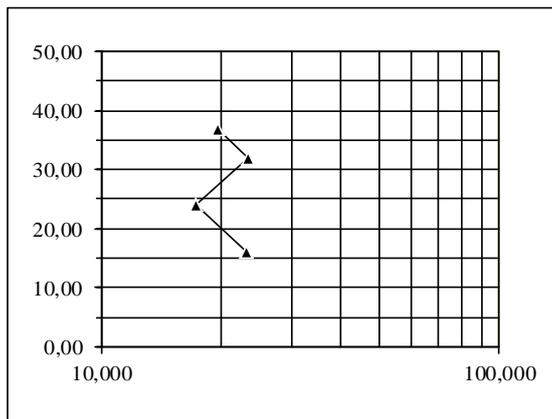
Profundidad 1.5 m

LÍMITE LIQUIDO

PROYECTO : SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO

NUMERO DE LA CÁPSULA		N° 32	N° 15	N° 71	N° 57
A	Peso de la Cápsula (gr)	54,78	59,77	58,64	54,3
B	Peso Cáp + S.húmedo (gr)	75,18	82,75	82,35	73,52
C	Peso Cáp + S.seco (gr)	71,35	79,37	77,88	70,37
D = C-A	Peso del Suelo Seco (gr)	16,57	19,6	19,24	16,07
E = B-C	Peso del agua (gr)	3,83	3,38	4,47	3,15
W=(E/D)*100	Contenido de Humedad (%)	23,11	17,24	23,23	19,60
NUMERO DE GOLPES		16	24	32	37

DIAGRAMA



LÍMITE LIQUIDO (L.L) 20,80

LÍMITE PLÁSTICO (L.P) 15,83

ÍNDICE PLÁSTICO (I.P) 4,97

OBSERVACIONES:

Suelo fino

LÍMITE PLÁSTICO

NUMERO DE LA CÁPSULA		N° 48	N° 33
A	Peso de la Cápsula (gr)	12,56	13,78
B	Peso Cáp + S.húmedo (gr)	12,79	13,92
C	Peso Cáp + S.seco (gr)	12,76	13,9
D = C-A	Peso del Suelo Seco (gr)	0,2	0,12
E = B-C	Peso del agua (gr)	0,03	0,02
W=(E/D)*100	Contenido de Humedad (%)	15,00	16,67
$\Sigma Wi/n$	Cont. Med. Hum. (%)	15,83	



ANEXO 6

ANÁLISIS DE AGUA



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS
Y SERVICIOS DE AGUAS Y SUELOS**
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS Y SUELOS

1. INFORMACIÓN GENERAL:

# DE ORDEN:	CIESSA-ONEA Test Lab-11 -078	SOLICITANTE:	Tesisistas: Andrés León y Jorge Ojeda.		
PROYECTO:	Estudio Y Diseño del Sist.de Agua Potable para la Comunidad El Salado del Cantón Sozoranga,	DIRECCIÓN:	Bolívar entre Quito e Imbabura		
		TELEFAX:	072- 577 036	Móvil:	093904023

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

FECHA DE MUESTREO:	22 - 02 - 2011	MUESTRA:	Agua de Quebrada S/N		
FECHA DE INGRESO:	22 - 02 - 2011	PRESENTACIÓN:	Envase plástico -Estéril.		
FECHA DE ANÁLISIS:	22 - 02 - 2011	CODIGO:	MA - 1		
FECHA DE REPORTE:	16 - 04 - 2011	CANTON:	Sozoranga	PROVINCIA:	Loja
FECHA DE ENTREGA:	17 - 04 - 2011	PARROQUIA:	Sozoranga	SECTOR:	El Salado

I. REFERENCIA ANALITICA:

Límites Permisibles para agua Potable y, Consumo Humano o Uso Doméstico que requiere Tratamiento Convencional

3. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO:

3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Olor	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	AWWA	USPHS
Sabor	-	Ausencia	Inobjetable	Inobjetable	AWWA	USPHS
Color Real	U.Pt- Co	0	-	100	APHA	TULAS
Color Aparente	U.Pt- Co	42	-	-	APHA	USPHS-OMS
Turbiedad	N.T.U. o F.T.U	6	-	100	AWWA	TULAS
Temperatura	°C	19,7	Condición	Natural+0-3°C	AWWA	TULAS
Aceites y Grasas	PELICULAVISIBLE	Ausencia	Ausencia	0,3mg/l	M S P	M S P-TULAS
Materia Flotante	MATERIAVISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	TULAS	TULAS
Sólidos Totales	mg/l	140	-	-	AOAC 920.193	M S P
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	130	-	1000	AOAC 920.193	TULAS
Conductividad Eléctrica	µmhos/cm	259	-	1250	AOAC 973.40	IEOS
Sólidos Suspendidos	mg/l	4	Ausencia	Ausencia	AOAC 920.193	M S P
Sólidos Sedimentables	ml/l	0	Ausencia	Ausencia	C. IMHOFF	M S P

3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	7,3	6,0	9,0	AOAC 973.41	TULAS
Acidez Libre	mg/l	0,0	-	-	AOAC 973.42	-
Acidez Total	mg/l	0,0	-	-	AOAC 973.42	-
Alcalinidad a la Fenoltaleina	mg/l	0,0	-	-	AOAC 973.43	-
Alcalinidad Total	mg/l	73	-	-	AWWA	-
Bicarbonatos	mg/l	73	-	250	AWWA	IEOS
Carbonatos	mg/L	0,0	-	120	AWWA	IEOS



CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS Y SERVICIOS DE AGUAS Y SUELOS

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Cianuro Total	mg/l	0,00	0,00	0.10	pyridine - pyrazolone	TULAS
Ácido Sulhídrico	mg/l	0,00	0,0	0.05	SULFURO DE PLOMO	IEOS
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	0,14	-	1.0	NESSLER	TULAS
Amoniacal	mg/l	0,17	-	0.5	NESSLER	IEOS
Amonio	mg/l	0,18	-	0.05	NESSLER	TULAS
Calcio	mg/l	28,0	30	70	AWWA - ETAS	INEN
Dureza Cálrica	mg/l	69,9	150	500	AWWA - ETAS	OMS-IEOS
Dureza Total	mg/l	105	-	500	AWWA - ETAS	TULAS
Dureza Magnésica	mg/l	35,1	-	-	AWWA - ETAS	-
Magnesio	mg/l	8,53	12	30	AWWA - ETAS	INEN
Cloruros	mg/l	1,50	-	250	DE MOHR	TULAS
Sodio	mg/l	0,98	-	200	ARGENTOMÉTRICO	TULAS
Potasio	mg/l	0,20	10	500	ARGENTOMÉTRICO	IEOS
Manganeso Total	mg/l	0,00	-	0.1	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	0,04	-	1.0	1,10-PHENANTHROLINE	TULAS
Hierro Soluble	mg/l	0,05	0.3	0.8	1,10-PHENANTHROLINE	OMS-IEOS
Hierro Coloidal	mg/l	0,06	-	-	1,10-PHENANTHROLINE	OMS-IEOS
Hierro + Manganeso	mg/l	0,04	-	0.3	ETAS-COMB.	USPHS
Sílice	mg/l	11,0	-	5	MOLIBDATO DE SILICE	IEOS
Sulfatos	mg/l	10,0	-	400	TUBIDIMETRO	TULAS
Fosfatos	mg/l	0,20	-	0.3	ÁCIDO ASCÓRBICO	IEOS
Fósforo	mg/l	0,07	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Pentóxido Fósforo	mg/l	0,15	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Fluoruro Total	mg/l	0,00	-	1.5	SPADNS	TULAS
Cloro Libre	mg/l	0,00	0.5	0.3 - 1	AWWA	INEN
Cloro Total	mg/l	0,00	-	-	AWWA	-
Nitrógeno Nitrato	mg/l	1,12	-	10	REDUCCIÓN DE CADMIO	TULAS
Nitrato	mg/l	4,93	10	45	REDUCCIÓN DE CADMIO	INEN - USPHS
Nitrógeno Nitrito	mg/l	0,01	-	1.0	DIAZOTIZACIÓN	TULAS
Nitrito	mg/l	0,01	Cero	Cero	DIAZOTIZACIÓN	INEN
Nitratos+Nitritos	mg/l	4,94	-	10	ETAS-COMB.	OMS - IEOS
Anhídrido Carbónico Libre	mg/l	1,64	-	5	AWWA	IEOS
D B Os	mg/l	0,00	-	No > 2	AOAC 973 - 44	TULAS
D Q O	mg/l	0,00	-	-	AOAC973 - 46	IEOS
OD	mg/l	7,50	-	No < 6	AOAC 973 - 45	TULAS

4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Gérmes Totales	UFC/ml	180 000	Ausencia	30	AOAC 966.23 C	INEN
Coliformes Totales	NMP/100ml	350	-	3000	APHA 9221 B	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	10	-	600	INEN 1 529-8	TULAS
Hongos - Levaduras	UFC/ml	0	0	0	FDA Cap. 18 1992	IEOS

-Límite Máx. Permisible para el Agua de Consumo Humano y Uso Doméstico, que requiere Tratamiento Convencional, según TULAS

-Límite Máx. Permisible para Agua Potable de Consumo Humano, Según Normas: INEN, OMS, USPHS e IEOS

-Dentro de la Norma de referencia del Límite Deseable Permisible marcadas con el signo (-) no contempla fuente alguna sobre criterios de calidad Admisible en Aguas que requiere Tratamiento Convencional o de Consumo Humano y Uso Doméstico.



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"



CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS Y SERVICIOS DE AGUAS Y SUELOS

II. REFERENCIA ANALITICA:

Límite Máx. Permisible para la Preservación de Flora y fauna en Aguas Dulces, Frías o Calidas en Cuerpos de Agua Superficial

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	7,30	6,5	9,0	AOAC 973.41	TULAS
Temperatura	°C	19,7	Condiciones Natural+3°C-20		AWWA	TULAS
Materia Flotante	MATERIAVISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	M S P - TULAS	TULAS
Acido Sulfhídrico	mg/l	0,00	-	0,0002	SULFURO DE PLOMO	TULAS
Aceites y Grasas	PELICULAVISIBLE	Ausencia	Ausencia	0,3mg/l	M S P - TULAS	TULAS
Amoniaco	mg/l	0,17	-	0,02	NESSLER	TULAS
Cianuro Total	mg/l	0,00	-	0,01	pyridine - pyrazolone	TULAS
Cloro Libre	mg/l	0,00	-	0,01	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	0,04	-	0,30	1,10-PHENANTHROLINE	TULAS
Manganeso Total	mg/l	0,00	-	0,10	AWWA	TULAS
Fluoruro Total	µg/l	0,00	-	4,00	SPADNS	TULAS
Nitrito	µg/l	10,0	-	60,0	DIAZOTIZACIÓN	TULAS
OD	mg/l	7,50	-	No < 6	AOAC 973 - 45	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	10	-	200	INEN 1 529-8	TULAS
+Coliformes Totales	NMP/100ml	350	-	1 000	APHA 9221 B	TULAS
+Nitrógeno Amoniacal	mg/l	0,14	-	30,0	NESSLER	TULAS
+Bicarbonatos	meq/l	1,20	-	8,50	M S P - AWWA	TULAS
+Cloruros	meq/l	0,08	-	250	DE MOHR	TULAS
+Sodio	meq/l	0,08	-	200	ARGENTOMÉTRICO	TULAS
+Transparencia de las Agua	m (visual)	Transparencia visible	-	2,00	Disco Secchi	TULAS
+Sólidos Disueltos Totales	mg/l	130	-	3 000	AOAC 920.193	TULAS
+R A S	meq/l	0,21	-	15	M S P	TULAS
+Conductividad Eléctrica	mmhos/cm	0,26	-	3,00	AOAC 973.40	TULAS
*Coliformes Fecales	NMP/100ml	10	-	200	INEN 1 529-8	TULAS
*Coliformes Totales	NMP/100ml	350	-	1 000	APHA 9221 B	TULAS
*Temperatura	°C	19,7	Condiciones Natural+3°C-20		AWWA	TULAS
*Materia Flotante	MATERIAVISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	M S P - TULAS	TULAS
*Aceites y Grasas	PELICULAVISIBLE	Ausencia	Ausencia	0,3mg/l	M S P - TULAS	TULAS
*Potencial de Hidrógeno	pH	7,30	6,5	9,0	AOAC 973.41	TULAS
*OD	mg/l	7,50	-	No < 6	AOAC 973 - 45	TULAS

- * Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Agrícola o de Riego; correspondiente a la Tabla 6, de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, Libro VI - Anexo I. Bajo el amparo del R_{USA} PCCA.
- * Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Recreativo; correspondiente a la Tabla 9, literal a), de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, Libro VI - Anexo I. Bajo el amparo del R_{USA} PCCA.

NOMENCLATURA REFERENCIAL DE TERMINOLOGIA:

- N T U (Unidades de Turbiedad Nefelométrica) / - µmos/cm. (Micromhos por centimetro)
- F T U (Unidades de Formazin Turbidimétrica) / - mmhos/cm. (Milimhos por centimetro)
- U. Pt. Co. (Unidad de Platino Cobalto) / - mg/l y ml/l (Miligramos por litro y Mililitros por litro)
- ° C (No exceda de 3 grados de la Tc. Media de la Región) / - meq/l (Miliequivalente por litro)
- U F C/ml (Unidad Formadora de Colonias por mililitro) / - m. (Profundidad mínima, en metros)
- (Gérmenes Totales o Aerobios Mesófilos) / - D B O5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días)
- N M P (Número más probable de bacterias por 100 mililitros) / - bQO (Demanda Química de Oxígeno)
- R A S (Relación de Adsorción de Sodio) / - OD (Oxígeno Disuelto)

[Signature]
Ing. Edgar A. Ojeda Noriega

CISSA Cía. Ltda.
ONEA Test Lab
CENTRO DE INVESTIGACIÓN,
ESTUDIOS Y SERVICIOS DE AGUAS Y SUELOS

RUC. 1191731766001
Bernardo Valdivieso # 14-24 entre Andrés Bello y Calacocha
Loja - ECUADOR
Telf: 072-577 707 / 072-589 913 Cal: 091549877

[Signature]
Ing. Patricia Escarabay Mendoza

HIDRO SANITARIO & EDAFOLOGIA

HIDRO SANITARIO & MICROBIOLOGIA



ANEXO 7

DISEÑO DE LA CAPTACIÓN



DISEÑO DE CAPTACION MANANTIAL DE LADERA

Gasto Máximo de la Fuente: $Q_{max} = 0,18 \text{ l/s}$

1) Determinación del ancho de la pantalla:

Sabemos que:

$$Q_{max} = v_2 \times Cd \times A$$

Despejando:

$$A = \frac{Q_{max}}{v_2 \times Cd}$$

Donde: Gasto máximo de la fuente: $Q_{max} = 0,18 \text{ l/s}$

Coefficiente de descarga: $Cd = 0,60$ (valores entre 0.6 a 0.8)

Aceleración de la gravedad: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Carga sobre el centro del orificio: $H = 0,40 \text{ m}$

Velocidad de paso teórica: $v_{2t} = Cd \times \sqrt{2gH}$

$v_{2t} = 1,681 \text{ m/s}$ (en la entrada a la tubería)

Velocidad de paso asumida: $v_2 = 0,60 \text{ m/s}$ (el valor máximo es 0.60m/s, en la entrada a la tubería)

Area requerida para descarga: $A = 0,0005 \text{ m}^2$

Ademas sabemos que:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

Diametro de tubería de ingreso: $D_c = 0,02523 \text{ m}$

$D_c = 1 \text{ pulg} \quad 25 \frac{1}{4} \text{ mm}$

Asumimos un diametro comercial: $32 \text{ } 1,26 \text{ } D_a = 1 \frac{1}{4} \text{ pulg}$ (se recomiendan diámetros $< \phi = 2''$)

Determinamos el número de orificios en la pantalla:

$$Norif = \frac{\text{área del diámetro calculado}}{\text{área del diámetro asumido}} + 1$$

$$Norif = \left(\frac{D_c}{D_a}\right)^2 + 1$$

Numero de orificios: $Norif = 2 \text{ orificios}$

Conocido el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada se calcula el ancho de la pantalla (b), mediante la siguiente ecuación:

$$b = 2(6D) + Norif \times D + 3D(Norif - 1)$$

Ancho de la pantalla: $b = 0,6 \text{ m}$
 $b = 0,8 \text{ m} \quad \text{ASUMIDO}$

1) Calculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:



Donde: Carga sobre el centro del orificio: $H = 0,35$ m Se recomienda una carga mínima de 30 cm

Además:
$$h_o = 1.56 \frac{v_2^2}{2g}$$

Pérdida de carga en el orificio: $h_o = 0,02862$ m

Hallamos: **Pérdida de carga afloramiento - reservorio: $H_f = 0,32$ m**

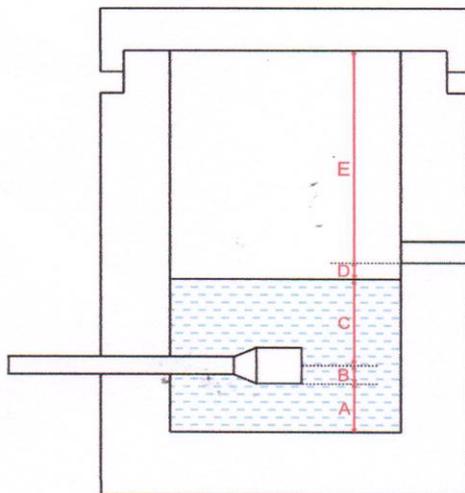
Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

$$L = \frac{H_f}{0.30}$$

Distancia afloramiento - reservorio: $L = 1,07$ m
L asumiendo= 1,10 m

2) Altura de la cámara húmeda:

Determinamos la altura de la cámara húmeda mediante la siguiente ecuación:



Donde:

A: Se considera una altura mínima de 10cm que permite la sedimentación

$$A = 15,0 \text{ cm}$$

B: Se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.

$$B = 1,6 \text{ cm}$$

D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínima 5cm).

$$D = 10,0 \text{ cm}$$

E: Borde Libre (se recomienda de 10 a 30cm).

$$E = 30,0 \text{ cm}$$

C: Altura de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción se recomienda una altura mínima de 30cm).

$$C = 1.56 \frac{v^2}{2g} = 1.56 \frac{Q_{md}^2}{2gA^2}$$

Donde: Caudal máximo diario: $Q_{md} = 0,0001$ m³/s 0,09 l/s
Área de la tubería de salida: $A = 0,001$ m²

Por tanto: **Altura calculada: $C = 0,001$ m**

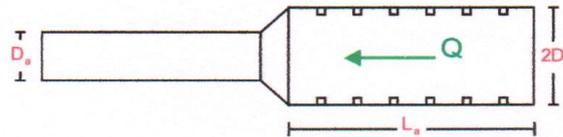
Resumen de Datos:

A= 15,0 cm
B= 1,6 cm 0,016
C= 30,0 cm
D= 10,0 cm
E= 30,0 cm



a Asumida: **Ht= 0,90 m**

mensionamiento de la Canastilla:



metro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la línea de conducción:

$$D_{canastilla} = 2 \times D_a$$

$$D_{canastilla} = 2,52 \text{ pulg}$$

comienza que la longitud de la canastilla sea mayor a 3D_a y menor que 6D_a:

$$L = 3 \times 1,3 = 3,77953 \text{ pulg} = 9,6 \text{ cm}$$

$$L = 6 \times 1,3 = 7,55906 \text{ pulg} = 19,2 \text{ cm}$$

$$L = 15,2 \text{ cm}$$

lo las medidas de las ranuras: ancho de la ranura= 5 mm (medida recomendada)
largo de la ranura= 7 mm (medida recomendada)

lo el área de la ranura: **Ar= 35 mm² = 0,0000350 m²**

mos determinar el área total de las ranuras:

$$A_{TOTAL} = 2A_s$$

lo: Area seccion tubería de salida: **A_s = 0,0008042 m²**

$$A_{TOTAL} = 0,0016085 \text{ m}^2$$

lor de A_{total} debe ser menor que el 50% del área lateral de la granada (A_g)

$$A_g = 0.5 \times D_g \times L$$

le: Diámetro de la granada: **D_g = 2,52 pulg = 6,4 cm**
L = 15,2 cm

$$A_g = 0,0153209 \text{ m}^2$$

onsiguiente: **A_{TOTAL} < A_g OK!**

minar el número de ranuras:

$$N^{\circ} \text{ranuras} = \frac{\text{Area total de ranura}}{\text{Area de ranura}}$$

$$N^{\circ} \text{ranuras} = 45$$



4) Calculo de Rebose y Limpia:

La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$D_r = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{h_f^{0.21}}$$

Donde:	Gasto máximo de la fuente:	Q _{max} =	0,18 l/s
	Perdida de carga unitaria en m/m:	h _f =	0,015 m/m (valor recomendado)
	Diámetro de la tubería de rebose:	D _r =	0,89389 pulg
	Asumimos un diámetro comercial:	D _r =	1 pulg



ANEXO 8

DISEÑO DEL DESARENADOR



DISEÑO HIDRÁULICO DEL DESARENADOR

PARÁMETROS DE DISEÑO

	Caudal (Qd)	0,18 lt/seg
ϕ	Diámetro de partículas a remover	0,100 mm
δ_s	Densidad relativa de partículas	2,65 gr/cm ³
δ	Peso específico del agua	1,00 gr/cm ³
Tr	Tiempo de retención (Tr)	15 [15 - 20 minutos. Norma]
Cs	Carga superficial (Cs)	60 [60 - 120 m ³ /m ² /día. Norma]
T	Temperatura	19,7 °C
U	Viscosidad cinemática	1,17E-02 cm ² /seg.
g	Aceleración de la gravedad	981 cm ² /seg.

DISEÑO DE CÁMARA DEL DESARENADOR

1. Volumen del desarenador

$$V_d = Q_d \times Tr$$

$$V_d = 0,162 \quad m^3$$

2. Área superficial horizontal

$$A_s = \frac{Q_d}{C_s}$$

$$A_s = 0,2592 \quad m^2$$

3. Dimensionamiento

$$L/B = 2.25 - 5 = 3,00 \text{ Adoptado}$$

$$L/H = 3 - 25 = 3,00 \text{ Adoptado}$$

Donde :

L = Largo (m)

B = Ancho (m)

H = Altura (m)

$$B = 0,29394 \quad m$$

$$B = 0,60 \quad m \quad \text{Adopto} \quad Ok$$

$$L = 1,80 \quad m$$

$$L = 1,80 \quad m \quad \text{Adopto} \quad Ok$$

$$H = \frac{V_d}{A_s}$$

$$H = 0,63 \quad m$$

$$H = 0,70 \quad m \quad \text{Adopto} \quad Ok$$



4. Comprobación de dimensionamiento

4.1 Volumen Útil

$$Vu = L \times B \times H$$

$$Vu = 0,76 \text{ m}^3$$

4.2 Tiempo de retención

$$Tr = \frac{Vu}{Qd}$$

$$Qd = (0,67/1000) * 60 = 0,108$$

$$Tr = 7 \text{ minutos } Ok$$

5. Chequeo de velocidades

5.1 Carga Superficial (Cs)

$$Cs = \frac{Qd}{As}$$

$$Cs = 0,00069 \text{ m/seg}$$

$$Cs = 0,069 \text{ cm/seg}$$

5.2 Velocidad sedimentación (vs.)

Utilizaremos la ecuación de STOKES para verificar el tipo de régimen

$$Vs = \frac{g \phi^2}{18 \nu} (\delta s - \delta)$$

$$Vs = 0,769 \text{ cm/seg } Vs > Cs \text{ Ok}$$

Comprobación del Número de Reynolds

$$R = \frac{\psi Vs \phi}{\nu}$$

Donde :

ψ Factor de forma de las partículas, corrección para arena redondeada

$$R = 0,539 \text{ Regimen de transición no es aplicable STOKES}$$



5.3 Velocidad de arrastre (Va)

$$Va = \sqrt{\frac{8k}{f} g (\delta s - 1) \phi}$$

Donde : k : Coeficiente para partículas discretas y aisladas en soluciones diluidas
f : Coeficiente fricción para el concreto

Va = 13,14 cm/seg

5.4 Velocidad máxima horizontal (Vmh)

$$Vmh = Va/3$$

Vmh = 4,38 cm/seg

5.5 Velocidad horizontal en la cámara (Vh)

$$Vh = \frac{Qd}{At}$$

Vh = 0,181 cm/seg Vh < Vmh Ok

6. Calculo de capacidad del desarenador de acuerdo a porcentaje de remoción

Se a considerado la condición de comportamiento pobre debido al relativo control y mantenimiento que tendrá la obra debido a su accesibilidad y lejanía, se a adoptado un 75% de eficiencia, para lo cual tenemos

n = 1/2 Donde :

$$\frac{t}{t_0} = 2$$

n : Coeficiente que identifica el comportamiento del tanque
t₀ : Tiempo que demora una partícula en depositarse en el suel
t : Tiempo para una remoción del 75% de la partículas

$$t_0 = \frac{H}{Vs}$$

t₀ = 91,08 seg
t = 3,04 min
Capacidad = 0,13 m³ OK menor que Vu = 0.65 m³

DIMENSIONES FINALES	
Longitud :	1,80 m
Ancho :	0,60 m
Altura :	0,70 m



DISEÑO DE ESTRUCTURA DE ENTRADA

Parámetros de Diseño

Velocidad horizontal en orificios $V_o = 0,2$ m/seg
Diámetro de orificios = 22 mm *Tubería de PVC.P. E/C de 25 mm 2.00 Mpa*

7. Área transversal total de orificios (A_o)

$$A_o = \frac{Q_d}{V_o}$$

$$A_o = 0,0009 \text{ m}^2$$
$$A_o = 9,0 \text{ cm}^2$$

8. Área transversal de los orificios (A_o)

$$A_o = 0,000380 \text{ m}^2$$

9. Número de orificios (N_{orif})

$$N_{orif} = \frac{A_o}{A_o}$$

$$N_{orif} = 2,37 \text{ u}$$
$$N_{orif} = 9 \text{ u Adoptado} \quad Ok$$

10. Comprobación de velocidades en orificios

$$q_o = \frac{Q_d}{N_{orif}}$$

$$q_o = 0,0000200 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$V_{\text{orificio}} = \frac{q_o}{A_o}$$

$$V_{\text{orificio}} = 0,0526132 \text{ m/seg} \quad Ok \text{ menor que } 0.20\text{m/seg}$$

