



# **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

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

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESTUDIO Y DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y LA  
GESTIÓN DEL SERVICIO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE  
AGUA “CACIQUE DUMA” DEL CANTÓN SIGSIG**

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

**EDWIN ANDRÉS TORRES ULLOA**

**Director: Ing. Willer Edmundo Barrera Pinos.**

**2016**

## **DECLARACIÓN**

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

---

EDWIN ANDRÉS TORRES ULLOA

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por EDWIN ANDRÉS TORRES ULLOA bajo mi supervisión.

---

ING. WILLER EDMUNDO BARRERA PINOS.

**DIRECTOR**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi mejor amiga, compañera de vida, confidente y amada esposa Anabelle, quien me inspira y apoya incondicionalmente.

A mis Padres, Edwin y Adriana, quienes son mi mayor motivación para dar este pequeño paso en este andar académico.

A mi ñaña Nena que ha sido un ejemplo a seguir de dedicación y superación profesional.

Por último a mi sobrino/a.

Ellos son la razón por la que deseo superarme día a día.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi esposa, por ser el pilar fundamental de mi vida que en incontables momentos supo levantarme e impulsarme hacia el siguiente escalón.

A mis padres por el apoyo incondicional, pero sobre todo doy gracias por el esfuerzo y sacrificio que hacen para darme siempre lo mejor.

Al Ing. Pablo Miranda y al Lcdo. Marcelino Granda por su colaboración para la realización del convenio que hizo posible la elaboración de este estudio, así como también al equipo topográfico del Gad municipal del cantón Sigüig.

A mi tutor, Ing. Edmundo Barrera que con sus conocimientos técnicos, experiencia y orientación supo guiarme de la mejor manera para el desarrollo óptimo de esta investigación.

A mi compañero y amigo Billy Luzuriaga por su valiosa aportación.

Por último agradezco a Dios por permitirme culminar esta etapa.

## **RESUMEN**

Un Sistema de Agua Potable es aquel que mediante un tratamiento consigue obtener que el agua cruda sea apta para consumo humano. La dotación de agua potable es un tema muy importante que en la última década ha sido la preocupación de las autoridades de cada sector rural de la provincia del Azuay, tal es el caso de la municipalidad del cantón Sigsig que ha puesto énfasis en solucionar los problemas que se presentan en el caso particular de las comunidades de Tullupamba, Chobshi y Narig que son objeto de este estudio.

Para el eficaz desarrollo del estudio, se realizaron trabajos de campo y escritorio. En campo se ha realizado una evaluación de las condiciones actuales del sistema en lo referente a infraestructura, características de la fuente de abastecimiento y el aspecto socioeconómico en la comunidad, para ello se han realizado apreciaciones visuales, ensayos in situ, encuestas y muestreos que se han complementado con análisis de laboratorio.

El trabajo de escritorio se ha desarrollado en función a la información obtenida por el trabajo de campo, se analizó a la comunidad y se han determinado bases de diseño para el sistema de agua. Se planteó un estudio de alternativas técnicas y se optó por un sistema no convencional de tratamiento. Mediante el análisis de las tecnologías existentes y sus respectivos costos de implementación, mantenimiento y operación, ha sido posible establecer el diseño más adecuado para el sistema de abastecimiento Cacique Duma de la parroquia San Sebastián.

### **Palabras Clave**

TRATAMIENTO - SISTEMA DE AGUA POTABLE -. TRABAJOS DE CAMPO -  
TRABAJO DE ESCRITORIO - DISEÑO

## **ABSTRACT**

A water system is one that manages to obtain through treatment of raw water to be safe for human consumption. Provision of potable water is an extremely important issue in the last decade and has been the concern of the authorities of each rural area in the province of Azuay, as the case of the Municipality of the Canton Sigüig which has placed emphasis in solving the problems that occur in the particular case of the communities of Tullupamba, Chobshi and Narig which are the subject in this study.

For an effective development of the study, field work and desk were performed. In the field an assessment has been made of the current conditions of the system in relation to infrastructure, characteristics of the supply source and the socio-economic aspect in the community, for it has been made visual assessments, in situ tests, surveys and samplings been complemented by laboratory analysis.

The desk work has been developed based on the information obtained by the field work, analyzed the community and have given design basis for the water system. A study of technical alternatives arises and opted for an unconventional treatment system. By analyzing existing technologies and their implementation costs, maintenance and operation, it has been possible to establish the most appropriate design for the supply system Cacique Duma of the San Sebastian parish.

## **KEYWORDS**

TREATMENT – DRINKING WATER SYSTEM – FIELD WORK – OFFICE WORK –  
DESIGN

<b>CAPITULO I</b>	
<b>GENERALIDADES</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes	1
1.2 Alcance	1
1.3 Justificación	1
1.4 Marco Teórico	2
1.5 Descripción de la normativa vigente	5
1.5.1 Normas de Agua Potable	5
1.5.2 Código de Práctica Ecuatoriano	5
<b>CAPAITULO II</b>	
<b>INFORMACION GENERAL DE LA ZONA DEL PROYECTO</b>	<b>6</b>
2.1 Ubicación Geográfica de la planta de tratamiento	6
2.2 Viabilidad	6
2.3 Caracterización de la Zona	6
2.3.1 Topográficas	6
2.3.2 Físico-Ambientales	6
2.3.3 Socio-económicas	8
2.4 Información sobre las comunidades Tullupamba, Narig y Chobshi de la comunidad San Sebastián	10
2.4.1 Clima	14
2.4.2 Población	14
2.4.3 Vivienda	14
2.4.4 Uso del suelo	15
2.4.5 Educación	15
2.4.6 Producción	16
2.4.7 Salud	17
<b>CAPITULO III</b>	
<b>EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE ACTUAL</b>	<b>18</b>
3.1 Estado físico de la infraestructura	18
3.2 Capacidad y alcance del sistema	19
3.3 Análisis geológico-geotécnico del emplazamiento del sistema	19
3.4 Valoración y Recomendaciones para las mejoras de la infraestructura existente	20
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>CONCEPCION TECNICA PARA DISEÑO DEL PROYECTO</b>	<b>21</b>
4.1 Criterios de diseño	21
4.2 Análisis poblacional	21
4.2.1 Población beneficiada	21
4.2.2 Periodo de diseño	21
4.2.3 Tasa de crecimiento poblacional	21
4.2.3.1 Cálculo de la población futura	22
4.2.3.1.1 Método Aritmético	22
4.2.3.1.2 Método Geométrico	22
4.2.3.1.3 Método Wappaus	23
4.2.3.1.4 Interpretación de resultados	23
4.3 Nivel de servicio	23
4.4 Dotaciones	24
4.4.1 Dotación media actual	24
4.4.2 Dotación media futura	25
4.5 Cálculos de las demandas o consumos de agua Caudal medio diario	25
4.5.1 Caudal medio diario	25
4.5.2 Caudal máximo diario	26
4.5.3 Caudal máximo horario	27
4.5.4 Volúmenes de almacenamiento	27
4.6 Caudales de diseño	28
4.6.1 Caudal de la fuente	28
4.6.2 Caudal de la captación	28
4.6.3 Caudal de la conducción	29
4.6.4 Caudal de la Planta de tratamiento	29
4.6.5 Caudal de la Red de distribución	29

<b>CAPITULO V DISEÑO DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE</b>	<b>30</b>
5.1 Topografía realizada	30
5.2 Diseño de los componentes del sistema de agua potable	30
5.2.1 Fuente de abastecimiento	30
5.2.2 Análisis de la cantidad en la Fuente de Abastecimiento	31
5.2.3 Calidad del Agua	31
5.2.3.1 Procedimiento para toma de muestras}	32
5.2.3.2 Resultados de Laboratorio	32
5.2.4 Caracterización del agua	33
5.2.5 Posibles métodos de tratamiento	34
5.2.6 Diseño Hidráulico y Dimensionamiento de la Captación	35
5.2.6.1 Dimensionamiento de la pantalla	36
5.2.6.2 Número de orificios	37
5.2.6.3 Ancho de pantalla	38
5.2.6.4 Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda	38
5.2.6.5 Cálculo de la altura de la cámara húmeda	39
5.2.6.6 Dimensionamiento de la canastilla	41
5.2.6.7 Tubería de rebose y limpieza	43
5.2.6.8 Resultados del diseño	43
5.2.7 Filtro grueso dinámico	44
5.2.7.1 Cálculo del área superficial	44
5.2.7.2 Dimensionamiento del filtro grueso dinámico	45
5.2.7.3 Cálculo del caudal de lavado	46
5.2.7.4 Cálculo del número de orificios totales	46
5.2.7.5 Cálculo del número de orificios por lateral	47
5.2.7.6 Cálculo del área del lateral	48
5.2.7.7 Cálculo del área del colector	48
5.2.8 Filtro Grueso Ascendente	49
5.2.8.1 Cálculo del área superficial	49
5.2.8.2 Cálculo del caudal de lavado	50
5.2.8.3 Cálculo del número de orificios	51
5.2.8.4 Comprobación del número de orificios	51
5.2.8.5 Cálculo del área del colector	52
5.2.9 Filtro Lento de Arena	53
5.2.9.1 Criterio de seguridad de funcionamiento	53
5.2.9.2 Criterio de Caudal	53
5.2.9.3 Criterio de la población	54
5.2.9.4 Cálculo del área superficial	54
5.2.9.5 Dimensionamiento del filtro lento de arena	55
5.2.9.6 Área de cada orificio	55
5.2.9.7 Caudal de cada orificio	55
5.2.9.8 Número de laterales	56
5.2.9.9 Caudal que ingresa al lateral con mayor número de orificios	57
5.2.9.10 Área del lateral	57
5.2.9.11 Diámetro interno del lateral	58
5.2.9.12 Área del colector principal	58
5.2.9.13 Diámetro interior del colector principal	59
5.2.9.14 Espesores del material filtrante	59
5.2.9.15 Pérdida de carga a los orificios del sistema de drenaje	60
5.2.9.16 Pérdida total por los orificios del sistema de drenaje	61
5.2.9.17 Pérdida de carga unitaria	61
5.2.9.18 Pérdida de carga en la tubería	62
5.2.9.19 Volumen de agua sobre el lecho filtrante	62
5.2.9.20 Resultados de diseño	62
5.2.10 Sistema de desinfección	63
5.2.10.1 Dosificación del cloro	63
5.2.10.2 Caudal de inyección	64
5.2.10.3 Diámetro de la tubería de inyección	64
5.2.10.4 Velocidad de inyección	65
5.2.10.5 Resultados de diseño	65
5.2.11 Tanque de Reserva	66
5.2.11.1 Diámetro del tanque	66

<b>CAPITULO VI</b>	
<b>DISEÑO DEFINITIVO</b>	<b>67</b>
6.1 Manual de operación y mantenimiento	67
6.2 Presupuesto tentativo (ANEXO 2)	00
6.3 Análisis de Precios Unitarios (ANEXO DIGITAL)	00
6.4 Planos de diseño (ANEXO 2)	00
<b>CAPITULO VII</b>	
<b>EVALUACION AMBIENTAL</b>	<b>87</b>
7.1 Plan de manejo ambiental	87
<b>CAPITULO VIII</b>	
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>91</b>
8.1 Conclusiones y Recomendaciones	91
Bibliografía.	92
Anexo 1 Resumen de Cálculos y Resultados	
Anexo 2 Presupuesto Referencial	
Anexo 3 Cuadro Tarifario	
Anexo 4 Adjudicación SENAGUA	
Anexo 5 Planos	

# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES

### 1.1. Antecedentes

Al realizar un recorrido por la red de distribución con el Presidente de la Junta Administradora de agua se pudo constatar que ésta se encontraba llena de desechos y desperdicios que llegaban por la tubería, así como también, se observa un color turbio del agua por lo que se propuso la construcción de un sistema de filtros que fue aceptada por el Director de Infraestructura Sanitaria del Municipio de Sigsig y a su vez por la máxima autoridad.

El sistema en este momento tiene alrededor de 360 usuarios que esperan que la calidad de agua sea óptima para su consumo.

El sistema de abastecimiento para las comunidades en mención fue construido en el año de 1995, éste cuenta con 6 vertientes que son captadas y llevadas a un cajón recolector que cuenta con un caudal aproximado de 6 litros por segundo, suficientes para la dotación a los usuarios existentes.

El sistema actual cuenta con tres tanques de almacenamiento (dos de 50m<sup>3</sup> y uno de 20m<sup>3</sup>) que distribuyen a las 4 comunidades. Los moradores pagan una tarifa de dos dólares por el servicio desde inicios del año (2015). De la observación realizada se deduce que no se realizan correctamente las labores de operación y mantenimiento de ahí su deterioro.

De no proceder con la implementación de la Planta, la salud de los usuarios se verá gravemente comprometida debido a que seguirán consumiendo agua contaminada.

### 1.2. Objetivo General

Realizar el estudio y diseño de la Planta de Tratamiento del sistema de abastecimiento de agua "Cacique Duma" para dotar a los usuarios de un servicio eficiente y sostenible.

### 1.3. Objetivos específicos

- Recopilar información económica y aspectos socio-culturales de la zona del proyecto.
- Investigar la calidad del agua para analizar los diferentes tipos de tratamiento para la purificación del agua.
- Realizar levantamiento topográfico puntual para el emplazamiento del proyecto.
- Determinar parámetros para el diseño de la estación de tratamiento de agua potable.
- Realizar la evaluación y propuesta de mejoras del sistema de distribución existente así como su captación.
- Elaborar la ficha ambiental.
- Realizar un presupuesto estimativo del proyecto.
- Establecer un cuadro tarifario.
- Capacitar al personal encargado de operación y mantenimiento como parte de la gestión de servicio.
- Proponer la implementación y cumplimiento de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua de la República del Ecuador vigente.

## 1.4. Alcance

En el alcance del proyecto se pretende especificar con claridad hasta dónde se quiere llegar y profundizar en la investigación.

El proyecto abarca exclusivamente el diseño y estudio de la Planta de Tratamiento del sistema de agua, puesto que el sistema de almacenamiento y distribución fue diseñado y construido por el Consejo Provincial. Será parte de la investigación obtener una evaluación del funcionamiento y estado del sistema actual a más de implementar las leyes que rigen al uso de recursos hídricos de la mejor manera para beneficio de los usuarios de las comunidades.

Se desarrollará también la ficha de impacto ambiental para que luego de la ejecución de la obra, ésta cumpla con los requerimientos mínimos de mitigación.

## 1.5. Justificación

El suministro de agua potable tiene muchas falencias en las comunidades rurales, incluso carecen de este servicio o en la mayoría de los casos son obsoletos o insuficientes, por lo que debe ser analizado inmediatamente a fin de evitar la proliferación de las enfermedades hídricas.

Mediante el desarrollo de este proyecto se pretende alcanzar el buen vivir de las y los moradores del sector, objetivo que se puede conseguir mediante la implementación de la planta de tratamiento para cumplir con las normas de calidad física, química y bacteriológica del agua para consumo.

Dicha implementación mejorará la calidad de vida de los habitantes, aportando directamente en la productividad de las personas en el campo ocupacional, además de conseguir ahorro en la compra de medicamentos, agua embotellada, etc.

Con el cumplimiento de los artículos de la ley de agua correspondientes al uso para el consumo humano, tanto la junta directora como los usuarios evitarán ser sancionados (multas, suspensiones, etc.) por la máxima autoridad.

## 1.6. Marco Teórico

El proyecto a realizarse será de utilidad para aproximadamente 360 familias que consumen agua sin tratamiento, el mismo partirá del caudal de la captación que abastece a las 4 comunidades. Para este proyecto se mencionará a continuación algunos aspectos técnicos.

### **Afloramiento:**

Las surgencias son un fenómeno oceanográfico que consiste en el movimiento vertical de las masas de agua, de niveles profundos hacia la superficie. A este fenómeno también se le llama afloramiento y las aguas superficiales presentan generalmente un movimiento de divergencia horizontal característico.

### **Fuentes de Agua:**

- Fuentes Subterráneas

Son aguas captadas de los acuíferos subterráneos como: manantiales, pozos, etc. Esta agua en pocos casos pueden consumirse directamente; generalmente, se someten a un proceso de desinfección para eliminar los metales como: manganeso, fierro y microorganismos principalmente.

- Fuentes Superficiales

Son aguas provenientes de lluvia que se escurre sobre la superficie de la tierra y forma corrientes de agua que llegan a los ríos, lagos y mares.

**Captación:**

Estructura que permite derivar el caudal necesario, desde la fuente hacia el sistema de abastecimiento de agua potable.

**Cámara Húmeda:**

Compartimento donde se colecta toda el agua captada.

**Cámara Seca:**

Compartimento donde se encuentran las válvulas y accesorios de control de la captación.

**Rebose:**

Sistema que permite evacuar el excedente de agua hacia el exterior de la captación.

**Conducción:**

Conductos u obras que permiten el transporte del agua, desde la captación hasta las unidades de tratamiento, en condiciones seguras e higiénicas.

**Tratamiento:**

Un sistema de tratamiento de agua potable consiste en diferentes procesos para hacer del agua un producto óptimo para el consumo humano.

Existen diferentes tecnologías para potabilizar el agua, pero todas deben cumplir los mismos principios:

1. Combinación de barreras múltiples (diferentes etapas del proceso de potabilización) para alcanzar bajas condiciones de riesgo.
2. Tratamiento integrado para producir el efecto esperado.
3. Tratamiento por objetivo (cada etapa del tratamiento tiene una meta específica relacionada con algún tipo de contaminante).

Si no se cuenta con un volumen de almacenamiento de agua potabilizada, la capacidad de la planta debe ser mayor que la demanda máxima diaria en el periodo de diseño. Además, una planta de tratamiento debe operar continuamente, aún con alguno de sus componentes en mantenimiento; por eso es necesario como mínimo dos unidades para cada proceso de la planta.