11. Ubicación de los orificios en la pantalla



Orificios mas altos h/ 6	0,10 m	<i>Mínimo desde la superficie del agua</i>
Orificios mas bajos h/ 5	0,12 m	<i>Mínimo por encima del fondo</i>

DISEÑO DE ESTRUCTURA DE SALIDA

12. Carga de agua sobre el vertedero frontal

$$H = \left(\frac{Qd}{1.838xL} \right)^{2/3} \quad L = 0,60 \text{ m (el mismo ancho del desarenador)}$$

$$H = 0,290 \text{ cm}$$

13. Carga sobre la tubería de salida

$$H_s = \frac{(Qd)^2}{C^2 \times A_{ts}^2 \times 2 \times g}$$

Donde :

C = Coeficiente de contracción 0,65 *Adoptado*

A_{ts} = Área transversal de tubería de salida

Diámetro interior de tubería de salida

37,00 mm

$$A_{ts} = 0,001075 \text{ m}^2$$

$$H_s = 0,43 \text{ cm}$$

$$H_s = 6,00 \text{ cm}$$

DISEÑO DE ZONA DE LODOS

Volumen de Lodos = 20% del Volumen del Sedimentación

$$V \text{ sedimentación} = 0,76 \text{ m}^3$$

$$V \text{ lodos} = 0,1512 \text{ m}^3$$

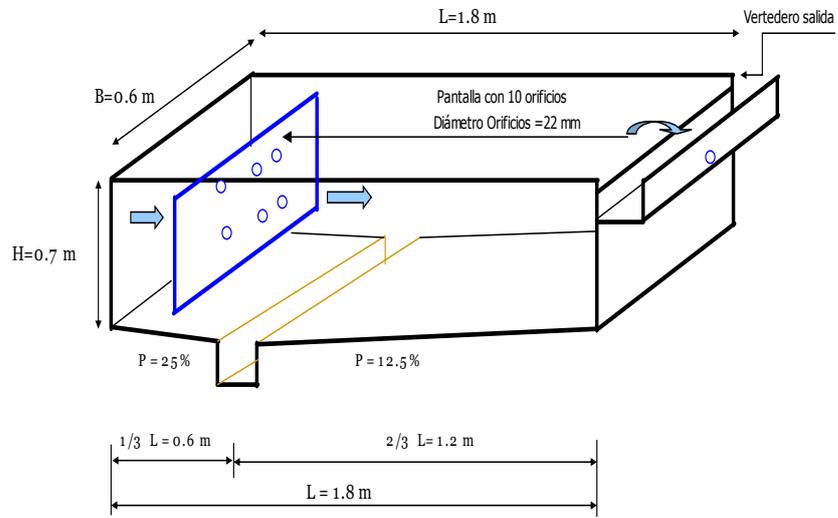
$$V_{\text{real de lodos}} = 0,15 \text{ m}^3$$

$$V \text{ tanque} = 0,76 \text{ m}^3$$

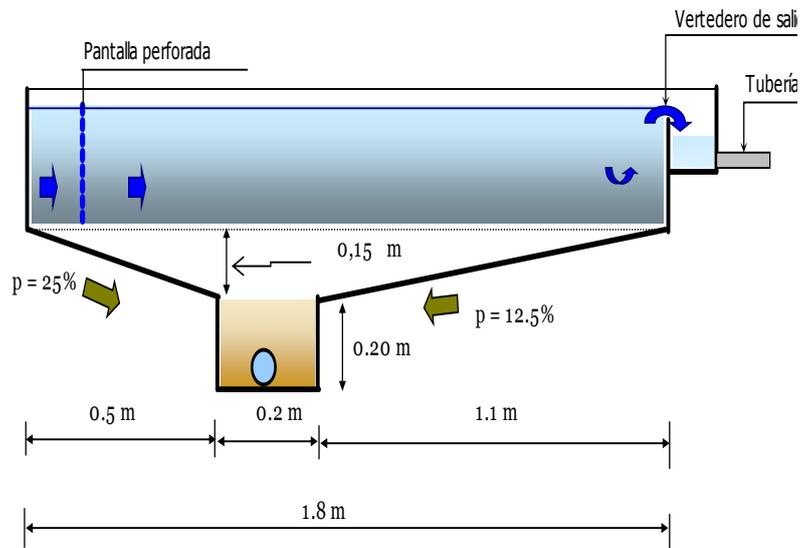
$$\text{Porcentaje real} = 19,6\%$$



RESUMEN DE DIMENSIONES FINALES DEL DESARENADOR



ZONA DE LODOS





DISEÑO DE TUBERÍA DE DESAGÜE Y DESBORDE

14. Tubería de desague

El Tiempo de vaciado viene dado por la siguiente expresión

$$t = \frac{2 S \sqrt{h}}{u A \sqrt{2g}}$$

Donde :

t : Tiempo de vaciado en seg [2 - 4 horas según norma]

S: Superficie del tanque en m² = 1.26 m²

A: Área de la tubería m², con el diámetro 3 pulg. = 0.0046 m²

u: Coeficiente que depende de la relación L/D, siendo L la long. de la tubería recta acorde con el accesorio y D el diámetro de la tubería. = 0.31

L: Longitud de tubería de desague = 15 m

$$u = \frac{1}{\sqrt{0.0431 \times \frac{L}{D} + 1.62}}$$

h: Altura de la lamina de agua = 0.95 m

Tiempo de vaciado t = 388.86 seg
t = 6.50 minutos



ANEXO 9

DISEÑO FILTRO GRUESO
DINÁMICO Y FILTRO
LENTO DE ARENA



ILLUSTRE MUNICIPIO DEL CANTON SOZORANGA

Diseño del Sistema de Agua Potable para la comunidad el Salado

DISEÑO DE FILTROS LENTOS DESCENDENTES

CRITERIOS DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA FILTROS LENTOS DE ARENA.

Criterio de diseño	Recomendación			
	Huisman and and Wood (1974)	Ten States Standards (1987)	Visscher USA (1987)	Cinara, IRC (1997)
Periodo de Operación(h/d)	24	n.e	24	24
Periodo de Diseño (años)	n.e	n.e	10 a 15	8 - 12
Velocidad de filtración (m/h)	0.1 - 0.4	0.08 - 0.24	0.1 a 0.2	0.1 - 0.3
Altura de arena (m)				
Inicial	1,20	0,8	0,9	0.8
Final	0,70	n.e	0,5	0.5
Diámetro efectivo arena (mm)	0.15 a 0.30	0.15 - 0.35	0.30 - 0.45	0.15 - 0.30
Coefficiente de Uniformidad				
- Aceptable	< 3	≤ 2.5	< 5	< 4
- Deseable	< 2	n.e	< 3	< 2
Altura de lecho de soporte, incluye drenaje (m)	n.e	0.4 - 0.6	0.3 - 0.5	0.25
Altura de agua sobrenadante (m)	1.0 - 1.5	0,9	1	0.75 (1)
Borde libre (m)	0.2 - 0.3	n.e	0,1	0.1
Área superficial máxima por módulo (m ²)	n.e	n.e	< 200	< 100

1. PARÁMETROS DE DISEÑO.

Caudal de diseño de la planta de tratamiento, Q_{TRATAM} =

0,17 (lit/seg)

Número de módulos de filtración, MF =

1,0 (módulos)

Velocidad de filtración, Vf =

0,11 (m/h)

2. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA.

Cajón recolector-regulador. $V = b * l * h$

Tiempo de retención en cajón recolector_regulador, t =

300 (seg)

Volumen de la cámara o cajón recolector regulador, $V = Q_{TRATAM} * t =$

0,0510 (m³)

Ancho de la cámara o cajón recolector_regulador, b =

0,50 (m) Adoptado

Longitud de la cámara o cajón recolector-regulador, l =

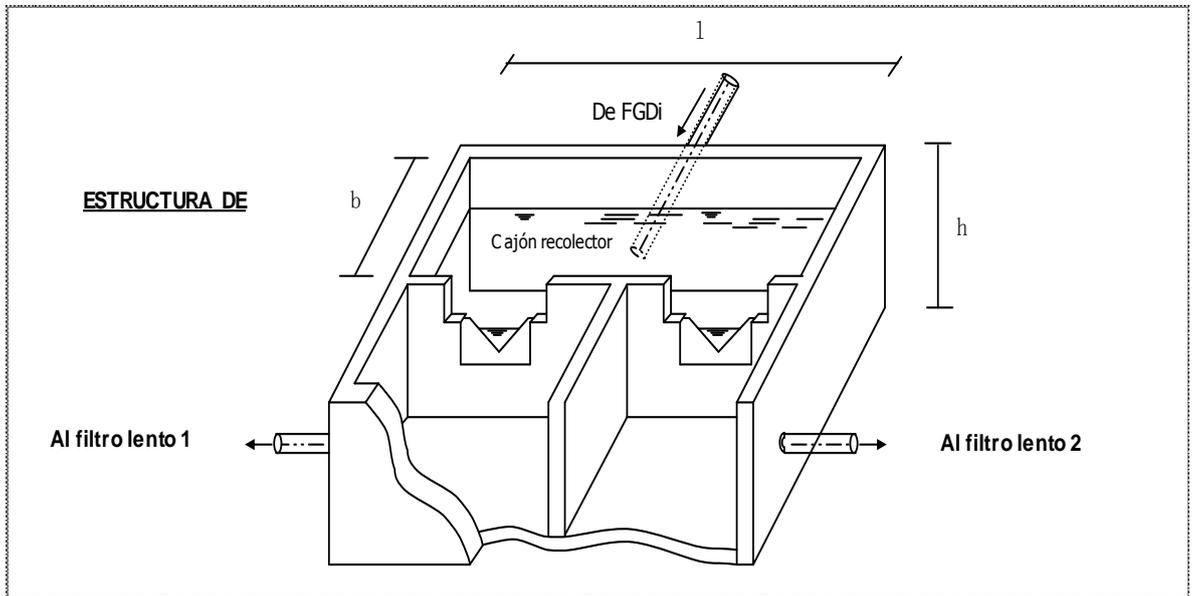
1,15 (m) Adoptado

Profundidad de la cámara de entrada, $h = V / (b * l) =$

0,09 (m)

Profundidad adoptada de la cámara de entrada, h =

0,50 (m) Adoptado



Vertederos triangulares de aforo

Carga sobre el vertederos de aforo, $h = (Qd / 1.40)^{2/5}$

Caudal de diseño de un filtro lento de arena, $Qd = 100 \% * Q \text{ TRATAM}$

Qd =	1,70E-04 (m ³ /seg)
h =	2,71 (cm)
Ancho de la lámina de agua en el vertedero, $b = 2 * h =$	5,42 (cm)
Altura del vertedero, H =	40 (cm) Asumida
Ancho del vertedero, $B = 2 * H =$	80,00 (cm)

3. ÁREA SUPERFICIAL DEL FILTRO.

Área superficial para un filtro lento descendente, $As = Qd / Vf$

Caudal de diseño de un filtro lento de arena, Qd =	1,70E-04 (m ³ /seg)
Velocidad de filtración del filtro lento descendente, Vf =	0,11 (m/h)
Vf =	2,64 (m ³ /m ² /día)
Vf =	3,06E-05 (m/seg)
As =	5,60 (m ²)



4. DIMENSIONES DEL FILTRO.

Dimensiones del filtro

Diámetro de la unidad de filtración, $d = (4 * A_s / \pi)^{1/2}$

$d = 2,67$ (m) Calculado

$d = 2,70$ (m) Adoptado

$A_s = (\pi / 4) * d^2 = 5,73$ (m²) Final

5. DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE Y CÁMARA DE SALIDA.

$V_f = Q_d / A_s = 2,97E-05$ (m/seg)

$V_f = 0,11$ (m/h)

RECOMENDACIONES PARA SISTEMAS DE DRENAJE S.S.A.

Velocidad máxima en colector principal (m/seg)	0,30
Velocidad máxima en laterales (m/seg)	0,30
Espaciamento entre laterales (m)	1 - 2
Diámetro de los orificios en tubos laterales (mm)	2 - 4
Espaciamento entre orificios de laterales (m)	0.10 - 0.30

$d_0 =$ diámetro del orificio = **4** (mm)

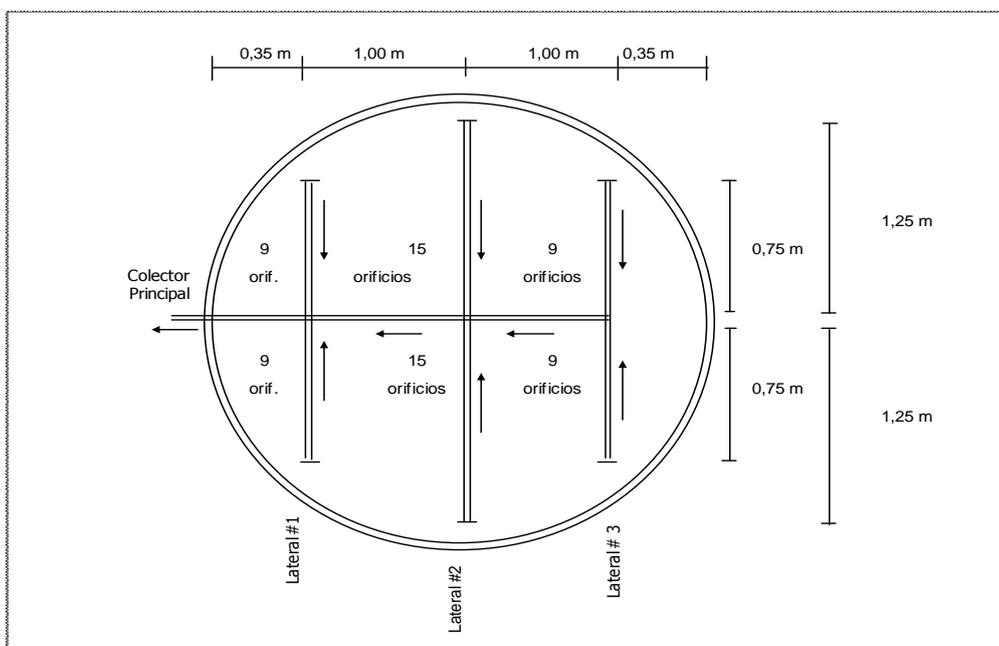
Área del orificio, $A_0 = (\pi / 4) * d_0^2 = 1,257E-05$ (m²)

Velocidad del agua a través del orificio, $V_0 = 0,21$ (m/seg)

Caudal a través de los orificios, $Q_0 = A_0 * V_0 = 2,64E-06$ (m³/seg)

Número de orificios del sistema de drenaje, $n = Q_d / Q_0 = 64$ (orificios)

Orificios adoptados, $n = 65$ (orificios)





Diámetro de las laterales.

Área total de los orificios, $A_{t0} = n * A_0 = 8,170E-04 \text{ (m}^2\text{)}$
 Caudal real a través de cada orificio, $Q_{r0} = Q_d / n = 2,62E-06 \text{ (m}^3\text{/seg)}$

Es necesario determinar el diámetro de las laterales, sin exceder la velocidad máxima recomendada.
 En este caso se chequerá la velocidad en el interior del la lateral 2, pues admite mayor caudal.

Caudal en la lateral 2, $q_2 = n_2 * Q_{r0} = 3,93E-05 \text{ (m}^3\text{/seg)}$
 Área de la lateral 2, $A_2 = q_2 / V_2 \text{ (m}^2\text{)}$
 Velocidad en la lateral 2, $V_2 = 0,21 \text{ (m/seg)}$
 $A_2 = 1,87E-04 \text{ (m}^2\text{)}$
 Diámetro de la lateral 2, $d_2 = (4 * A_2 / \pi)^{1/2} = 0,015 \text{ (m)}$
 $d_2 = 15 \text{ (mm)}$
 Adoptado, $d_2 = 22 \text{ (mm)}$
 Código de tubería = **45**

Características Comerciales de la Tubería.

Designación	25 (mm)
Espesor nominal	1,5 (mm)
Diámetro interior nominal $dr_2 =$	22 (mm)
Presión de trabajo	1,60 (Mpa)

Velocidad real en la lateral 2, $V_{r2} = q_2 / A_{r2}$
 Área de la lateral adoptada, $A_{r2} = (\pi / 4) * (dr_2)^2 = 3,80E-04 \text{ (m}^2\text{)}$
 $V_{r2} = 0,103 \text{ (m/seg) OK}$
 Se asume un espaciamiento entre laterales = **1,00 m**, debido a las dimensiones del FLA

Logitud de la lateral 1, $L_1 = 0,75 \text{ (m)}$
 Logitud de la lateral 2, $L_2 = 1,25 \text{ (m)}$
 Logitud de la lateral 3, $L_3 = 0,75 \text{ (m)}$
 Logitud total de las laterales, $L_t = 5,50 \text{ (m)}$
 Número de orificios por metro lineal de lateral, $N = 12 \text{ (orif./m)}$

Número de orificios en la lateral 1, $n_1 = N * L_1 = 9 \text{ (orificios)}$
 Separación de los orificios en la lateral 1, $e_1 = 2 * L_1 / n_1 = 0,17 \text{ (m) OK}$

Número de orificios en la lateral 3, $n_3 = N * L_3 = 9 \text{ (orificios)}$
 Separación de los orificios en la lateral 3, $e_3 = 2 * L_3 / n_3 = 0,17 \text{ (m) OK}$

Número de orificios en la lateral 2, $n_2 = [n - 2 * (n_1 + n_3)] / 2 = 15 \text{ (orificios)}$
 Separación de los orificios en la lateral 2, $e_2 = 2 * L_2 / n_2 = 0,17 \text{ (m) OK}$



Diámetro del colector principal.

Velocidad en el colector principal, $V_c = 0,20$ (m/seg)

Área del colector principal, $A_c = Q_d / V_c = 8,50E-04$ (m²)

Diámetro del colector principal, $d_c = (4 * A_c / \pi)^{1/2} = 0,033$ (m)

$d_c = 33$ (mm)

Adoptado, $d_c = 35,2$ (mm)

Código de tubería = 41

Características Comerciales de la Tubería.

Designación	40 (mm)
Espesor nominal	2,4 (mm)
Diámetro interior nominal drc =	35,2 (mm)
Presión de trabajo	1,60 (Mpa)

Velocidad real en el colector principal, $V_{rc} = Q_d / A_{rc}$

Área del colector adoptado, $A_{rc} = (\pi / 4) * (d_{rc})^2 = 9,73E-04$ (m²)

$V_{rc} = 0,170$ (m/seg) OK

6. MATERIAL FILTRANTE EN LOS FILTROS LENTOS DE ARENA.

Características del Lecho de Soporte del Material Filtrante en el FLA.

Posición en el Lecho	Espesor de la Capa (m)	Diámetro (mm)
Gravilla	0,07	3/32 - 3/16"
3º capa	0,07	3/16 - 1/2"
2º capa	0,07	1/2 - 3/4"
1º capa	0,07	3/4 - 1 1/2"
Fondo	0,12	1 1/2 - 2 1/2"



Altura de la Capa de Arena en el Filtro Lento.

Características de la Capa de Arena a ubicar en el FLA.

Altura		Diámetro de la Arena (mm)	Coef. de Uniformidad (Cu)
Máxima (m)	Minima (m)		
1,00	0,50	0,15 - 0,35	< 3.0

Altura inicial de la capa de arena, Lo = **0,80 (m)**

Altura de la Capa de Agua Sobre-Nadante y Borde Libre del Filtro Lento.

Alturas de la capa de agua sobre-nadante = **1,00 (m)**
 Altura o borde libre = **0,10 (m)**

Altura Total de la Unidad de Filtración.

Altura total de la unidad de filtración = 2,30 (m)

7. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA.

Pérdida de Carga debido a la Arena.

$$(Ha / Lo) = [V / (c * d^2)] * [60 / (T + 10)]$$

Altura inicial de la capa de arena, Lo = 0,80 (m)
 Velocidad o tasa de filtración, V = 2,64 (m³/m²/día)
 Coeficiente que depende del tipo de arena, c = **800**
 Diámetro efectivo de la arena, d = **0,25 (mm)**
 Temperatura del agua, T = **20 (°C)**
 Pérdida de carga debido a la arena, Ha = 0,0853 (m)
 Ha = 8,53 (cm)



Pérdida de Carga debido al Lecho Soporte de Grava.

$$hg = (Qd * R^2) / (4000 * d^{1.67} * L)$$

Dónde:

hg = pérdida de carga (pies) =

Qd = caudal de diseño de filtro lento de arena = 0,006 (pies³/seg)

R = mitad de la distancia entre laterales = 1,6404 (pies)

d = diámetro de la grava (pies) =

L = espesor de la capa de grava (pies) =

Resumen del Cálculo de Pérdidas en el Lecho Soporte de Grava.

Capa de Grava	Diámetro (d)		Espesor de la Capa (L)		Pérdida de Carga (hg)	
	(mm)	(pies)	(m)	(pies)	(pies)	(cm)
Gravilla	3,5	0,0115	0,07	0,2297	0,0304	0,93
3º capa	8,5	0,0279	0,07	0,2297	0,0069	0,21
2º capa	16,0	0,0525	0,07	0,2297	0,0024	0,07
1º capa	32,0	0,1050	0,07	0,2297	0,0008	0,02
Fondo	62,0	0,2034	0,12	0,3937	0,0001	0,00
Pérdida total =					0,0406	1,23

Pérdida de Carga debido a los Orificios del Sistema de Drenaje.

$$Qr_0 = Cd * A_0 * (2g * H_0)^{1/2}$$

$$H_0 = \{ Qr_0 / [Cd * A_0 * (2g)^{1/2}] \}^2$$

Caudal real a través de los orificios del sistema de drenaje, Qr₀ = 2,62E-06 (m³/seg)

Coefficiente de descarga del orificio, Cd = **0,60**

Área del orificio, A₀ = 1,26E-05 (m²)

Gravedad terrestre, g = **9,81** (m/seg²)

Carga necesaria sobre el orificio, H₀ = 0,0062 (m)

Pérdida total por los orificios del sistema de drenaje, hT = n * H₀ = 0,403 (m)



Pérdida de Carga debido a la Fricción en la Tubería.

$$J = (10.643 * Qd^{1.85}) / (C^{1.85} * drc^{4.87})$$

$$hfr = J * L$$

Donde:

Caudal en la tubería o colector principal, Qd =	1,70E-04 (m³/seg)
Coeficiente de rugosidad de la tubería, C =	140
Diámetro de la tubería o colector principal, drc =	0,0352 (m)
Pérdida de carga unitaria, J =	1,45E-03 (m/m)
Longitud de tubería entre el drenaje y la estructura de salida, L =	9,00 (m)
Pérdida de carga en el tramo de tubería, hfr =	0,0131 (m)

Pérdida de Carga por Accesorios en la Estructura de Salida del FLA.

$$hf = K * V^2 / 2g$$

Donde:

hf = pérdida de carga local (m)

K = constante del accesorio independiente del diámetro, velocidad y naturaleza del fluido.

V = Vrc = velocidad del agua en el colector principal = 0,17 m/seg

Accesorios	Valores de (K)
Tee de paso lateral	1,30
Válvula de compuerta (abierta)	0,25
Salida de tubería	1,00
$\Sigma K =$	2,55

$$\text{Pérdida debido a los accesorios, } hf = K * V^2 / 2g = 0,0038 \text{ (m)}$$



Altura de la cámara húmeda, **hc = 1,45** (m)
 Altura desde el fondo de la cámara húmeda hasta la lámina vertiente, **hv = 0,30** (m)

Volumen de Agua sobre el Lecho Filtrante

Diámetro del Filtro	2,70	m
Area	5,73	m ²
h= altura de carga:	1,00	luego variable
Volumen de ag	5,73	m³

8. TUBERÍA DE DESCARGA HACIA EL FILTRO LENTO.

Altura del Agua sobre la Tubería de Salida a los Filtros.

La pérdida de carga en un orificio se expresa mediante:

$$H = \left\{ \frac{Q_d}{C_d \cdot A_{TUB} \cdot (2g)^{1/2}} \right\}^2$$

Área del interior de la tubería:

$$A_{TUB} = \left(\frac{\pi}{4} \right) \cdot D_{TUB}^2$$

Diámetro aproximada de acuerdo al caudal (Qd):

$$D_{TUB} = 1.35 \cdot (Q_d)^{1/2} \quad \text{Qd [lit/seg]}$$

Caudal de descarga hacia el filtro lento, Qd =	1,70E-04 (m ³ /seg)
Coeficiente de descarga del orificio, Cd =	0,60
Gravedad terrestre, g =	9,81 (m/seg ²)
Diámetro aproximado de la tubería, D _{TUB} =	0,56 (pulg)
Diámetro aproximado de la tubería, D _{TUB} =	14,22 (mm)
Adoptado, D _{TUB} =	45 (pulg)
Codigo de tubería =	45

Características Comerciales de la Tubería.

Designación	25 (mm)
Espesor nominal	1,5 (mm)
Diámetro interior nominal	D _{TUB} = 22 (mm)
Presión de trabajo	1,60 (Mpa)

Área interior de la tubería, A_{TUB} = 3,80E-04 (m²)
 Altura o carga sobre la tubería de descarga hacia el filtro, H = 0,028 (m)

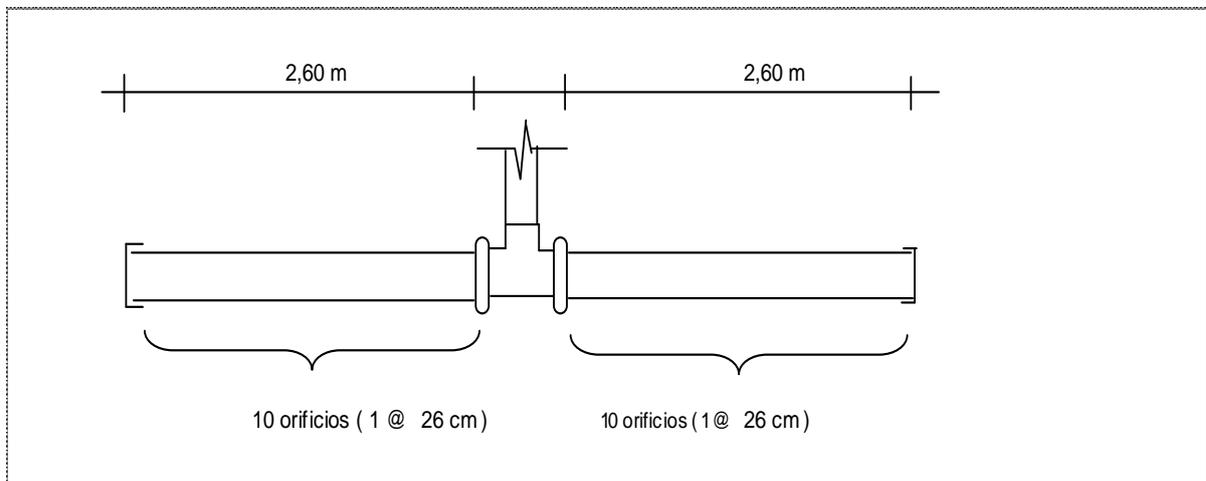


Para que la descarga dentro del filtro produzca la menor perturbación se incluirá en la tubería un número determinado de orificios cuyo cálculo es el siguiente:

$$A_0 = (\pi / 4) * d_0^2$$

$$n = A_{TUB} / A_0$$

Diámetro del orificio, $d_0 =$	6 (mm)
Área del orificio, $A_0 =$	2,83E-05 (m ²)
Número de orificios en la tubería de descarga, $n =$	13 (orificios)
Adoptado, $n =$	20 (orificios)
Longitud total de la tubería de descarga hacia el filtro =	5,20 (m)



9. ESTRUCTURA DE SALIDA DEL FILTRO LENTO.

Según las normas de la S.S.A., la estructura de salida debe cumplir siguientes condiciones:

- Garantizar que no se produzcan presiones negativas en el lecho filtrante.
- Permitir el aforo del caudal del filtro.
- Poder controlar la tasa de filtración si así se requiere.
- Poder cerrar la unidad de filtración y drenarla.

Para facilitar la operación y mantenimiento, se instalarán tuberías de interconexión entre los filtros.

Disponer de un vertedero individual para cada unidad que permita aforar el efluente y mantener un nivel mínimo de agua por encima del nivel máximo de arena. Esta condición de salida previene el desarrollo de presiones negativas en el interior del lecho filtrante.



Para medir la pérdida de carga en cada unidad de filtración, se instalará una tubería transparente provista de una regleta graduada.

Instalar válvulas que permitirán controlar la tasa de filtración así como facilitar el drenaje de la unidad en caso de mantenimiento.

Proveer a los filtros de un sistema de subdrenaje con tuberías PVC desagüe de 110 mm que drenen cualquier infiltración hacia la base de la unidad.

El agua producto del subdrenaje o mantenimiento será conducida fuera de la planta de tratamiento mediante tuberías de desagüe de PVC de 110 mm.

10. TUBERÍAS DE LAVADO Y DESBORDE.

La tubería de lavado debe ser de un diámetro tal que facilite el vaciado del tanque en un período comprendido entre 2 a 4 horas según el Insfopal

Tiempo de vaciado

$$t = \frac{2 S (h)^{0.50}}{uA (2g)^{0.50}}$$

- t= tiempo de vaciado en seg
- S= Superficie del tanque en m2
- A= Área de la tubería m2
- u= coeficiente que depende de la relación L/D, siendo L la long. de la tubería recta, acorde con los accesorios y D el diámetro de la tubería
- h= altura de la lámina de agua m

$$u = \frac{1}{(0,0431(L/D) + 1,62)^{0,50}}$$

DATOS DE INGRESO : DISEÑO TUBERÍA DESAGÜE

Volumen del Tanque =	5,73	m3	↑ cumple ↓
Superficie del tanque S =	5,73	m2	
Diámetro Tubería desagüe =	2,00	pulg	
Longitud Desagüe	5,00	m	
Altura lámina de agua h=	1,00	m	
Volumen del Tanque (chequeo)	5,73	m3	
L/D =	98,4252		
A=	0,0020	m2	
u=	0,41		



Tiempo de Vaciado : $(2Sh^{1/2})/(uA2g^{1/2})$

DIMENSIONES FINALES:

t =	3088,21	seg
t =	0,86	horas
t =	51,47	minutos

Codigo de tubería = **38**

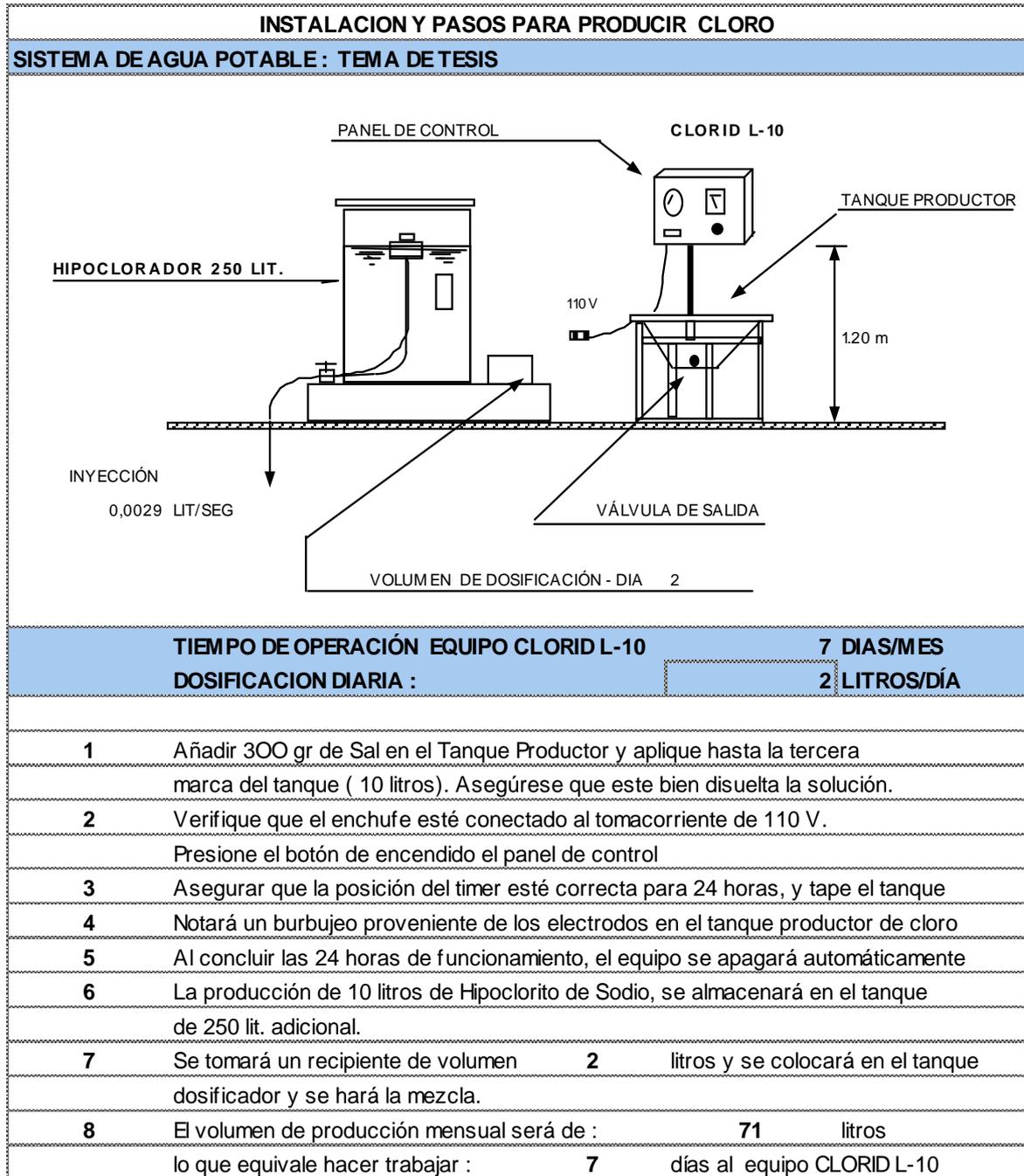
Características Comerciales de la Tubería.

Designación		50 (mm)
Espesor nominal		2,4 (mm)
Diámetro interior nominal	$D_{TUB} =$	45,2 (mm)
Presión de trabajo		1,25 (Mpa)



ANEXO 10

CÁLCULO DE LA DOSIS DE HIPOCLORITO DE SODIO





RESUMEN DE DOSIFICACION	
SISTEMA DE AGUA POTABLE :	TEMA DE TESIS
Caudal de tratamiento (Q) =	0,17 lit/seg
Dosificación (ds) =	2 mg/lit
Volumen Tanque Dosificación =	250 lit
Caudal de Inyección =	0,0029 lit/seg
Velocidad de Inyección =	0,0228 m/seg
Diámetro de Tubería Inyección (1/2") =	12,70 mm
Se disolverán diariamente en el tanque hipocloro: 250 litros una solución de	
2 litros de hipoclorito de sodio con volumen neto	248 litros de agua.
se enrasará con la solución clorada.	

CALCULO DE LA DOSIFICACION DE CLORO:

Ingreso de Datos

DATOS:

SISTEMA DE AGUA POTABLE : TEMA DE TESIS	
Caudal en planta de tratamiento (Q) =	0,17 lit/seg
Dosificación (ds) =	2 mg/lit
Volumen Tanque Dosificación =	250 lit

INTRUCCIONES

Ingreso de Datos

CALCULOS:

El cálculo de la dosificación se la realiza mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{Q \times ds}{c}$$

$$V = 2,35 \text{ lit/día}$$

En donde:

V = Cantidad de hipoclorio de sodio (lit/día)

Q = caudal de diseño en lt/día

ds= dosificación (ppm)

c = Concentración de cloro activo (ppm)

Se adoptará un valor de 2 lit/día con volumen de solución e hipoclorito de sodio.

CALCULO DE LA VELOCIDAD DE INYECCION:

Volumen Tanque Dosificación = 250 lit

t = 1 día = 86,400 seg

$$\text{Caudal (Q)} = \frac{V}{t}$$

$$Q = 2,8935E-06 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Diámetro de la tubería de inyección:

$$\text{Caudal(Q)} = \text{Velocidad(v)} \times \text{Area(A)}$$

Velocidad de Inyección = 1 m/seg

$$A = Q / V$$

$$A = 2,89352E-06 \text{ m}^2$$

$$D = 1,92 \text{ mm}$$

$$D \text{ (Adoptado 1/2")} = 12,70 \text{ mm}$$

Velocidad real de inyección:

$$v = Q / A$$

$$V = 0,023 \text{ m/seg}$$

Ingreso Diámetro interior tubería



ANEXO 11

CÁLCULO TANQUE DE RESERVA



DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL.

▣ Diámetro del tanque.

Para el cálculo del diámetro se emplea la expresión:

$$A = V / h$$

$$\phi = (4 * A / \pi)^{1/2}$$

Donde:

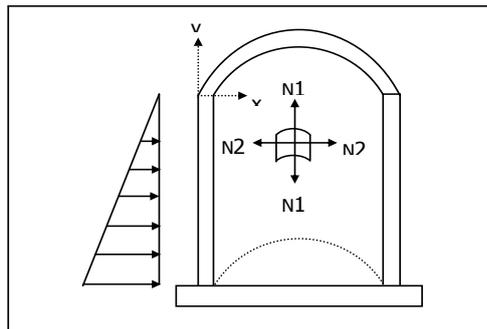
V = volumen del tanque de reserva =	10.0 m3
A = área de la sección transversal del tanque de reserva (m ²)	
h = altura del tanque de reserva =	1.80 m
h = altura libre	0.20 m
Ht = Altura total dentro del deposito	2.00 m
ϕ = diámetro del tanque de reserva (m)	

A =	5.56 m ²	
ϕ =	2.66 m	
ϕ =	2.50 m	(Adoptado)

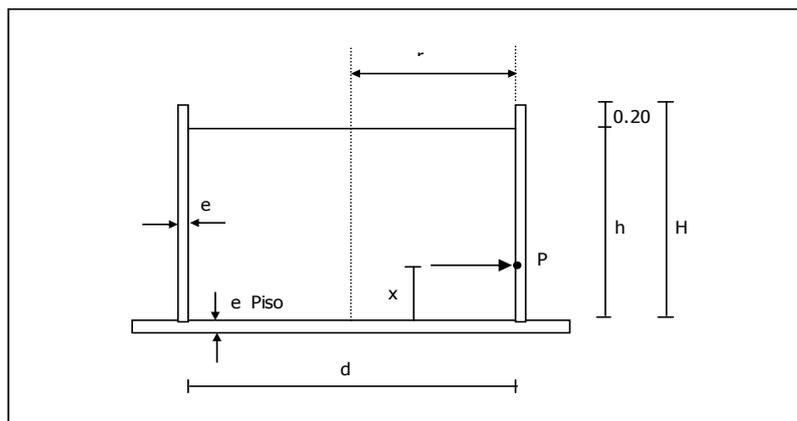
▣ Diseño estructural de la pared de ferrocemento.

El diseño estructural considera una pared cilíndrica empotrada en el fondo del tanque; la pared soporta pequeñas tensiones, en consecuencia se considera la teoría de la membrana.

La teoría de la membrana considera el elemento de superficie media indicado en la figura y determinado por dos planos horizontales y dos radiales; por simetría, las fuerzas tangenciales son nulas, consecuentemente sobre sus bordes actuará la fuerza normal.



Fuerzas normales sobre un elemento de superficie media. Teoría de la membrana



Fuerza principal de tracción en un punto P. Teoría de la membrana

La fuerza normal N₁ vendrá determinada por el peso de la pared y las cargas verticales que actúen sobre ella.

La fuerza principal de tracción (N₂) en un punto P, está determinada por:

$$N_2 = g * (h - x) * r$$



Se ha determinado la expresión útil para el cálculo del espesor (e) de la pared del tanque cuya expresión es:

$$e = 0.814 * h * d \quad (\text{cm/m}^2)$$

Donde:

- e = espesor de la pared del tanque (cm)
- h = altura total del agua en el interior del tanque de reserva 1.80 m
- φ = diámetro interno del tanque de reserva 2.50 m

e = 3.66 cm

e = **5 cm** Espesor adoptado de la pared del tanque de reserva.

▣ **Cálculo de las presiones máximas.**

Para poder determinar las presiones máximas, previamente hemos de considerar tres secciones o dovelas de igual altura h = 0.60 m

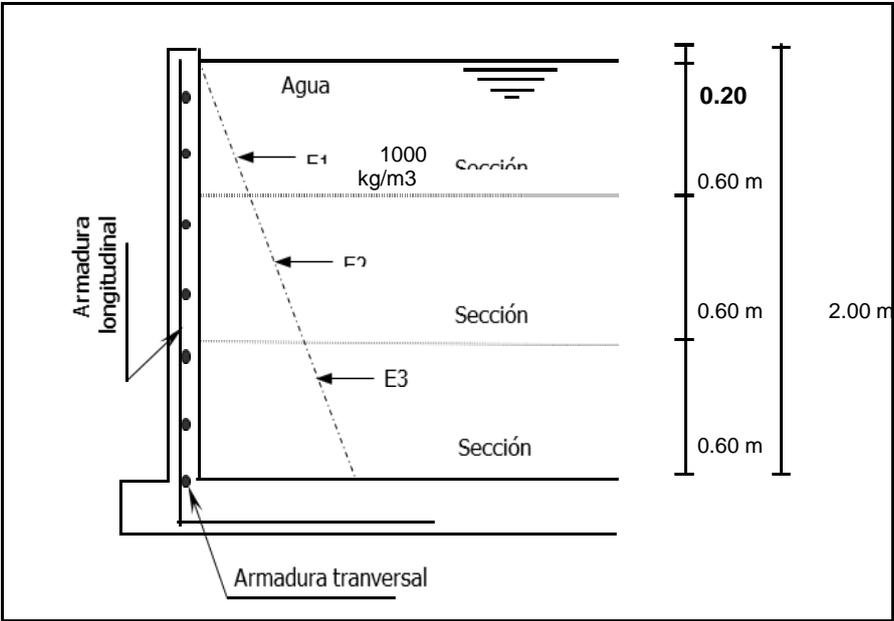
El cálculo de las presiones máximas se lo debe realizar considerando el punto más bajo de la sección correspondiente.

p = γ * h

Donde :

- p = presión en la parte inferior de la sección considerada (Kg/m²)
- γ = peso específico del agua = 1000 kg/m³
- h = profundidad a la que actúa el líquido (m)

- h1 = 0.60 m
- h2 = 0.60 m
- h3 = 0.60 m



Análisis de las fuerzas que actúan sobre la pared del tanque de reserva

Presión máxima en la sección 1.

p = γ * h

p1 = 600.00 kg/m²

Presión máxima en la sección 2.

p2 = 1200.00 kg/m²



Presión máxima en la sección 3.

$$p_3 = 1800.00 \text{ kg/m}^2$$

▣ **Cálculo del empuje en cada sección.**

Empuje en la sección 1.

$$E_1 = \frac{1}{2} * p_1 * h_1 * \phi$$
$$E_1 = 450 \text{ kg}$$

Empuje en la sección 2.

$$E_2 = \frac{1}{2} * (p_1 + p_2) * h_2 * \phi$$
$$E_2 = 1350 \text{ kg}$$

Empuje en la sección 3.

$$E_3 = \frac{1}{2} * (p_2 + p_3) * h_3 * \phi$$
$$E_3 = 2250 \text{ kg}$$

▣ **Cálculo de la armadura principal.**

El acero de refuerzo de la pared del tanque de reserva, para cada una de las secciones, puede determinarse mediante la siguiente relación:

$$A_s = E / f_y$$

Donde:

A_s = armadura transversal en la sección considerada (cm^2)

E = empuje en la sección considerada (Kg)

f_y = límite de fluencia del acero (Kg/cm^2)

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_s = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

Acero en la sección 1.

$$A_{s1} = 0.18 \text{ cm}^2 \quad (\text{Acero corrugado, } f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2)$$
$$A_{s1} = 0.30 \text{ cm}^2/\text{m}$$
$$\Phi = 8 \text{ mm}$$
$$A_v = 0.50 \text{ cm}^2$$
$$\#v = 1.0 \quad \mathbf{1 \text{ } \Phi \text{ 8 @ 1.0 m}}$$

$$A_{s1} = 0.15 \text{ cm}^2 \quad (\text{Malla electrosoldada, } f_y = 5000 \text{ Kg/cm}^2)$$
$$A_{s1} = 0.25 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \mathbf{ELECTROMA 4 - 15}$$

Acero en la sección 2.

$$A_{s2} = 0.54 \text{ cm}^2 \quad (\text{Acero corrugado, } f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2)$$
$$A_{s2} = 0.89 \text{ cm}^2/\text{m}$$
$$\Phi = 8 \text{ mm}$$
$$A_v = 0.50 \text{ cm}^2$$
$$\#v = 2.0 \quad \mathbf{2 \text{ } \Phi \text{ 8 @ 1.0 m}}$$

$$A_{s1} = 0.45 \text{ cm}^2 \quad (\text{Malla electrosoldada, } f_y = 5000 \text{ Kg/cm}^2)$$
$$A_{s1} = 0.75 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \mathbf{ELECTROMA 5.5 - 15}$$



ANEXO 12

MATRIZ DE LEOPOLD Y MEMORIA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL



EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

1.INTRODUCCIÓN

La evaluación ambiental es un proceso necesario para la toma de decisiones acertadas en el control de las acciones a ejecutarse tanto en el proceso de construcción, así como en la etapa de operación y mantenimiento de una obra, mediante la valoración de los recursos y factores que son afectados, lo que constituye el control de los impactos ambientales.

Adicionalmente a través de esta evaluación se busca corregir los aspectos negativos de un proyecto y potenciar la ocurrencia de efectos negativos, para lo cual es importante actuar con metodologías idóneas que posibiliten el cumplimiento de los objetivos preestablecidos, dentro de un marco que minimice el riesgo debido a la incertidumbre que implica analizar cosas que ocurrirán en el futuro.

Por esta razón, se utilizará una metodología de análisis de tipo matricial, sobre la base del método de Leopold, que facilita el análisis, la cuantificación y jerarquización de los impactos dentro del área de influencia directa del proyecto. Esta metodología ha sido utilizada en varios estudios de impactos ambientales para proyectos de infraestructura en el Ecuador, en los que se ha demostrado su efectividad.

El análisis de los impactos directos en consideración al tipo de proyecto se realizará con base de la caracterización de diversos indicadores planteados tanto para la condición "Sin Proyecto", como para "Con proyecto", lo que permitirá identificar los efectos que el proyecto tendría sobre probables modificaciones a estos indicadores. De de esta manera se llega a determinar los efectos ambientales que se derivan del incremento de las actividades humanas que en la actualidad o a futuro contribuirán al deterioro del ambiente.



1.1 Descripción del Proyecto

a. Descripción General del Proyecto

El Proyecto de Agua Potable para la comunidad el SALADO ha sido implementado por el I. Municipio del Cantón SOZORANGA con el objetivo de resolver la problemática sanitaria existente en esta población.

b. Componentes

El sistema de agua potable diseñado está formado por las siguientes partes: Obras de captación Líneas de Conducción (incluye pasos elevados, válvulas de aire, válvulas de purga y rompe presión).

Incremento de unidades de prefiltración y filtración lenta en arena

Construcción de desarenador, sedimentador, cloración y reserva.

Red de distribución.

Conexiones domiciliarias con medidor.

c. Tecnología a Ser Utilizada

De acuerdo a los diseños realizados para el nuevo proyecto, se tiene previsto utilizar en la construcción del mismo una tecnología apropiada y de bajo costo.

1.2 Marco de Referencia Legal y Administrativo

Dentro de este aspecto podemos señalar que al ubicarse el Proyecto en una zona no protegida, no se requiere la obtención de permisos ni autorizaciones para emprender en su construcción.

1.3 Localización

El Proyecto se halla ubicado en la comunidad el Salado, Cantón Sozoranga, Provincia de Loja.

1.4 Envergadura del Proyecto

Consideramos que al tratarse de un sistema para una población rural, la magnitud de la obra es de tipo mediana.

1.5 Tipos de Insumos y Desechos

Los materiales a utilizarse en el Proyecto son principalmente tuberías de PVC presión, aglomerante (cemento), pétreos (arena, grava, piedra), maderas de encofrado, accesorios de HG, hierro, etc.



El material producto de las excavaciones, se empleará en su mayoría para realizar rellenos, por lo cual existirá una mínima cantidad de desechos que deberán ser debidamente dispuestos sin que ello afecte en mayor forma al medio ambiente.

2. ANTECEDENTES DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO (CONDICIONES AMBIENTALES INICIALES)

2.1 Topografía

La topografía del sitio de proyecto es de tipo irregular con pendiente moderada.

2.2 Clima

El clima es cálido con temperatura promedio de 19 grados centígrados.

2.3 Régimen pluviométrico

El nivel de precipitación corresponde al régimen costa con lluvias entre Enero y Abril.

2.4 Hidrología y Fuentes de Abastecimiento

Se dispone de una sola fuente de abastecimiento.

2.5 Flora y Fauna

En cuanto a la flora del lugar, podemos señalar que existen algunas especies propias de la zona; en menor escala se observa la presencia de arbustos.

Adicionalmente existe una buena presencia de pastizales.

La existencia de las especies vegetales señaladas hace que haya una presencia de ciertas especies animales (aves) y de insectos.

2.6 Factores socio-económicos

La actividad económica predominante es la agricultura. Existe una regular actividad **ganadera. En menor escala existe cierta actividad de tipo comercial.**

3. IDENTIFICACION Y VALORACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

Para la identificación y valoración de los impactos ambientales que causará el Proyecto sobre el medio circundante, se empleará el Método de Leopold (Método de Matrices Causa-Efecto).

Para aplicar el Método de Leopold al caso particular que se estudia, se ha hecho las siguientes consideraciones:



Acciones

Las acciones que se ejercerán sobre el medio en estudio con la implementación del Proyecto son:

Modificación de hábitats.

Alteración de la cobertura vegetal.

Construcción de redes de agua.

Desmontes y rellenos.

Excavaciones superficiales.

Ruido y vibraciones.

Paisaje.

Componentes Ambientales

Las anteriores acciones tendrán una incidencia directa sobre los siguientes componentes ambientales:

Espacios abiertos.

Árboles y arbustos.

Vistas panorámicas.

Salud y seguridad.

Empleo.

Red de servicios.

Vectores enfermedades.

Aguas superficiales.

El algoritmo empleado para aplicar el Método de Leopold es el siguiente:

Delimitar el área a evaluar. Para el presente caso, el área de influencia lo constituyen todos los sectores por donde atraviesa el proyecto.

Determinar las acciones que ejercerá el proyecto sobre el área.

Determinar para cada acción qué elementos se afectan. Esto se logra mediante el rayado correspondiente a la cuadrícula de interacción en la Matriz Causa-Efecto (Anexo No. 12).

Determinar la importancia de cada elemento en una escala de 1 a 10.

Determinar la magnitud de cada acción de, sobre cada elemento de, en una escala de 1 a 10.

La importancia y la magnitud se obtienen del Anexo No. 12.1.

Determinar si la magnitud de, es positiva o negativa.



Determinar cuántas acciones del proyecto afectan al ambiente, desglosándolas en positivas y negativas.

Agregación de los resultados para las acciones.

Determinar cuántos elementos del ambiente son afectados por el proyecto, desglosándolos en positivos y negativos.

Agregación de los resultados para los elementos del ambiente.

La agregación de los resultados de las acciones y de los elementos del ambiente se la hace haciendo la suma algebraica de los productos de los valores de cada celda.

Con los valores de los pares ordenados de acciones y elementos se genera un gráfico en un sistema de coordenadas donde las abscisas representan la magnitud y las ordenadas la importancia de cada interacción representada en el análisis matricial.