**Tipos de plantas**

- ETAP de tecnología convencional: incluye los procesos de coagulación, floculación, decantación (o sedimentación) y filtración.
- ETAP de filtración directa: incluye los procesos de coagulación-decantación y filtración rápida, y se puede incluir el proceso de floculación.
- ETAP de filtración en múltiples etapas (FIME): incluye los procesos de filtración gruesa dinámica, filtración gruesa ascendente y filtración lenta en arena.

También puede utilizarse una combinación de tecnologías, y en cada una de las tecnologías nombradas es posible contar con otros procesos que pueden ser necesarios específicamente para remover determinada contaminación.

### **Filtro lento de arena (FLA)**

La filtración biológica consiste en circular agua cruda a través de arena. El principio consiste en la formación de una capa biológica, desarrollándose procesos de degradación química y biológica que reducen la materia retenida a formas más simples. Los filtros contienen los siguientes componentes:

- Caja del filtro: se determina por lecho de arena, capa de soporte y sistema de drenaje, agua sobrenadante y borde libre.
- Capa sobrenadante de agua cruda: proporciona carga hidráulica para pasar agua sobre el lecho filtrante, crea un periodo de retención.
- Lecho de arena filtrante: compuesto por material granular (arena). Se describe en función de diámetro efectivo y coeficiente de uniformidad.
- Sistema de drenaje: sirve para: soporte de material filtrante, asegura recolección uniforme del agua, llenado de los filtros.
- Estructura de entrada y salida: sirve para: regular caudales de ingreso, ingreso de flujo uniforme, drenaje, graduación del líquido sobrenadante.
- Dispositivos reguladores: sirven para controlar operaciones más importantes por medio de válvulas, vertederos y otros dispositivos.

Ventajas de este tratamiento: mejoran la calidad física, química y bacteriológica del agua sin uso de químicos, además de una operación sencilla, económica y eficaz.

### **Desinfección del agua**

La desinfección del agua para uso humano tiene por finalidad la eliminación de los microorganismos patógenos contenidos en el agua que no han sido eliminados en las fases iniciales del tratamiento del agua.

La desinfección del agua es necesaria como uno de los últimos pasos en la planta de tratamiento de agua potable, para prevenir que esta sea dañina para nuestra salud. Muchas veces, tratándose de agua de manantiales naturales o de pozo, la desinfección es el único tratamiento que se le da al agua para obtener agua potable.

La desinfección puede hacerse por medios químicos o físicos.

Uno de los métodos químicos es mediante la transformación del hipoclorito de sodio más conocido como cloración.

#### **Cloración:**

La cloración es un medio sencillo y eficaz para desinfectar el agua y hacerla potable. Consiste en introducir productos clorados (pastillas de cloro, lejía, etc.) en el agua para matar los microorganismos en ella contenidos.

Normalmente, tras un tiempo de actuación de unos 30 minutos, el agua pasa a ser potable. Gracias al efecto remanente del cloro, continúa siéndolo durante horas o días (en función de las condiciones de almacenamiento).

Al igual que sus derivados clorados, el cloro es un potente oxidante que al mezclarse con el agua quema en media hora las partículas orgánicas en ella contenidas, especialmente los virus patógenos y los microbios.

Aunque se necesita una cantidad importante de cloro para neutralizar esta materia orgánica, solo hace falta una parte, el denominado cloro residual libre, para tratar posibles contaminaciones posteriores del agua en la red o las viviendas. Según la OMS, la concentración de cloro libre en el agua tratada debe estar entre 0,2 y 0,5 mg/l. Hay que utilizar bastante cloro para que permanezca tras el tratamiento del agua, excepto si su consumo es inmediato.

Existe un procedimiento reciente (2009), sencillo y poco costoso que permite elaborar por uno mismo una solución de hipoclorito localmente, sea para uso familiar, en un centro comunitario o en un ambulatorio.

La fundación suiza Antenna Technologies ha puesto a punto el WATA, un pequeño aparato que funciona según el principio de la electrolisis y que, a partir de agua clara, sal y electricidad (una batería de automóvil o solar son suficientes), transforma la sal disuelta del cloruro sódico en hipoclorito.

El modelo pequeño de este dispositivo puede producir un litro de hipoclorito cada hora, es decir, permite tratar 4.000 litros de agua al día, una cantidad que puede abastecer a entre 150 y 200 personas.

#### **Muestreo de calidad de agua de las fuentes**

La calidad del agua en arroyos y ríos se determina comúnmente mediante análisis químicos y físicos selectos de muestras de agua recolectada para representar la masa de agua. Entre los factores a considerar al seleccionar un método de muestreo cabe mencionar: (1) la exactitud del muestreo necesaria para representar satisfactoriamente componentes de la calidad del agua de interés para que pueda lograrse el muestreo específico o los objetivos de datos-información, y (2) los costos de métodos de muestreo alternativos.

## **1.5. Metodología**

El estudio se iniciará con una debida inspección en a la zona en la cual estudiaremos la calidad y cantidad de agua obtenida en la fuente, además de la socialización con los pobladores para obtener datos y estadísticas exactas sobre la lista de usuarios, la dotación y caudales existentes para el proyecto; una vez observado el lugar se procederá a realizar un levantamiento taquimétrico del terreno que disponen las comunidades para el emplazamiento de la estación de tratamiento. Para ello deberán contar con los permisos necesarios y tener dicha propiedad a nombre de la junta jurídica.

Se recorrerá las matrices de distribución para el respectivo análisis del sistema existente el cual sirve a cuatro comunidades, a la vez que se hará una evaluación, valoración de la captación, conducción, tanques de reserva y ramales existentes para, de ser el caso, optimizar y mejorar el sistema para el mejor funcionamiento.

Para el levantamiento topográfico utilizaré estación total y dispositivo GPS para el levantamiento puntual de elementos existentes a lo largo del sistema.

Para elaboración de tablas de cálculo utilizaré el programa de Excel así como para el trazado y dibujo de planos el programa AutoCAD versión 2015.

Con los resultados arrojados por los análisis y luego de aplicar la teoría de tratamiento de agua potable se escogerá el tipo de Tratamiento para el sistema, además de establecer el lugar de emplazamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP).

Todo esto respaldado en bibliografías acordes al tema de investigación, proyectos similares de excelentes resultados; además, del apoyo y soporte técnico de parte del Ingeniero de Agua Potable de la Institución, así como también del tutor o director del trabajo de titulación.

Realizaré una evaluación socio ambiental del Proyecto para aminorar su impacto. (ficha ambiental)

Detallaré las tablas utilizadas, normas y métodos según el código que rige actualmente en nuestro país.

Se realizará el análisis de costos de implementación del proyecto, además de los costos de operación y mantenimiento con los cuales se establecerán nuevas tarifas para la duración y funcionamiento correcto de la Planta.

Expondré los artículos correspondientes y relevantes de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua de la República del Ecuador que inciden directamente en la implementación y construcción del proyecto.

Expondré las conclusiones debidas luego del estudio completo de acuerdo a lo planeado versus lo obtenido.

Formularé las recomendaciones necesarias para las conclusiones descritas anteriormente.

Elaboraré apropiadamente la bibliografía utilizada en la cual me respaldaré para el desarrollo del diseño del proyecto.

## **1.6. Descripción de la normativa vigente**

### **1.6.1. Normas de Agua Potable**

La vigente Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del agua garantiza el derecho humano al agua así como regula y controla la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el *sumak kawsay* o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución. Esta ley entró en vigencia una vez que fue promulgada en el Registro Oficial No. 305. el miércoles 06 de agosto de 2014.

En la ley de recursos hídricos II suplemento podemos encontrar varios artículos que deberán ser tomados en cuenta por la junta administradora de agua para dar cumplimiento a la misma; algunos como:

- Artículo 6. (Prohibición de privatización)
- Artículo 12. (Protección, recuperación y conservación de fuentes)
- Artículo 17. (Autoridad única del agua)
- Artículo 37. (Servicios públicos básicos)
- Artículo 43. (Definición de juntas administradoras de agua potable)
- Artículo 59. (Cantidad vital y tarifa mínima), entre otros

Todos los artículos relevantes para la ejecución y administración del proyecto deberán ser estudiados e incluidos dentro del estatuto de la junta administradora del sector.

## **1.6.2. Secretaría del Agua del Ecuador**

La Senagua y el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, IEOS, en calidad de rector del Saneamiento Ambiental en el país, tienen entre sus responsabilidades y a través de la Dirección de Planificación, la preparación, revisión y actualización de las NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES.

### **1.6.2.1. Código de Práctica Ecuatoriano**

El objeto de este código es el de proporcionar un conjunto de especificaciones básicas adecuadas para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en poblaciones rurales. Este código fue realizado por la Secretaría del agua del Ecuador.

## **CAPÍTULO II**

### **INFORMACIÓN GENERAL DE LA ZONA**

#### **2.1. Ubicación geográfica de la Planta de Tratamiento**

La ubicación y emplazamiento de la planta después de un análisis en la zona según las recomendaciones de las normas para la construcción hidrosanitarias se encuentra en la comunidad de Tullupamba a pocos metros del primer tanque de almacenamiento.

Se encuentra en las siguientes coordenadas:

Este (X)	Norte (Y)	Altitud
742105.78	9662511.73	3072

#### **2.2. Viabilidad**

El sistema de tratamiento de agua potable propuesto servirá a 360 usuarios (un total aproximado de 1440 habitantes) de la zona que se verán beneficiados al mejorar la calidad de agua para consumo. El sistema cuenta con la captación, el almacenamiento y la distribución ya diseñados y construidos.

Un aspecto a resaltar del proyecto es la inclusión de la normativa de agua vigente para obras hidrosanitarias que serán transmitidas en una capacitación a operadores y responsables del sistema, así como a miembros de la directiva de la junta administrativa de agua potable del sector.

Para la construcción del proyecto la población de la zona aportará con mano de obra no calificada y el costo de los materiales serán cubiertos por el municipio del Sigsig que a su vez obtiene el proveedor mediante sorteo en el portal de compras públicas.

Hay que tener en cuenta que para el correcto funcionamiento del sistema se proveerá de un manual de operación y mantenimiento.

#### **2.3. Caracterización de la zona**

##### **2.3.1. Topográficas**

Según estudios realizados por el Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras, SIGTIERRAS, en las comunidades pertenecientes a la parroquia San Sebastián se observan pendientes de mayor porcentaje (>50%), esto se debe a la cercanía con la cordillera Oriental de los Andes, se observa que pendientes leves(0-12%) se puede encontrar en pequeños parches en toda la extensión del territorio, el mayor porcentaje del territorio se encuentra entre los rangos (12-25%) en un 43% del territorio cantonal, y no menos importante es el porcentaje de pendientes que se encuentran entre los rangos de (25-50%) que se presentan en un 27,1% del territorio.

##### **2.3.2. Físico-Ambientales**

Las comunidades de Tullupamba, Chobshi y Narig pertenecen a la Parroquia San Sebastián del cantón Sigsig, estas se encuentran en las estribaciones de la Cordillera Oriental de Los Andes, limita al norte con los cantones Gualaceo y Chordeleg, al sur con el cantón Nabón y la provincia de Morona Santiago, al este con Morona Santiago y al Oeste con Girón y Cuenca.

Según datos obtenidos en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, PD Y OT, sus altitudes varían desde los 2300m.s.n.m en su parte más baja hasta sobrepasar los 4000 m.s.n.m en su parte más alta ya en la zona alta de la Cordillera Oriental de los Andes; existe un poblado que se encuentra a más de 3000 m.s.n.m (La Libertad).

Sus pendientes son variables, teniendo en cuenta que los rangos de mayor presencia en el cantón fluctúan entre los 12-50 % de pendiente, siendo Sígsig un cantón irregular en su estructura geomorfológica con mayor presencia de relieves escarpados.

El cantón Sígsig está emplazado en cuatro formaciones geológicas: Volcánicos Pisayambo, Alao Paute, Chiguinda y en menor extensión la formación Nabón Quillollaco.

Sus rangos de precipitación fluctúan desde los 500mm hasta los 1750 mm en promedios anuales, las temperatura varían desde los 6° C en sus zonas más frías hasta los 14° C en su zonas más templadas en promedios anuales, en general el cantón Sígsig está formado por dos tipos climáticos estos son Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo y clima de alta Montaña, siendo el primero el más representativo en el territorio.

Se han determinado tres pisos altitudinales: montano, montano alto y Páramo, observando que el páramo es muy representativo en el cantón.

Se observa varios órdenes de suelos siendo el más representativo el orden de los Inceptisoles con más del 75% del territorio cantonal.

La susceptibilidad a la erosión en el cantón es principalmente de baja a moderada, sin embargo en la parte Norte del Cantón la susceptibilidad a la erosión es alta.

Según la SNAP el cantón Sígsig cuenta con 192 km<sup>2</sup> de extensión de Bosque Protectores, cabe mencionar que tres asentamientos están emplazados en estos bosques (Tucto-Primero de Enero y La Paz).

El cantón pertenece a la cuenca del Río Paute y a la subcuenca del Río Santabárbara cuenta con cinco microcuencas: Río Boladel, Río Pamar, Río Zhío y Río Santa Bárbara, es importante mencionar que la zona Sur del cantón pertenece a la cuenca del Río Jubones con su microcuenca del Río León.

Se ha podido ubicar el emplazamiento de concesiones mineras estas se ubican en la parroquia San Bartolomé, zona Oriental de la parroquia Sígsig y al Sur de Jima Principalmente.

En referencia a riesgos naturales se ha podido determinar que los deslizamientos de tierra son los más representativos en el cantón, siendo la zona Nororiental la zona de mayor inestabilidad de laderas.

La escasa información en lo referente a fallas geológicas no ha permitido realizar un diagnóstico en este tema, por lo que la necesidad de estudios sobre esta temática es de suma urgencia para la planificación del cantón.

En lo referente al uso de suelo es importante mencionar que la presencia del páramo en el cantón es muy representativo con un 34,11% dándole una real importancia a la conservación en el territorio cantonal, cabe mencionar que el pasto cultivado es el segundo elemento en extensión territorial, se ha podido constatar el avance del el pasto cultivado presionando al páramo, siendo el avance de la frontera agrícola uno de los principales problemas ecológicos del cantón.

Para los méritos de conservación se ha determinado que el 51,53% del territorio cantonal tiene un alto valor de conservación, con el 33,83% se encuentra en parámetros de considerable méritos de conservación, en general el territorio de Sígsig por sus características biofísicas merece un alto valor conservacionista.

### 2.3.3. Socio-Económicas

En el PD Y OT actualizado en marzo de 2015 en la administración del Lcdo. Marcelino Granda, alcalde del cantón Sígsig, se obtuvieron datos de una población de 26.910 habitantes (44% hombres y 56% mujeres) se determina un incremento porcentual del 9.235% (es decir que de cada 100 personas crecieron 9.235) desde el 2001 al 2010, y una tasa de crecimiento anual del 0.0098 con un incremento total de 2.275 habitantes.

En el ámbito educativo, el 11% de la población total del cantón no sabe leer y escribir. El 47% de la población tiene un nivel de instrucción primaria. El 40% de la población asiste a un centro educativo, cabe señalar que el cantón Sígsig cuenta con 66 centros educativos (57 de educación general básica y nueve colegios) de este 40%; el 34% de la población (8070 alumnos/as) estudian en los centros educativos del cantón, infiriéndose el 6% de los estudiantes asisten a otros centros fuera del cantón.

En el tema de la salud, el cantón Sígsig cuenta con un Hospital General ubicado en el centro urbano de Sígsig y cinco subcentros de salud en las parroquias con excepción de la parroquia de San José de Raranga, todos dependientes del ministerios de salud, acotando a esto se suma el aporte de la medicina ancestral que trabaja en coordinación con los subcentros y es atendido por las llamadas personas hábiles y parteras.

En cuanto a la migración en el cantón Sígsig, el 6% de la población ha migrado, siendo el año 2005 el de mayor afluencia migratoria, el principal país de destino es Estados Unidos, luego España y otras ciudades dentro del país.

Sígsig es un cantón que posee vestigios arqueológicos más antiguos del país tales como la Cueva Negra, Castillo de Chobshi y Shabalula- Entre los lugares turísticos de mayor renombre se destacan el cerro FASAYÑAN, AYLLON en donde existe la laguna del mismo nombre y de otros importantes lugares tales como el Huallil, Trinchera en la parroquia Cuchil, Cangari, Curiquinga, Playas De Sol y Agua y Chuzalongo, en la Parroquia Ludo; Camino al Inca, camino de los Guandus, pisada del Apóstol, El Calvario y las cavernas: Sada y Candari, en la Parroquia San Bartolomé; Cueva del Tablón, Pailhuaico, Pucaca y el cerro de gradas Incas en San José de Raranga; Pucara, Iglesia Nueva Cisne, Loma Shirazhi y Pillauza en la Parroquia Jima.

Sin embargo, el cantón carece de un inventario turístico y por ende de un plan general de turismo.

El cantón Sígsig, tiene una población de 26.910 habitantes (44% hombres y 56% mujeres) según el censo 2010(CEPAL/CELADE Redatam+SP 14/10/2011), comparando con la población del 2001 (24.635 habitantes) se determina un porcentaje de crecimiento del 9.235% y una tasa de crecimiento anual del 0,0098%, observándose una incremento de 2275 habitantes.

La población en edad de trabajar (PET) es de 20.838 (43% hombres y 57% mujeres) esta población conforma la oferta laboral del cantón y 11.805 individuos constituyen la Población Económica Activa, la población económicamente inactiva lo integran 9.033 habitantes.