El gráfico indicado se presenta en el Anexo No. 12.2

4. ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL

4.1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

Prevención de arrastre de sedimentos.- Las principales medidas de mitigación recomendadas con respecto al control del desalojo del material producto de las excavaciones y la prevención del arrastre de sedimentos incluyen: la incorporación y nivelación de tierras a temporadas secas en caso de que sea posible, y el almacenamiento de la capa orgánica arable para su posterior utilización en la protección y estabilidad de taludes.

Protección de ecosistemas.- Bajo ningún concepto se permitirá la disposición de los materiales sobrantes en lugares ambientalmente sensibles, ni en zonas inundables, tampoco la construcción de botaderos de material en los sitios con presencia de agua.

4.2 MEDIDAS DE MITIGACIÓN DURANTE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Prevención de los efectos de contaminación.- Para controlar la contaminación del suelo y el agua con aceite grasa y combustibles, en los sitios de ubicación de la maquinaria a utilizarse, es necesario recolectar y reciclar (filtros, grasas, aceites, etc.), tomando precauciones para evitar derrames ocasionales de aceites, lubricantes, grasas, combustibles, etc.



Educación ambiental.- Es necesario informar a los pobladores del lugar y comunidades vecinas sobre las características y alcance del proyecto, para evitar falsas expectativas de empleo. Las medidas de protección deben prevenir el deterioro del medio ambiente.

Seguridad ambiental e higiene ocupacional.- Debe implementarse un programa de señalización para disminuir los riesgos de accidentes.

4.3. ESPECIFICACIONES ESPECIALES PARA MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA CONSTRUCCIÓN

4.3.1.MEDIDAS Y ACCIONES GENERALES

A continuación se describen las medidas y acciones preventivas y de control que los constructores deben ejecutar para mitigar los impactos ambientales negativos y de esta manera satisfacer en especial a los relacionados con la salud pública, pérdida y/o deterioro de los recursos naturales renovables, pérdida y/o deterioro del patrimonio natural y cultural e impactos socioculturales en la comunidad.

El cumplimiento de las medidas de mitigación de efectos ambientales negativos, serán supervisados y controlados por la entidad contratante a través de la fiscalización.

A continuación se recuerdan y enfatizan las normas que los constructores de las obras serán obligados a cumplir y hacer cumplir con el objeto de garantizar en el área del proyecto los siguientes puntos:

- 1.Adecuados servicios de salud y saneamiento ambiental para los trabajadores.
- 2.Conservación y preservación ecológica.
- 3.Protección del medio ambiente.
- 4.Preservación y/o aprovechamiento racional de los recursos naturales.
- 5.Reducir o evitar la erosión.
- 6.Proteger ríos, quebradas, cursos **y fuentes de agua en general y los sistemas naturales de drenaje.**

4.3.1.1 PROTECCIÓN DE LA SALUD

a.Deberán tomar todas las medidas a su alcance para asegurar las mejores condiciones de higiene, habitabilidad, nutrición y sanitarias a los empleados y trabajadores de los constructores, sean de los contratistas, subcontratistas



y aquellos que por otras circunstancias se vinculen directamente con la construcción de las obras.

b. Los empleados y personas mencionadas en el párrafo anterior deberán ser inmunizadas y recibir tratamiento profiláctico contra los vectores epidemiológicos y las enfermedades comunes (gripes, infecciones, etc.).

c. Deberán tomar las medidas y precauciones conjuntamente con los organismos de asistencia médica social respectivos, para asegurar que todo su personal así como el encargado de la fiscalización y/o supervisión, tengan pronta atención médica, incluyendo las de carácter de emergencia y/o de primeros auxilios.

d. Durante el proceso de construcción habrá una serie de situaciones imprevistas, para lo cual la fiscalización deberá establecer las medidas oportunas para que los contratistas mantengan a sus empleados en las mejores condiciones de nutrición e higiene, así como se les brinde los adecuados servicios de profilaxis y salud.

4.3.1.2. PROTECCIÓN AMBIENTAL

a. Los constructores e instituciones involucradas en la ejecución de las obras de ingeniería, deberán tomar todas las precauciones y acciones a su alcance para limitar el área física de su trabajo, solamente al mínimo exigido para la ejecución de las mencionadas obras y en ellas mitigar y/o prevenir los impactos ambientales negativos del proyecto. Especial énfasis se dará a la protección del patrimonio cultural.

Deberán ser cumplidas y observadas rigurosamente las normas legales referentes a la caza y pesca, debiendo los contratistas y las instituciones involucradas en el proyecto, adoptar medidas necesarias para el cumplimiento irrestricto de estas normas por sus empleados.

Al ejecutar los trabajos de construcción, se deberán preservar o causar el menor daño a las áreas y/o paisajes escénicos, así como evitar erosión o depositar materiales que causen perjuicio a terceros o constituyan elementos de agresión innecesaria al ambiente y a los recursos naturales renovables.

Si durante la construcción del proyecto se haga necesario deforestar ciertas áreas, la madera resultante deberá ser utilizada para fines productivos y los contratistas no dejarán restos de la misma en la zona de dominio.



Deberán tomarse las precauciones y medidas correctivas, si esto fuera necesario, para evitar y/o mitigar daños al drenaje natural, especialmente aquel que pueda causar erosión a surcos y cárcavas, por lo que se pondrá especial atención a la instalación de tuberías de drenaje y medidas relativas al control de la erosión.

Bajo ninguna circunstancia, los constructores y las instituciones involucradas en el proyecto promoverán y/o realizarán actividades que causen deforestación, erosión, contaminación o alteración del régimen hídrico en una forma innecesaria dentro del área de influencia inmediata al proyecto o fuera de él.

La fiscalización determinará aquellas medidas que no estén incluidas anteriormente y que se deriven de situaciones imprevistas, tomando en cuenta que el propósito primario es la mitigación de impactos ambientales negativos en la salud humana, en los recursos naturales, en el hábitat y en el patrimonio cultural.

4.3.2.MEDIDAS Y ACCIONES ESPECÍFICAS

4.3.2.1. PROTECCIÓN DE LA SALUD

a.)El constructor deberá afiliarse al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social a todo el personal nacional, de acuerdo a las exigencias legales vigentes. En caso de ser extranjeros radicados en el país, el contratista deberá tener en vigencia un seguro social para sus empleados extranjeros, de acuerdo a las leyes aplicables.

b.)El constructor deberá proveer campamentos para el alojamiento y alimentación de su personal y de ser requerido, para el personal de la Fiscalización. Los campamentos deberán ser provistos de las instalaciones sanitarias de acuerdo a los reglamentos de las entidades responsables de la salud pública y a las estipulaciones de las Disposiciones Especiales. Periódicamente se tomarán medidas preventivas para mantener y/o mejorar la salud pública del personal de los constructores, tales como vacunaciones.

c.)El diseño y ubicación de los campamentos y sus instalaciones sanitarias deberán ser tales que no ocasionen la contaminación de aguas superficiales ni posibles fuentes subterráneas de agua potable, debiendo en todo caso ser aprobadas previamente por el Fiscalizador.



d.) Los campamentos tendrán puestos de primeros auxilios, con las instalaciones necesarias para servicio de emergencia.

e.) Los campamentos contarán además entre otros servicios con comedores y viviendas para el personal, de acuerdo a los planos presentados por el contratista y aprobados por el Fiscalizador.

f.) Los campamentos deberán contar con las instalaciones de agua corriente, agua potable, servicios sanitarios, energía eléctrica, de acuerdo a las necesidades de una vida cómoda.

g.) La fiscalización, a través de las autoridades de salud de la zona harán exámenes médicos periódicos al personal que trabaja en la obra, a fin de prevenir posibles epidemias o enfermedades contagiosas.

4.3.2.2. PROTECCIÓN AMBIENTAL

a.- Los yacimientos de materiales y sitios para desperdicios de materiales excedentes, deberán ubicarse de tal manera que no se los vea desde las vías de acceso, preferiblemente, y que no cause perjuicios innecesarios al medio ambiente y a los recursos renovables. Además deberán efectuarse las excavaciones de tal manera que no haya estancamiento de agua en los yacimientos y en caso que no se pueda extraer el agua, tomar las medidas sanitarias para evitar cualquier problema a la salud pública. El constructor deberá conformar, explanar y arreglar los sitios de extracción o depósito de materiales para que tengan una buena apariencia.

b.- Será responsabilidad del constructor el preservar las propiedades públicas y particulares situadas fuera de los límites de la construcción y protegerlas de daños a los servicios públicos y particulares de cualquier naturaleza que se encuentre dentro o en las cercanías del proyecto. El contratista deberá responder durante la ejecución de la obra y hasta su recepción definitiva, por cualquier daño o perjuicio que sufran las mencionadas propiedades como consecuencia de sus actos, omisiones, negligencias, trabajos defectuosos, desaciertos en la dirección de la obra o empleo de materiales no aceptables.

c.- En caso de encontrarse en la obra ruinas u otros objetos de valor histórico o arqueológico, deben suspenderse los trabajos hasta que el fiscalizador, en consulta con las autoridades competentes, pueda autorizar



que se ejecute el movimiento de tierras en el sitio en que se encuentren dichos objetos o ruinas, de tal manera que no sufran daños e inclusive que se les recupere en buen estado para entregarlos a las autoridades competentes.

d.- El constructor deberá manejar la obra de tal modo que reduzca al mínimo posible la erosión de los suelos como consecuencia del movimiento de tierras. Deberá tener cuidado especial en los lugares donde la sedimentación proveniente de la erosión podría afectar en forma adversa a los ríos, canales y/o acequias existentes aguas abajo.

e.- Si como resultado de la acción u omisión del constructor se produjese cualquier daño o perjuicio a la propiedad ajena, éste deberá restaurar dicha propiedad a la condición anterior de ocurrido el daño o perjuicio, por su propia cuenta y a satisfacción de la fiscalización.

f.- Cuando el contratista deba ejecutar trabajos contiguos a instalaciones de servicios públicos, que pudieran sufrir daños a causa de sus operaciones, no deberán empezar los trabajos hasta hacerse los arreglos necesarios para proteger adecuadamente a las mencionadas instalaciones.

g.- Antes de efectuarse la recepción provisional de la obra, de una parte sustancial de la misma o darse por concluido el trabajo, las zonas de emplazamiento de las obras, deberán ser limpiadas, removiéndose todos los escombros, materiales excedentes, estructuras provisionales, plantas y equipos y todas las zonas de la obra deberán quedar en condiciones limpias y de buena presencia.

h.- Con el objeto de prevenir la erosión de los taludes de las lagunas, en las zonas indicadas en los planos o designadas por el Fiscalizador, se procederá a la siembra o plantaciones forestales, luego de la preparación de las áreas y la incorporación de tierras vegetales.

i.- Con el objeto de embellecer la obra e integrarla a la naturaleza cercana, dentro de la zona señalada en los planos o indicada por el Fiscalizador, se procederá a la plantación de árboles, arbustos, enredaderas y matas de flores.

j.- En los sitios indicados en los planos u ordenados por el Fiscalizador y de acuerdo con los detalles y dimensiones que consten en los planos o



instrucciones respectivas, se protegerán los taludes, riveras y cunetas, mediante escolleras de piedra suelta, gaviones y revestimientos de hormigón, mampostería de piedra o morteros a presión.

k.- El constructor observará todas las medidas necesarias para la conservación de la naturaleza evitando todo daño o deformación de la vegetación y objetos destinados a conservarse.

l.- Todos los materiales no aprovechables provenientes del desbroce y limpieza, serán retirados y depositados en los sitios indicados en los planos o escondidos por el constructor con la aprobación del Fiscalizador. No se permitirá el depósito de residuos y escombros en áreas no permitidas, excepto que se los entierre o esconda de tal manera que no se altere al paisaje. Tampoco se permitirá que se quemen los materiales removidos.

m.- Cualquier madera aprovechable que se encuentre dentro de los límites señalados para el desbroce y limpieza, será considerado como de propiedad del constructor y su comercialización o utilización en la obra dependerá exclusivamente de él. En todo caso, se deberá tratar de aprovechar y utilizar dicha madera.

n.- Todos los trabajos de desbroce y limpieza deberán realizarse en forma tal que no afecte la vegetación, construcción, edificaciones, servicios públicos y otras, que se encuentren en las áreas colindantes.

ñ.- En los trabajos de excavación y relleno, el constructor deberá tomar todas las precauciones necesarias para proteger y evitar daños y perjuicios en las propiedades colindantes con los límites de la obra, así como para que no interrumpen las servidumbres de tránsito, riego, servicios públicos y otros. Si fuera necesario, el constructor tendrá que construir y mantener, por el tiempo necesario, por su cuenta y costo, tablestacado, apuntalamiento u otros dispositivos apropiados; el retiro de éstos también correrá por cuenta del constructor cuando no fueran requeridos más.

o.- La disposición de materiales que el Fiscalizador considere no aprovechables para la construcción de terraplenes o rellenos, se efectuará en los sitios indicados por el fiscalizador y de manera que no altere el paisaje ni obstaculice los ríos y arroyos, ni cause azolvamiento aguas abajo de los cursos de agua temporal o permanentes.



p.- En la excavación para estructuras, el terreno natural adyacente a las obras no será alterado sin autorización del fiscalizador.

q.- Bajo ninguna circunstancia el contratista o alguna institución involucrada, promoverá y/o realizará actividades que causen deforestación y alteración del régimen hídrico en una forma innecesaria dentro del área de influencia del proyecto o fuera de él.

4.4.DETERMINACIÓN DE RUBROS PARA LA MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN AMBIENTAL

Los códigos de los rubros de mitigación y protección ambiental corresponden a los siguientes apartados:

4.4.1.REFORESTACION

Descripción:

Con la finalidad de conservar los caudales en las fuentes de abastecimiento, es necesario ejecutar un plan de reforestación de la zona de captación.

Procedimiento de trabajo:

La reforestación consistirá en el manejo, transporte y colocación de plantas nativas. Las mismas se colocarán en hoyos excavados de 0.40 m de altura. Para una mejor plantación, se utilizará un abono de tipo orgánico (gallinaza). Las plantas a utilizarse serán las nativas del sitio.

Medición:

Las cantidades a pagarse serán los metros cuadrados medidos en el sitio de reforestación, efectivamente ejecutados y aceptados, de acuerdo a las especificaciones y/o a las instrucciones del Fiscalizador.

Pago:

Las cantidades establecidas en el numeral anterior se pagarán a los precios contractuales para el rubro designado y que consta en el contrato, estos precios y pagos constituirán compensación total por el rubro.

Rubro de pago y Designación	Unidad
Reforestación	M2

4.4.2. RÓTULOS AMBIENTALES DE 2.40 x 1.20 m

Descripción:

Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de señales ambientales completas que contendrán manifiestos alusivos a la conservación del medio



ambiente, adyacentes a la obra, de acuerdo a los requerimientos de los documentos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador.

Las placas o paneles serán montados en postes metálicos que cumplan las exigencias correspondientes a lo especificado. Estas serán pintadas conforme a las especificaciones generales.

Serán instaladas en los sitios indicados en los planos o de acuerdo a las indicaciones del Fiscalizador.

Procedimiento de trabajo:

La fabricación de rótulos ambientales se ajustará a las técnicas más modernas, tanto de la pintura, del mensaje, como de su estructura; deberán ser capaces de soportar las condiciones climáticas como viento, sol y lluvia sin sufrir alteración alguna a través de los años de vida útil en un promedio de 5 años desde su colocación.

El cuidado y mantenimiento de los rótulos ambientales es responsabilidad del Municipio una vez que se haya realizado la recepción definitiva de la obra. Su estructura será de hierro galvanizado y estará cimentada en hormigón simple, a una profundidad de 1.50 metros o según criterio del Fiscalizador. Las secciones se realizarán por paneles preensamblados en un taller de trabajo y se revisarán sus dimensiones, alineamiento y rectitud. Cualquier deficiencia se corregirá en la obra a satisfacción del Fiscalizador.

Los diseños y mensajes ambientales, en defensa y conservación de la naturaleza, serán proporcionados por el Contratista y aprobados por el Fiscalizador, así como su ubicación dentro del área de proyecto.

Los postes y astas se colocarán en huecos excavados a la profundidad requerida por su debida sujeción, de acuerdo a las indicaciones del Fiscalizador. El material sobrante de excavación será depositado de manera uniforme como lo indique el Fiscalizador.

El eje central de los postes o astas deberán estar en un plano vertical, con una tolerancia que no exceda de 6 milímetros en tres metros.

El espacio anular alrededor de los postes se rellenará hasta el nivel del terreno con suelo seleccionado en capas de aproximadamente 10 centímetros de espesor, debiendo ser cada capa humedecida y compactada



a satisfacción del Fiscalizador, o con hormigón simple, de acuerdo a las estipulaciones de los planos o a las especificaciones especiales.

Los orificios para pernos, vástagos roscados o escudos de expansión se realizarán en el hormigón colocado y fraguado, por métodos que no astillen el hormigón adyacente a los orificios.

Si los postes son de acero, deberán estar de acuerdo a los requerimientos de la ASTM-A 499, y si son galvanizados, estarán de acuerdo con la ASTM-A123

Si los postes son de aluminio, deberán cumplir los requerimientos de la ASTM 322.

Medición:

Las cantidades a pagarse por las señales colocadas, serán unidades completas, aceptablemente suministradas e instaladas.

Pago:

Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán al precio contractual para el rubro designado y que conste en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el suministro, fabricación, transporte e instalación de las señales colocadas al lado de la carretera, que incluye los postes, herraje, cimentaciones y mensajes, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

Rubro de Pago y Designación	Unidad
Rótulos ambientales de 2.40 x 1.20 m	U

4.4.3. EDUCACIÓN AMBIENTAL

Descripción

Es una medida que busca mejorar el conocimiento y respeto a la naturaleza, en especial del personal que labora en la construcción de la obra y de la población del área de influencia.

Este rubro comprende la elaboración y difusión de afiches informativos e instructivos ambientales (folletos); organización, difusión e implementación de charlas ambientales y cursillos de capacitación, tanto a las poblaciones



servidas como al personal que ejecute los trabajos y al personal de Fiscalización.

Procedimiento de trabajo:

Los afiches ambientales serán de cartulina duplex con dimensiones mínimas de 0.40 por 0.60 metros e impresos a color, con los diseños alusivos a la conservación del medio ambiente propuestos por el constructor y aprobados por el Fiscalizador.

Los instructivos ambientales, deben ser folletos de formato A5 y mínimo de 8 páginas en papel bond de 75 gramos o trípticos a colores en papel bond de 75 gramos y cuyo contenido textual y gráfico sea alusivo a la defensa de los valores ambientales adyacentes a la obra (paisaje, ríos, plantas y especies animales).

Las charlas ambientales están dirigidas a los habitantes de la Ciudad y serán expuestas por técnicos con suficiente experiencia en desarrollo comunitario y la temática será dirigida al mejor manejo y conservación de los recursos naturales. La duración de estas charlas será un mínimo de 90 minutos.

Las actividades relacionadas con la ejecución deberán ser llevadas a cabo por profesionales que tengan conocimiento sobre los recursos naturales, culturales y ambientales en cada uno de los sectores a darse las charlas y los mecanismos con los cuales estos recursos sirven a la comunidad; dando al público la oportunidad de adquirir una mayor comprensión de las interrelaciones entre el medio ambiente y el hombre, a fin de crear conciencia respecto a la necesidad de la protección del medio ambiente.

Los cursillos de capacitación, tienen el objetivo de capacitar al personal del Constructor que ejecute labores que atenten a la salud, seguridad y medio ambiente, así como al personal de la Fiscalización en metodologías nuevas a ser aplicadas en la construcción de la obra. Estos cursillos tendrán una duración de 4 horas.

Coordinar con profesionales con experiencia en programas educativos, a fin de crear conciencia tanto en el personal del Constructor como en el personal de la Fiscalización, presentando temas ecológicos y culturales, a fin de caracterizar los aspectos socioeconómicos para interpretar, garantizar y



asegurar que las obras traten de provocar efectos mínimos en el medio ambiente.

Medición:

El Fiscalizador verificará la ejecución en cantidades y tiempos de los rubros antes indicados, estableciendo su cumplimiento.

Pago:

Las cantidades establecidas en los formularios de propuesta de los rubros indicados en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para los rubros designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por la planificación, elaboración, transporte, distribución de los afiches e instructivos ambientales y planificación y exposición en el caso de las charlas y cursillos ambientales; así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas para la ejecución de los trabajos descritos anteriormente.

Rubro de pago y Designación	Unidad
Afiches informativos	U
Instructivos ambientales	U
Charlas ambientales	U
Cursillos de capacitación	U

5. SEGUIMIENTO, VIGILANCIA Y CONTROL

El proceso de manejo ambiental del Proyecto deberá ser ejecutado por el Municipio a través del Departamento correspondiente.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

En el Anexo No. 12 se presenta la Matriz Causa-Efecto del Proyecto. Un análisis de la misma nos permite concluir que los impactos producidos serán positivos existiendo ciertos impactos negativos que no presentan mayor incidencia.

Para reforzar lo anteriormente concluido, recurrimos al Anexo No. 12.2 que representa en coordenadas los valores de importancia y magnitud. Se puede observar asimismo que los efectos negativos son siete, de poca magnitud y sin mucha importancia; mientras que los impactos positivos son también



siete, de gran magnitud (por sus valores altos) y de mucha importancia. Es por esta razón, que en el balance global, el proyecto propuesto resulta ser beneficioso para el medio ambiente.

Al existir puntos coincidentes en magnitud e importancia, la graficación se ha hecho en base a áreas equivalentes, por este motivo puede observarse que en el primer cuadrante existen dos puntos de mayor área que los demás. Esta coincidencia se da en las acciones de construcción de la canalización (descargas), desmonte y rellenos y excavación superficial, los cuales producirán efectos altamente positivos sobre la salud y seguridad, sobre la generación de empleo, sobre el mejoramiento de la red de servicios existentes en la Ciudad y sobre los vectores transmisores de enfermedades.

6.2 RECOMENDACIONES

Es de suma importancia que se implemente la estrategia de manejo ambiental señalada en esta evaluación, para lo cual el Municipio deberá ejecutar las tareas señaladas a través del Departamento correspondiente.

Los rubros de mitigación ambiental deberán regirse a las especificaciones generales y particulares señaladas en esta evaluación.



ANEXO No. 12

MATRIZ DE LEOPOLD

ACCIONES	Modificación del Hábitat	Alteración de Cobertura Vegetal	Construcción de Redes de Agua	Desmontes y Rellenos	Excavaciones Superficiales	Ruido y Vibraciones	Paisaje	AFECTACIONES POSITIVAS	AFECTACIONES NEGATIVAS	AGREGACION DE IMPACTOS
COMPONENTES AMBIENTALES										
Espacios abiertos	-3	-2		-4				0	1	-41
Cosechas		5		4	-2			0	1	-8
Vistas Panorámicas					4		4	1	0	24
Salud y Seguridad			8			-4		1	1	56
Empleo			8	8	8		2	3	0	176
Red de Servicios			8	7	7			1	0	81
Vectores Enfermedades	-6		6					1	1	12
Aguas Superficiales		3		5	-1			0	1	-3
					3					297
AFECTACIONES POSITIVAS	0	0	4	1	1	0	1			
AFECTACIONES NEGATIVAS	2	1	0	1	2	1	0			
AGREGACION DE IMPACTOS	-33	-10	239	40	45	-8	24	297		297



ANEXO No. 12.1

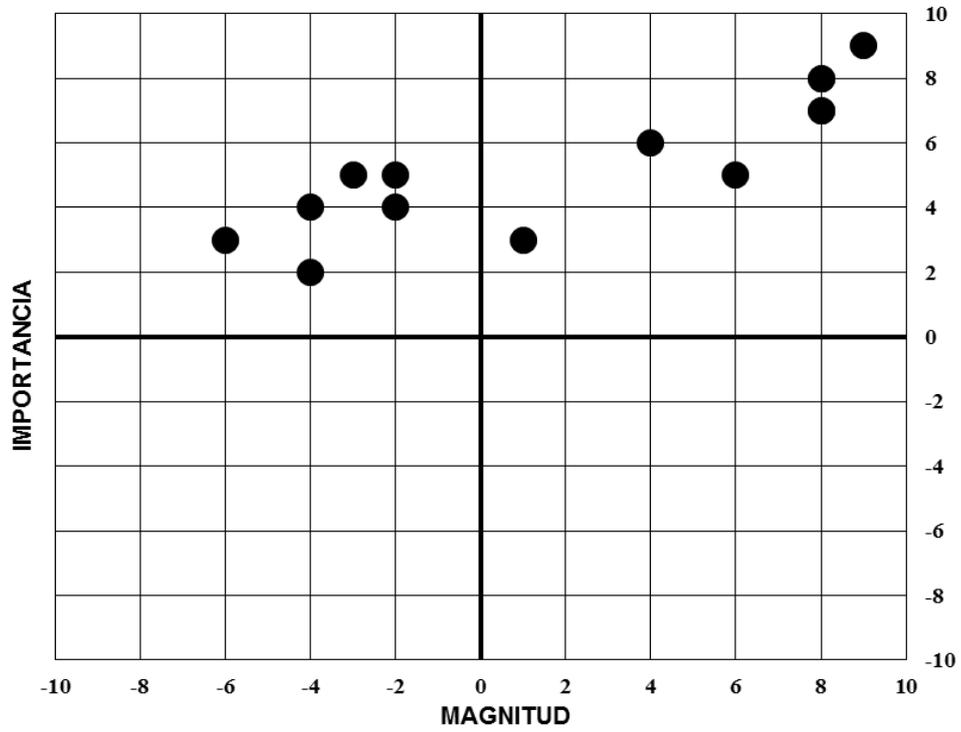
EVALUACION DE MAGNITUD E IMPORTANCIA

MAGNITUD		
Calificación	Intensidad	Afectación
1	Baja	Baja
2	Baja	Media
3	Baja	Alta
4	Media	Baja
5	Media	Media
6	Media	Alta
7	Alta	Baja
8	Alta	Media
9	Alta	Alta
10	Muy Alta	Alta

IMPORTANCIA		
Calificación	Duración	Influencia
1	Temporal	Puntual
2	Media	Puntual
3	Permanente	Puntual
4	Temporal	Local
5	Media	Local
6	Permanente	Local
7	Temporal	Regional
8	Media	Regional
9	Permanente	Regional
10	Permanente	Nacional



ANEXO No. 12.2 GRAFICO MAGNITUD VS IMPORTANCIA





ANEXO 13

PRESUPUESTO,
CRONOGRAMA DE
TRABAJO Y ANÁLISIS DE
PRECIOS



PRESUPUESTO GENERAL

RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
CAPTACIÓN TIPO VERTIENTE EN SITIO					3,051.28
OBRA CIVIL					2,814.26
APP-S-001	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	15.00	0.84	12.60
APP-S-002	REPLANTEO MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M2	15.00	0.83	12.45
APP-S-003	EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	2.50	11.11	27.78
APP-S-004	RELLENO MANUAL CON MATERIAL DEL SITIO	M3	0.95	4.31	4.09
APP-S-006	HORMIGÓN SIMPLE DE $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$	M3	4.86	190.42	924.68
APP-S-007	REVESTIDO INTERIOR RESERVAS + IMPERMEABILIZANTE	M2	2.92	14.89	43.48
APP-S-008	ENCOFRADO / DESENCOFRADO	M2	9.11	6.50	59.22
APP-S-009	MATERIAL FILTRANTE	M3	0.86	31.97	27.62
APP-S-014	PUERTA DE MALLA GALVANIZADA 0.7 x 2.0 m	U	1.00	21.34	21.34
APP-S-015	CERRAMIENTO DE ALAMBRE DE PÚAS INCLUYE POSTES DE HORMIGON	ML	100.00	3.24	324.00
APP-S-016	MAMPOSTERIA DE LADRILLO PEQUEÑO	M2	1.54	27.68	42.63
APP-S-017	TRANSPORTE DE CEMENTO EN ACEMILA	U*KM	51.22	1.54	78.88
APP-S-019	TRANSPORTE DE MATERIAL PETREO EN ACEMILA	M3*KM	26.44	46.05	1,217.35
APP-S-020	TRANSPORTE DE TUBERÍA EN ACÉMILA	TUBO*KM	5.40	3.36	18.14
ACCESORIOS					237.02
APP-S-021	TAPA SANITARIA DE TOOL 1.2mm 0.60X0.60m	U	2.00	73.74	147.48
APP-S-023	CERNIDERA DE ALUMINIO ROSCADA 1 1/4"	U	1.00	5.69	5.69
APP-S-024	TUBERÍA PARA ACCESORIOS PVC P DE $\varnothing=32\text{mm}$	ML	2.50	4.25	10.63
APP-S-025	UNIVERSAL PVC-PR 1 1/4"	U	2.00	5.31	10.62
APP-S-026	VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE BRONCE 1 1/4"	U	1.00	45.18	45.18
APP-S-027	ADAPTADOR PR E/C 1 1/4" a 32mm	U	1.00	6.00	6.00
APP-S-029	TUBERIA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 50 mm 1.0 MPA	M	1.00	2.60	2.60
APP-S-030	TAPON MACHO PVC-P U/Rc 2"	U	1.00	6.28	6.28
APP-S-031	CODO 90° PVC - PR E/C D=50mm	U	1.00	2.54	2.54
DESARENADOR					2,475.35
OBRA CIVIL					2,093.78
APP-S-001	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	15.00	0.84	12.60
APP-S-002	REPLANTEO MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M2	7.46	0.83	6.19
APP-S-003	EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	5.95	11.11	66.10
APP-S-004	RELLENO MANUAL CON MATERIAL DEL SITIO	M3	1.24	4.31	5.34
APP-S-005	REPLANTILLO DE HORMIGON $f_c=140 \text{ Kg/cm}^2$ e=5cm + PIEDRA e=20cm	M3	1.50	157.19	235.79
APP-S-006	HORMIGÓN SIMPLE DE $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$	M3	1.90	190.42	361.80
APP-S-037	ENLUCIDO INTERIOR RESERVAS + IMPERMEABILIZANTE	M2	12.20	9.87	120.41
APP-S-008	ENCOFRADO / DESENCOFRADO	M2	25.30	6.50	164.45
APP-S-038	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$	Kg	225.58	2.83	638.39
APP-S-039	ENLUCIDO VERTICAL-PALETEADO FINO MORT 1:2	M2	24.00	6.10	146.40
APP-S-019	TRANSPORTE DE MATERIAL PETREO EN ACEMILA	M3*KM	6.16	46.05	283.67
APP-S-040	TRANSPORTE DE ACERO DE REFUERZO EN ACEMILA	KG*KM	225.58	0.09	20.30
APP-S-017	TRANSPORTE DE CEMENTO EN ACEMILA	U*KM	21.00	1.54	32.34
ACCESORIOS					381.57
APP-S-027	ADAPTADOR PR E/C 1 1/4" a 32mm	U	2.00	6.00	12.00
APP-S-041	TUBERÍA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 40 mm 1.0 MPA	M	7.20	5.47	39.38
APP-S-025	UNIVERSAL PVC-PR 1 1/4"	U	8.00	5.31	42.48



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

APP-S-026	VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE BRONCE 1 1/4"	U	3.00	45.18	135.54
APP-S-042	ADAPTADOR PR E/C 63mm x 2"	U	1.00	5.56	5.56
APP-S-043	CODO 90° PVC - PR E/C D=50mm	U	2.00	2.54	5.08
APP-S-034	TEE PVC-PR 1 1/4"	U	2.00	4.81	9.62
APP-S-044	TUBERIA PVC-S E/C 75 mm DESAGUE	M	2.20	4.08	8.98
APP-S-045	CODO PVC PR DE 63mm x 90°	U	2.00	4.02	8.04
APP-S-046	VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE BRONCE 2"	U	1.00	104.25	104.25
APP-S-047	UNIVERSAL PVC 63mm	U	4.00	2.66	10.64
VÁLVULAS DE AIRE Y DESAGÜE					2,908.82
OBRA CIVIL					1,824.83
APP-S-001	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	9.00	0.84	7.56
APP-S-002	REPLANTEO MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M2	9.00	0.83	7.47
APP-S-003	EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	4.50	11.11	50.00
APP-S-004	RELLENO MANUAL CON MATERIAL DEL SITIO	M3	0.90	4.31	3.88
APP-S-008	ENCOFRADO / DESENCOFRADO	M2	54.00	6.50	351.00
APP-S-006	HORMIGÓN SIMPLE DE $f_c=210$ kg/cm ²	M3	1.89	190.42	359.89
APP-S-021	TAPA SANITARIA DE TOOL 1.2mm 0.60X0.60m	U	12.00	73.74	884.88
APP-S-019	TRANSPORTE DE MATERIAL PETREO EN ACEMILA	M3*KM	3.03	46.05	139.36
APP-S-017	TRANSPORTE DE CEMENTO EN ACEMILA	U*KM	13.50	1.54	20.79
ACCESORIOS					1,083.99
APP-S-037	VALVULA DE AIRE 1 1/4" O 32mm DOBLE ACCION + ACCESORIOS	U	4.00	54.93	219.72
APP-S-038	VALVULA DE DESAGUE 32mm + ACCESORIOS	U	1.00	61.75	61.75
APP-S-039	VALVULA DE AIRE 1 1/2" O 40mm DOBLE ACCION + ACCESORIOS	U	2.00	77.97	155.94
APP-S-040	VALVULA DE DESAGUE 40mm + ACCESORIOS	U	2.00	73.93	147.86
APP-S-041	VALVULA DE AIRE 25MM + ACCESORIOS	U	1.00	168.09	168.09
APP-S-042	VALVULA DE DESAGUE 25 mm + ACCESORIOS	U	3.00	110.21	330.63
CONDUCCIÓN A PLANTA DE TRATAMIENTO					27,738.81
OBRA CIVIL					23,258.95
APP-S-041	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	Km	2.32	417.70	969.48
APP-S-003	EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	991.53	11.11	11,015.91
APP-S-042	COLCHON DE ARENA PARA TUBERÍA e=10cm	M3	139.26	21.46	2,988.52
APP-S-043	EXCAVACION EN ROCA CON EXPLOSIVOS, EQUIPO: MARTILLO NEUMATICO Y COMPRESOR	M3	122.55	32.34	3,963.23
APP-S-044	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL NATURAL	M3	970.18	2.31	2,241.11
APP-S-045	PRUEBAS HIDROSTÁTICAS	ML	2,321.00	0.80	1,856.80
APP-S-046	TRANSPORTE DE TUBERÍA EN ACÉMILA	TUBO*KM	5.00	3.36	16.80
APP-S-046	ANCLAJES H ^S ° PARA ACCESORIOS 0.40X0-40X0.40m	U	5.00	41.42	207.10
ACCESORIOS					4,479.86
APP-S-047	TUBERIA PVC - P E/C 32 MM 1.60 MPA	M	1,691.93	1.85	3,130.07
APP-S-048	TUBERIA PVC-P E/C 40 mm 1.00 MPA	M	147.86	4.10	606.23
APP-S-049	TUBERIA PVC - P E/C 25 MM 1.60 MPA	M	407.38	1.77	721.06
APP-S-048	CODO PVC PR DE 1" x 90°	U	5.00	3.60	18.00
APP-S-049	CODO 45° PVC - PR E/C D=25mm	U	3.00	1.50	4.50
PASO SUB-FLUVIAL EN CONDUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN					646.55
OBRA CIVIL					646.55
APP-S-001	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	1.68	0.84	1.41
APP-S-003	EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	0.70	11.11	7.78
APP-S-008	ENCOFRADO / DESENCOFRADO	M2	5.78	6.50	37.54



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

APP-S-006	HORMIGÓN SIMPLE DE $f_c=210$ kg/cm ²	M3	3.15	190.42	599.82
ESTRUCTURA DE ENTRADA A FILTROS LENTOS					1,047.41
OBRA CIVIL					617.07
APP-S-001	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	3.90	0.84	3.28
APP-S-002	REPLANTEO MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M2	3.90	0.83	3.24
APP-S-003	EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	4.28	11.11	47.60
APP-S-050	EMPEDRADO BASE ESPESOR=20CM	M2	1.96	6.01	11.78
APP-S-006	HORMIGÓN SIMPLE DE $f_c=210$ kg/cm ²	M3	0.97	190.42	184.71
APP-S-008	ENCOFRADO / DESENCOFRADO	M2	7.50	6.50	48.75
APP-S-051	ENLUCIDO VERTICAL-PALETEADO FINO MORT 1:2	M2	3.82	6.10	23.30
APP-S-007	REVESTIDO INTERIOR RESERVAS + IMPERMEABILIZANTE	M2	3.62	14.89	53.90
APP-S-052	PINTURA DE CAUCHO LATEX	M2	3.82	2.55	9.74
APP-S-053	CAJA DE REVISIÓN DE 0.60 X 0.60 M	U	1.00	48.99	48.99
APP-S-054	VERTEDERO DE TOOL GALVANIZADO 1/16"	U	2.00	90.89	181.78
ACCESORIOS					430.34
APP-S-055	CAJA VÁLVULA HF TIPO TRAFICO PESADO Ø=160mm	U	1.00	37.38	37.38
APP-S-056	VÁLVULA COMPUERTA BRONCE 40 mm	U	1.00	93.00	93.00
APP-S-057	TUBERÍA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 40 mm 1.6 MPA	M	1.50	4.45	6.68
APP-S-058	CODO 90° PVC - PR E/C D=32mm	U	2.00	2.01	4.02
APP-S-059	REDUCTOR PVC-P U/Rc 1 1/4" -1 "	U	1.00	3.15	3.15
APP-S-060	UNIVERSAL PVC-P U/Rc 1 "	U	4.00	3.35	13.40
APP-S-061	VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE BRONCE 1"	U	2.00	63.70	127.40
APP-S-062	TUBERÍA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 25 mm 1.6 MPA	M	1.50	1.64	2.46
APP-S-063	TUBERÍA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 50 mm 1.0 MPA	M	1.50	2.60	3.90
APP-S-064	UNIVERSAL PVC-P U/Rc 2"	U	2.00	9.85	19.70
APP-S-065	VALVULA DE COMPUERTA Y CUADRO HF DE 2"	U	1.00	119.25	119.25
TANQUE DE LAVADO DE ARIDOS					315.73
OBRA CIVIL					279.85
APP-S-001	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	5.00	0.84	4.20
APP-S-002	REPLANTEO MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M2	5.00	0.83	4.15
APP-S-003	EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	0.65	11.11	7.22
APP-S-050	EMPEDRADO BASE ESPESOR=20CM	M2	0.65	6.01	3.91
APP-S-006	HORMIGÓN SIMPLE DE $f_c=210$ kg/cm ²	M3	0.51	190.42	97.11
APP-S-008	ENCOFRADO / DESENCOFRADO	M2	8.91	6.50	57.92
APP-S-051	ENLUCIDO VERTICAL-PALETEADO FINO MORT 1:2	M2	4.38	6.10	26.72
APP-S-007	REVESTIDO INTERIOR RESERVAS + IMPERMEABILIZANTE	M2	4.53	14.89	67.45
APP-S-052	PINTURA DE CAUCHO LATEX	M2	4.38	2.55	11.17
ACCESORIOS					35.88
APP-S-066	REDUCTOR PVC-P U/Rc 1" -3/4 "	U	1.00	2.78	2.78
APP-S-067	TUBERÍA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 20 mm 2.0 MPA	M	1.00	1.22	1.22
APP-S-068	VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE DE BRONCE 3/4"	U	1.00	22.06	22.06
APP-S-069	CODO PVC PR DE 3/4" x 90°	U	1.00	2.37	2.37
APP-S-057	TUBERÍA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 40 mm 1.6 MPA	M	1.00	4.45	4.45
APP-S-070	CODO 90° PVC - PR E/C D=40mm	U	1.00	3.00	3.00
FILTRO LENTO DE ARENA					10,194.61
OBRA CIVIL					9,557.57
APP-S-001	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	48.01	0.84	40.33
APP-S-002	REPLANTEO MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M2	48.01	0.83	39.85
APP-S-003	EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	100.14	11.11	1,112.54



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

APP-S-071	ENCOFRADO CIRCULAR DE PAREDES	M2	80.35	18.84	1,513.79
APP-S-072	HORMIGÓN EN PAREDES DE FERROCEMENTO	M3	3.86	242.38	934.68
APP-S-006	HORMIGÓN SIMPLE DE $f_c=210$ kg/cm ²	M3	5.26	190.42	1,001.74
APP-S-005	REPLANTILLO DE HORMIGON $f_c=140$ Kg/cm ² e=5cm + PIEDRA e=20cm	M3	5.26	157.19	826.82
APP-S-073	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ Kg/cm ²	Kg	345.24	2.83	977.03
APP-S-007	REVESTIDO INTERIOR RESERVAS + IMPERMEABILIZANTE	M2	58.23	14.89	867.04
APP-S-051	ENLUCIDO VERTICAL-PALETEADO FINO MORT 1:2	M2	39.24	6.10	239.36
APP-S-074	MALLA ELECTROSOLDADA 15x15x6mm	M2	39.51	17.89	706.83
APP-S-075	MALLA DE CERRAMIENTO	M2	91.02	10.95	996.67
APP-S-076	RELLENO CON GRAVA FINA 2-5mm	M3	0.40	42.69	17.11
APP-S-077	RELLENO CON GRAVA 5-15mm	M3	0.40	42.69	17.08
APP-S-078	RELLENO CON GRAVA 15-25mm	M3	0.40	42.69	17.08
APP-S-079	RELLENO CON GRAVA 15-38.10mm	M3	0.40	43.56	17.42
APP-S-080	RELLENO CON GRAVA 38.10-83.50mm	M3	0.69	43.56	29.93
APP-S-081	LECHO DE ARENA 0.15-0.30mm	M3	4.58	44.16	202.27
ACCESORIOS					637.04
APP-S-082	TRAMO CORTO PVC $\varnothing=25$ mm, L=1.25	U	2.00	4.81	9.62
APP-S-049	CODO 45° PVC - PR E/C D=25mm	U	4.00	1.50	6.00
APP-S-083	TUBERIA PVC PERFORADA $\varnothing=25$ mm	U	2.00	3.18	6.36
APP-S-084	TAPON HEMBRA PVC-P 25 mm	U	2.00	1.21	2.42
APP-S-085	TUBERIA PVC - P E/C 25 MM 1.60 MPA	M	11.00	1.77	19.47
APP-S-086	TUBERIA PVC-P E/C 40 mm 1.00 MPA	M	5.60	4.10	22.96
APP-S-087	REDUCCION PVC -P E/C 1 1/2" A 25 mm	U	12.00	2.66	31.92
APP-S-088	TEE PVC - PR E/C 40mm	U	2.00	5.21	10.42
APP-S-089	CRUZ PVC-P C/C 1 1/2"	U	4.00	7.02	28.08
APP-S-029	TAPÓN PVC P DE 40 mm	U	12.00	2.05	24.60
APP-S-090	ADAPTADOR PVC -P E/C 25 mm x 1 1/2"	U	2.00	14.56	29.12
APP-S-091	TEE PVC - PR E/C 25mm	U	2.00	3.02	6.04
APP-S-092	VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE BRONCE 2"	U	2.00	104.25	208.50
APP-S-093	UNIVERSAL PVC-P U/Rc 1 1/2"	U	8.00	7.22	57.76
APP-S-057	TUBERIA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 40 mm 1.6 MPA	M	2.00	4.45	8.90
APP-S-094	CODO PVC-S E/C 90 :50mm	U	1.00	1.34	1.34
APP-S-095	TRAMO CORTO PVC $\varnothing=1$ "	U	1.00	3.01	3.01
APP-S-060	UNIVERSAL PVC-P U/Rc 1 "	U	2.00	3.35	6.70
APP-S-061	VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE BRONCE 1"	U	1.00	63.70	63.70
APP-S-033	CODO PVC PR DE 1" x 90°	U	4.00	2.47	9.88
APP-S-062	TUBERIA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 25 mm 1.6 MPA	M	3.00	1.64	4.92
APP-S-096	BOCA CAMPANA DE ALUMINIO 2"	U	2.00	33.50	67.00
APP-S-063	TUBERIA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 50 mm 1.0 MPA	M	3.20	2.60	8.32
CASETA DE CLORACIÓN					7,836.89
OBRA CIVIL					6,335.38
APP-S-001	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	14.70	0.84	12.35
APP-S-002	REPLANTEO MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M2	8.75	0.83	7.26
APP-S-003	EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	16.86	11.11	187.31
APP-S-008	ENCOFRADO / DEENCOFRADO	M2	36.32	6.50	236.08
APP-S-097	MAMPOSTERIA DE LADRILLO	M2	15.88	17.94	284.89
APP-S-073	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ Kg/cm ²	Kg	71.03	2.83	201.01
APP-S-098	HORMIGÓN SIMPLE $f_c=180$ kg/cm ²	M3	0.95	117.25	111.39
APP-S-006	HORMIGÓN SIMPLE DE $f_c=210$ kg/cm ²	M3	1.50	190.42	285.63
APP-S-007	REVESTIDO INTERIOR RESERVAS + IMPERMEABILIZANTE	M2	50.56	14.89	752.84
APP-S-099	VENTANA DE HIERRO CON PROTECCION + VIDRIO	M2	0.75	71.50	53.63
APP-S-100	CANDADO DE BRONCE O COBRE	U	1.00	26.69	26.69
APP-S-052	PINTURA DE CAUCHO LATEX	M2	45.87	2.55	116.97
APP-S-101	PUERTA TOOL 3/16"	U.	1.00	168.30	168.30



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

APP-S-053	CAJA DE REVISIÓN DE 0.60 X 0.60 M	U	1.00	48.99	48.99
APP-S-050	EMPEDRADO BASE ESPESOR=20CM	M2	12.80	6.01	76.93
APP-S-102	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONVENC. 13,200-210/121 V, 165 KVA	U	1.00	3,296.41	3,296.41
APP-S-103	ACOMETIDA DE ENERGÍA ELECTRICA	ML	15.00	9.26	138.90
APP-S-104	MEDIDOR DE LUZ	U	1.00	146.80	146.80
APP-S-105	CABLE ELECT. TW 3 No.8 MAGUERA NEGRA 3/4	M	300.00	0.61	183.00
ACCESORIOS					1,501.51
APP-S-106	CODO 90° PVC - PR E/C D=25mm	U	4.00	2.41	9.64
APP-S-034	TEE PVC-PR 1 1/4"	U	1.00	4.81	4.81
APP-S-107	CODO 90° PVC - PR E/C D=50mm	U	1.00	2.54	2.54
APP-S-026	VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE BRONCE 1 1/4"	U	1.00	45.18	45.18
APP-S-025	UNIVERSAL PVC-PR 1 1/4"	U	3.00	5.31	15.93
APP-S-060	UNIVERSAL PVC-P U/Rc 1 "	U	5.00	3.35	16.75
APP-S-108	TEE PVC - PR E/C 25mm	U	1.00	1.91	1.91
APP-S-109	VÁLVULA COMPUERTA BRONCE 25mm	U	2.00	63.93	127.86
APP-S-062	TUBERIA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 25 mm 1.6 MPA	M	3.70	1.64	6.07
APP-S-057	TUBERIA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 40 mm 1.6 MPA	M	5.20	4.45	23.14
APP-S-033	CODO PVC PR DE 1" x 90°	U	1.00	2.47	2.47
APP-S-054	VERTEDERO DE TOOL GALVANIZADO 1/16"	U	1.00	90.89	90.89
APP-S-110	TANQUE HIPOCLORADOR TIPO IEOS 250 lts.	U	1.00	234.09	234.09
APP-S-111	VALVULA FLOTADORA BRONCE 1"	U	1.00	51.55	51.55
APP-S-112	VALVULA CHECK BRONCE DE 1 1/2"	U	1.00	44.73	44.73
APP-S-055	CAJA VÁLVULA HF TIPO TRAFICO PESADO Ø=160mm	U	1.00	37.38	37.38
APP-S-113	REJILLA DE PISO 2"	U	1.00	2.84	2.84
APP-S-114	CLORID L-10	U	1.00	783.73	783.73
TANQUE DE RESERVA 10 M3					5,016.78
OBRA CIVIL					3,610.18
APP-S-001	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	16.72	0.84	14.04
APP-S-002	REPLANTEO MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M2	15.86	0.83	13.16
APP-S-003	EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	48.03	11.11	533.61
APP-S-073	ACERO DE REFUERZO fy=4200 Kg/cm2	Kg	129.45	2.83	366.34
APP-S-072	HORMIGÓN EN PAREDES DE FERROCEMENTO	M3	1.80	242.38	436.28
APP-S-006	HORMIGÓN SIMPLE DE fc=210 kg/cm2	M3	1.80	190.42	342.76
APP-S-052	PINTURA DE CAUCHO LATEX	M2	32.07	2.55	81.78
APP-S-074	MALLA ELECTROSOLDADA 15x15x6mm	M2	17.15	17.89	306.74
APP-S-071	ENCOFRADO CIRCULAR DE PAREDES	M2	24.13	18.84	454.55
APP-S-115	ENCOFRADO-DESEN. LOSA	M2	8.09	13.05	105.57
APP-S-075	MALLA DE CERRAMIENTO	M2	25.00	10.95	273.75
APP-S-116	TAPA DE BOCA DE VISITA TOL 1/16"	U	1.00	94.27	94.27
APP-S-117	ESCALERA HG 3/4" h=3.00m a=0.4 m	U	1.00	27.04	27.04
APP-S-118	ENLUCIDO PALETEADO FINO EXTERIOR	M2	19.48	10.08	196.36
APP-S-007	REVESTIDO INTERIOR RESERVAS + IMPERMEABILIZANTE	M2	17.86	14.89	265.95
APP-S-053	CAJA DE REVISIÓN DE 0.60 X 0.60 M	U	2.00	48.99	97.98
ACCESORIOS					1,406.60
APP-S-119	DREN PVC NORMAL 110 mm	ML	17.52	18.56	325.17
APP-S-031	TUBERÍA PARA ACCESORIOS PVC PR DE Ø= 1 1/4"	ML	13.40	5.78	77.45
APP-S-026	VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE BRONCE 1 1/4"	U	3.00	45.18	135.54
APP-S-120	VALVULA FLOTADORA BRONCE CON BOLA DE COBRE 1 1/4"	U	5.00	57.00	285.00
APP-S-025	UNIVERSAL PVC-PR 1 1/4"	U	5.00	5.31	26.55
APP-S-121	NEPLO PVC PR-1 1/4"	U	7.00	2.97	20.79
APP-S-088	TEE PVC - PR E/C 40mm	U	2.00	5.21	10.42
APP-S-023	CERNIDERA DE ALUMINIO ROSCADA 1 1/4"	U	1.00	5.69	5.69
APP-S-122	UNIÓN PVC PR DE 1 1/4"	U	1.00	2.44	2.44
APP-S-058	CODO 90° PVC - PR E/C D=32mm	U	2.00	2.01	4.02