La tasa de Ocupación global de la población es 98.11%, indicador que mide la generación de empleo, es decir, el porcentaje de la población que tuvo alguna ocupación (11.582 personas con alguna ocupación)

La tasa de desempleo en el cantón es del 1. 89%. Este indicador expresa la incapacidad de la economía local en generar puestos de trabajo. La tendencia se mantiene en 223 personas que están desocupadas.

La tasa de dependencia es 86.13, es decir, que de cada 100 personas potencialmente activas depende 86, 13 personas que no son productivas desde el punto de vista económico.

En el cantón Sígsig, la principal actividad a la que se dedica el 38% de la población económicamente activa, es a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, 53% son hombres y 47% son mujeres. El segundo lugar con el 26% que trabaja en la rama de la industria manufacturera, en esta categoría se desempeñan 23% hombres y el 77% las mujeres, infiriéndose por tanto, que las mujeres desempeñan esta actividad en sus propios hogares como es el caso de la elaboración del sombrero de paja toquilla. El tercer lugar ocupa la rama de la construcción con el 10% (en esta categoría el 98% son hombres), el cuarto lugar corresponde al comercio al por mayor y menor, (48% hombres y 52% mujeres) el resto de actividades a las que se dedica la población ocupada se encuentran entre el 0,1 y el 4.6%.

Según la percepción de los actores la principal fuente de ingreso es la ganadería con el 32%, el segundo lugar ocupa la agricultura 29%, el tercer lugar el sombrero de paja toquilla con el 23% y las actividades como comercio, artesanías, construcción, carpintería, migración y jornal representan entre todas el 16%, ello se infiere que la principal fuente de ingresos para la población lo constituyen las actividades agropecuarias.

El territorio del Cantón Sígsig, esta parcelado en 11.624 Unidades productivas agropecuarias (UPAS) que ocupan 53.598 ha.

Las unidades de producción agropecuaria (UPAS) según el uso del suelo, están destinadas principalmente a: cultivos transitorios; barbechos y otros usos con el 27% para cada actividad; el 20% a pastos naturales; el 13% a Montes y bosques y a cultivos permanentes y pastos cultivados, el 6% cada uno.

Según la condición jurídica, el 59,53% de ha. de las UPAs es decir el 99,73% de UPAs tienen condición individual. Las UPAs de hecho (o por derecho histórico de uso) toman posesión del 1,49%, ha, que corresponde al 0,16% del total de UPAS; en tanto, que las UPAs legales comprenden el 38,98% del total de ha utilizadas como Unidades de Producción Agropecuaria.

El 52% de ha. de las 51.331 ha tienen título de propiedad, el 34% de ha son manejadas bajo la figura de comuneros, el 14% de ha, se gestionan bajo la forma de tenencia mixta y el 1% de ha. tienen otra forma de tenencia.

Del acceso al riego únicamente 3166 Upas (de las 1.624) tienen acceso a alguna forma de riego, correspondiendo el 97% de ha regadas bajo el sistema de riego por gravedad al 93% de UPAs, y en menores porcentajes el riego por aspersión y finalmente el de goteo.

En el cantón la tendencia de utilización de tecnología es que el 95% de productores utiliza la tecnología convencional y el 5% la propuesta agroecológica.

La venta de productos se realiza en la Cabecera Cantonal del Sígsig, que el segundo mercado de importancia (28%) es la ciudad de Cuenca (mercado de Miraflores y 12 de Abril), el tercer espacio para la comercialización es Gualaceo (18%) el cuarto lugar de comercialización es la parroquia Cumbe (17%) y el 1% lo constituye el mercado de Gualaquiza, y de los actores que no venden sino que solo auto consumen corresponde el 2%.

Los cinco principales productos agrícolas más comercializados en el cantón Sígsig, son: Hortalizas, (42%) frutales mayores (manzana, durazno, reina Claudia) representando el 28%; maíz el 12%; frutales menores tales como: tomate de árbol, mora, frutilla con el 10% y papas con el 8%.

Entre los productos pecuarios, el principal producto comercializado es la leche con el 29% el segundo lugar ocupa el quesillo, con el 26%; Los cuyes ocupan un lugar importante en la comercialización (16%), luego está la venta del ganado (13%); la aves de corral con el 8%; los huevos con el 4%, los cerdos con el 3% y finalmente los ovinos con el 1%.

En el cantón están presentes 12 asociaciones de agricultores y/o ganaderos, que muestran formas de organización en función de objetivos comunes para la producción y venta de productos agropecuarios.

## **2.4. Información sobre las comunidades Tullupamba, Narig y Chobshi de la comunidad de San Sebastián del Cantón Sigsig**

### **TULLUPAMBA**

#### **Reseña histórica y Ubicación geográfica**

La comunidad Tullupamba fue constituida en 1901, se encuentra ubicada en el Cantón Sigsig, cantón Sigsig, provincia del Azuay, a 9662952 N, y 0743044 altura 2762 E; limita al Norte con la comunidad de Chobshi, al Este con la comunidad de Narig, al sur con Huallil y al Oeste con la comunidad de Gutún.

#### **Características de la población**

En la comunidad habitan 300 familias con un promedio de 6 habitantes por cada una, obteniendo aproximadamente 1800 personas en total, mismos que habitan en casas construidas en su mayoría de adobe y de bloque.

Las principales fuentes de ingreso de la comunidad son la agricultura, jornal y la paja toquilla de esta comunidad.

La agricultura y la paja toquilla, son las labores más importantes de sus habitantes; dentro de las labores agrícolas se enfatiza los cultivos de maíz asociado, hortalizas pasto natural, y las frutales menores. Se debe destacar la presencia de una buena ganadería y excelente producción de leche para la elaboración de los quesos y frutales menores.

Los productos que generan más ingresos a la comunidad son la venta de ganado, aves, cuyes, chanchos y las hortalizas, entre otros, mismos que son comercializados en las ferias y mercados de Sigsig, de donde también obtienen los productos que carecen en la comunidad.

Las principales enfermedades que se registran en la comunidad, son las de tipo respiratorio y el reumatismo, sin embargo estas no son consideradas como la principal causa de mortalidad de la población, en su mayoría las defunciones se producen por causas naturales a edad avanzada o por enfermedades tales como el alcoholismo.

#### **Servicios**

##### **Energía Eléctrica:**

Servicio suministrado por la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur. Toda la población cuenta con este servicio.

##### **Agua para consumo humano:**

Una parte de la comunidad cuenta con un sistema de agua potable, mientras que la población restante se abastece de agua de consumo a través de canales de riego y sistemas de agua entubada.

##### **Agua para riego:**

La comunidad de Tullupamba no posee de ninguna junta administradora de agua de riego por lo que todos los pobladores utilizan agua de las acequias para el riego de sus huertos.

##### **Sistema de eliminación de excretas:**

La comunidad no posee un sistema de alcantarillado, para la evacuación de excretas por lo que se utiliza pozo séptico, pozo ciego, descarga directa al río y letrinas.

### **La evacuación de los desechos sólidos:**

La evacuación de desechos se realiza mediante el servicio de recolección de basura conforme según el horario de atención establecido, adicionalmente se realiza la descarga a la comunidad y la quema de la misma

### **Atractivos turísticos**

Entre los atractivos turísticos existentes en esta comunidad podemos citar los bosques primarios y su Arqueología plasmada en la Iglesia patronal. Los principales especímenes identificados son los conejos, y las aves.

### **Otros**

El 30% del suelo en la comunidad es pasto, el 10% es chaparro, el 40% está destinado para cultivos mientras que el restante 20% está distribuido entre páramo, bosque artificial y bosque nativo.

Los mayores problemas ambientales de origen natural del territorio son la ausencia de lluvias, las erosiones y la contaminación del suelo debido tanto a la basura como a los Agro Químicos causado por sus propios pobladores.

Al no contar con el servicio de alcantarillado sanitario, la principal causa de contaminación del agua se produce por basura y aguas servidas.

## **NARIG**

### **Reseña histórica y Ubicación geográfica**

La comunidad Narig fue constituida en 1861, se encuentra ubicada en la Cantón Sigsig, cantón Sigsig, provincia del Azuay, a 9663925 N, y 0744250 altura 2587 E; limita al Norte con la comunidad de Chobshi, al Este con el río Santa Bárbara, al sur con comunidades las Lomas-Tasqui y al Oeste con la comunidad de Chobshi.

### **Características de la población**

En la comunidad habitan 150 familias con un promedio de 7 habitantes por cada una, obteniendo aproximadamente 1050 personas en total, mismos que habitan en casas construidas en su mayoría de adobe y de bloque.

Las principales fuentes de ingreso de la comunidad son la agricultura, construcción y a la paja toquilla de esta comunidad.

La agricultura y la paja toquilla, son las labores más importantes de sus habitantes; dentro de las labores agrícolas se enfatiza los cultivos de maíz asociado, frutales menores, hortalizas y el pasto natural. Se debe destacar la presencia de una buena ganadería y excelente producción de leche para la elaboración de los quesos.

Los productos que generan más ingresos a la comunidad es la venta de tomate de árbol, legumbres, leche, hortalizas y los huevos, entre otros, mismos que son comercializados en las ferías y mercados de Sigsig, de donde también obtienen los productos que carecen en la comunidad.

Las principales enfermedades que se registran en la comunidad, son las de tipo respiratorio y los parásitos, sin embargo estas no son consideradas como la principal causa de mortalidad de la población, en su mayoría las defunciones se producen por causas naturales a edad avanzada o por enfermedades tales como el alcohol.

## **Servicios**

### **Energía Eléctrica:**

Servicio suministrado por la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur. Todos los pobladores cuentan con este servicio.

### **Agua para consumo humano:**

La comunidad no cuenta con un sistema de agua potable, los pobladores utilizan el agua de las acequias para regar sus huertos.

### **Agua para riego:**

La comunidad de Narig posee de Dos juntas de agua de riego denominadas Junta de Riego Amorgeo y junta de riego Cacique Duma.

### **Sistema de eliminación de excretas:**

La comunidad no posee un sistema de alcantarillado, para la evacuación de excretas por lo que se utiliza pozo séptico, pozo ciego, descarga directa al río y letrinas.

### **La evacuación de los desechos sólidos:**

La evacuación de desechos se realiza mediante el servicio de recolección de basura conforme según el horario de atención establecido, adicionalmente se realiza la quema de la misma.

### **Atractivos turísticos**

Entre los atractivos turísticos existentes en esta comunidad podemos citar los bosques primarios, además tiene un sitio arqueológico llamado Shabalula. Los principales especímenes identificados son los conejos, ñaas, y los zorros.

### **Otros**

El 10% del suelo en la comunidad es pasto, el 10% es chaparro, el 60% está destinado para cultivos mientras que el restante 20% está distribuido entre páramo, bosque artificial y bosque nativo.

Los mayores problemas ambientales, de origen natural, del territorio son los incendios, las sequías y la contaminación del suelo debido al ganado de sus propios pobladores.

Al no contar con el servicio de alcantarillado sanitario, la principal causa de contaminación del agua se produce por basura y aguas servidas.

## **CHOBSHI**

### **Reseña histórica y Ubicación geográfica**

La comunidad Chobshi fue constituida en 1811, se encuentra ubicada en el Cantón Sígsig, cantón Sígsig, provincia del Azuay, a 9665005 N, y 0744063 altura 2460 E; limita al Norte con el río Santa Bárbara, al Este con la comunidad de Narig, al sur con comunidades de Narig-Tullupamba y al Oeste con la quebrada puente seco.

### **Características de la población**

En la comunidad habitan 40 familias con un promedio de 6 habitantes por cada una, obteniendo aproximadamente 240 personas en total, mismos que habitan en casas construidas en su mayoría de adobe y de bahareque.

Las principales fuentes de ingreso de la comunidad son la agricultura, ganadería y el turismo de esta comunidad.

La agricultura y la ganadería, son las labores más importantes de sus habitantes; dentro de las labores agrícolas se enfatiza los cultivos de maíz asociado, hortalizas, pasto natural, y el pasto mejorado. Se debe destacar la presencia de una buena ganadería y excelente producción de leche para la elaboración de los quesos.

Los productos que generan más ingresos a la comunidad es la venta de cuyes, leche, quesillo, hortalizas, y el maíz entre otros, mismos que son comercializados en las ferias y mercados de Sígsig, de donde también obtienen los productos que carecen en la comunidad.

Las principales enfermedades que se registran en la comunidad, son las de tipo respiratorio y el diabetes, presión alta, sin embargo estas no son consideradas como la principal causa de mortalidad de la población, en su mayoría las defunciones se producen por causas naturales a edad avanzada o por enfermedades tales como alcoholismo.

### **Servicios**

#### **Energía Eléctrica:**

Servicio suministrado por la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur. Todos los pobladores cuentan con este servicio.

#### **Agua para consumo humano:**

La comunidad no cuenta con un sistema de agua potable, por lo tanto toda la población se abastece de agua de consumo a través de canales de riego y sistemas de agua entubada.

#### **Agua para riego:**

La comunidad de Chobshi posee Dos juntas de agua de riego denominadas Cacique Duma, y el Riego Amorgeo.

#### **Sistema de eliminación de excretas:**

La comunidad no posee un sistema de alcantarillado para la evacuación de excretas por lo que utilizan pozos sépticos, pozos ciegos, descarga directa al río y letrinas.

#### **La evacuación de los desechos sólidos:**

La evacuación de desechos se realiza mediante el servicio de recolección de basura conforme según el horario de atención establecido, adicionalmente se realiza la descarga a la comunidad y los embalses de agua

#### **Atractivos turísticos**

Entre los atractivos turísticos existentes en esta comunidad podemos citar: El río Santa Bárbara, su caverna llamada Chobshi, su arqueología es el castillo de Duma. Tiene su museo llamado Museo de Chobshi y su cascada llamada El Pailón. Los principales especímenes identificados son venados, aves, la perdiz.

#### **Otros**

El 30% del suelo en la comunidad es pasto, el 30% es chaparro, el 20% está destinado para cultivos mientras que el restante 20% está distribuido entre páramo, bosque artificial y bosque nativo.

Los mayores problemas ambientales de origen natural del territorio son los incendios, las sequías.

Al no contar con el servicio de alcantarillado sanitario, la principal causa de contaminación del agua se produce por basura y aguas servidas.

## **INFORMACIÓN GENERAL CANTÓN SIGSIG SEGÚN DATOS ACTUALIZADOS DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL, PD Y OT ACTUALIZADO MARZO 2015.**

### **2.4.1. Clima**

La fuente cartográfica ODEPLAN, debido a la escala del estudio climático, solo puede visualizar dos tipos climáticos; el primero Ecuatorial Mesotérmico Semi húmedo, que comprende la mayor parte del territorio, ubicado en la zona Sur del cantón en la totalidad de la parroquia Jima y San José de Raranga, zona Sur de Ludo y Cuchil, este último en un gran porcentaje territorial, zona centro de la parroquia Sígsig, mayoritariamente en la parroquia Güel y en el Norte de San Bartolomé; el segundo tipo climático, corresponde al Ecuatorial de alta montaña, este tipo climático se puede observar en la zona Nord-Oriental del cantón y de manera sustancial en la parroquia de Sígsig, Sur de San Bartolomé y Norte de Ludo y Cuchil, cabe mencionar que en este tipo climático están emplazadas la cabecera cantonal Sígsig y la cabecera parroquial Ludo.

### **2.4.2. Población**

El cantón Sígsig, cuenta con una población total de 26.910 habitantes. La proporción tanto para hombres como para mujeres de 44% y 56% respectivamente, existiendo un porcentaje significativo del 12% mayor al número de hombres; al comparar la población del año 2001 que registro a 24. 635 habitantes, con la población del año 2010 que asciende a 26.910, se infiere que el porcentaje de crecimiento es del 9%. Margen muy reducido, puesto que en la parroquia de Jima, el crecimiento fue negativo (-1.05%), en gran medida se le atribuye a la migración que ha aumentado considerablemente en los últimos diez años.

### **2.4.3. Vivienda**

La migración a contribuido en un incremento sustancial de casas, villas, ranchos y otros tipos de vivienda especialmente en las comunidades, haciendo que la construcción sea una importante fuente de empleo; pero esto también a generando un alto porcentaje de casas sin habitar, en abandono y ocupados por pocas personas incluso una sola persona por vivienda.

El número total de viviendas es de 13.338, siendo el tipo "casa o villa" el de mayor representación con el 82%, el restante 18%, se compone de mediaguas, ranchos, covachas, chozas y otros.

El 66% de las viviendas son propias y totalmente pagadas, el 6% propias pero se está pagando, el 10% la vivienda es propia (heredado, donado, regalado o por posesión), el 12% la vivienda es prestada (no pagada) y el 4% arrienda. Esto demuestra que el aporte de la migración ha contribuido en generar casas propias en la mayoría de la población.

Los materiales de construcción de las viviendas que predominan en la zona son: en su mayoría paredes de adobe, con cubierta de teja y piso de tabla o tierra que en conjunto conforman el 61% del total de casas. Luego están las de tipo hormigón con pisos de ladrillo o cemento y cubierta de teja, zinc o asbesto.

En menor número están los extremos, casas de materiales como paredes de caña, pisos de entablado o parquet y techos de losas o paja.

En cuanto a la eliminación de aguas servidas solamente el 23% lo hacen a través de un sistema de alcantarillado, servicio que está presente en las siete parroquias, la cobertura abarca el centro parroquial. Cinco comunidades que también disponen de alcantarillado en estado regular, que abarca solamente las escuelas y casas aledañas, algunos alcantarillados están por colapsar como es el caso de San Bartolomé, en el centro parroquial.