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

APP-S-057	TUBERIA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 40 mm 1.6 MPA	M	3.50	4.45	15.58
APP-S-033	CODO PVC PR DE 1" x 90°	U	4.00	2.47	9.88
APP-S-123	NEPLO PVC PR-2"	U	5.00	4.88	24.40
APP-S-096	BOCA CAMPANA DE ALUMINIO 2"	U	1.00	33.50	33.50
APP-S-124	TEE PVC - PR E/C 50mm	U	2.00	3.94	7.88
APP-S-092	VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE BRONCE 2"	U	1.00	104.25	104.25
APP-S-064	UNIVERSAL PVC-P U/Rc 2"	U	1.00	9.85	9.85
APP-S-021	TAPA SANITARIA DE TOOL 1.2mm 0.60X0.60m	U	3.00	73.74	221.22
APP-S-125	TUBERIA PVC-P E/C 50 mm 1MPA	M	15.53	5.60	86.97
OBRAS ADICIONALES EN PLANTA DE TRATAMIENTO					6,060.24
OBRA CIVIL					6,060.24
APP-S-001	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	310.50	0.84	260.82
APP-S-003	EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	88.88	11.11	987.46
APP-S-004	RELLENO MANUAL CON MATERIAL DEL SITIO	M3	32.00	4.31	137.92
APP-S-016	HORMIGON CICLOPEO (60% H.S. f _c =180 Kg/cm ²)	M3	4.38	108.26	474.18
APP-S-126	HORMIGON EN GRADAS + ENCOFRADO f _c =210 Kg/cm ²	M3	1.25	163.48	205.00
APP-S-006	HORMIGÓN SIMPLE DE f _c =210 kg/cm ²	M3	4.44	190.42	845.46
APP-S-008	ENCOFRADO / DESENCOFRADO	M2	43.80	6.50	284.70
APP-S-127	PUERTA DE MALLA GALVANIZADA DE PROTECCION 3.2 x 2.0 m	U	1.00	468.22	468.22
APP-S-128	CERRAMIENTO CON MALLA (H=2.0 M)	ML	73.00	22.90	1,671.70
APP-S-129	ALAMBRE PUAS 3 HILADAS SOBRE CERRA.MALLA	ML	73.00	4.11	300.03
APP-S-130	CAJAS DE REVISIÓN DE LADRILLO ENLUCIDO CON TAPA 60X60X60CM	C/U	4.00	65.27	261.08
APP-S-085	TUBERIA PVC - P E/C 25 MM 1.60 MPA	M	8.71	1.77	15.42
APP-S-131	TUBERIA PVC-S E/C DESAGUE 110MM	M	26.10	5.68	148.25
RED DE DISTRIBUCIÓN					56,773.37
OBRA CIVIL					43,497.16
APP-S-041	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	Km	4.08	417.70	1,704.22
APP-S-003	EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	2,195.56	11.11	24,392.71
APP-S-042	COLCHON DE ARENA PARA TUBERÍA e=10cm	M3	274.45	21.46	5,889.60
APP-S-132	RASANTEO DE ZANJA	M2	2,744.45	0.67	1,838.78
APP-S-133	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN	M3	1,783.90	4.46	7,956.17
APP-S-134	ACOMETIDA DE AGUA POTABLE INCLUYE MEDIDOR	U	16.00	107.23	1,715.68
ACCESORIOS					13,276.21
APP-S-086	TUBERIA PVC-P E/C 40 mm 1.00 MPA	M	1,892.78	4.10	7,760.40
APP-S-087	TUBERIA PVC - P E/C 32 mm 1.25 MPA	M	1,142.77	3.11	3,554.01
APP-S-088	TUBERIA PVC - P E/C 25 MM 1.60 MPA	M	531.75	1.77	941.20
APP-S-089	TUBERIA PVC - P E/C 20 MM 2.00 MPA	M	441.38	1.35	595.86
APP-S-070	CODO 90° PVC - PR E/C D=40mm	U	3.00	3.00	9.00
APP-S-135	CODO 45° PVC - PR E/C D=40mm	U	2.00	4.12	8.24
APP-S-136	CODO 11.25° PVC - PR E/C D=40mm	U	3.00	7.06	21.18
APP-S-088	TEE PVC - PR E/C 40mm	U	6.00	5.21	31.26
APP-S-137	REDUCTOR PVC-P U/Rc 1 1/2" - 1/2"	U	16.00	6.48	103.68
APP-S-138	VÁLVULA COMPUERTA BRONCE 40 mm	U	1.00	93.00	93.00
APP-S-139	VÁLVULA COMPUERTA BRONCE 32mm	U	2.00	79.19	158.38
TANQUE ROMPE PRESIÓN EN DISTRIBUCIÓN					5,205.85
OBRA CIVIL					1,340.90
APP-S-001	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	9.93	0.84	8.34
APP-S-002	REPLANTEO MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M2	7.48	0.83	6.20
APP-S-003	EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	6.70	11.11	74.44
APP-S-004	RELLENO MANUAL CON MATERIAL DEL SITIO	M3	1.38	4.31	5.93
APP-S-008	ENCOFRADO / DESENCOFRADO	M2	42.45	6.50	275.93



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

APP-S-006	HORMIGÓN SIMPLE DE $f_c=210$ kg/cm ²	M3	1.26	190.42	240.28
APP-S-139	HORMIGÓN SIMPLE $f_c=180$ kg/cm ²	M3	1.68	215.97	361.75
APP-S-140	ENLUCIDO INTERIOR RESERVAS + IMPERMEABILIZANTE	M2	22.30	9.87	220.10
APP-S-051	ENLUCIDO VERTICAL-PALETEADO FINO MORT 1:2	M2	24.25	6.10	147.93
ACCESORIOS					3,864.95
APP-S-116	TAPA DE BOCA DE VISITA TOL 1/16"	U	6.00	94.27	565.62
APP-S-141	ADAPTADOR PVC -P HEMBRA C/R 40 mm	U	27.00	2.06	55.62
APP-S-142	ADAPTADOR PVC -P HEMBRA C/R 25 mm	U	3.00	61.63	184.89
APP-S-143	ADAPTADOR HEMBRA PVC PR-UPSE 32mm	U	21.00	17.24	362.04
APP-S-142	TRAMO CORTO PVC Ø=40mm	U	26.00	4.04	105.04
APP-S-143	TRAMO CORTO PVC Ø=25mm, L=0.75	U	13.00	4.81	62.53
APP-S-143	TRAMO CORTO PVC Ø=32MM	U	78.00	6.11	476.58
APP-S-093	UNIVERSAL PVC-P U/Rc 1 1/2"	U	12.00	7.22	86.64
APP-S-138	VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE DE BRONCE 1 1/2	U	12.00	59.09	709.08
APP-S-143	NEPLO PVC PR-1 1/2"	U	24.00	3.09	74.16
APP-S-144	CODO PVC PR DE 1 1/2" x 90°	U	40.00	4.61	184.40
APP-S-145	UNIÓN PVC PR DE 1 1/2"	U	10.00	14.19	141.90
APP-S-111	VALVULA FLOTADORA BRONCE 1"	U	10.00	49.72	497.20
APP-S-146	BOCA CAMPANA DE ALUMINIO 40mm	U	10.00	28.56	285.60
APP-S-147	TEE PVC - PR E/C 25mm	U	1.00	28.56	28.56
APP-S-088	TEE PVC - PR E/C 40mm	U	9.00	5.01	45.09

SON: ciento cuarenta y cuatro mil setecientos sesenta y nueve, 72/100 dólares

COSTO TOTAL	129,271.69
IVA 12%	0.00
TOTAL	129,271.69



“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA”

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO

TIEMPO EN MESES

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P.Unitario	P. TOTAL	M1	M2	M3	M4	M5
					MI	MI	MI	MI	MI
CAPTACIÓN TIPO VERTIENTE EN SITIO									
OBRA CIVIL									
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	15.00	0.84	12.60	100.00%				
					\$ 12.60				
REPLANTEO MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M2	15.00	0.83	12.45	100.00%				
					\$ 12.45				
EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	2.50	11.11	27.78	100.00%				
					\$ 27.78				
RELLENO MANUAL CON MATERIAL DEL SITIO	M3	0.95	4.31	4.09	100.00%				
					\$ 4.09				
HORMIGÓN SIMPLE DE f'c=210 kg/cm2	M3	4.86	190.42	924.68	100.00%				
					\$ 924.68				
REVESTIDO INTERIOR RESERVAS + IMPERMEABILIZANTE	M2	2.92	14.89	43.48	100.00%				
					\$ 43.48				



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

ENCOFRADO / DEENCOFRADO	M2	9.11	6.50	59.22	100.00%				
					\$ 59.22				
MATERIAL FILTRANTE	M3	0.86	31.97	27.62	100.00%				
					\$ 27.62				
PUERTA DE MALLA GALVANIZADA 0.7 x 2.0 m	U	1.00	21.34	21.34	100.00%				
					\$ 21.34				
CERRAMIENTO DE ALAMBRE DE PÚAS INCLUYE POSTES DE HORMIGON	ML	100.00	3.24	324.00	100.00%				
					\$ 324.00				
MAMPOSTERIA DE LADRILLO PEQUEÑO	M2	1.54	27.68	42.63	100.00%				
					\$ 42.63				
TRANSPORTE DE CEMENTO EN ACEMILA	U*KM	51.22	1.54	78.88	100.00%				
					\$ 78.88				
TRANSPORTE DE MATERIAL PETREO EN ACEMILA	M3*KM	26.44	46.05	1,217.35	100.00%				
					\$ 1,217.35				
TRANSPORTE DE TUBERÍA EN ACÉMILA	TUBO*KM	5.40	3.36	18.14	100.00%				
					\$ 18.14				
ACCESORIOS									
TAPA SANITARIA DE TOOL 1.2mm 0.60X0.60m	U	2.00	73.74	147.48	100.00%				
					\$ 147.48				
CERNIDERA DE ALUMINIO ROSCADA 1 1/4"	U	1.00	5.69	5.69	100.00%				



“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA”

					\$ 5.69				
TUBERÍA PARA ACCESORIOS PVC P DE Ø=32mm	ML	2.50	4.25	10.63	100.00%				
					\$ 10.63				
UNIVERSAL PVC-PR 1 1/4"	U	2.00	5.31	10.62	100.00%				
					\$ 10.62				
VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE BRONCE 1 1/4"	U	1.00	45.18	45.18	100.00%				
					\$ 45.18				
ADAPTADOR PR E/C 1 1/4" a 32mm	U	1.00	6.00	6.00	100.00%				
					\$ 6.00				
TUBERIA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 50 mm 1.0 MPA	M	1.00	2.60	2.60	100.00%				
					\$ 2.60				
TAPON MACHO PVC-P U/Rc 2"	U	1.00	6.28	6.28	100.00%				
					\$ 6.28				
CODO 90° PVC - PR E/C D=50mm	U	1.00	2.54	2.54	100.00%				
					\$ 2.54				
DESARENADOR									
OBRA CIVIL									
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	15.00	0.84	12.60	100.00%				
					\$ 12.60				



“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA”

REPLANTEO MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M2	7.46	0.83	6.19	100.00%				
					\$ 6.19				
EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	5.95	11.11	66.10	100.00%				
					\$ 66.10				
RELLENO MANUAL CON MATERIAL DEL SITIO	M3	1.24	4.31	5.34	100.00%				
					\$ 5.34				
REPLANTILLO DE HORMIGON f'c=140 Kg/cm2 e=5cm + PIEDRA e=20cm	M3	1.50	157.19	235.79	100.00%				
					\$ 235.79				
HORMIGÓN SIMPLE DE f'c=210 kg/cm2	M3	1.90	190.42	361.80	100.00%				
					\$ 361.80				
ENLUCIDO INTERIOR RESERVAS + IMPERMEABILIZANTE	M2	12.20	9.87	120.41	100.00%				
					\$ 120.41				
ENCOFRADO / DEENCOFRADO	M2	25.30	6.50	164.45	100.00%				
					\$ 164.45				
ACERO DE REFUERZO fy=4200 Kg/cm2	Kg	225.58	2.83	638.39	100.00%				
					\$ 638.39				
ENLUCIDO VERTICAL-PALETEADO FINO MORT 1:2	M2	24.00	6.10	146.40	100.00%				
					\$ 146.40				
TRANSPORTE DE MATERIAL PETREO EN ACEMILA	M3*KM	6.16	46.05	283.67	100.00%				
					\$ 283.67				
TRANSPORTE DE ACERO DE REFUERZO EN ACEMILA	KG*KM	225.58	0.09	20.30	100.00%				



“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA”

					\$ 20.30				
TRANSPORTE DE CEMENTO EN ACEMILA	U*KM	21.00	1.54	32.34	100.00%				
					\$ 32.34				
ACCESORIOS									
ADAPTADOR PR E/C 1 1/4" a 32mm	U	2.00	6.00	12.00	100.00%				
					\$ 12.00				
TUBERIA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 40 mm 1.0 MPA	M	7.20	5.47	39.38	100.00%				
					\$ 39.38				
UNIVERSAL PVC-PR 1 1/4"	U	8.00	5.31	42.48	100.00%				
					\$ 42.48				
VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE BRONCE 1 1/4"	U	3.00	45.18	135.54	100.00%				
					\$ 135.54				
ADAPTADOR PR E/C 63mm x 2"	U	1.00	5.56	5.56	100.00%				
					\$ 5.56				
CODO 90° PVC - PR E/C D=50mm	U	2.00	2.54	5.08	100.00%				
					\$ 5.08				
TEE PVC-PR 1 1/4"	U	2.00	4.81	9.62	100.00%				
					\$ 9.62				
TUBERIA PVC-S E/C 75 mm DESAGUE	M	2.20	4.08	8.98	100.00%				
					\$ 8.98				



“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA”

CODO PVC PR DE 63mm x 90°	U	2.00	4.02	8.04	100.00%				
					\$ 8.04				
VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE BRONCE 2"	U	1.00	104.25	104.25	100.00%				
					\$ 104.25				
UNIVERSAL PVC 63mm	U	4.00	2.66	10.64	100.00%				
					\$ 10.64				
					100.00%				
VÁLVULAS DE AIRE Y DESAGÜE									
OBRA CIVIL									
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	9.00	0.84	7.56	100.00%				
					\$ 7.56				
REPLANTEO MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M2	9.00	0.83	7.47	100.00%				
					\$ 7.47				
EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	4.50	11.11	50.00	50.00%	50.00%			
					\$ 25.00	\$ 25.00			
RELLENO MANUAL CON MATERIAL DEL SITIO	M3	0.90	4.31	3.88	50.00%	50.00%			
					\$ 1.94	\$ 1.94			
ENCOFRADO / DEENCOFRADO	M2	54.00	6.50	351.00	50.00%	50.00%			



“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA”

					\$ 175.50	\$ 175.50			
HORMIGÓN SIMPLE DE f'c=210 kg/cm2	M3	1.89	190.42	359.89	50.00%	50.00%			
					\$ 179.95	\$ 179.95			
TAPA SANITARIA DE TOOL 1.2mm 0.60X0.60m	U	12.00	73.74	884.88	50.00%	50.00%			
					\$ 442.44	\$ 442.44			
TRANSPORTE DE MATERIAL PETREO EN ACEMILA	M3*KM	3.03	46.05	139.36	100.00%				
					\$ 139.36				
TRANSPORTE DE CEMENTO EN ACEMILA	U*KM	13.50	1.54	20.79	100.00%				
					\$ 20.79				
ACCESORIOS									
VALVULA DE AIRE 1 1/4" O 32mm DOBLE ACCION + ACCESORIOS	U	4.00	54.93	219.72	100.00%				
					\$ 219.72				
VALVULA DE DESAGUE 32mm + ACCESORIOS	U	1.00	61.75	61.75	100.00%				
					\$ 61.75				
VALVULA DE AIRE 1 1/2" O 40mm DOBLE ACCION + ACCESORIOS	U	2.00	77.97	155.94	100.00%				
						\$ 155.94			
VALVULA DE DESAGUE 40mm + ACCESORIOS	U	2.00	73.93	147.86	100.00%				
						\$ 147.86			
VALVULA DE AIRE 25MM + ACCESORIOS	U	1.00	168.09	168.09	100.00%				
						\$ 168.09			



“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA”

VALVULA DE DESAGUE 25 mm + ACCESORIOS	U	3.00	110.21	330.63		100.00%			
						\$ 330.63			
CONDUCCIÓN A PLANTA DE TRATAMIENTO									
OBRA CIVIL									
REPLANTEO Y NIVELACIÓN	Km	2.32	417.70	969.48		100.00%			
						\$ 969.48			
EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	991.53	11.11	11,015.91		50.00%	50.00%		
						\$ 5,507.96	\$ 5,507.96		
COLCHON DE ARENA PARA TUBERÍA e=10cm	M3	139.26	21.46	2,988.52		50.00%	50.00%		
						\$ 1,494.26	\$ 1,494.26		
EXCAVACION EN ROCA CON EXPLOSIVOS, EQUIPO: MARTILLO NEUMATICO Y COMPRESOR	M3	122.55	32.34	3,963.23		50.00%	50.00%		
						\$ 1,981.62	\$ 1,981.62		
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL NATURAL	M3	970.18	2.31	2,241.11		50.00%	50.00%		
						\$ 1,120.56	\$ 1,120.56		
PRUEBAS HIDROSTÁTICAS	ML	2,321.00	0.80	1,856.80		50.00%	50.00%		
						\$ 928.40	\$ 928.40		
TRANSPORTE DE TUBERÍA EN ACÉMILA	TUBO*KM	5.00	3.36	16.80		100.00%			



“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA”

					\$ 16.80				
ANCLAJES H°S° PARA ACCESORIOS 0.40X0-40X0.40m	U	5.00	41.42	207.10	50.00%	50.00%			
					\$ 103.55	\$ 103.55			
ACCESORIOS									
TUBERIA PVC - P E/C 32 MM 1.60 MPA	M	1,691.93	1.85	3,130.07	50.00%	50.00%			
					\$ 1,565.04	\$ 1,565.04			
TUBERIA PVC-P E/C 40 mm 1.00 MPA	M	147.86	4.10	606.23	50.00%	50.00%			
					\$ 303.12	\$ 303.12			
TUBERIA PVC - P E/C 25 MM 1.60 MPA	M	407.38	1.77	721.06	50.00%	50.00%			
					\$ 360.53	\$ 360.53			
CODO PVC PR DE 1" x 90°	U	5.00	3.60	18.00	50.00%	50.00%			
					\$ 9.00	\$ 9.00			
CODO 45° PVC - PR E/C D=25mm	U	3.00	1.50	4.50	40.00%	60.00%			
					\$ 1.80	\$ 2.70			
PASO SUB-FLUVIAL EN CONDUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN									
OBRA CIVIL									
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	1.68	0.84	1.41		60.00%	40.00%		
						\$ 0.85	\$ 0.56		



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	0.70	11.11	7.78		60.00%	40.00%		
						\$ 4.67	\$ 3.11		
ENCOFRADO / DEENCOFRADO	M2	5.78	6.50	37.54		60.00%	40.00%		
						\$ 22.52	\$ 15.02		
HORMIGÓN SIMPLE DE f'c=210 kg/cm2	M3	3.15	190.42	599.82		60.00%	40.00%		
						\$ 359.89	\$ 239.93		
ESTRUCTURA DE ENTRADA A FILTROS LENTOS									
OBRA CIVIL									
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	3.90	0.84	3.28		100.00%			
						\$ 3.28			
REPLANTEO MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M2	3.90	0.83	3.24		100.00%			
						\$ 3.24			
EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	4.28	11.11	47.60		100.00%			
						\$ 47.60			
EMPEDRADO BASE ESPESOR=20CM	M2	1.96	6.01	11.78		100.00%			
						\$ 11.78			
HORMIGÓN SIMPLE DE f'c=210 kg/cm2	M3	0.97	190.42	184.71		100.00%			
						\$ 184.71			
ENCOFRADO / DEENCOFRADO	M2	7.50	6.50	48.75		100.00%			



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

						\$ 48.75			
ENLUCIDO VERTICAL-PALETEADO FINO MORT 1:2	M2	3.82	6.10	23.30		100.00%			
						\$ 23.30			
REVESTIDO INTERIOR RESERVAS + IMPERMEABILIZANTE	M2	3.62	14.89	53.90		100.00%			
						\$ 53.90			
PINTURA DE CAUCHO LATEX	M2	3.82	2.55	9.74		100.00%			
						\$ 9.74			
CAJA DE REVISIÓN DE 0.60 X 0.60 M	U	1.00	48.99	48.99		100.00%			
						\$ 48.99			
VERTEDERO DE TOOL GALVANIZADO 1/16"	U	2.00	90.89	181.78		100.00%			
						\$ 181.78			
ACCESORIOS									
CAJA VÁLVULA HF TIPO TRAFICO PESADO Ø=160mm	U	1.00	37.38	37.38		100.00%			
						\$ 37.38			
VÁLVULA COMPUERTA BRONCE 40 mm	U	1.00	93.00	93.00		100.00%			
						\$ 93.00			
TUBERIA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 40 mm 1.6 MPA	M	1.50	4.45	6.68		100.00%			
						\$ 6.68			
CODO 90° PVC - PR E/C D=32mm	U	2.00	2.01	4.02		100.00%			
						\$ 4.02			



“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA”

REDUCTOR PVC-P U/Rc 1 1/4" -1 "	U	1.00	3.15	3.15	100.00%			
					\$ 3.15			
UNIVERSAL PVC-P U/Rc 1 "	U	4.00	3.35	13.40	100.00%			
					\$ 13.40			
VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE BRONCE 1"	U	2.00	63.70	127.40	100.00%			
					\$ 127.40			
TUBERIA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 25 mm 1.6 MPA	M	1.50	1.64	2.46	100.00%			
					\$ 2.46			
TUBERIA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 50 mm 1.0 MPA	M	1.50	2.60	3.90	100.00%			
					\$ 3.90			
UNIVERSAL PVC-P U/Rc 2"	U	2.00	9.85	19.70	100.00%			
					\$ 19.70			
VALVULA DE COMPUERTA Y CUADRO HF DE 2"	U	1.00	119.25	119.25	100.00%			
					\$ 119.25			
TANQUE DE LAVADO DE ARIDOS								
OBRA CIVIL								
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	5.00	0.84	4.20	100.00%			
					\$ 4.20			
REPLANTEO MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M2	5.00	0.83	4.15	100.00%			



“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA”

						\$ 4.15			
EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	0.65	11.11	7.22		100.00%			
						\$ 7.22			
EMPEDRADO BASE ESPESOR=20CM	M2	0.65	6.01	3.91		100.00%			
						\$ 3.91			
HORMIGÓN SIMPLE DE f'c=210 kg/cm2	M3	0.51	190.42	97.11		100.00%			
						\$ 97.11			
ENCOFRADO / DEENCOFRADO	M2	8.91	6.50	57.92		100.00%			
						\$ 57.92			
ENLUCIDO VERTICAL-PALETEADO FINO MORT 1:2	M2	4.38	6.10	26.72		100.00%			
						\$ 26.72			
REVESTIDO INTERIOR RESERVAS + IMPERMEABILIZANTE	M2	4.53	14.89	67.45		100.00%			
						\$ 67.45			
PINTURA DE CAUCHO LATEX	M2	4.38	2.55	11.17		100.00%			
						\$ 11.17			
ACCESORIOS									
REDUCTOR PVC-P U/Rc 1" -3/4 "	U	1.00	2.78	2.78		100.00%			
						\$ 2.78			
TUBERIA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 20 mm 2.0 MPA	M	1.00	1.22	1.22		100.00%			
						\$ 1.22			



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE DE BRONCE 3/4"	U	1.00	22.06	22.06		100.00%		
						\$ 22.06		
CODO PVC PR DE 3/4" x 90°	U	1.00	2.37	2.37		100.00%		
						\$ 2.37		
TUBERIA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 40 mm 1.6 MPA	M	1.00	4.45	4.45		100.00%		
						\$ 4.45		
CODO 90° PVC - PR E/C D=40mm	U	1.00	3.00	3.00		100.00%		
						\$ 3.00		
FILTRO LENTO DE ARENA								
OBRA CIVIL								
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	48.01	0.84	40.33		100.00%		
						\$ 40.33		
REPLANTEO MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M2	48.01	0.83	39.85		100.00%		
						\$ 39.85		
EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	100.14	11.11	1,112.54		100.00%		
						\$ 1,112.54		
ENCOFRADO CIRCULAR DE PAREDES	M2	80.35	18.84	1,513.79		100.00%		
						\$ 1,513.79		
HORMIGÓN EN PAREDES DE FERROCEMENTO	M3	3.86	242.38	934.68		100.00%		



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

							\$ 934.68		
HORMIGÓN SIMPLE DE $f_c=210$ kg/cm ²	M3	5.26	190.42	1,001.74			100.00%		
							\$ 1,001.74		
REPLANTILLO DE HORMIGON $f_c=140$ Kg/cm ² e=5cm + PIEDRA e=20cm	M3	5.26	157.19	826.82			100.00%		
							\$ 826.82		
ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ Kg/cm ²	Kg	345.24	2.83	977.03			100.00%		
							\$ 977.03		
REVESTIDO INTERIOR RESERVAS + IMPERMEABILIZANTE	M2	58.23	14.89	867.04			100.00%		
							\$ 867.04		
ENLUCIDO VERTICAL-PALETEADO FINO MORT 1:2	M2	39.24	6.10	239.36			100.00%		
							\$ 239.36		
MALLA ELECTROSOLDADA 15x15x6mm	M2	39.51	17.89	706.83			100.00%		
							\$ 706.83		
MALLA DE CERRAMIENTO	M2	91.02	10.95	996.67			100.00%		
							\$ 996.67		
RELLENO CON GRAVA FINA 2-5mm	M3	0.40	42.69	17.11			100.00%		
							\$ 17.11		
RELLENO CON GRAVA 5-15mm	M3	0.40	42.69	17.08			100.00%		
							\$ 17.08		
RELLENO CON GRAVA 15-25mm	M3	0.40	42.69	17.08			100.00%		
							\$ 17.08		



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

RELLENO CON GRAVA 15-38.10mm	M3	0.40	43.56	17.42			100.00%		
							\$ 17.42		
RELLENO CON GRAVA 38.10-83.50mm	M3	0.69	43.56	29.93			100.00%		
							\$ 29.93		
LECHO DE ARENA 0.15-0.30mm	M3	4.58	44.16	202.27			100.00%		
							\$ 202.27		
ACCESORIOS									
TRAMO CORTO PVC Ø=25mm, L=1.25	U	2.00	4.81	9.62			100.00%		
							\$ 9.62		
CODO 45° PVC - PR E/C D=25mm	U	4.00	1.50	6.00			100.00%		
							\$ 6.00		
TUBERIA PVC PERFORADA Ø=25mm	U	2.00	3.18	6.36			100.00%		
							\$ 6.36		
TAPON HEMBRA PVC-P 25 mm	U	2.00	1.21	2.42			100.00%		
							\$ 2.42		
TUBERIA PVC - P E/C 25 MM 1.60 MPA	M	11.00	1.77	19.47			100.00%		
							\$ 19.47		
TUBERIA PVC-P E/C 40 mm 1.00 MPA	M	5.60	4.10	22.96			100.00%		
							\$ 22.96		
REDUCCION PVC -P E/C 1 1/2" A 25 mm	U	12.00	2.66	31.92			100.00%		