Las parroquias y comunidades que no disponen de alcantarillado, la eliminación de aguas servidas lo hacen a través de pozos sépticos, el 45% de las viviendas usan este sistema. El 8% tiene conexión a pozos ciegos y en menor número realizan las descargas directamente a ríos, lagos y quebradas. Es importante mencionar que el 19% de casos, no disponen de excusado u otros sistemas de eliminación de aguas servidas.

#### **2.4.4. Uso de suelo**

Se presenta el mayor porcentaje del uso del suelo es el páramo con el 34,11% del territorio cantonal, seguido del pasto cultivado con un 19,18%, los cultivos de maíz también ocupan un espacio importante con un 16,11%, es importante mencionar que la presencia del páramo en el cantón es muy representativo dándole una real importancia a la conservación en el territorio cantonal.

Las unidades de producción agropecuaria (UPAS) según el uso del suelo, están destinadas principalmente a: cultivos transitorios; barbechos y otros usos con el 27% para cada actividad; el 20% a pastos naturales; el 13% a Montes y bosques y a cultivos permanentes y pastos cultivados, el 6% cada uno.

Según el análisis de uso del suelo para las actividades agrícolas por superficie, se infiere que actividad agropecuaria es la que ocupa el 52% de las UPAs del cantón que incluye actividades agrícolas (6.326 Ha) y actividades pecuarias (21.494 Ha), en tanto que, el 48% (25.577 ha) de las UPAs están ocupado por páramos, montes y bosques.

#### **2.4.5. Educación**

Del total de 26.910 personas, el 12.1% no saben leer ni escribir, en tanto que el 87,9% de la población tienen algún nivel de instrucción (23.654). De igual manera el 39,72% de personas, asisten a un establecimiento de enseñanza regular (10.688 individuos).

Las parroquias de Ludo, San José de Raranga y Jima tienen el porcentaje más alto de analfabetismo, siendo Ludo y Jima las parroquias que disponen del mayor número de centros de educación especialmente primaria en el cantón Sígsig.

En el cantón Sígsig, la población con acceso a la educación primaria, asciende a 11.284 personas de un total de 24.116 (contemplando las personas que se encuentran estudiando y los que han culminado), valor que representa el 47% de la población. La población que tiene instrucción secundaria alcanza el 10% y la educación básica la recibe el 21% de población.

El porcentaje de personas que no tienen ningún nivel de instrucción es del 7%; sin embargo son personas que saben leer y escribir por ende no está considerado como analfabetos.

Cabe mencionar que existe un 4% de la población, representado por un grupo de 1041 personas, que han asistido a un establecimiento de educación superior del cual 350 personas han obtenido su título, 379 no han culminado y 312 personas no lo saben o no declaran. De las 350 personas se detallan en porcentajes las ramas de especialización.

El cantón Sígsig cuenta con 66 Centros Educativos de los cuales 47 ofrecen educación básica, uno ofrece educación básica y bachillerato, ocho ofrecen educación general básica y bachillerato, cinco centros ofrecen educación desde el nivel de motivación a edad temprana (3-4 años) hasta educación básica general.

El cantón también dispone del Instituto Municipal de Educación Especial, que ofrece educación general básica para personas con discapacidad mental; pero no es lo suficientemente grande, actualmente cuenta con 11 docentes que atienden a 23 alumnos.

Además se cuenta con seis extensiones de educación a distancia del colegio "Monseñor Leónidas Proaño" y dos extensiones del colegio "José María Velázquez" que funciona en todas las parroquias del Sígsig y algunas de sus comunidades con un total de 1.822 alumnos

atendidos por 24 profesores. Algunas extensiones funcionan en locales propios, otros lo hacen a través de comodatos con las casas comunales; pero ninguno cuenta con el equipamiento necesario para funcionar adecuadamente.

Con respecto a los niveles de enseñanza, existe una concentración del 71% de planteles dedicados a la instrucción primaria o educación básica, seguidos por un menor porcentaje en el resto de niveles educativos. Esto se debe a que la mayor cantidad de personas se interesa solamente en la educación primaria; sin embargo, la falta de un buen sistema de educación, de centros de educación secundaria y superior ha hecho que la gente opte por retirarse y empezar a trabajar a una edad muy temprana. Actualmente la demanda existe, la población cada vez es mayor, el número de individuos que desean ser profesionales aumenta; pero por el costo que representa el traslado a otras ciudades del país hacen que los gastos sean mucho más altos, razón por la cual muchos optan por no continuar con estudios superiores.

Existen cuatro centros infantiles o guarderías que funcionan en algunas parroquias del cantón y son patrocinadas por el INFA, con un cupo limitado de niños por cada centro. Cada uno cuenta con las necesidades básicas, pero el número de niños es mucho mayor al de la capacidad de los centros.

En cuanto al número de profesores por aula o grado, se generaliza, que de los 480 profesores, 240 están en la parroquia Sígsig principal centro urbano, 65 en Ludo, 58 en Jima, 52 en San Bartolomé, 29 en San José de Raranga, 23 en Cuchil y 13 en Güel, esto demuestra las condiciones en las que se imparte la educación –primaria, especialmente– con escuelas de seis grados atendidos por dos profesores (Municipio de Sígsig, 2011).

Los problemas de superávit o déficit de alumnos y profesores respectivamente que se dan en los centros educativos son consecuencia de la mala distribución de establecimientos y dentro de los establecimientos pertenecientes a cada parroquia, por la tendencia a concentrarlos en torno a las cabeceras cantonales y parroquiales, sin considerar lo disperso de los asentamientos o comunidades, ya que si comparamos la población parroquial con la distribución de las instituciones se puede notar claramente el problema de distribución como es el caso de San Bartolomé y Ludo que han aumentado su población y Jima ha disminuido.

Las principales causas de una mala calidad en la educación local se asocian con: incumplimiento y falta de vocación de profesores; profesores con insuficiente capacitación pedagógica y curricular, poca valoración a la educación por parte de jóvenes y padres de familia; programas educativos descontextualizados de la realidad local; carencia de material didáctico y difícil acceso –físico y económico– a los establecimientos y sistema educativo.

#### **2.4.6. Producción**

Se observa, del total de UPAS (unidad de producción agropecuaria), que se dedican a la actividad pecuaria (10.232 UPAs) en el Cantón Sígsig, el 69,6% (7.126 UPAS) se destina a la crianza de 35.950 cabezas de ganado vacuno (UBA), de estas el 96% son criollas en tanto, que el 4% pertenecen a la raza mestiza sin registro.

La producción diaria de leche es de 33.665 litros, considerando un promedio de 8970 UBA.

En el cantón Sígsig, 7.228 UPAs, están destinadas a la producción de ganado bovino con 13.876 animales de los cuales el 97% son criollos, el 2% son mestizos y el 1% son de pura sangre.

Se conoce que 5.684 UPAs, se dedican a la producción de ganado ovino con un total 27.750 ovejas de las cuales el 99% son criollas y el 1% son mestizas. El principal subproducto de venta en forma trimestral es la lana, proveniente de 571 UPAS, que aportan 2 toneladas métricas.

De la información del III. Censo Agropecuario (INEC, MAGAP, SICA) 12.560 UPAs se dedican a la crianza de otras especies siendo la más representativa (69%) la crianza de cobayos, por ser la actividad que generalmente la realizan las mujeres, para contribuir a la seguridad

alimentaria de sus familias; el segundo lugar ocupa con el 24% la crianza de caballos, utilizados sobre todo para el transporte; el tercer puesto corresponde al ganado caprino; Las especies tales como alpacas, conejos y otros representan porcentajes comprendidos entre 0.1 y el 1.5%. Todas estas crianzas contribuyen a sostener a las familias campesinas y aportan al manejo de la fertilidad de los suelos.

De los 18 monocultivos transitorios, que se siembran y se registran en toda la provincia del Azuay, en el Cantón Sígsig según los datos del (INEC, MAGAP, SICA, 2002) se distinguen siete cultivos entre ellos: tres leguminosas (frejol, haba y arveja en tierno y seco), dos gramíneas (maíz (tierno- seco y trigo), el cultivos de solanáceas (papa) y frutales semiperemnes (tomate de árbol) cultivados en 2.334 UPAs, representando el 20% aproximadamente del total de UPAs 11.624 que se dedican a monocultivos ocupando una superficie de 558 ha para los cultivos de tomate de árbol, maíz suave y papa, de los otros productos no existen datos de superficie. De esta información se infiere que el 55% (1284) de las UPAs destinadas a la producción de cultivos (2.334 UPAs) en el cantón se dedican a la siembra de maíz seco, gramínea que contribuye a la seguridad alimentaria de las familias.

Sobre la base cuantitativa de las encuestas realizadas en el ámbito cantonal a 112 actores se infiere que la principal fuente de ingreso es la ganadería con el 32%, el segundo lugar ocupa la agricultura 29%, el tercer lugar el sombrero de paja toquilla con el 23% y las actividades como comercio, artesanías, construcción, carpintería, migración y jornal representan entre todas el 16%, ello se infiere que la principal fuente de ingresos para la población lo constituyen las actividades agropecuarias.

#### **2.4.7. Salud**

En el ámbito de la salud, la deficiencia es notoria y se relaciona con los servicios y sus coberturas, a esto se suma el deficiente saneamiento ambiental, la contaminación ambiental, mala calidad del agua y problemas nutricionales de la población.

El cantón Sígsig cuenta con un Hospital o "Área de salud No. 8" ubicado en el centro urbano de Sígsig, cinco subcentros de salud ubicados en los centros parroquiales y un puesto de salud en la comunidad de Sarar parroquia de Ludo, todos dependientes del Ministerio de Salud Pública. Los subcentros de salud funcionan en locales propios a excepción de la parroquia San José de Raranga que no lo dispone, lo hace a través de un contrato de arrendamiento con la atención de un médico.

La atención y equipamiento, en el Sígsig es buena; pero no excelente ya sea por la falta de infraestructura o personal médico, en el resto de parroquias va de regular a bueno por las mismas causas mencionadas anteriormente; pero con un número mucho menor de personal. El horario de atención es de lunes a viernes de 8:00 am a 4:00 pm, las emergencias funcionan las 24 horas del día solo en el Sígsig, los casos que no pueden ser resueltos en los subcentros son enviados al Hospital de Sígsig o este a su vez a Cuenca.

Por otro lado, el Seguro Social Campesino tiene dos dispensarios en las comunidades de Sigsillano parroquia de San Bartolomé y Zhamar parroquia de Jima. Los servicios son en medicina y odontología, el personal para cada dispensario lo conforma un médico, un odontólogo y una licenciada en enfermería, el horario para los médicos es en turnos rotativos de 2 días a la semana y la enfermera los cinco días a la semana, así mismo los casos que no pueden ser resueltos son derivados al Hospital de Cuenca.

Como elemento importante esta la medicina natural o ancestral que se enfocan en los partos y curación de enfermedades. Quienes manejan estos conocimientos y prácticas son las llamadas comadronas y personas hábiles que hacen uso de plantas comunes de la zona como: toronjil, ruda, manzanilla, borraja, violeta, geranio, ortiga, matico, etc., para diferentes tratamientos, desde inflamaciones e infecciones, hasta golpes y torceduras.

## CAPÍTULO III

# EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE ACTUAL

### 3.1. ESTADO FÍSICO DE LA INFRAESTRUCTURA

La evaluación del estado físico de la infraestructura se ha determinado a través de ciertos parámetros de tipo cualitativo, en campo, por simple observación se han detectado deterioro en la estructura debido al tiempo de vida que tienen las mismas, esto se puede constatar con las siguientes imágenes:



Fotografía #1 – Cajón Recolector

Fuente: Autor



Fotografía #2 – Tanque Almacenamiento

Tullupamba de 50 m<sup>3</sup>

Fuente: Autor



Fotografía #3 – Tanque Almacenamiento

Chobshi de 50m<sup>3</sup>

Fuente: Autor



Fotografía #4 – Entrada a Sistema de Desinfección.

Fuente: Autor



Fotografía #5 – Tanque de Cloración 250lt.

Fuente: Autor

Además podemos mencionar que en algunos sectores del tramo de distribución la tubería presenta daños debido a que no ha sido enterrada de manera adecuada y a una distancia recomendada, a más de que el sistema ya tiene cerca de 20 años de vida.

Es importante mencionar también que en los 3 tanques de almacenamiento se prepara el hipoclorito de sodio pero dosificación se hace de forma incorrecta, a pesar de que los operadores han sido capacitados para ello; esto se debe a que los moradores del sector tienen el falso concepto de que el cloro produce enfermedades por lo que el operador cambia la dosificación arbitrariamente.

### **3.2. CAPACIDAD Y ALCANCE DEL SISTEMA**

La capacidad del sistema consta de 5 cajas recolectoras y un tanque de captación que recibe alrededor de 5 litros por segundo, los mismos que son conducidos por un tramo de aproximadamente cinco kilómetros para llegar al primer tanque de almacenamiento de 50 metros cúbicos que se encuentra a pocos metros del sitio (que hemos escogido según recomendaciones de la normativa de la construcción para obras hidrosanitarias) en donde emplazaremos el sistema de tratamiento que servirá a 360 usuarios.

Según información recolectada el sistema existente fue diseñado y construido hace 20 años aproximadamente por el Consejo Provincial.

La planta de tratamiento tiene como objetivo la desinfección y limpieza del agua para consumo humano, que se espera tenga impactos importantes a nivel socio económico y productivo de las comunidades beneficiadas.

Con la construcción de la planta de tratamiento propuesta los usuarios tendrán un mejor servicio.

### **3.3. ANÁLISIS GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO DEL LUGAR PARA EL EMPLAZAMIENTO DEL SISTEMA**

A lo largo del cantón en la parte centro occidente existe una alta influencia volcánica Terciaria-Cuaternaria, donde predominan composiciones riolitas, andesíticas a dacíticas asociados a las formaciones Saraguro, Nabón y Tarqui productos de volcanismo efusivo; la geomorfología está representado en su mayoría por relieves y vertientes superiores y de los márgenes de la zona interandina derivadas de los Andes, producto de grandes derramamientos volcánicos cuyas características estructurales repercuten en diversidad de relieves asociados a la Formación Tarqui, Nabón.

En el cantón Sígsig se establece que la mayor parte del territorio tiene una estructura geomorfológica de relieves escarpados principalmente en la zona Oriental del cantón, también se observa distribuido en parches más pequeños sobre el territorio; así mismo encontramos relieves de colinas medianas en el Centro del cantón y en la zona Sur de Jima; se presenta vertientes irregulares, vertientes cóncavas y convexas emplazadas en la zona Norte del cantón en las parroquias San Bartolomé, Sígsig , Güel y la zona Norte de Cuchil, también se tiene Talud de derrubios en la zona central del cantón entre las parroquias de Ludo, San José de Raranga y el Norte de Ludo; y por último en las zonas altas de cordillera y divisorias de aguas encontramos el tipo geomorfológico de relieves montañosos hacia el Nord-Oriente del cantón y en la parroquia Jima principalmente.

En el sitio a emplazar el sistema notamos amplias terrazas de suelo resistente y de capacidad soportante adecuadas para la construcción de la planta de tratamiento.

### **3.4. VALORACIÓN Y RECOMENDACIONES PARA LAS MEJORAS DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE**

Después del análisis y evaluación del sistema existente podemos valorar el mismo y dar las siguientes recomendaciones para el correcto funcionamiento:

A las instalaciones, tanques de recolección, almacenamiento, tanques rompe presión, etc. recomendamos pintar y dar mantenimiento tanto a las paredes como a las tapas para evitar la oxidación y la erosión debido al constante contacto con el agua, para eso se necesitará pintura impermeable y anticorrosiva.

Es de suma importancia realizar las limpiezas mensuales para evitar que las tuberías, tanto de conducción como de distribución, no se obstruyan por acumulación de sedimentos.

No podemos olvidar de capacitar al operador responsable para la correcta producción del hipoclorito de sodio además de la dosificación adecuada según el caudal y los usuarios a servir, ya que con una cantidad incorrecta de cloro en el agua el proceso de desinfección no tendrá efecto.

Para la correcta recolección de agua se recomienda cambiar y construir una nueva infraestructura, la cual su diseño es detallado en esta investigación. Este cambio dará sustanciales mejoras para el rendimiento del sistema como un todo.

## CAPITULO IV

# CONCEPCIÓN TÉCNICA PARA DISEÑO DEL PROYECTO

### 4.1 Criterios de Diseño

Para el presente proyecto se han considerado las normas establecidas por el Código de Practica Ecuatoriano (CPE INEN) y código ecuatoriano de la construcción (C.E.C) específicamente en el diseño de instalaciones sanitarias: Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable. Esta entidad establece los criterios para estandarizar la elaboración de los estudios de sistemas de agua potable.

### 4.2 Análisis Poblacional

#### 4.2.1 Población beneficiada

La información primordial necesaria para iniciar el diseño de un sistema de agua potable es el número de habitantes a los cuales beneficiará el proyecto. Para nuestro estudio utilizaremos la información brindada por la Junta de Agua Potable del Proyecto de abastecimiento existente Cacique Duma, quienes obtienen esta información mediante censos anuales de población.

Los datos facilitados nos indican que el número de familias beneficiadas es de 360, asumiendo 4 integrantes por familia obtenemos un total de 1440 habitantes en las 4 comunidades.

#### 4.2.2 Periodo 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.

Tomando en consideración el tamaño del proyecto, la calidad de los materiales a instalarse, la fuente de abastecimiento y la situación socioeconómica y demográfica de la zona a servir, se asume un período de diseño mínimo de 20 años.

#### 4.2.3 Tasa de crecimiento poblacional

Al no tener datos poblacionales que nos permitan estimar una tasa de crecimiento con certeza, aplicamos las normas de diseño establecidas en el Código de Practica de la SENAGUA, las cuales en la Tabla 5.1, recomiendan estimar un valor de 1 % de crecimiento anual para la Sierra.