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

							\$ 31.92		
TEE PVC - PR E/C 40mm	U	2.00	5.21	10.42			100.00%		
							\$ 10.42		
CRUZ PVC-P C/C 1 1/2"	U	4.00	7.02	28.08			100.00%		
							\$ 28.08		
TAPÓN PVC P DE 40 mm	U	12.00	2.05	24.60			100.00%		
							\$ 24.60		
ADAPTADOR PVC -P E/C 25 mm x 1 1/2"	U	2.00	14.56	29.12			100.00%		
							\$ 29.12		
TEE PVC - PR E/C 25mm	U	2.00	3.02	6.04			100.00%		
							\$ 6.04		
VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE BRONCE 2"	U	2.00	104.25	208.50			100.00%		
							\$ 208.50		
UNIVERSAL PVC-P U/Rc 1 1/2"	U	8.00	7.22	57.76			100.00%		
							\$ 57.76		
TUBERIA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 40 mm 1.6 MPA	M	2.00	4.45	8.90			100.00%		
							\$ 8.90		
CODO PVC-S E/C 90 :50mm	U	1.00	1.34	1.34			100.00%		
							\$ 1.34		
TRAMO CORTO PVC Ø=1"	U	1.00	3.01	3.01			100.00%		
							\$ 3.01		



“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA”

UNIVERSAL PVC-P U/Rc 1 "	U	2.00	3.35	6.70			100.00%		
							\$ 6.70		
VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE BRONCE 1"	U	1.00	63.70	63.70			100.00%		
							\$ 63.70		
CODO PVC PR DE 1" x 90°	U	4.00	2.47	9.88			100.00%		
							\$ 9.88		
TUBERIA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 25 mm 1.6 MPA	M	3.00	1.64	4.92			100.00%		
							\$ 4.92		
BOCA CAMPANA DE ALUMINIO 2"	U	2.00	33.50	67.00			100.00%		
							\$ 67.00		
TUBERIA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 50 mm 1.0 MPA	M	3.20	2.60	8.32			100.00%		
							\$ 8.32		
CASETA DE CLORACIÓN									
OBRA CIVIL									
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	14.70	0.84	12.35			100.00%		
							\$ 12.35		
REPLANTEO MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M2	8.75	0.83	7.26			100.00%		
							\$ 7.26		
EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	16.86	11.11	187.31			100.00%		



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

							\$ 187.31		
ENCOFRADO / DEENCOFRADO	M2	36.32	6.50	236.08			100.00%		
							\$ 236.08		
MAMPOSTERIA DE LADRILLO	M2	15.88	17.94	284.89			100.00%		
							\$ 284.89		
ACERO DE REFUERZO fy=4200 Kg/cm2	Kg	71.03	2.83	201.01			100.00%		
							\$ 201.01		
HORMIGÓN SIMPLE f'c=180 kg/cm2	M3	0.95	117.25	111.39			100.00%		
							\$ 111.39		
HORMIGÓN SIMPLE DE f'c=210 kg/cm2	M3	1.50	190.42	285.63			100.00%		
							\$ 285.63		
REVESTIDO INTERIOR RESERVAS + IMPERMEABILIZANTE	M2	50.56	14.89	752.84			100.00%		
							\$ 752.84		
VENTANA DE HIERRO CON PROTECCION + VIDRIO	M2	0.75	71.50	53.63			100.00%		
							\$ 53.63		
CANDADO DE BRONCE O COBRE	U	1.00	26.69	26.69			100.00%		
							\$ 26.69		
PINTURA DE CAUCHO LATEX	M2	45.87	2.55	116.97			100.00%		
							\$ 116.97		
PUERTA TOOL 3/16"	U.	1.00	168.30	168.30			100.00%		
							\$ 168.30		



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

CAJA DE REVISIÓN DE 0.60 X 0.60 M	U	1.00	48.99	48.99			100.00%		
							\$ 48.99		
EMPEDRADO BASE ESPESOR=20CM	M2	12.80	6.01	76.93			100.00%		
							\$ 76.93		
TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONVENC. 13,200-210/121 V, 165 KVA	U	1.00	3,296.41	3,296.41			100.00%		
							\$ 3,296.41		
ACOMETIDA DE ENERGÍA ELECTRICA	ML	15.00	9.26	138.90			100.00%		
							\$ 138.90		
MEDIDOR DE LUZ	U	1.00	146.80	146.80			100.00%		
							\$ 146.80		
CABLE ELECT. TW 3 No.8 MAGUERA NEGRA 3/4	M	300.00	0.61	183.00			100.00%		
							\$ 183.00		
ACCESORIOS									
CODO 90° PVC - PR E/C D=25mm	U	4.00	2.41	9.64			100.00%		
							\$ 9.64		
TEE PVC-PR 1 1/4"	U	1.00	4.81	4.81			100.00%		
							\$ 4.81		
CODO 90° PVC - PR E/C D=50mm	U	1.00	2.54	2.54			100.00%		
							\$ 2.54		
VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE BRONCE 1 1/4"	U	1.00	45.18	45.18			100.00%		



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

							\$ 45.18		
UNIVERSAL PVC-PR 1 1/4"	U	3.00	5.31	15.93			100.00%		
							\$ 15.93		
UNIVERSAL PVC-P U/Rc 1 "	U	5.00	3.35	16.75			100.00%		
							\$ 16.75		
TEE PVC - PR E/C 25mm	U	1.00	1.91	1.91			100.00%		
							\$ 1.91		
VÁLVULA COMPUERTA BRONCE 25mm	U	2.00	63.93	127.86			100.00%		
							\$ 127.86		
TUBERIA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 25 mm 1.6 MPA	M	3.70	1.64	6.07			100.00%		
							\$ 6.07		
TUBERIA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 40 mm 1.6 MPA	M	5.20	4.45	23.14			100.00%		
							\$ 23.14		
CODO PVC PR DE 1" x 90°	U	1.00	2.47	2.47			100.00%		
							\$ 2.47		
VERTEDERO DE TOOL GALVANIZADO 1/16"	U	1.00	90.89	90.89			100.00%		
							\$ 90.89		
TANQUE HIPOCLORADOR TIPO IEOS 250 lts.	U	1.00	234.09	234.09			100.00%		
							\$ 234.09		
VALVULA FLOTADORA BRONCE 1"	U	1.00	51.55	51.55			100.00%		
							\$ 51.55		



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

VALVULA CHECK BRONCE DE 1 1/2"	U	1.00	44.73	44.73			100.00%		
							\$ 44.73		
CAJA VÁLVULA HF TIPO TRAFICO PESADO Ø=160mm	U	1.00	37.38	37.38			100.00%		
							\$ 37.38		
REJILLA DE PISO 2"	U	1.00	2.84	2.84			100.00%		
							\$ 2.84		
CLORID L-10	U	1.00	783.73	783.73			100.00%		
							\$ 783.73		
TANQUE DE RESERVA 10 M3									
OBRA CIVIL									
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	16.72	0.84	14.04			100.00%		
							\$ 14.04		
REPLANTEO MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M2	15.86	0.83	13.16			100.00%		
							\$ 13.16		
EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	48.03	11.11	533.61			100.00%		
							\$ 533.61		
ACERO DE REFUERZO fy=4200 Kg/cm2	Kg	129.45	2.83	366.34			100.00%		
							\$ 366.34		
HORMIGÓN EN PAREDES DE FERROCEMENTO	M3	1.80	242.38	436.28			100.00%		



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

							\$ 436.28		
HORMIGÓN SIMPLE DE $f_c=210$ kg/cm ²	M3	1.80	190.42	342.76			100.00%		
							\$ 342.76		
PINTURA DE CAUCHO LATEX	M2	32.07	2.55	81.78			100.00%		
							\$ 81.78		
MALLA ELECTROSOLDADA 15x15x6mm	M2	17.15	17.89	306.74			100.00%		
							\$ 306.74		
ENCOFRADO CIRCULAR DE PAREDES	M2	24.13	18.84	454.55			100.00%		
							\$ 454.55		
ENCOFRADO-DESEN. LOSA	M2	8.09	13.05	105.57			100.00%		
							\$ 105.57		
MALLA DE CERRAMIENTO	M2	25.00	10.95	273.75			100.00%		
							\$ 273.75		
TAPA DE BOCA DE VISITA TOL 1/16"	U	1.00	94.27	94.27			100.00%		
							\$ 94.27		
ESCALERA HG 3/4" h=3.00m a=0.4 m	U	1.00	27.04	27.04			100.00%		
							\$ 27.04		
ENLUCIDO PALETEADO FINO EXTERIOR	M2	19.48	10.08	196.36			100.00%		
							\$ 196.36		
REVESTIDO INTERIOR RESERVAS + IMPERMEABILIZANTE	M2	17.86	14.89	265.95			100.00%		
							\$ 265.95		



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

CAJA DE REVISIÓN DE 0.60 X 0.60 M	U	2.00	48.99	97.98			100.00%		
							\$ 97.98		
ACCESORIOS									
DREN PVC NORMAL 110 mm	ML	17.52	18.56	325.17			100.00%		
							\$ 325.17		
TUBERÍA PARA ACCESORIOS PVC PR DE Ø= 1 1/4"	ML	13.40	5.78	77.45			100.00%		
							\$ 77.45		
VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE BRONCE 1 1/4"	U	3.00	45.18	135.54			100.00%		
							\$ 135.54		
VALVULA FLOTADORA BRONCE CON BOLA DE COBRE 1 1/4"	U	5.00	57.00	285.00			100.00%		
							\$ 285.00		
UNIVERSAL PVC-PR 1 1/4"	U	5.00	5.31	26.55			100.00%		
							\$ 26.55		
NEPLO PVC PR-1 1/4"	U	7.00	2.97	20.79			100.00%		
							\$ 20.79		
TEE PVC - PR E/C 40mm	U	2.00	5.21	10.42			100.00%		
							\$ 10.42		
CERNIDERA DE ALUMINIO ROSCADA 1 1/4"	U	1.00	5.69	5.69			100.00%		
							\$ 5.69		
UNIÓN PVC PR DE 1 1/4"	U	1.00	2.44	2.44			100.00%		



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

							\$ 2.44		
CODO 90° PVC - PR E/C D=32mm	U	2.00	2.01	4.02			100.00%		
							\$ 4.02		
TUBERIA PARA ACCESORIOS PVC - P E/C 40 mm 1.6 MPA	M	3.50	4.45	15.58			100.00%		
							\$ 15.58		
CODO PVC PR DE 1" x 90°	U	4.00	2.47	9.88			100.00%		
							\$ 9.88		
NEPLO PVC PR-2"	U	5.00	4.88	24.40			100.00%		
							\$ 24.40		
BOCA CAMPANA DE ALUMINIO 2"	U	1.00	33.50	33.50			100.00%		
							\$ 33.50		
TEE PVC - PR E/C 50mm	U	2.00	3.94	7.88			100.00%		
							\$ 7.88		
VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE BRONCE 2"	U	1.00	104.25	104.25			100.00%		
							\$ 104.25		
UNIVERSAL PVC-P U/Rc 2"	U	1.00	9.85	9.85			100.00%		
							\$ 9.85		
TAPA SANITARIA DE TOOL 1.2mm 0.60X0.60m	U	3.00	73.74	221.22			100.00%		
							\$ 221.22		
TUBERIA PVC-P E/C 50 mm 1MPA	M	15.53	5.60	86.97			100.00%		
							\$ 86.97		



“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA”

OBRAS ADICIONALES EN PLANTA DE TRATAMIENTO

OBRAS ADICIONALES EN PLANTA DE TRATAMIENTO							
OBRA CIVIL							
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	310.50	0.84	260.82			100.00%
							\$ 260.82
EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	88.88	11.11	987.46			100.00%
							\$ 987.46
RELLENO MANUAL CON MATERIAL DEL SITIO	M3	32.00	4.31	137.92			100.00%
							\$ 137.92
HORMIGON CICLOPEO (60% H.S. f'c=180 Kg/cm2)	M3	4.38	108.26	474.18			100.00%
							\$ 474.18
HORMIGON EN GRADAS + ENCOFRADO f'c=210 Kg/cm2	M3	1.25	163.48	205.00			100.00%
							\$ 205.00
HORMIGÓN SIMPLE DE f'c=210 kg/cm2	M3	4.44	190.42	845.46			100.00%
							\$ 845.46
ENCOFRADO / DESENCOFRADO	M2	43.80	6.50	284.70			100.00%
							\$ 284.70
PUERTA DE MALLA GALVANIZADA DE PROTECCION 3.2 x 2.0 m	U	1.00	468.22	468.22			100.00%
							\$ 468.22
CERRAMIENTO CON MALLA (H=2.0 M)	ML	73.00	22.90	1,671.70			100.00%



“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA”

									\$ 1,671.70	
ALAMBRE PUAS 3 HILADAS SOBRE CERRA.MALLA	ML	73.00	4.11	300.03					100.00%	
									\$ 300.03	
CAJAS DE REVISIÓN DE LADRILLO ENLUCIDO CON TAPA 60X60X60CM	C/U	4.00	65.27	261.08					100.00%	
									\$ 261.08	
TUBERIA PVC - P E/C 25 MM 1.60 MPA	M	8.71	1.77	15.42					100.00%	
									\$ 15.42	
TUBERIA PVC-S E/C DESAGUE 110MM	M	26.10	5.68	148.25					100.00%	
									\$ 148.25	
RED DE DISTRIBUCIÓN										
OBRA CIVIL										
REPLANTEO Y NIVELACIÓN	Km	4.08	417.70	1,704.22					100.00%	
									\$ 1,704.22	
EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	2,195.56	11.11	24,392.71					50.00%	50.00%
									\$ 12,196.36	\$ 12,196.36
COLCHON DE ARENA PARA TUBERÍA e=10cm	M3	274.45	21.46	5,889.60					50.00%	50.00%
									\$ 2,944.80	\$ 2,944.80
RASANTEO DE ZANJA	M2	2,744.45	0.67	1,838.78					50.00%	50.00%
									\$ 919.39	\$ 919.39



“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA”

RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN	M3	1,783.90	4.46	7,956.17				50.00%	50.00%
								\$ 3,978.09	\$ 3,978.09
ACOMETIDA DE AGUA POTABLE INCLUYE MEDIDOR	U	16.00	107.23	1,715.68				30.00%	70.00%
								\$ 514.70	\$ 1,200.98
ACCESORIOS									
TUBERIA PVC-P E/C 40 mm 1.00 MPA	M	1,892.78	4.10	7,760.40				100.00%	
								\$ 7,760.40	
TUBERIA PVC - P E/C 32 mm 1.25 MPA	M	1,142.77	3.11	3,554.01				30.00%	70.00%
								\$ 1,066.20	\$ 2,487.81
TUBERIA PVC - P E/C 25 MM 1.60 MPA	M	531.75	1.77	941.20					100.00%
									\$ 941.20
TUBERIA PVC - P E/C 20 MM 2.00 MPA	M	441.38	1.35	595.86					100.00%
									\$ 595.86
CODO 90° PVC - PR E/C D=40mm	U	3.00	3.00	9.00				50.00%	50.00%
								\$ 4.50	\$ 4.50
CODO 45° PVC - PR E/C D=40mm	U	2.00	4.12	8.24				50.00%	50.00%
								\$ 4.12	\$ 4.12
CODO 11.25° PVC - PR E/C D=40mm	U	3.00	7.06	21.18				50.00%	50.00%
								\$ 10.59	\$ 10.59
TEE PVC - PR E/C 40mm	U	6.00	5.21	31.26				30.00%	70.00%



“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA”

								\$ 9.38	\$ 21.88
REDUCTOR PVC-P U/Rc 1 1/2" - 1/2"	U	16.00	6.48	103.68					100.00%
								\$ 103.68	
VÁLVULA COMPUERTA BRONCE 40 mm	U	1.00	93.00	93.00					100.00%
								\$ 93.00	
VÁLVULA COMPUERTA BRONCE 32mm	U	2.00	79.19	158.38					100.00%
								\$ 158.38	
TANQUE ROMPE PRESIÓN EN DISTRIBUCIÓN									
OBRA CIVIL									
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	9.93	0.84	8.34					100.00%
								\$ 8.34	
REPLANTEO MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M2	7.48	0.83	6.20					100.00%
								\$ 6.20	
EXCAVACIÓN A MANO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	6.70	11.11	74.44					100.00%
								\$ 74.44	
RELLENO MANUAL CON MATERIAL DEL SITIO	M3	1.38	4.31	5.93					50.00%
								\$ 2.97	\$ 2.97
ENCOFRADO / DEENCOFRADO	M2	42.45	6.50	275.93					100.00%
								\$ 275.93	



“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA”

HORMIGÓN SIMPLE DE f'c=210 kg/cm2	M3	1.26	190.42	240.28				30.00%	70.00%
								\$ 72.08	\$ 168.20
HORMIGÓN SIMPLE f'c=180 kg/cm2	M3	1.68	215.97	361.75				30.00%	70.00%
								\$ 108.53	\$ 253.23
ENLUCIDO INTERIOR RESERVAS + IMPERMEABILIZANTE	M2	22.30	9.87	220.10					100.00%
									\$ 220.10
ENLUCIDO VERTICAL-PALETEADO FINO MORT 1:2	M2	24.25	6.10	147.93					100.00%
									\$ 147.93
ACCESORIOS									
TAPA DE BOCA DE VISITA TOL 1/16"	U	6.00	94.27	565.62					100.00%
									\$ 565.62
ADAPTADOR PVC -P HEMBRA C/R 40 mm	U	27.00	2.06	55.62				50.00%	50.00%
								\$ 27.81	\$ 27.81
ADAPTADOR PVC -P HEMBRA C/R 25 mm	U	3.00	61.63	184.89					100.00%
									\$ 184.89
ADAPTADOR HEMBRA PVC PR-UPSE 32mm	U	21.00	17.24	362.04					100.00%
									\$ 362.04
TRAMO CORTO PVC Ø=40mm	U	26.00	4.04	105.04					100.00%
									\$ 105.04
TRAMO CORTO PVC Ø=25mm, L=0.75	U	13.00	4.81	62.53					100.00%



“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA”

										\$ 62.53
TRAMO CORTO PVC Ø=32MM	U	78.00	6.11	476.58						100.00%
										\$ 476.58
UNIVERSAL PVC-P U/Rc 1 1/2"	U	12.00	7.22	86.64						100.00%
										\$ 86.64
VALVULA COMPUERTA Y VOLANTE DE BRONCE 1 1/2	U	12.00	59.09	709.08						100.00%
										\$ 709.08
NEPLO PVC PR-1 1/2"	U	24.00	3.09	74.16						100.00%
										\$ 74.16
CODO PVC PR DE 1 1/2" x 90°	U	40.00	4.61	184.40						100.00%
										\$ 184.40
UNIÓN PVC PR DE 1 1/2"	U	10.00	14.19	141.90						100.00%
										\$ 141.90
VALVULA FLOTADORA BRONCE 1"	U	10.00	49.72	497.20						100.00%
										\$ 497.20
BOCA CAMPANA DE ALUMINIO 40mm	U	10.00	28.56	285.60						100.00%
										\$ 285.60
TEE PVC - PR E/C 25mm	U	1.00	28.56	28.56						100.00%
										\$ 28.56
TEE PVC - PR E/C 40mm	U	9.00	5.01	45.09						100.00%
										\$ 45.09

Valores Parciales 21170.2 16755.13 23306.9 37473.349 \$ 30,566.11



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

<i>Valores Acumulados</i>	21170.2	37925.33	61232.23	98705.579	129271.69
<i>Porcentajes Parciales</i>	16.38%	12.96%	18.03%	28.99%	23.64%
<i>Porcentajes Acumulados</i>	16.38%	29.34%	47.37%	76.36%	100.00%



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"



ANEXO 14

DISEÑO HIDRAÚLICO
LINEA DE CONDUCCIÓN



CÁLCULO HIDRAÚLICO LINEA DE CONDUCCIÓN				
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería P-1	1.24248906	37	0.18	0.17
Tubería P-2	2.77687228	37	0.18	0.17
Tubería P-3	3.63093924	37	0.18	0.17
Tubería P-4	7.71506144	37	0.18	0.17
Tubería P-5	12.4530045	37	0.18	0.17
Tubería P-6	13.0388517	37	0.18	0.17
Tubería P-7	4.99342073	37	0.18	0.17
Tubería P-8	5.5771917	37	0.18	0.17
Tubería P-9	10.1241507	37	0.18	0.17
Tubería P-10	7.37285296	37	0.18	0.17
Tubería P-11	7.30136874	37	0.18	0.17
Tubería P-12	7.51406184	37	0.18	0.17
Tubería P-13	1.59914836	37	0.18	0.17
Tubería P-14	1.17210879	37	0.18	0.17
Tubería P-15	1.585225	37	0.18	0.17
Tubería P-16	10.5751663	37	0.18	0.17
Tubería P-17	10.8098578	37	0.18	0.17
Tubería P-18	17.5108809	37	0.18	0.17
Tubería P-19	13.6839209	29	0.18	0.27
Tubería P-20	11.2950927	29	0.18	0.27
Tubería P-21	9.2834561	29	0.18	0.27
Tubería P-22	4.88368649	29	0.18	0.27
Tubería P-23	7.29353626	29	0.18	0.27
Tubería P-24	5.03844711	29	0.18	0.27
Tubería P-25	20.6631181	29	0.18	0.27
Tubería P-26	23.0824269	29	0.18	0.27
Tubería P-27	18.1036005	29	0.18	0.27
Tubería P-28	19.1480084	29	0.18	0.27
Tubería P-29	17.405059	29	0.18	0.27
Tubería P-30	20.1826522	29	0.18	0.27
Tubería P-31	14.9774642	29	0.18	0.27
Tubería P-32	10.5952658	29	0.18	0.27
Tubería P-33	4.234377	29	0.18	0.27
Tubería P-34	8.29929731	29	0.18	0.27
Tubería P-35	13.0424759	29	0.18	0.27
Tubería P-36	21.233526	29	0.18	0.27
Tubería P-37	30.9174627	29	0.18	0.27
Tubería P-38	29.3396682	29	0.18	0.27



Tubería P-39	11.4501947	29	0.18	0.27
Tubería P-40	24.3582346	29	0.18	0.27
Tubería P-41	32.4997813	29	0.18	0.27
Tubería P-42	31.5592093	29	0.18	0.27
Tubería P-43	28.328956	29	0.18	0.27
Tubería P-44	13.4625187	29	0.18	0.27
Tubería P-45	3.75604168	29	0.18	0.27
Tubería P-46	2.14694718	29	0.18	0.27
Tubería P-47	2.23161306	29	0.18	0.27
Tubería P-48	15.5216038	29	0.18	0.27
Tubería P-49	25.7859034	29	0.18	0.27
Tubería P-50	30.333614	29	0.18	0.27
Tubería P-51	8.21535122	29	0.18	0.27
Tubería P-52	7.02468014	29	0.18	0.27
Tubería P-53	21.0523931	29	0.18	0.27
Tubería P-54	17.7944684	29	0.18	0.27
Tubería P-55	7.64492954	29	0.18	0.27
Tubería P-56	9.55727482	29	0.18	0.27
Tubería P-57	2.15502571	29	0.18	0.27
Tubería P-58	3.82274053	29	0.18	0.27
Tubería P-59	8.67370439	29	0.18	0.27
Tubería P-60	16.5365931	29	0.18	0.27
Tubería P-61	15.9882498	29	0.18	0.27
Tubería P-62	25.8340322	29	0.18	0.27
Tubería P-63	4.45195869	29	0.18	0.27
Tubería P-64	5.83643759	29	0.18	0.27
Tubería P-65	2.816562	29	0.18	0.27
Tubería P-66	12.8222898	29	0.18	0.27
Tubería P-67	11.7572119	29	0.18	0.27
Tubería P-68	8.15606601	29	0.18	0.27
Tubería P-69	3.53128434	29	0.18	0.27
Tubería P-70	35.3776173	22	0.18	0.47
Tubería P-71	30.6705293	22	0.18	0.47
Tubería P-72	5.37301651	22	0.18	0.47
Tubería P-73	3.03564501	22	0.18	0.47
Tubería P-74	1.80623724	22	0.18	0.47
Tubería P-75	7.98876999	22	0.18	0.47
Tubería P-76	11.8223658	22	0.18	0.47
Tubería P-77	11.883017	22	0.18	0.47
Tubería P-78	21.9084952	22	0.18	0.47
Tubería P-79	28.7682026	22	0.18	0.47



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

Tubería P-80	15.4743116	22	0.18	0.47
Tubería P-81	6.64588826	22	0.18	0.47
Tubería P-82	6.74578004	22	0.18	0.47
Tubería P-83	14.388126	22	0.18	0.47
Tubería P-84	12.4146488	22	0.18	0.47
Tubería P-85	17.7701997	22	0.18	0.47
Tubería P-86	19.963709	22	0.18	0.47
Tubería P-87	22.1441972	22	0.18	0.47
Tubería P-88	18.8674785	22	0.18	0.47
Tubería P-89	11.5557404	22	0.18	0.47
Tubería P-90	12.3181329	22	0.18	0.47
Tubería P-91	18.1362311	22	0.18	0.47
Tubería P-92	4.55780601	22	0.18	0.47
Tubería P-93	7.01026623	22	0.18	0.47
Tubería P-94	24.5863058	22	0.18	0.47
Tubería P-95	12.1697775	22	0.18	0.47
Tubería P-96	29.2529734	22	0.18	0.47
Tubería P-97	16.3884763	22	0.18	0.47
Tubería P-98	15.7522595	22	0.18	0.47
Tubería P-99	8.78839257	22	0.18	0.47
Tubería P-100	9.35719996	22	0.18	0.47
Tubería P-101	15.4449535	22	0.18	0.47
Tubería P-102	4.12981	22	0.18	0.47
Tubería P-103	5.59260971	22	0.18	0.47
Tubería P-104	4.76406103	22	0.18	0.47
Tubería P-105	3.78943225	22	0.18	0.47
Tubería P-106	5.52380239	22	0.18	0.47
Tubería P-107	19.3284922	22	0.18	0.47
Tubería P-108	9.11371015	22	0.18	0.47
Tubería P-109	19.7520787	22	0.18	0.47
Tubería P-110	51.3500591	22	0.18	0.47
Tubería P-111	12.6613313	22	0.18	0.47
Tubería P-112	11.720039	22	0.18	0.47
Tubería P-113	33.1720814	22	0.18	0.47
Tubería P-114	5.5934999	22	0.18	0.47
Tubería P-115	1.50071485	22	0.18	0.47
Tubería P-116	3.84619846	22	0.18	0.47
Tubería P-117	3.24520435	22	0.18	0.47
Tubería P-118	2.33569874	22	0.18	0.47
Tubería P-119	6.25967372	22	0.18	0.47
Tubería P-120	17.4032687	22	0.18	0.47