Fig. 1 Tabla 5.1 – Tasas de Crecimiento poblacional

**TABLA 5.1. Tasas de crecimiento poblacional.**

REGIÓN GEOGRÁFICA	r (%)
Sierra	1,0
Costa, oriente y Galápagos	1,5

Fuente: Código de Practica Ecuatoriano

### 4.2.3.1 Cálculo de la población futura

Existen varios métodos para el cálculo de la población futura, de los cuales enunciaremos aquellos que en la práctica han dado buenos resultados. Éstos son de tipo analítico, algunos de ellos se basan en el de los mínimos cuadrados; todos se aplican a poblaciones ya establecidas y algunos años de existencia, entre estos tenemos:

#### 4.2.3.1.1 Método Aritmético

Es un método de proyección completamente teórico y rara vez se da el caso de que una población presente este tipo de crecimiento. Consiste en considerar que el crecimiento de una población es constante, es decir asimilable a una línea recta, es decir que responde a la ecuación:

$$Pf : Pa * (1 + (r * n)) \quad \text{Ecuacion (1)}$$

Donde:

- **Pf** = Población futura.
- **Pa** = Población actual.
- **n** = Período de diseño.
- **r** = Índice de crecimiento.
- 

$$Pf : 1440 * \left(1 + \left(\frac{1}{100} * 20\right)\right) : 1728 \text{ Hab}$$

#### 4.2.3.1.2 Método Geométrico

Un crecimiento de la población en forma geométrica o exponencial, supone que la población crece a una tasa constante, lo que significa que aumenta proporcionalmente lo mismo en cada período de tiempo, pero en número absoluto, las personas aumentan en forma creciente. El crecimiento geométrico se describe a partir de la siguiente ecuación:

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

Donde:

- **Pf** = Población futura.
- **Pa** = Población actual.
- **n** = Período de diseño.
- **r** = Índice de crecimiento.

$$Pf : 1440 * \left(1 + \frac{1}{100}\right)^{20} : 1757 \text{ Hab}$$

### 4.2.3.1.3 Método Wappaus

Se encuentra en función de la tasa de crecimiento anual y el período de diseño, y viene dado por la siguiente expresión:

$$Pf : Pa * \left( \frac{200 + r * n}{200 - r * n} \right) \quad \text{Ecuacion (3)}$$

Donde:

- **Pf** = Población futura.
- **Pa** = Población actual.
- **n** = Período de diseño.
- **r** = Índice de crecimiento.

$$Pf : 1440 * \left( \frac{200 + \frac{1}{100} * 20}{200 - \frac{1}{100} * 20} \right) : 1443 \text{ Hab}$$

### 4.2.3.1.4 Interpretación de resultados

Una vez que hemos calculado la población futura por tres métodos diferentes los resumimos a continuación

- **Método Aritmético:** 1728 Habitantes
- **Método Geométrico:** 1757 Habitantes
- **Método Wappaus:** 1443 Habitantes

Según los análisis de crecimiento de población realizados anteriormente, podemos notar que el método geométrico nos da una buena aproximación debido a que considera un crecimiento proporcional de la población, dado que se asume un crecimiento rápido en los próximos años aceptamos este valor que arroja una población de diseño igual a 1757, para el año 2035.

## 4.3 Nivel de Servicio

Para la determinación del nivel de servicio aplicamos los criterios bases establecidos en la Tabla 5.2 del Código de Practica Ecuatoriano, considerando que la finalidad del proyecto es abastecer de agua a cada familia de las distintas comunidades las cuales tendrán más de un grifo por casa tomamos como la opción más viable el nivel de servicio Ila.

Fig. 2 Tabla 5.2 – Niveles de Servicio

**TABLA 5.2 Niveles deservicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos**

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económicas del usuario.
	DE	
Ia	AP	Grifos públicos.
	DE	Letrinas sin arrastre de agua
Ib	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño.
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua.
IIa	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua
IIb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa.
	DRL	Sistema al alcantarillo sanitario.
Simbología utilizada: AP: agua potable DE: disposiciones de excretas DRL: disposición de residuos líquidos.		

Fuente: Código de Practica Ecuatoriano

## 4.4 Dotaciones

Antes de formular un proyecto de suministro de agua, es necesario determinar la cantidad requerida, lo que exige obtener información sobre el número de habitantes que serán servidos y su consumo de agua per cápita, junto con un análisis de los factores que pueden afectar al consumo directamente; entre los principales podemos nombrar: tamaño de la población, desarrollo, educación, cultura, clima, disposición de excretas, hábito de los pobladores para consumir agua, la finalidad de uso, etc.

### 4.4.1 Dotación media actual

Ante la carencia de registros históricos del consumo de agua de la población, nos basamos en las normas establecidas en el Código de Practica Ecuatoriano, que establece el valor 75 L/Hab\*día para Climas Fríos con un Nivel de Servicio IIa.

Fig. 2 Tabla 5.3 – Dotaciones de Agua

TABLA 5.3 Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRÍO (L/hab*día)	CLIMA CÁLIDO (l/hab*día)
la	25	30
lb	50	65
lla	60	85
llb	75	100

Fuente: Código de Practica Ecuatoriano

#### 4.4.2 Dotación media Futura

En base a los estudios socio-económicos que se realizaron en las comunidades beneficiarias, se puede establecer que las costumbres relacionadas con el uso de agua por habitante se verán sujetas a cambios en los próximos años, debido a que los habitantes se verán más confiados a hacer uso del servicio puesto que contarán con un sistema de agua potable seguro y eficiente. Para la dotación entre valores de 75 y 100 para el nivel de servicio llb se tomará la media aritmética aproximada de 85.

En el presente proyecto se trabaja con una dotación media futura de:

$$DMF = 85 \text{ l/hab*día}$$

### 4.5 Cálculos de las demandas o consumos de agua

#### 4.5.1 Caudal medio diario

Para el cálculo del Cmd utilizaremos la siguiente formula:

$$Cmd : \frac{f * PD * DMF}{86400} \quad \text{Ecuacion (4)}$$

Donde:

- **Cmd** = Caudal Medio Diario L/s.
- **f** = Factor de corrección por perdidas en fugas.
- **Pd** = Población de diseño.
- **DMF** = Dotación Media Futura L/Hab\*Dia

Fugas: Para el cálculo de los diferentes caudales de diseño, se tomará en cuenta por concepto de fugas los porcentajes indicados en la tabla 5.4

Fig. 3 Tabla 5.4 – Dotaciones de Agua

**TABLA 5.4 Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable.**

NIVEL DE SERVICIO	PORCENTAJE DE FUGAS
Ia y Ib	10 %
IIa y IIb	20 %

Fuente: Código de Practica Ecuatoriano

$$Cmd : \frac{1,2 * 1757 * 85}{86400} : 2,07 \frac{L}{s}$$

#### 4.5.2 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.  $KMD = 1.25$  (Recomendado en el Código de Practica Ecuatoriano para todos los niveles de servicio)

$$QMD : KMD * Cmd$$

Ecuacion (5)

Donde:

- $QMD$  = Caudal Maximo Diario L/s.
- $KMD$  = Factor de Mayoracion
- $Cmd$  = Caudal Medio Diario

$$QMD : 1,25 * 2,07 : 2,59 L/s$$

### 4.5.3 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.  $KMH = 3.00$  (Recomendado en el Código de Práctica Ecuatoriano para todos los niveles de servicio)

$$QMH : KMH * Cmd \qquad \text{Ecuacion (6)}$$

Donde:

- $QMH$  = Caudal Maximo Horario L/s.
- $KMH$  = Factor de Mayoracion
- $Cmd$  = Caudal Medio Diario

$$QMH : 3 * 2,07 : 6,14 \text{ L/s}$$

### 4.5.4 Volúmenes de almacenamiento

La Subsecretaría de Saneamiento Ambiental en el Código Práctico Ecuatoriano dispone que la reserva tenga una capacidad de almacenamiento igual al 50% del volumen medio diario, y en ningún caso menor a 10m<sup>3</sup>.

Debido a la naturaleza del proyecto y al territorio donde estará emplazado no se considera volumen de protección contra incendios ni volumen de emergencia.

$$V(alm) : \frac{0,5 * Cmd * 86400}{1000} \qquad \text{Ecuacion (7)}$$

Donde:

- $V(alm)$  = Volumen de almacenamiento
- $Cmd$  = Caudal Medio Diario

$$V(alm): \frac{0,5 * 2,07 * 86400}{1000} : 89,42 \text{ m}^3$$

El volumen calculado es menor que el existente, por lo tanto no es necesario el diseño y construcción de un nuevo tanque de almacenamiento.

## 4.6 Caudales de diseño

### 4.6.1 Caudal de la Fuente

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

$$Q(\text{fuente}) : 2 * QMD \quad (\text{Ecuacion 8})$$

Donde:

- $Q(\text{fuente})$  = Caudal Mínimo requerido en la fuente
- $QMD$  = Caudal Máximo Diario

$$Q(\text{fuente}) : 2 * 2,59 : 5,18 \text{ L/s}$$

El caudal existente en la fuente 5,98 l/s, es decir, la fuente asegura la cantidad necesaria para satisfacer la demanda presente y futura.

### 4.6.2 Caudal de la Captación

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

$$Q(\text{captacion}) : 1,2 * QMD \quad (\text{Ecuacion 9})$$

Donde:

- $Q(\text{fuente})$  = Caudal Mínimo requerido en la fuente
- $QMD$  = Caudal Máximo Diario

$$Q(\text{captacion}) : 1,2 * 2,59 : 3,11 \text{ L/s}$$

### 4.6.3 Caudal de la Conducción

Cuando la conducción no requiera bombeo la S.S.A. determina que 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.

$$Q(\text{conduccion}) : 1,10 * QMD \quad (\text{Ecuacion } 10)$$

Donde:

- $Q(\text{conducción})$  = Caudal en la tubería de conducción
- $QMD$  = Caudal Máximo Diario

$$Q(\text{conduccion}) : 1,1 * 2,59 : 2,85 \text{ L/s}$$

Ante la posibilidad de pérdidas existentes en el sistema se asume el caudal de 3 L/s.

### 4.6.4 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.

$$Q(\text{tratamiento}) : 1,10 * QMD \quad (\text{Ecuacion } 11)$$

Donde:

- $Q(\text{tratamiento})$  = Caudal en la planta de tratamiento
- $QMD$  = Caudal Máximo Diario

$$Q(\text{tratamiento}) : 1,1 * 2,59 : 2,85 \text{ L/s}$$

### 4.6.5 Caudal de la Red de distribución

Cualquiera sea el nivel de servicio, la red de distribución será diseñada para el caudal máximo horario.

$$Q(\text{distribucion}) : QMH \quad (\text{Ecuacion } 12)$$

Donde:

- $Q(\text{distribución})$  = Caudal en la red de distribución
- $QMH$  = Caudal Máximo Horario

$$Q(\text{distribucion}) : 6,14 \text{ L/s}$$

# CAPITULO V

## DISEÑO DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE

### 5.1 Topografía Realizada

Se realizó el levantamiento planimétrico de la conducción del sistema para verificar cotas y coordenadas de referencia de infraestructuras existentes debido a que las curvas de nivel del sector no son de relevancia para el diseño de la planta de tratamiento; cabe recalcar que para el emplazamiento del sistema se referencia mediante coordenadas la ubicación del mismo.

En planos que se detallan en el anexo podemos observar como referencia al canal del riego del sector, así como también caminos vecinales e infraestructura existente del sistema actual, tal como: tanques rompe presión, tanques recolectores y tanque de almacenamiento en el sector de Tullupamba.

### 5.2 Diseño de los componentes del Sistema de Agua Potable

#### 5.2.1 Fuente de abastecimiento

Las fuentes de abastecimiento para consumo humano se dividen en dos grupos:

- Aguas superficiales de ríos, lagos y embalses.
- Aguas subterráneas de pozos, manantiales y galerías filtrantes.

La elección de las fuentes de abastecimiento para consumo humano debe realizarse en base a la comparación técnico - económica de alternativas y al análisis detallado de los recursos hídricos de la zona.

Las fuentes de abastecimiento deben satisfacer las siguientes exigencias:

- Garantizar la obtención de los caudales necesarios, considerando el crecimiento de la demanda hasta el final del período de diseño.
- Garantizar el abastecimiento ininterrumpido del agua a los usuarios.
- Entregar agua en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades de los usuarios, y en la calidad deseada, obtenida mediante procesos de potabilización sencillos y económicos.
- Garantizar la posibilidad de abastecimiento con el mínimo gasto de recursos económicos.
- Disponer de un potencial hídrico, de modo que la captación del caudal de diseño no altere el sistema ecológico.

En el abastecimiento de agua para consumo humano se debe procurar la máxima utilización de aguas subterráneas que satisfagan las exigencias higiénicas sanitarias requeridas. No se debe permitir la utilización de aguas subterráneas de buena calidad potable para usos diferentes al de consumo humano. En las zonas donde las aguas superficiales son deficitarias y existen suficientes reservas de aguas subterráneas de buena calidad, su uso, con fines agrícolas, deberá ser autorizado siempre y cuando se garantice la preservación de las reservas y la calidad del agua. Para el desarrollo de este proyecto de agua potable, se han contemplado usar las mismas 6 vertientes de agua que se utilizan actualmente. La fuente de abastecimiento (vertiente S/N), se encuentra a una cota de 3072 m.s.n.m, posee un considerable caudal en cualquier tiempo del año. Además esta elección coincide con lo recomendado por el SENAGUA, que nos sugiere utilizar vertientes para niveles de servicio IIa.

## 5.2.2 Análisis de la cantidad en la Fuente de Abastecimiento

Para obtener el volumen de las fuentes de abastecimiento, se utilizó el método volumétrico, realizando el respectivo aforo para determinar si el caudal es el necesario para satisfacer las necesidades de la población.

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

**Cuadro No. 1** – Caudal en el cajón recolector de las vertientes

No. MUESTRA	VOLUMEN (Litros)	TIEMPO (Segundos)	CAUDAL (L/s)
1	7	1,3	5,38
2	9	1,6	5,63
3	9	1,4	6,43
4	7	1,2	5,83
5	8	1,5	5,33
PROMEDIO	8	1,4	5,71
CAUDAL PROMEDIO DIARIO			493,34

Fuente: Autor

## 5.2.3 Calidad del Agua

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.

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.

### 5.2.3.1 Procedimiento para toma de muestras

Para la toma de muestras debemos lograr que las mismas sean representativas, teniendo siempre cuidado de no cometer errores que las puedan alterar el resultado final. Para este estudio se utilizaron envases estériles de 500ml, los cuales fueron debidamente etiquetados con fecha y hora en la que se realizó el muestreo.

Para análisis físicos y químicos se tomarán las muestras en cantidad mayor a dos litros, 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.

### 5.2.3.2 Resultados de Laboratorio

Una vez tomadas las muestras se someten a los estudios de laboratorio pertinentes que nos han dado los siguientes resultados

**Cuadro No. 2 – Análisis Físicoquímico de las muestras 09/Septiembre/2014**

REQUISITO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
COLOR	pt-co	15	7	23	74
TURBIEDAD	FTU	5	5	3	5
PH		6,5 - 8,5	6,9	7,1	7,1
HIERRO	Mg/l Fe	0,3	0,1	0,15	0,6
SULFATO	Mg/l SO <sub>4</sub>	200	2	2	2
CLORURO	Mg/l Cl	250	5,17	5,17	6,72
DUREZA T	Mg/l CaCO <sub>3</sub>	300	30	30	30
DUREZA Ca	Mg/l CaCO <sub>3</sub>		8	8	9
ALCALINIDAD	Mg/l CaCO <sub>3</sub>		9	9	12
CO <sub>2</sub>	Mg/l CaCO <sub>3</sub>		15	15	19
COLOR LIBRE	Mg/l Cl	0,4 - 1,5	0,05	0,43	0,35

Fuente: Dra. Ana Lucia Galán. – GAD Municipal Sigsig

**Cuadro No. 3 – Análisis Bacteriológico de las muestras**

MUESTRA 100ML	UNIDAD FORMADOR A DE COLONIA	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES
Vertiente 1	UFC/100ml	0	0
Vertiente 2	UFC/100ml	0	0
Vertiente 3	UFC/100ml	0	0

Fuente: Dra. Ana Lucia Galán. – GAD Municipal Sigsig

**Cuadro No. 4 – Análisis Físico-Químico de las muestras 09/noviembre/2015**

REQUISITO	UNIDAD	LIM. PERMI	MUESTRA DE RECOLECC.	
			CAPTACIÓN	TANQUE CL
Color	u.c.	15	25	19
Turbiedad	n.t.u.	5	1	1
Hierro	mg/l Fe	0,3	0,13	0,14
Manganeso	µg/l	400	21	<8
Coliformes	Ufc/100ml	2ufc/100ml	0	0

Fuente: Dra. Ana Lucia Galan. –GAD Municipal Sigsig

**Cuadro No. 5 – Análisis Físico-Químico de las muestras 30/diciembre/2015**

REQUISITO	UNIDAD	LIM. PERMI	MUESTRA DE RECOLECC.	
			CAPTACIÓN	TANQUE RECOLECTOR
Color	u.c.	15	22	22
Turbiedad	n.t.u.	5	6,79	6,71
Hierro	µg/l	300	261	<100
Manganeso	µg/l	400	21	<8
Coliformes	Ufc/100ml	2ufc/100ml	0	0

Fuente: Planta de Tixán ETAPA EP.

## 5.2.4 Caracterización del agua

La caracterización del agua cruda debe proveer al diseñador la información suficiente respecto a las principales características físicas, químicas y bacteriológicas del agua, y respecto a las variaciones de la calidad del agua en el tiempo, principalmente en lo referente a turbiedad, color, alcalinidad, pH y NMP de coliformes fecales por 100 ml de la muestra.

Las Normas para el Estudio y Diseño De Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales nos permiten clasificar las aguas naturales en uno de los siguientes tipos:

- **Tipo A:** Aguas subterráneas libres de contaminación, y que satisfacen las normas de calidad para agua potable.
- **Tipo B:** Aguas superficiales provenientes de cuencas protegidas, con características físicas y químicas que satisfacen las normas de calidad para agua potable, y con un NMP medio mensual máximo de 50.
- **Tipo C:** Aguas subterráneas o superficiales provenientes de cuencas no protegidas, que pueden encuadrarse dentro de las normas de calidad para agua potable mediante un proceso que no exija coagulación.
- **Tipo D:** Aguas superficiales provenientes de cuencas no protegidas, y cuyas características exigen coagulación y los procesos necesarios para cumplir con las normas de calidad para agua potable.
- **Tipo E:** Aguas superficiales provenientes de cuencas no protegidas sujetas a contaminación industrial, y que por tanto exigen métodos especiales de tratamiento para cumplir con las normas de calidad para agua potable.

En base a estos parámetros podemos concluir que el agua cruda que se utilizara en este proyecto es Tipo C.

## 5.2.5 Posibles Métodos de Tratamiento

Las obras de captación deben garantizar la clarificación del agua captada. Para esto es necesario prever estructuras destinadas a atrapar sedimentos gruesos y en suspensión, construyendo desripadores y desarenadores.

Dependiendo del tipo de agua cruda y de las normas de calidad para el agua tratada, se preseleccionarán algunas alternativas de tratamiento.

Algunas guías recomendadas en las Normas para el Estudio y Diseño De Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para este proceso son:

- Todas las aguas deberán ser desinfectadas antes de su distribución.
- Las aguas tipo C podrán requerir además pretratamiento, sedimentación simple y/o filtración lenta, según los siguientes criterios:

**Fig. 4** Tabla VI. 1 – Tratamientos Probables

CARACTERÍSTICAS 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 Pretratamiento
Turbiedad media < 150 UNT NMP < 5000 col/100 ml	Filtración lenta con Sedimentación simple y pretratamiento

**Fuente:** Normas para el Estudio y Diseño De Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales

Además de este criterio podemos utilizar también como referencia la calidad bacteriológica del agua para poder establecer métodos de tratamientos necesarios.

**Fig. 5** Tabla IV. 5 – Calidad Bacteriológica

CLASIFICACION	NMP/100 ml DE BACTERIAS COLIFORMES (*)
a) Exige solo tratamiento de desinfección	0 – 50
b) Exige métodos convencionales de tratamiento	50 – 5000
c) Contaminación intensa que obliga a tratamientos más activos	5000 – 50000
d) 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:** Normas para el Estudio y Diseño De Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales

Respetando las normas mencionadas anteriormente podemos concluir que para el presente proyecto son necesarios los siguientes componentes de Filtración en Múltiples Etapas:

- Filtro Grueso Dinámico
- Filtro Grueso Ascendente por Capas
- Filtración Lenta
- Desinfección
- Almacenamiento

## 5.2.6 Diseño Hidráulico y Dimensionamiento de la Captación

La Norma para Diseño de Sistemas de AP y disposición de Aguas Residuales nos indica que las obras hidráulicas de captación deben diseñarse para garantizar:

- La derivación desde la fuente de las cantidades de agua previstas y su entrega ininterrumpida a los usuarios
- La protección del sistema de abastecimiento contra el ingreso a la conducción de sedimentos gruesos, cuerpos flotantes, basuras, plantas acuáticas, etc.
- El no ingreso de peces desde los reservorios y ríos
- Evitar que entre el agua a la conducción durante los períodos de mantenimiento y en casos de averías y daños en la misma.

La configuración, distribución y elección del tipo de estructuras de captación debe elegirse en concordancia con las condiciones naturales del lugar, tipo de obras de conducción, condiciones de operación del sistema, etc.

Por regla general, las obras de captación deben tener varios vanos, considerando que uno o más de ellos pueden salir de servicio para labores de limpieza y mantenimiento.

Para evitar el ingreso de sedimentos de fondo a la conducción se debe procurar captar el agua desde los niveles superiores de la corriente, para lo cual se debe considerar las siguientes medidas:

- Tomas con umbrales altos provistos de orificios de limpieza.
- Muros y paredes sumergidas para el encauzamiento de los sedimentos gruesos.
- Bolsillos o cámaras de captación.
- Paredes de encauzamiento, muros de espigones.
- Estructuras de regulación.
- Otras medidas que permitan el control y la inspección permanente de las obras de captación.

Las obras de captación deben garantizar la clarificación del agua captada. Para esto es necesario prever estructuras destinadas a atrapar sedimentos gruesos y en suspensión, construyendo desripadores y desarenadores.

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:

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

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.

### 5.2.6.1 Dimensionamiento 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.

$$Q_{max} : V * A * Cd \quad (Ecuacion 13)$$

Donde:

- **$Q_{max}$**  = Caudal Máximo de la Fuente (5,18 L/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 m<sup>2</sup>.
- **$Cd$**  = Coeficiente de descarga (0,6 a 0,8).
- **$g$**  = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>).

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

Despejando el factor  $A$  de la Ecuación 13 obtenemos lo siguiente:

$$A: \frac{Q_{max}}{Cd * V} : \frac{\pi * Dc^2}{4} \quad (\text{Ecuacion 14})$$

$$A: \frac{0,00518 \frac{m^3}{s}}{0,7 * 0,5 \frac{m}{s}} : 0,0148 m^2$$

$$A: 0,0148 m : \frac{\pi * Dc^2}{4}$$

Despejando el factor  $Dc$  de la Ecuación 14 obtenemos lo siguiente:

$$Dc : \sqrt{\frac{0,0148 * 4}{\pi}} : 0,137 m$$

Transformando este resultado a pulgadas, obtenemos 5,4", asumimos 6" que es el diámetro comercial más cercano.

### 5.2.6.2 Número de orificios

La Norma para el Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable nos recomienda usar diámetros (D) menores o iguales de 2". Si se obtuvieran diámetros mayores, será necesario aumentar el número de orificios, siendo:

$$\text{No. Orificios: } \left( \frac{\text{Area del diametro calculado}}{\text{Area del diametro asumido}} \right)^2 + 1 \quad (\text{Ecuacion 15})$$

$$\text{No. Orificios: } \left( \frac{5,4''}{2''} \right)^2 + 1 : 9 \text{ Orificios}$$

### 5.2.6.3 Ancho de Pantalla

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:

$$b : 2 * (6 * D) + No. Orf. * D + 3 * D(No. Orf - 1) \quad (Ecuacion 16)$$

Donde:

- **b** = Ancho de pantalla en metros.
- **D** = Diámetro del orificio en metros.
- **No. Orf.** = Numero de Orificios.
- **Cd** = Coeficiente de descarga (0,6 a 0,8).
- **g** = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>).

$$b : 2 * (6 * 0,0508) + 9 * 0,0508 + 3 * 0,0508(9 - 1) : 2.286 \text{ m}$$

Se asumen 2,3 metros como ancho de la pantalla

### 5.2.6.4 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:

$$H : 1,56 * \frac{V^2}{2 * g} \quad (Ecuacion 17)$$

Donde:

- **H** = Carga necesaria en metros sobre el orificio de entrada que permite producir la velocidad de pase
- **V** = Velocidad promedio en la salida de la tubería de la línea de conducción, en m/s.
- **g** = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>).

$$h_0 : 1,56 * \frac{0,6^2}{2 * 9,81} : 0,0286 \text{ m}$$

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

$$H_f : H - h_0 \quad (\text{Ecuacion 18})$$

Donde:

- $H_f$  = Es la pérdida de carga que servirá para determinar la distancia entre el afloramiento y la caja de captación ( $L$ )

Reemplazando valores en la Ecuación 18 obtenemos:

$$H_f : 0,4 - 0,0286 : \mathbf{0,37m}$$

Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

$$L : \frac{H_f}{0,30} \quad (\text{Ecuacion 19})$$

Reemplazando valores en la Ecuación 19 obtenemos:

$$L : \frac{0,37}{0,30} : \mathbf{1,23 m}$$

Se asume el valor cerrado de 1,30 metros como longitud

### 5.2.6.5 Cálculo de la altura de la cámara húmeda

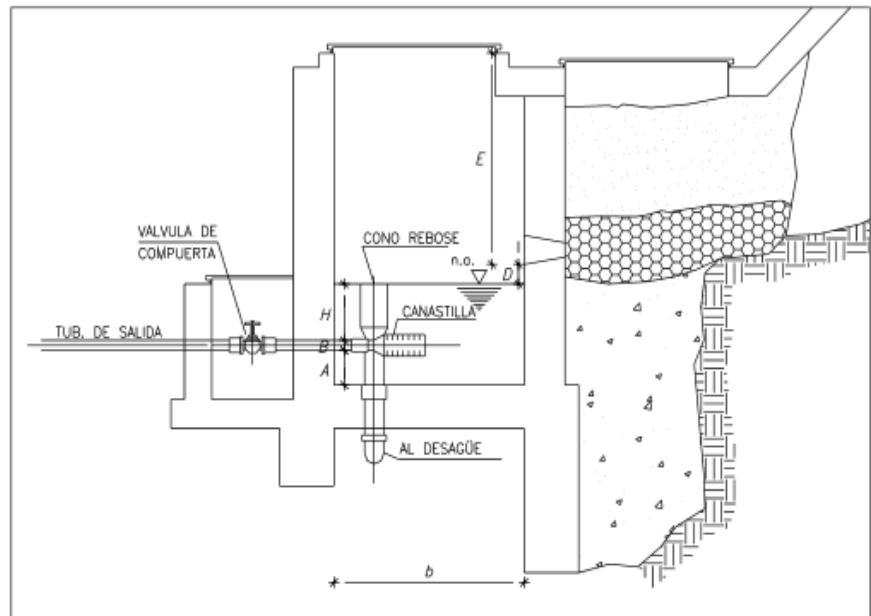
En base a los elementos identificados de la Fig. 6, la altura total de la cámara húmeda se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Ht : A + B + H + D + E \quad (\text{Ecuacion 20})$$

Donde:

- **A** = Se considera una altura mínima de 10 cm. Que permite la sedimentación de la arena.
- **B** = Se considera el diámetro de salida
- **H** = Altura de agua sobre la canastilla.
- **D** = Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua del afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo 5 cm).
- **E** = Borde libre mínimo (30 cm).

Fig. 6 Altura de la cámara húmeda



Fuente: Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales

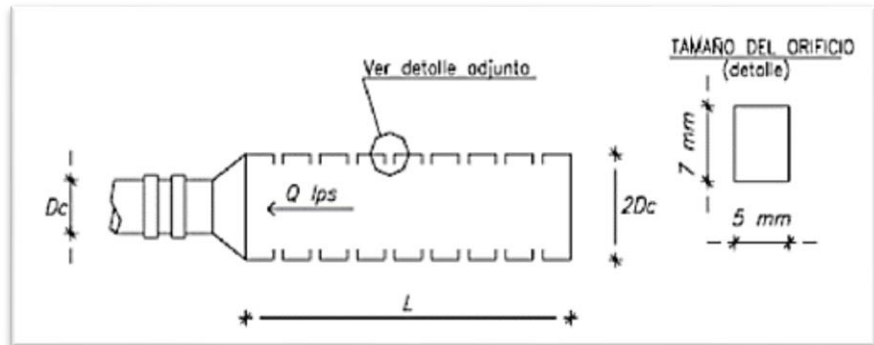
Reemplazando valores en la Ecuación 20 obtenemos lo siguiente:

$$Ht : 0,15 + 0,05 + 0,30 + 0,1 + 0,3 : 0,9 \text{ m}$$

### 5.2.6.6 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  $3D_c$  y menor de  $6D_c$ .

Fig. 7 Dimensionamiento de la canastilla



Fuente: Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales

$$D_c : 2A_c \quad (\text{Ecuacion 21})$$

Reemplazando valores en la Ecuación 20 obtenemos lo siguiente:

$$D_c : 2 * 0,0148 : 0,0296\text{ m}^2$$

Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a  $3D_a$  (Diámetro Asumido) y menor que  $6D_a$  (Diámetro Asumido):

$$L > 3 * D_a \quad (\text{Ecuacion 22})$$

$$L > 3 * 2" > 6"$$

$$L < 6 * D_a \quad (\text{Ecuacion 23})$$

$$L < 6 * 2" < 12"$$

Siendo las medidas teóricas de las ranuras:

- **Ancho de la ranura = 5 mm**
- **Largo de la ranura = 7 mm**

Aceptando las medidas teóricas recomendadas tenemos el área de cada ranura determinada por la siguiente fórmula:

$$A_r : a * l \quad (\text{Ecuacion 24})$$

Reemplazando valores en la Ecuación 24 obtenemos lo siguiente

$$A_r : 0,005 * 0,007 : \mathbf{0,000350 \text{ m}^2}$$

A continuación determinamos el área total de las ranuras:

$$A_t : 9 * 0,000350 : \mathbf{0,00315 \text{ m}^2}$$

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

$$A_c : 0,5 * Dc * L \quad (\text{Ecuacion 24})$$

$$A_c : 0,5 * 0,0296 * 0,2286 : \mathbf{0,0033 \text{ m}^2}$$

$$A_t > A_c$$

$$\mathbf{0,00315 < 0,0033 \text{ SI CUMPLE}}$$

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

$$N^o : \frac{\text{Area Total de Ranuras}}{\text{Area de Ranuras}} + 1 \quad (\text{Ecuacion 25})$$

$$N^o : \frac{0,00315}{0,000350} + 1 : \mathbf{91 \text{ ranuras}}$$

### 5.2.6.7 Tubería de Rebose y Limpieza

En la tubería de rebose y de limpia 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).

$$Dr : \frac{0,71 * Q^{0,38}}{hf^{0,31}} \quad (\text{Ecuacion 26})$$

Donde:

- **Dr** = Diámetro en pulgadas.
- **Q** = Gasto máximo de la fuente en l/s
- **hf** = Pérdida de carga unitaria (valor recomendado 0.015), en m/m

$$Dr : \frac{0,71 * 5,18^{0,38}}{0,015^{0,31}} : 4,88 \text{ pulgadas}$$

Asumimos el diámetro comercial de 6"

### 5.2.6.8 Resultados del diseño captación

En el cuadro 4 se presentan los resultados del dimensionamiento hidráulico de la captación.

Cuadro No. 6 – Dimensiones de la Captación

DIMENSIONES DE LA CAPTACION	
Caudal Maximo de la Fuente	5,18 L/s
Altura de la Camara Humeda (Ht)	0,9 m
Ancho de la Camara Humeda (b)	2,3 m
Diámetro de la Tuberia de Ingreso	2 pulg
Numero de Orificios	9 Orificios
Diámetro de la Canastilla	4 Pulg
Longitud de la Canastilla	22,86 cm
Numero de Ranuras	90
Diámetro de Tuberia de Limpieza	6"

Fuente: Autor

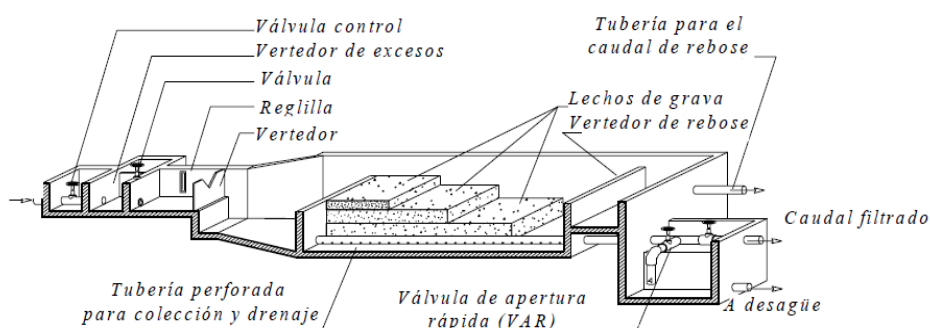
## 5.2.7 Filtro Grueso Dinámico

Los filtros dinámicos son tanques que contienen una capa delgada de grava fina (6 a 13mm) en la superficie, sobre un lecho de grava más grueso (13-25mm) y un sistema de drenaje en el fondo.

Esta unidad es utilizada para reducir los extremos de los picos de turbiedad y proteger de esta manera la planta de tratamiento ante altas cargas de sólidos transportadas por la fuente durante unas pocas horas.

Cuando la fuente transporta valores elevados de sólidos fácilmente sedimentables, estos se depositan en la superficie del lecho de grava, colmatándolo rápidamente y restringiendo parcial o totalmente el paso de agua. Esta respuesta protege las unidades de tratamiento siguientes.

Fig. 7 Esquema de Filtración



Fuente: Guía para diseño de sistemas de tratamiento de filtración en múltiples etapas – Organización Panamericana de la Salud

### 5.2.7.1 Cálculo del Área Superficial

$$As : \frac{Qf}{Vf} \quad (\text{Ecuacion 45})$$

Donde:

- **Qf** = Caudal a filtrarse, en m<sup>3</sup>/s.
- **Vf** = Velocidad de filtración, en m/s.