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

Tubería P-121	5.80945431	22	0.18	0.47
Tubería P-122	11.5763259	22	0.18	0.47
Tubería P-123	5.89698189	22	0.18	0.47
Tubería P-124	10.3629558	22	0.18	0.47
Tubería P-125	13.9045929	22	0.18	0.47
Tubería P-126	18.7882931	22	0.18	0.47
Tubería P-127	12.0275906	22	0.18	0.47
Tubería P-128	26.245707	22	0.18	0.47
Tubería P-129	12.6792122	22	0.18	0.47
Tubería P-130	25.9627585	22	0.18	0.47
Tubería P-131	15.5141002	22	0.18	0.47
Tubería P-132	16.9588878	22	0.18	0.47
Tubería P-133	4.78600905	22	0.18	0.47
Tubería P-134	16.6415565	22	0.18	0.47
Tubería P-135	25.0959086	22	0.18	0.47
Tubería P-136	7.50821807	22	0.18	0.47
Tubería P-137	8.39127522	22	0.18	0.47
Tubería P-138	12.305903	22	0.18	0.47
Tubería P-139	5.79577315	22	0.18	0.47
Tubería P-140	3.87963815	22	0.18	0.47
Tubería P-141	7.28077687	22	0.18	0.47
Tubería P-142	4.13495171	22	0.18	0.47
Tubería P-143	17.1759068	22	0.18	0.47
Tubería P-144	10.9735878	22	0.18	0.47
Tubería P-145	9.97403193	22	0.18	0.47
Tubería P-146	12.752501	22	0.18	0.47
Tubería P-147	13.4227677	22	0.18	0.47
Tubería P-148	9.23515371	22	0.18	0.47
Tubería P-149	14.8269051	22	0.18	0.47
Tubería P-150	8.04685723	22	0.18	0.47
Tubería P-151	3.39401399	22	0.18	0.47
Tubería P-152	7.35769986	22	0.18	0.47
Tubería P-153	7.70014585	22	0.18	0.47
Tubería P-154	7.41121524	22	0.18	0.47
Tubería P-155	11.9782274	22	0.18	0.47
Tubería P-156	23.2241262	22	0.18	0.47
Tubería P-157	16.6514352	22	0.18	0.47
Tubería P-158	8.94238203	22	0.18	0.47
Tubería P-159	7.89254403	22	0.18	0.47
Tubería P-160	16.9424096	22	0.18	0.47
Tubería P-161	21.1980208	22	0.18	0.47



Tubería P-162	34.2691567	22	0.18	0.47
Tubería P-163	24.4334647	22	0.18	0.47
Tubería P-164	26.1963262	22	0.18	0.47
Tubería P-165	22.2008093	22	0.18	0.47
Tubería P-166	20.5139076	22	0.18	0.47
Tubería P-167	22.4400863	22	0.18	0.47
Tubería P-168	29.9627187	22	0.18	0.47
Tubería P-169	23.991653	22	0.18	0.47
Tubería P-170	25.524455	22	0.18	0.47
Tubería P-171	16.7309999	22	0.18	0.47
Tubería P-172	12.9617488	22	0.18	0.47
Tubería P-173	16.9525314	22	0.18	0.47
Tubería P-174	1	37	0.18	0.17

CÁLCULO HIDRAÚLICO LINEA DE CONDUCCIÓN				
	Demanda	Altura	Presión Din.	Presión Est.
ID Nudo	LPS	m	m	m
Conexión P-38	0	1687.89	36.59	41.16
Conexión 173	0	1671.42	43.15	64.18
Conexión 139	0	1675.76	30.78	47.47
Conexión 85	0	1690.02	16.82	19.25
Conexión 39	0	1692.41	2.51	2.55
Conexión P-43	0	1684.45	20.11	28.11
Conexión 135	0	1681.65	44.1	54.9
Conexión 136	0	1681.56	43.04	53.92
Conexión 137	0	1681.12	48.53	59.86
Conexión 131	0	1682.18	44.46	54.73
Conexión 132	0	1681.93	42.91	53.43
Conexión 133	0	1681.87	43.63	54.2
Conexión 81	0	1690.48	29.77	31.75
Conexión 99	0	1688.19	45.39	49.65
Conexión 57	0	1692.19	8.42	8.68
Conexión P-59A	0	1676.67	31.54	47.32
Conexión P-59	0	1676.86	34.93	50.52
Conexión P-18B	0	1691.48	17.04	18.01
Conexión P-63	0	1674.79	26.43	44.09
Conexión 144	0	1674.44	27.9	45.91
Conexión 88	0	1689.82	14.55	17.18
Conexión 140	0	1674.92	28.42	45.95
Conexión 141	0	1675.42	30.35	47.37
Conexión 142	0	1675.03	28.11	45.53
Conexión 143	0	1674.33	27.37	45.49



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

Conexión 180	0	1668.36	40.98	65.07
Conexión 182	0	1666.87	45.94	71.53
Conexión 183	0	1666.66	45.78	71.57
Conexión 42	0	1692.36	1.61	1.69
Conexión 93	0	1689.43	15.84	18.86
Conexión 118	0	1677.27	37.9	53.07
Conexión P-53	0	1679.12	45.03	58.36
Conexión P-47	0	1682.32	41.51	51.64
Conexión P-57	0	1678.13	43.32	57.64
Conexión 145	0	1674.5	26.67	44.61
Conexión P-77	0.18	1666.4	41.6	67.65
Conexión P-17	0	1691.6	8.56	9.41
Conexión P-27	0	1690.17	12.84	15.12
Conexión P-37	0	1688.35	38.23	42.32
Conexión 108	0	1684.64	23.31	31.12
Conexión 75	0	1691.18	9.68	10.95
Conexión P-12	0	1692.08	6.88	7.25
Conexión P-22	0	1690.66	9.28	11.07
Conexión P-32	0	1689.75	15.54	18.24
Conexión 105	0	1686.24	21.05	27.26
Conexión 106	0	1686.05	21.39	27.79
Conexión P-11	0	1692.15	7.48	7.78
Conexión P-21	0	1690.79	9.08	10.74
Conexión P-31	0	1689.85	15.5	18.1
Conexión 102	0	1687.7	31.97	36.72
Conexión 103	0	1686.57	20.87	26.76
Conexión 70	0	1691.54	13.41	14.32
Conexión P-42	0	1685.77	18.95	25.63
Conexión P-52	0	1679.64	45.02	57.83
Conexión P-62	0	1675.68	30.17	46.94
Conexión P-72	0	1671.03	39.72	61.14
Conexión 129	0	1682.46	43.48	53.47
Conexión P-67	0	1673.12	29.89	49.21
Conexión P-41	0	1686.46	18.7	24.69
Conexión P-51	0	1680.01	41.06	53.5
Conexión 95	0	1689.53	17.95	20.87
Conexión P-71	0	1671.81	36.12	56.75
Conexión 30	0	1692.44	1.24	1.25
Conexión P-18A	0	1691.5	17.67	18.62
Conexión 43	0	1692.34	3.31	3.42
Conexión 90	0	1689.56	16.91	19.79



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

Conexión P-45A	0	1683.6	25.51	34.36
Conexión 76	0	1691.06	8.47	9.86
Conexión 87	0	1689.88	17.2	19.77
Conexión P-61	0	1676.02	26.85	43.27
Conexión 98	0	1688.22	44.75	48.98
Conexión 72	0	1691.4	14.87	15.92
Conexión 83	0	1690.29	19.45	21.61
Conexión 56	0	1692.29	4.99	5.15
Conexión 114	0	1678.4	45.94	59.99
Conexión 115	0	1678.22	44.4	58.63
Conexión 116	0	1677.97	43.68	58.17
Conexión 117	0	1677.75	43.69	58.39
Conexión 110	0	1684.82	24.57	32.2
Conexión 111	0	1684.09	19.26	27.62
Conexión 113	0	1679.82	44.71	57.34
Conexión P-46	0	1682.96	35.33	44.82
Conexión P-56	0	1678.49	44.69	58.65
Conexión P-66	0	1673.47	31.14	50.12
Conexión 127	0	1683.41	28.35	37.39
Conexión 71	0	1691.45	13.3	14.31
Conexión P-16	0	1691.75	8.65	9.34
Conexión 55	0	1692.33	3.88	4.01
Conexión P-36	0	1688.83	27.15	30.77
Conexión P-75	0	1667.52	39.54	64.47
Conexión P-15	0	1691.83	8.78	9.4
Conexión P-50	0	1680.81	42.36	54
Conexión P-35	0	1689.38	17.09	20.16
Conexión P-70	0	1672.6	32.33	52.19
Conexión P-10	0	1692.24	6.52	6.73
Conexión P-20	0	1691.02	9.12	10.55
Conexión P-30	0	1689.92	18.71	21.24
Conexión 35	0	1692.45	0.19	0.19
Conexión 168	0	1673.26	34.11	53.3
Conexión P-45	0	1683.99	20.28	28.74
Conexión P-49	0	1681.26	42.82	54.01
Conexión 79	0	1690.55	21.16	23.06
Conexión P-69	0	1672.71	31.48	51.22
Conexión 60	0	1691.68	10.46	11.23
Conexión 44	0	1692.34	3.49	3.6
Conexión P-29	0	1690.11	12.85	15.19
Conexión P-39	0	1687.36	25.72	30.81



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

Conexión P-37A	0	1688.07	41.77	46.15
Conexión 163	0	1674	35.96	54.41
Conexión 165	0	1672.36	33.98	54.07
Conexión 40	0	1692.4	0.77	0.82
Conexión 91	0	1689.58	16.16	19.03
Conexión 58	0	1692.13	7.71	8.03
Conexión P-55	0	1678.76	46.94	60.63
Conexión P-65	0	1674.27	27.24	45.43
Conexión 164	0	1672.48	33.87	53.84
Conexión 104	0	1686.67	20.55	26.33
Conexión 166	0	1672.18	35.28	55.56
Conexión 167	0	1672.77	31.97	51.65
Conexión 107	0	1685.46	22.27	29.26
Conexión 161	0	1673.67	35.94	54.72
Conexión 162	0	1673.83	37.84	56.46
Conexión 128	0	1682.7	40.8	50.55
Conexión 77	0	1690.92	11.55	13.08
Conexión 84	0	1689.95	17.9	20.4
Conexión 38	0	1692.39	1.51	1.57
Conexión 126	0	1678.86	49.02	62.61
Conexión 94	0	1689.48	17.32	20.29
Conexión 120	0	1679.01	49.78	63.22
Conexión 121	0	1679.03	49.38	62.8
Conexión 134	0	1681.71	42.55	53.3
Conexión 172	0	1671.56	39.73	60.62
Conexión 80	0	1690.47	29.76	31.74
Conexión 97	0	1688.27	43.11	47.29
Conexión P-40	0	1686.91	17.75	23.29
Conexión P-76	0	1667.13	39.71	65.04
Conexión P-60	0	1676.26	27.24	43.43
Conexión 179	0	1667.9	40.29	64.84
Conexión 174	0	1671.29	40.99	62.14
Conexión 175	0	1670.7	43.87	65.62
Conexión 176	0	1670.17	42.27	64.56
Conexión 92	0	1689.4	16.31	19.37
Conexión P-8	0	1692.34	2.58	2.69
Conexión P-9	0	1692.31	2.39	2.53
Conexión P-4	0	1692.39	1.53	1.6
Conexión P-5	0	1692.37	1.57	1.65
Conexión P-6	0	1692.35	1.64	1.73
Conexión P-7	0	1692.35	2.46	2.57



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

Conexión 119	0	1678.9	47.54	61.09
Conexión P-2	0	1692.45	0.65	0.65
Conexión P-3	0	1692.44	1.18	1.19
Conexión P-19	0	1691.31	9.24	10.38
Conexión 82	0	1690.39	26.6	28.65
Conexión P-44	0	1684.17	19.85	28.13
Conexión P-54	0	1678.95	47.09	60.59
Conexión P-64	0	1674.59	26.57	44.43
Conexión P-74	0	1668.71	41.2	64.94
Conexión P-14	0	1691.91	8.51	9.05
Conexión P-24	0	1690.46	29.18	31.18
Conexión P-34	0	1689.54	16.59	19.5
Conexión P-73	0	1669.79	40.56	63.22
Conexión P-13	0	1692	8.09	8.54
Conexión P-23	0	1690.49	28.57	30.53
Conexión P-33	0	1689.69	15.78	18.54
Conexión 86	0	1689.87	16.03	18.61
Conexión 41	0	1692.43	1.05	1.07
Conexión 178	0	1669.38	45.9	68.97
Conexión 59	0	1692.1	6.32	6.66
Conexión P-48	0	1681.78	41.61	52.28
Conexión P-58	0	1677.46	39.84	54.83
Conexión P-68	0	1672.89	29.7	49.26
Conexión 109	0	1685.11	23.25	30.59
Conexión 177	0	1669.03	43.79	67.21
Conexión P-28	0	1690.13	13.06	15.37
Embalse R-1	-0.18	1692.45	0	0



ANEXO 15

DISEÑO HIDRAÚLICO RED DE DISTRIBUCIÓN



CÁLCULO HIDRAÚLICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN					
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm		LPS	m/s
Tubería 265	170.578992	29	140	0	0
Tubería 267	111.927282	17	140	0	0
Tubería 32	48.3081958	37	140	1	0.93
Tubería 34	61.3099698	37	140	1	0.93
Tubería 36	9.28596748	37	140	1	0.93
Tubería 38	51.322562	37	140	1	0.93
Tubería 44	43.1080612	37	140	1	0.93
Tubería 46	75.7501971	37	140	1	0.93
Tubería 48	24.9195535	37	140	1	0.93
Tubería 50	19.9900438	37	140	1	0.93
Tubería 54	60.52	37	140	1	0.93
Tubería 500	148.34	22	140	0.1	0.26
Tubería 56	19.9575004	37	140	1	0.93
Tubería 62	28.4826267	37	140	1	0.93
Tubería 64	41.8979783	37	140	1	0.93
Tubería 66	65.7733534	37	140	1	0.93
Tubería 70	22.1107755	37	140	1	0.93
Tubería 74	34.1370094	37	140	0.9	0.84
Tubería 76	44.4938834	37	140	0.9	0.84
Tubería 78	82.7974578	37	140	0.9	0.84
Tubería 80	40.6160593	37	140	0.9	0.84
Tubería 84	36.0415946	37	140	0.8	0.75
Tubería 86	12.2994154	37	140	0.8	0.75
Tubería 88	25.8959957	37	140	0.8	0.75
Tubería 90	14.9896697	37	140	0.8	0.75
Tubería 96	23.5351457	37	140	0.8	0.75
Tubería 98	15.1188871	37	140	0.55	0.51
Tubería 100	45.2098906	37	140	0.55	0.51
Tubería 102	41.2291652	37	140	0.55	0.51
Tubería 104	79.3341284	37	140	0.55	0.51
Tubería 106	12.06	37	140	-0.35	0.33
Tubería 110	40.1063838	37	140	0.35	0.33
Tubería 112	22.253064	37	140	0.35	0.33
Tubería 114	16.0774747	37	140	0.35	0.33
Tubería 147	245.468955	37	140	0.35	0.33
Tubería 171	19.3367784	37	140	0.9	0.84
Tubería 173	12.8754847	17	140	0.1	0.44
Tubería 175	40.2138809	37	140	1	0.93



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

Tubería 176	22.2312666	37	140	1	0.93
Tubería 182	20.1545593	17	140	0.1	0.44
Tubería 196	30.2011822	37	140	0.25	0.23
Tubería 197	83.1162925	17	140	0	0
Tubería 2	12.34	37	140	0.8	0.75
Tubería 7	56.86	29	140	0	0
Tubería 234	88.28	29	140	0	0
Tubería 236	179.7019	17	140	0	0
Tubería 238	76.6216652	29	140	0	0
Tubería 239	74.6149692	29	140	0	0
Tubería 240	69.7823831	29	140	0	0
Tubería 274	52.1910831	22	140	0	0
Tubería 222	392	22	140	0.1	0.26
Tubería 3	19.06	37	140	1	0.93
Tubería 5	49.12	37	140	-1	0.93
Tubería 8	32.3	29	140	0	0
Tubería 9	4.69	29	140	0	0
Tubería 11	58.64	17	140	0	0
Tubería 13	52.15	37	140	0.55	0.51
Tubería 4	1	17	140	0	0
Tubería 10	1	17	140	0	0
Tubería 14	1	17	140	0	0
Tubería 15	1	17	140	0	0
Tubería 16	1	17	140	0	0
Tubería 17	1	29	140	0	0
Tubería 18	1	17	140	0	0
Tubería 19	1	17	140	0	0
Tubería 20	1	17	140	0.1	0.44
Tubería 22	12.56	37	140	0.8	0.75
Tubería 1	16.75	22	140	0.2	0.53
Tubería 6	55.04	22	140	0	0
Tubería 21	42.18	29	140	0	0
Tubería 25	114.07	29	140	0	0
Tubería 26	100.79	29	140	0	0
Tubería 28	49.8	37	140	0.8	0.75
Tubería 31	78.72	22	140	0	0
Tubería 35	8.84	22	140	0	0
Tubería 39	51.75	29	140	0	0
Tubería 12	259.26	29	140	0	0



CÁLCULO HIDRAÚLICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN				
	Demanda	Altura	Presión Din.	Presión Est.
ID Nudo	LPS	m	m	m
Conexión 198	0	1480	29.98	29.98
Conexión 262	0	1440	25.27	25.27
Conexión 264	0	1440	27.52	27.52
Conexión 266	0	1440	23.41	23.41
Conexión 29	0	1617.77	8.83	10.29
Conexión 31	0	1616.34	11.91	14.8
Conexión 33	0	1614.52	12.05	16.75
Conexión 35	0	1614.24	12.44	17.42
Conexión 37	0	1612.72	14.9	21.4
Conexión 43	0	1611.44	18.48	26.26
Conexión 45	0	1609.19	29.63	39.66
Conexión 47	0	1608.45	36.09	46.85
Conexión 49	0	1607.85	38.52	49.88
Conexión 1	0	1567.46	14.01	15.8
Conexión 700	0	1618.46	48.36	49.13
Conexión 55	0	1566.3	30.41	33.36
Conexión 61	0	1565.45	31.61	35.41
Conexión 63	0	1564.21	24.39	29.43
Conexión 65	0	1562.26	25.52	32.51
Conexión 69	0	1561.6	19.62	27.26
Conexión 71	0	1559.27	12.35	22.31
Conexión 73	0	1558.44	10.92	21.72
Conexión 75	0	1557.35	9.14	21.03
Conexión 77	0	1555.32	6.85	20.75
Conexión 79	0	1554.33	6.79	21.68
Conexión 81	0	1547.02	20.37	21.35
Conexión 83	0	1546.31	37.7	39.39
Conexión 85	0	1546.07	37.78	39.71
Conexión 87	0	1545.56	36.9	39.33
Conexión 89	0	1545.26	33.74	36.47
Conexión 93	0	1545.02	33.71	36.68
Conexión 95	0.25	1544.56	34.93	38.36
Conexión 97	0	1544.41	35.7	39.28
Conexión 99	0	1543.96	53.71	57.74
Conexión 101	0	1543.56	43.95	48.38
Conexión 103	0	1542.78	14.49	19.7
Conexión 105	0	1542.27	7.78	13.5



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

Conexión 107	0	1542.22	7.97	13.74
Conexión 109	0	1542.05	7.92	13.86
Conexión 111	0	1541.95	8.77	14.81
Conexión 113	0	1541.88	9.36	15.47
Conexión 146	0	1540.84	23.53	30.67
Conexión 148	0	1540.77	33.79	41.01
Conexión 169	0	1559.74	15.6	25.1
Conexión 172	0.1	1559.51	20.85	30.58
Conexión 174	0	1560.4	19.39	28.22
Conexión 181	0.1	1553.96	11.84	27.11
Conexión 195	0.25	1540.77	25.32	32.54
Conexión 244	0	1513	26.1	26.1
Conexión 2	0	1495	0	0
Conexión 177	0	1495	12.2	12.2
Conexión 179	0	1495	31.73	31.73
Conexión 183	0	1457	22.15	22.15
Conexión 187	0	1457	28.36	28.36
Conexión 189	0	1457	29.35	29.35
Conexión 237	0	1457	11.98	11.98
Conexión 271	0	1507	36.96	36.96
Conexión 273	0	1507	33.45	33.45
Conexión 221	0.1	1567.95	37.52	39.57
Conexión 4	0	1566.89	13.45	15.8
Conexión 7	0	1440	27.52	27.52
Conexión 8	0	1440	25.27	25.27
Conexión 9	0	1480	29.98	29.98
Conexión 11	0.1	1540.82	23.51	30.67
Conexión 13	0	1507	33.45	33.45
Conexión 14	0	1457	29.35	29.35
Conexión 15	0	1457	28.36	28.36
Conexión 16	0	1457	22.15	22.15
Conexión 17	0	1495	31.73	31.73
Conexión 3	0.2	1541.95	16.92	22.95
Conexión 10	0	1480	39.92	39.92
Conexión 12	0	1440	0	0
Conexión 5	0	1540.77	26.72	33.93
Conexión 18	0	1514	0	0
Conexión 19	0	1514	33.93	33.93
Conexión 20	0	1480	0	0
Conexión 21	0	1554.08	6.07	21.21
Conexión 22	0	1548	0	0



"ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL SALADO DEL CANTÓN SOZORANGA, PROVINCIA DE LOJA"

Conexión 23	0	1569.26	0	0
Conexión 25	0	1507	0	0
Conexión 26	0	1541.95	34.88	40.92
Conexión 27	0	1457	0	0
Conexión 28	0	1495	37.92	37.92
Conexión 30	0	1541.95	28.89	34.93
Conexión 32	0	1513	0	0
Conexión 24	0	1544.56	49.46	52.89
Conexión 6	0	1570	0	0
Embalse 401	-1.1	1619.23	0	0



ANEXO 16

ANÁLISIS TARIFARIO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE



**CALCULO DE TARIFA PARA AGUA POTABLE SEGUN METODOLOGIA PRAGUAS
POBLACIONES RURALES (CONEXIÓN DOMICILIARIA)**

DATOS:

COMENTARIOS

Población actual (habitantes) *	68,00	Habitantes
Índice de Crecimiento en % *	1,50	Tomado de las Normas ex SSA
Período de análisis (años)	10,00	Siempre este valor, según PRAGUAS
Dotación en lit/hab/día *	85,00	Tomado de las Normas ex SSA

CALCULOS HIDRAULICOS Y OTROS

Población a los 10 años (habitantes)	79	Método geométrico de proyección
Caudal Medio (l/s)	0,09	Fórmula invariable. Se aplica de la Normas
Caudal Máximo Diario (l/s)	0,12	Fórmula invariable. Se aplica de la Normas
Caudal Máximo Horario (l/s)	0,28	Fórmula invariable. Se aplica de la Normas
Volumen de Reserva (m3)	3,35	50% del Volumen Medio Diario Futuro
Volumen diario de agua (m3)	10,06	Es lo que produce el sistema al día
Volumen mensual de agua (m3)	301,86	Es lo que produce el sistema al mes
Volumen de agua en 10 años (m3)	36.222,80	Es lo que produce el sistema es 10 años
Porcentaje de Pérdidas (%) *	20,00	Valor asumido, que puede ser variable
M3 Factibles de Vender (m3)	30.185,67	Valor calculado

COSTOS DE Q, P y O

Químicos		
Sal (costo en USD/mes)	1,40	Gasto de 4 onz x cada l/s al día
Cloro (costo en USD a lo 10 años)	167,70	Valor de USD 1.60/lib puesta en sitio
Otros químicos *	0,00	Incluir, si hubieren
	0,00	"
	0,00	"
Total Químicos	169,10	

Personal	Sueldo/mes	Total en 10 años	
Operador	30,00	3.600,00	Sueldo puede variar
Tesorero	0,00	0,00	"
Otros	0,00	0,00	"
	0,00	0,00	"
Total Personal		3.600,00	

Otros Gastos	Mensual	Total en 10 años	
Energía eléctrica	8,00	960,00	Puede variar
Gastos administrativos	7,89	947,00	Asumido usd 0.10 /usuar/mes
Otros	0,00	0,00	
	0,00	0,00	
Total Otros Gastos		1.907,00	
TOTAL COSTOS DE Q, P y O		5.676,10	

COSTOS DE REPOSICION DE ACTIVOS EN 10 AÑOS

Elemento	Costo	
*	0,00	Incluir los considerados en el diseño
*	0,00	
*	0,00	
Otros (siempre)	947,00	Asumido USD 0.10 /usuario/mes
TOTAL COSTOS DE REPOS. ACTIVOS	947,00	

TARIFA REFERENCIAL/M3	0,22
------------------------------	-------------

* Datos proporcionados por el Diseñador

DOTACION MENSUAL POR FAMILIAS:	10 M3
TARIFA MENSUAL POR USUARIO:	2,2 USD



ANEXO 17

SEGUIMIENTO FOTOGRAFICO



Ilustración 1: Lugar del estudio comunidad el Salado



Ilustración 2: Visita Técnica al lugar de Estudio por parte del



Ilustración 3: Aforo del caudal en la captación



Ilustración 4: Recorrido técnico con el topógrafo para su posterior levantamiento del sistema



Ilustración 5: Establecimiento educativo en la comunidad



Ilustración 6: Estudiantes de la Escuela Jaramillo Mora de la comunidad



Ilustración 7: Tipos de vivienda de la comunidad



Ilustración8: Tipología del suelo y vías de acceso a la comunidad



Ilustración9: Muestreo para ensayos de suelo