Remplazando valores tenemos:

$$As : \frac{1,85 * 3600}{2,5 * 1000} : 2,67 \text{ m}^2$$

### 5.2.7.2 Dimensionamiento del Filtro Grueso Dinámico

Asumimos las siguientes dimensiones para cumplir con el área superficial requerida

- **Largo (L)** : 2,7 m
- **Ancho (b)** : 1,0 m

$$Vs : \sqrt[3]{\frac{3,40 * Qf}{b}} : 2,67 \quad (\text{Ecuacion 46})$$

Donde:

- **Qf** = Caudal a filtrarse, en m<sup>3</sup>/s.
- **b** = Ancho del filtro.

Reemplazando valores tenemos:

$$Vs : \sqrt[3]{\frac{3,40 * \frac{1.85}{1000}}{1}} : 0,18$$

$$0,15 < Vs < 0,30$$

Los valores de Vs están dentro del rango permitido, con lo cual vemos que los valores adoptados para el dimensionamiento del filtro son correctos.

### 5.2.7.3 Cálculo del Caudal de Lavado

$$Ql : As * Vl \quad (\text{Ecuacion 47})$$

Donde:

- **As** = Área Superficial del Filtro, en m<sup>2</sup>.
- **Vl** = Velocidad de lavado, en m/h.

Reemplazando valores tenemos:

$$Ql : 2,67 * 20 : 54 \frac{m^3}{h}$$

#### 5.2.7.4 Cálculo del Número de Orificios Totales

$$No : \frac{Ql}{Qo} \quad (\text{Ecuacion 48})$$

Donde:

- $Ql$  = Caudal de Lavado, en m<sup>3</sup>/s.
- $Qo$  = Caudal del Orificio, en m<sup>3</sup>/s.

Remplazando valores tenemos:

$$No : \frac{0,015}{0,00024} : 64 \text{ orificios}$$

Se asumen 70 orificios

$$Ato : Ao * No \quad (\text{Ecuacion 49})$$

Donde:

- $Ao$  = Area de cada Orificio, en m<sup>2</sup>.
- $No$  = Numero de orificios.

Remplazando valores tenemos:

$$Ato : 0.00008 * 70 : 0,0055 \text{ m}^2$$

$$0,0015 < Ato < 0,005$$

Los valores de Ato están dentro del rango permitido, con lo cual vemos que los valores adoptados para el dimensionamiento del filtro son correctos.

#### 5.2.7.5 Cálculo del Número de Orificios por Lateral

$$Nol : \frac{Lt}{So} * 2 \quad (\text{Ecuacion 50})$$

Donde:

- $Lt$  = Longitud del Lateral, en m.
- $So$  = Separación entre orificios, en m.

Remplazando valores tenemos:

$$Nol : \frac{0,70}{0,01} * 2 : 14 \text{ Orificios}$$

### 5.2.7.6 Cálculo del Área del Lateral

$$\frac{Al}{Nol * Ao} \quad (\text{Ecuacion 51})$$

Donde:

- *Al* = Área del Lateral impuesta, en m.
- *No* = Numero de orificios por lateral.
- *Ao* = Área del Orificio, en m2.

Remplazando valores tenemos:

$$\frac{0,00273}{14 * 0,00008} : 2,49$$

$$2 < \frac{Al}{Nol * Ao} < 4$$

El valor de la relación de áreas está dentro del rango permitido, con lo cual vemos que los valores adoptados para el dimensionamiento del lateral son correctos, 63 mm.

### 5.2.7.7 Cálculo del Área del Colector

$$\frac{Ac}{Al * N} \quad (\text{Ecuacion 52})$$

Donde:

- *Ac* = Área del Colector impuesta, en m.
- *N* = Numero de Laterales por nudo.
- *Al* = Área del Lateral, en m2.

Remplazando valores tenemos:

$$\frac{0,00559}{0,00273 * 1} : 2,05$$

El valor de la relación de áreas está dentro del rango permitido, con lo cual vemos que los valores adoptados para el dimensionamiento del colector son correctos, 90 mm.

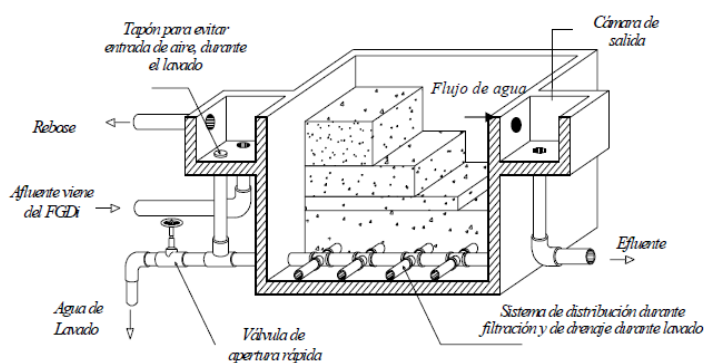
## 5.2.8 Filtro Grueso Ascendente

Los filtros gruesos de grava pueden ser de flujo horizontal o vertical. Consiste en un compartimiento principal donde se ubica un lecho filtrante de grava. El tamaño de los granos de grava disminuye con la dirección del flujo.

Para el caso de un filtro de flujo ascendente se tiene un sistema de tuberías, ubicado en el fondo de la estructura, permite distribuir el flujo de agua en forma uniforme dentro del filtro.

Conforme funciona el filtro, los espacios vacíos se van colmatando con las partículas retenidas del agua, por lo cual se requiere una limpieza semanal controlada mediante las válvulas de apertura a la salida de la unidad.

Fig. 8 Esquema de Filtración por Capas



Fuente: Guía para diseño de sistemas de tratamiento de filtración en múltiples etapas  
– Organización Panamericana de la Salud

### 5.2.8.1 Cálculo del Área Superficial

$$A_s : \frac{Q_f}{N * V_f} \quad (\text{Ecuacion 53})$$

Donde:

- $Q_f$  = Caudal a filtrarse, en m<sup>3</sup>/s.
- $V_f$  = Velocidad de filtración, en m/s.
- $N$  = Numero de Filtros.

Reemplazando valores tenemos

$$A_s : \frac{1,85 * 3600}{2 * 0,60} : 5,56 \text{ m}^2$$

Asumimos el área superficial de 6,0 m<sup>2</sup>

$$D_f : \sqrt{\frac{4 * A_s}{\pi}} \quad (\text{Ecuacion 54})$$

Donde:

- **As** = Área Superficial del filtro, en m<sup>2</sup>.

Reemplazando valores tenemos

$$Df : \sqrt{\frac{4 * 6}{3,1416}} : 2,8 \text{ m}$$

Asumimos un diámetro de 3m.

### 5.2.8.2 Cálculo del Caudal de Lavado

$$Ql : As * Vl \quad \text{(Ecuacion 55)}$$

Donde:

- **Aso** = Área Superficial de aportación del Filtro, en m<sup>2</sup>.
- **VI** = Velocidad de lavado, en m/h.

Reemplazando valores tenemos:

$$Ql : \frac{6}{5} * 20 : 24 \frac{m^3}{h}$$

### 5.2.8.3 Cálculo del Número de Orificios

$$No : \frac{Ql}{Qo} \quad \text{(Ecuacion 56)}$$

Donde:

- **Ql** = Caudal de Lavado, en m<sup>3</sup>/s.
- **Qo** = Caudal del Orificio, en m<sup>3</sup>/s.

Reemplazando valores tenemos:

$$No : \frac{0,007}{0,00039} : 17 \text{ orificios}$$

Se asumen 17 orificios

#### 5.2.8.4 Comprobación del Número de Orificios

$$\frac{A_o * N_o}{A_l} \quad (\text{Ecuacion 57})$$

Donde:

- $A_o$  = Área del orificio, en m<sup>2</sup>.
- $N_o$  = Numero de Orificios.
- $A_l$  = Área del Lateral impuesta, en m<sup>2</sup>.

Remplazando valores tenemos:

$$\frac{0,0008 * 17}{0,0031} : 0,42$$

$$\frac{A_o * N_o}{A_l} < 0,5$$

El valor de la relación de áreas está dentro del rango permitido, con lo cual vemos que los valores adoptados para el dimensionamiento son correctos.

#### 5.2.8.5 Calculo del Área del Colector

$$\frac{A_c}{A_l * N} \quad (\text{Ecuacion 58})$$

Donde:

- $A_c$  = Área del Colector impuesta, en m.
- $N$  = Numero de Laterales por nudo.
- $A_l$  = Área del Lateral, en m<sup>2</sup>.

Remplazando valores tenemos:

$$\frac{0,02011}{0,0031 * 2} : 3,225$$

El valor de la relación de áreas está dentro del rango permitido, con lo cual vemos que los valores adoptados para el dimensionamiento del colector son correctos, 160 mm.

## 5.2.9 Filtro Lento de Arena

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.

Los componentes principales de un filtro lento descendente son:

- Válvula para controlar entrada de agua pretratada 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.

### 5.2.9.1 Criterio de seguridad de funcionamiento

$$N : \frac{1}{4} * Q \quad (\text{Ecuacion 59})$$

Donde:

- $N$  = Numero de Filtros.
- $Q$  = Caudal de diseño, en m<sup>3</sup>/h.

### 5.2.9.2 Criterio de caudal

Se aconsejan 2 filtros si el caudal es mayor a 100 m<sup>3</sup>/día

$$5,18 \frac{L}{s} * \frac{1m^3}{1000 L} * \frac{86400 s}{1 dia} = 447,55 \frac{m^3}{dia}$$

### 5.2.9.3 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.

$$1000 < Poblacion < 2000$$

De los tres criterios de diseño se obtiene que por criterio de caudal y población da como resultado el diseño de 4 filtros, que trabajaran con el 30% del caudal de la planta de potabilización, según la normativa de la SSA numeral 5.9.2

$$Qd : 30 \% * QTratamiento \quad (Ecuacion 60)$$

### 5.2.9.4 Calculo del Área Superficial

$$As : \frac{Qf}{Vf} \quad (Ecuacion 61)$$

Donde:

- $Qf$  = Caudal a filtrarse, en m<sup>3</sup>/s.
- $Vf$  = Velocidad de filtración, en m/s. (0,1 – 0,2 m/h)

Reemplazando valores tenemos:

$$As : \frac{0,30 * 0,00518}{0,000055} : 28,25 \text{ m}^2$$

### 5.2.9.5 Dimensionamiento 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:

$$D : \left( \frac{4 * As}{\pi} \right)^{0,5} \quad (Ecuacion 62)$$

Donde:

- $D$  = Diámetro del filtro, en m.
- $As$  = Área superficial, en m<sup>2</sup>.

Reemplazando valores tenemos:

$$D : \left( \frac{4 * 28,25}{3,1416} \right)^{0,5} : 6m$$

### 5.2.9.6 Área de cada Orificio

$$A_o : \frac{\pi * D_o^2}{4} \quad (\text{Ecuacion 63})$$

Donde:

- $A_o$  = Área de cada orificio, en m<sup>2</sup>.
- $D_o$  = Diámetro de cada orificio, en m. (2mm – 4mm Recomendado)

Remplazando valores tenemos:

$$A_o : \frac{\pi * 0,004^2}{4} : 0,0000126 \text{ m}^2$$

### 5.2.9.7 Caudal de cada Orificio

$$Q_o' : A_o * V_o \quad (\text{Ecuacion 64})$$

Donde:

- $Q_o'$  = Caudal que ingresa en cada orificio, en m<sup>3</sup>/s.
- $A_o$  = Área de cada Orificio, en m<sup>2</sup>.
- $V_o$  = Velocidad en cada orificio, m/s. (Recomendada 0,2 m/s)

Remplazando valores tenemos:

$$Q_o' : 0,0000126 * 0,2 : 0,00000252 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 5.2.9.8 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 de 2.0 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, se adopta 0,15m como separación. Por lo tanto el número de orificios será igual a:

$$\text{No. Orificios} : \frac{\text{Caudal de Diseno FLD}}{\text{Caudal de Diseno de los Orificios}} \quad (\text{Ecuacion 65})$$

Remplazando valores tenemos:

$$\text{No. Orificios} : \frac{0,001554}{0,00000252} : 62 \text{ Orificios}$$

### 5.2.9.9 Caudal que ingresa al lateral con mayor número de orificios

$$qL : \text{No. Orificios} * Qo' \quad (\text{Ecuacion 66})$$

Donde:

- $qL'$  = Caudal que ingresa en el lateral, en m<sup>3</sup>/s.
- **No. Orif** = Numero de orificios en el lateral.
- $Qo'$  = Caudal de cada orificio, en m<sup>3</sup>/s.

Reemplazando valores tenemos:

$$qL : 15 * 0,00000252 : \mathbf{0,0000378 \text{ m}^3/\text{s}}$$

### 5.2.9.10 Área del Lateral

$$Al : \frac{qL}{VI} \quad (\text{Ecuacion 67})$$

Donde:

- $Al$  = Área del Lateral.
- $qL$  = Caudal que ingresa en el lateral, en m<sup>3</sup>/s.
- $VI$  = Velocidad en cada orificio, m/s. (Recomendada 0,2 m/s)

Reemplazando valores tenemos:

$$Al : \frac{0,0000378}{0,2} : \mathbf{0,000189 \text{ m}^2}$$

### 5.2.9.11 Diámetro Interno del Lateral

$$DintL : \sqrt{\frac{4 * Al}{\pi}} \quad (\text{Ecuacion 68})$$

Donde:

- $DintL$  = Diámetro interno del lateral.
- $Al$  = Área del Lateral, en m<sup>2</sup>.

Reemplazando valores tenemos:

$$DintL : \sqrt{\frac{4 * 0,000189}{\pi}} : \mathbf{0,0155m}$$

Adoptamos un diámetro de 22mm.

### 5.2.9.12 Área del Colector Principal

$$A_c : \frac{Q_f}{V_c} \quad (\text{Ecuacion 69})$$

Donde:

- $A_c$  = Área del colector principal.
- $Q_f$  = Caudal de filtración, en m<sup>3</sup>/s.
- $V_c$  = Velocidad del colector principal, en m/s.

Reemplazando valores tenemos:

$$A_c : \frac{0,001554}{0,2} : 0,00777 \text{ m}^2$$

### 5.2.9.13 Diámetro Interior del Colector Principal

$$D_{intC} : \sqrt{\frac{4 * A_c}{\pi}} \quad (\text{Ecuacion 70})$$

Donde:

- $D_{intC}$  = Diámetro interior del colector.
- $A_c$  = Área del colector, en m<sup>2</sup>.

Reemplazando valores tenemos:

$$D_{intC} : \sqrt{\frac{4 * 0,00777}{\pi}} : 0,099 \text{ m}$$

Adoptamos un diámetro de 100mm

### 5.2.9.14 Espesores del material filtrante

Según las recomendaciones dadas por la SSA en el Proyecto de Fortalecimiento y Ampliación de los Servicios Básicos de Salud en el Ecuador (FASBASE), en el cuadro 6, se presenta los espesores que deben cumplir tanto la arena, así como la grava en un filtro lento.

Cuadro No. 7 – Espesores de material filtrante

POSICION EN EL LECHO	ESPELOR DE LA CAPA EN METROS		DIAMETRO mm
Borde Libre	0,2		
Película de Agua	1		
Arena de Filtro	1	0,15 - 0,30	0,3
		COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD < 3	
<b>CAPA DE SOPORTE</b>			
3ra Capa	0,1	1 - 1,4 mm	1,2
2da Capa	0,1	4 - 5,6 mm	4,5
1ra Capa	0,2	16 - 23 mm	20
Altura del filtro	2,2		

Autor: Subsecretaría de Saneamiento Ambiental –SSA

### 5.2.9.15 Pérdida de carga a los orificios del sistema de drenaje

$$H_o : \left( \frac{Q}{C_d * A_o * \sqrt{2g}} \right)^2 \quad (\text{Ecuacion 71})$$

Donde:

- $A_o$  = Area total de orificios, en m<sup>2</sup>.
- $C_d$  = Coeficiente para los orificios, 0,6.
- $Q$  = Caudal de entrada en cada orificio, en m<sup>3</sup>/s.
- $G$  = Aceleración de la gravedad

Remplazando valores tenemos:

$$H_o : \left( \frac{0,000025}{0,6 * 0,0000126 * \sqrt{2 * 9.81}} \right)^2 \quad 0,0055m$$

### 5.2.9.16 Pérdida total por los orificios del sistema de drenaje

$$H_t : n * H_o \quad (\text{Ecuacion 72})$$

Donde:

- $H_t$  = Pérdida total por los orificios del sistema de drenaje.
- $n$  = Numero de orificios.
- $H_o$  = Pérdida de carga por orificio.

Remplazando valores tenemos:

$$H_t : 62 * 0,0055 : \mathbf{0,341\ m}$$

### 5.2.9.17 Pérdida de carga unitaria

$$J : \frac{10,643 * Qd^{1,85}}{C^{1,85} * Dc^{4,87}} \quad (\text{Ecuacion 73})$$

Donde:

- $J$  = Pérdida de carga unitaria.
- $Qd$  = Caudal en la tubería.
- $Dc$  = Diámetro del colector principal.
- $C$  = Coeficiente de rugosidad.

Remplazando valores tenemos:

$$J : \frac{10,643 * 0,001554^{1,85}}{140^{1,85} * 0,1^{4,87}} : \mathbf{0,00053\ m/m}$$

### 5.2.9.18 Pérdida de carga en la tubería

$$H_{fr} : J * L \quad (\text{Ecuacion 74})$$

Donde:

- $J$  = Pérdida de carga unitaria.
- $L$  = Longitud de la tubería.

Remplazando valores tenemos:

$$H_{fr} : 0,00053 * 10 : \mathbf{0,0053m}$$

### 5.2.9.19 Volumen de agua sobre el lecho filtrante

$$Vl : A * h \quad (\text{Ecuacion 75})$$

Donde:

- $Vl$  = Volumen de agua, en m<sup>3</sup>.
- $A$  = Área del filtro, en m<sup>2</sup>
- $H$  = Altura de carga, en m.

Remplazando valores tenemos:

$$Vl : 28,25 * 1 : 28,25m^3$$

### 5.2.9.20 Resultados del diseño

Por razones de funcionamiento hidráulico, facilidad de construcción y lo más importante por economía se han diseñado estas estructuras en ferro cemento.

En el cuadro 7 se presentan los resultados del dimensionamiento hidráulico del filtro lento descendente.

Cuadro No. 8 – Dimensiones FLD

DIMENSIONES DEL FILTRO LENTO DESCENDENTE	
Caudal de diseno	5,18 L/s
Numero de filtros	4
Diametro de los filtros lentos	6 m
Area de los filtros lentos	28,25 m <sup>2</sup>
Numero de laterales	3
Orificios por cada lateral	62
Diametro interno del tubo lateral	22 mm
Diametro del colector principal	100 mm

Fuente: Autor

## 5.2.10 Sistema 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.

### 5.2.10.1 Dosificación de Cloro

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

$$V : \frac{Q * ds}{c} \quad (\text{Ecuacion 76})$$

Donde:

- $V$  = Cantidad de Hipoclorito de sodio, L/dia.
- $Q$  = Caudal de diseño, en L/dia.
- $ds$  = Dosificación (ppm).
- $C$  = Concentración de cloro activo (ppm)

Remplazando valores tenemos:

$$V : \frac{447552 * 2}{1250} : 716L/dia$$

### 5.2.10.2 Caudal de inyección

$$Q : \frac{V}{t} \quad (\text{Ecuacion 77})$$

Donde:

- $Q$  = Caudal de inyección, en m<sup>3</sup>/s.
- $V$  = Volumen del tanque dosificador, en m<sup>3</sup>. (Tanque Dosificador de 1000L)
- $t$  = Tiempo de inyección, 1 dia.

Remplazando valores tenemos:

$$Q : \frac{1}{86400} : 0,00001157m3/s$$

### 5.2.10.3 Diámetro de la tubería de inyección

$$D : \sqrt{\frac{Q}{0,7854}} * 1000 \quad (\text{Ecuacion 78})$$

Donde:

- $D$  = Diámetro de la tubería de inyecciones m.
- $Q$  = Caudal de inyección.

Reemplazando valores tenemos:

$$D : \sqrt{\frac{0,00001157}{0,7854}} * 1000 : 4,47 \text{ mm} : 2 \text{ pulgadas}$$

### 5.2.10.4 Velocidad de inyección

$$V = \frac{Q}{A} \quad (\text{Ecuacion 79})$$

Donde:

- $V$  = Velocidad de inyección.
- $Q$  = Caudal de inyección.
- $A$  = Área de tubería de inyección (Tubería asumida 2")

Reemplazando valores tenemos:

$$V = \frac{0,00001157}{0,001772} : 0,0067 \text{ m/s}$$

### 5.2.10.5 Resultados del diseño

En el cuadro 7 se presentan los resultados del dimensionamiento hidráulico del filtro lento descendente.

Cuadro No. 9– Dimensiones Desinfección

DIMENSIONES PARA DESINFECCION	
Caudal de tratamiento	5,18 L/s
Dosificación	2 mg/L
Volumen de tanque de dosificación	1000 L
Caudal de Inyeccion	0,00001157 m3/s
Velocidad de inyeccion	0,0067 m/s
Diámetro de la tubería de inyeccion	2 pulgadas

Fuente: Autor

## 5.2.11 Tanque de Reserva

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 ferro cemento, provisto de una cámara de válvulas, una tubería de salida, desagüe y desborde.

### 5.2.11.1 Diámetro del tanque

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

$$D : \sqrt{\frac{4 * V}{\pi * h}} \quad (\text{Ecuacion 80})$$

Donde:

- **D** = Diámetro del tanque de reserva, en m.
- **V** = Volumen del tanque de reserva, en m<sup>3</sup>. (Tres tanques de 30m<sup>3</sup>)
- **h** = Altura del tanque de reserva, en m. (1,8 libre)

Remplazando valores tenemos

$$D : \sqrt{\frac{4 * 30}{\pi * 1,8}} : 4,6 \text{ m}$$

# CAPÍTULO VI

## MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

### SISTEMA DE AGUA POTABLE

ESTE MANUAL FUE DESARROLLADO POR CONSULTORÍA PARA OBRA SIMILAR DEL CANTÓN SIGSIG A CARGO DEL INGENIERO PABLO TORRES (2012)

#### 1. DEFINICIONES Y RESPONSABILIDADES

##### 1.1 Operación (O)

Es el conjunto de acciones que se efectúan con determinada oportunidad y frecuencia, para poner en funcionamiento adecuado un sistema de agua potable.

*Responsabilidades:*

- Estas acciones las realiza el Operador siguiendo los instructivos de operación de las diferentes unidades *aplicando los conocimientos adquiridos durante el adiestramiento y dando cumplimiento a las recomendaciones del personal técnico y social* de las Instituciones ejecutoras. Para esto el operador *deberá poseer el material didáctico correspondiente (manual de operación y mantenimiento del sistema, planos, etc.)*, y contar con accesorio oportuna y conveniente.
- Una responsabilidad importante del Operador es verificar que no existan obstrucciones, roturas, filtraciones, agua estancada, maleza o materia orgánica alrededor de las estructuras del sistema que pueden producir contaminación o afectar el ambiente. Para esto debe estar **dotado de las herramientas necesarias y disponer de una reserva de materiales** para afrontar eficientemente las reparaciones a que haya lugar.
- Las novedades que el Operador encuentre en relación con el funcionamiento normal del sistema, anotará en su cuaderno y las comunicará a la Junta Administradora.

##### 1.2 Mantenimiento (M)

Mantenimiento es el conjunto de acciones internas que se ejecutan en forma permanente y sistemática en las instalaciones y equipos para mantenerles en adecuado estado de funcionamiento.

Con el objeto de detallar minuciosamente las actividades que se cumple en un sistema, se ha identificado tres tipos de mantenimiento:

##### 1.2.1 Mantenimiento Preventivo (MP)

Consiste en una serie de acciones de conservación que se realizan con frecuencia determinada en las instalaciones y equipos para evitar en lo posible, que se produzcan daños que pueden ser de difícil y costosa reparación o que se ocasionen interrupciones en el servicio. Por ejemplo revisar que las válvulas cierren y abran sin dificultad, chequear los candados de seguridad de las tapas de las cajas de válvulas y acceso a las diferentes estructuras del sistema

Durante las actividades de mantenimiento preventivo se deberá observar el entorno ambiental y registrar cualquier cambio que pueda afectar la seguridad del sistema, las condiciones sanitarias de las fuentes y cuencas de abastecimiento. Un ejemplo es la vigilancia de la deforestación, quema de bosques, existencia de focos de contaminación, uso intensivo de pesticidas agrícolas; etc. *Cualquier observación será anotada por el Operador y comunicado a la Junta Administradora de Agua Potable.*

##### 1.2.2 Mantenimiento Correctivo (MC)

Consiste en las reparaciones que se ejecuta para corregir cualquier daño que se produzca en el sistema de agua potable y equipos y que no ha sido posible evitar con el mantenimiento preventivo. Aparte de esto el deterioro normal de los diferentes elementos de los sistemas ocasiona la necesidad de efectuar reparaciones mayores o la reposición de algunas piezas o equipo determinado.

En base de los resultados del mantenimiento preventivo, el Operador identificará las actividades de mantenimiento correctivo que se necesite realizar en el sistema de agua potable. Seguidamente, estima los materiales, accesorios, etc. que serán necesarios y planificará las fechas para su ejecución, con el personal que deba realizar dichas actividades.

### **1.2.3 Mantenimiento de Emergencia (ME)**

Es aquel que se realiza cuando el sistema ha sufrido daños por causas imprevistas y requieren solución rápida.

Según los daños identificados el Operador con la colaboración de la Junta de Agua Potable planificará las acciones necesarias para efectuar las reparaciones, con el fin de restablecer el servicio normal en el menor tiempo posible. Dependiendo de la magnitud de los daños, podrá requerirse la colaboración de otras instituciones locales y/o seccionales.

Para esto tanto el operador como la JAAP deben estar dotados de las herramientas necesarias y disponer de una reserva de materiales para afrontar eficientemente las reparaciones a que haya lugar. Los elementos, accesorios, o válvulas que fuesen cambiados, y el sitio en donde se produjo el daño, deberán ser registrados por el Operador en un cuaderno de operación y archivados en la JAAP. Esto ayudará a identificar y prevenir los posibles problemas que pueda tener el sistema en el futuro.

## **2. COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**

A continuación se describe las diferentes partes que forma el sistema de agua potable:

### Captaciones:

Son el conjunto de obras que permiten recoger el agua en su estado natural desde las fuentes, sean estas vertientes o quebradas.

### Conducción:

La línea de conducción es el conjunto de tuberías que transporta agua sin derivación alguna desde una a otra estructura del sistema. La conducción esta complementada con: válvulas de aire, de purga y tanques rompe presión, que ubicados estratégicamente permiten un óptimo funcionamiento.

### Tratamiento:

Es el conjunto de estructuras que cumplen procesos específicos para potabilizar el agua, estos procesos son:

### Estructura de entrada y reparto:

Tiene como objeto recibir el agua transportada en la conducción, y medir y repartir el caudal de ingreso a los filtros.

### Filtración:

Tiene como finalidad quitar las partículas y microorganismos que no fueron retenidos en los procesos anteriores. Utilizan un medio filtrante compuesto por grava y arena.

### Desinfección:

Es un proceso mediante el cual se elimina los microorganismos y agentes infecciosos por medio de la aplicación directa de productos adecuados (Hipoclorito de Sodio).

### Reserva:

Consiste en almacenar agua en las horas de menor consumo con el fin de equilibrar el gasto en las horas de mayor demanda y casos de emergencia.

### Red de Distribución:

Es todo el sistema de tuberías, válvulas y accesorios que permita entregar al consumidor el agua potable, desde la unidad de tratamiento.

### Conexiones domiciliarias:

Es el conjunto de elementos (tubería, accesorios y medidor) que entregan el agua al consumidor desde la red de distribución.

## **3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

### **3.1 Captaciones:**

La captación ha de ser construida en la vertiente Aguarongo II, es del tipo rejilla de fondo, está formado por un azud para retención y un orificio lateral con rejilla para derivar el caudal a ser conducido, los problemas que se presentan son debido al aumento del caudal, aguas arriba de la captación, después de las fuertes lluvias que trae como consecuencia:

- Arrastre de hojas o pequeñas ramas, que son retenidas en la rejilla en la captación de tipo lateral, o en el filtro de grava, las cuales al no poder ser arrastradas por el agua en su paso, obstaculizan el ingreso del agua y disminuyen el caudal captado.
- Erosión en las áreas cercanas a las bases del muro de la presa en las laderas, como consecuencia del empuje de las aguas.
- En la captación de tipo lateral debe cuidarse la erosión de la protección del cauce de la quebrada, aguas abajo del muro como consecuencia de la energía desarrollada por las aguas que pasan el vertedero y que tienden a socavar la base del muro.
- En las captaciones con filtros o drenes de grava, la materia orgánica contenida en el agua filtrada, promueve el crecimiento de una bio-película viscosa y algas alrededor de la grava y los orificios de las tuberías, que trae como consecuencia la obstrucción de los drenes y por ende la disminución del caudal captado.

#### **3.1.1 Operación:**

Es necesario que el Operador verifique todos los días el caudal que llega a la planta de tratamiento, mediante observación visual. Si se mantiene dicho caudal en el régimen normal, se considerará que la operación es adecuada. **En el sistema existe instalado un vertedero para medir el caudal.**

En función de lo anterior, el Operador del Sistema debe realizar las actividades indicadas en el cuadro siguiente en forma sistemática.

<b>FRECUENCIA</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
Diario	20 minutos a 4 horas	Observación del caudal que llega a la PTAP. Si detecta disminución inspeccionar la conducción (válvulas de aire y desagüe), y las captaciones a fin de detectar y corregir las deficiencias que encuentre.
Variable	3 horas	Verificar si existen indicios de roturas, fisuras y fugas.

#### **3.1.2 Mantenimiento:**

Dentro de las actividades regulares de mantenimiento, se deben efectuar labores periódicas de limpieza, para lo cual el Operador pedirá la colaboración de la Junta y la comunidad de ser necesario. En casos necesarios procederá oportunamente a efectuar las siguientes acciones:

- Informar a la Junta y a la Comunidad la **interrupción del servicio** de ser necesario.
- Conseguir personal adicional necesario, para la actividad programada.
- Tener listo el equipo de trabajo.

A continuación se presentan las principales actividades de mantenimiento:

FRECUENCIA	TIEMPO ESTIMADO	ACTIVIDADES
Semanal	4 horas a 1 día	<p><b>Limpieza de material sedimentado</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cerrar <b>lentamente</b> la válvula de ingreso a la conducción y abrir la válvula de desagüe</li> <li>2. Limpiar el cajón, retirar el material sedimentado, lavar las paredes, retirar el moho y algas y desinfectar el interior de los cajones mediante la aplicación de una solución clorada (1 l de cloro en 10 l de agua).</li> <li>3. Cerrar la válvula del desagüe y permitir el llenado del cajón con agua, después de 10 min, abrir la válvula de desagüe.</li> <li>4. Cerrar la válvula de desagüe y abrir de forma regulada la válvula de ingreso a la conducción. Calibrar el caudal de ingreso a la conducción, mediante la válvula y el vertedero triangular. (<b>Ver medida de caudales</b>)</li> </ol>
		<p><b>Revisión de válvulas y elementos de operación</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar que las cajas de válvulas no estén inundadas, si esto ha ocurrido se deberá encontrar las fugas, proceder a sellarlas y aplicar aceite lubricante (tipo 3 en 1) en el vástago de la válvula.</li> <li>2. Verificar la apertura y cierre de las válvulas, si una válvula no acciona correctamente debe ser retirada desenroscando la unión universal para que sea liberada, se buscará posibles obstrucciones, se revisará que los empaques estén bien colocados y en buen estado, si no lo están arreglarlos o reemplazarlos. Si luego de estas operaciones la válvula no funciona, deberá reemplazarse y llevarse a un taller especializado.</li> <li>3. <b>Engrasar los candados</b></li> </ol> <p><b>Inspección de los campos de infiltración o filtros de grava.</b></p> <p>Si disminuye el caudal captado en este tipo de estructuras, se deberá inspeccionar el campo de infiltración, si se aprecia acumulación de agua en la parte superior, puede ser señal de que el dren está obstruido, ya sean los orificios o la grava, por lo tanto se debe destapar el tramo, lavar la grava y desobstruir los orificios y el interior de la tubería.</p> <p>En los filtros de grava o piedra, deberá limpiarse el material acumulado en la parte superior.</p>
Trimestral	1 día	En los filtros de grava o piedra, deberá limpiarse el material acumulado en la parte superior, sacar la grava, limpiar los orificios, lavar las piedras y volverlas a colocar en su sitio.
Trimestral	1 día	Limpieza de material depositado aguas arriba de las estructuras del sistema. Seguir los pasos indicados en el apartado interior
Semestral	1 día	Control y mantenimiento de válvulas, accesorios, tapas y
Anual	1 día	Limpieza y arreglos para la buena conservación de la estructura. Pintura de las estructuras, etc.

**Materiales Requeridos:**

Palas, picos, barras, bailejo, cepillo metálico, juego de llaves, cemento, lubricantes, empaques.

**PRECAUCIONES:**

Cada vez que ingrese una persona o se introduzca material extraño en la caja de captación se debe cerrar la válvula de ingreso a la conducción, y desinfectar el cajón con una solución clorada.

### 3.2 Conducciones

En las conducciones del proyecto, existen estructuras especiales como tanques rompe presión, válvulas de aire, válvulas de desagüe, cruces de quebradas, anclajes, las cuales deben ser operadas y mantenidas para que la conducción cumpla con el objetivo de transportar un determinado caudal desde las fuentes hasta las diferentes estructuras que componen el sistema.

Los problemas que generalmente se presentan en la conducción son:

- Obstrucción parcial o total de la tubería provocado por la acumulación de aire o de sedimentos dentro de la misma, por deficiente funcionamiento de las válvulas de aire o por falta de limpieza de la tubería. Esta deficiencia se nota por la disminución del caudal de llegada a la Planta de tratamiento y se corregirá con la operación de las válvulas de purga que producirán la limpieza de los tubos y la inspección de las válvulas de aire para verificar que no existan obstrucciones o daños que hagan necesario su reemplazo.
- Roturas de tubos, por diversas causas como sobre presiones internas provocadas por obstrucciones bruscas, acciones externas como desplazamientos de la línea por derrumbos. Estos problemas deben ser detectados y corregidos mediante la reparación y/o reposición de los tubos malos.
- Deficiente desbroce y limpieza de la franja de terreno ocupada por la conducción (**1m aproximadamente**), que permita realizar una inspección minuciosa de la línea para detectar fugas por causas diversas. Cualquier área húmeda anormal sobre la línea enterrada, debe ser explorada. Se corrige la anomalía con la reparación correspondiente.
- Maniobras rápidas de las válvulas que producen sobre presiones en la tubería, hidráulicamente llamadas golpe de ariete, debe operarse lentamente el volante de la válvula.

#### 3.2.1 Operación:

Las actividades de Operación se indican en el cuadro siguiente:

FRECUENCIA	TIEMPO ESTIMADO	ACTIVIDADES
Diario	20 minutos	Control del caudal de llegada a la planta de tratamiento, mediante el aforo para verificar el funcionamiento normal de la conducción. <b>(Ver medida de caudales)</b> Si detecta disminución inspeccionar la conducción (válvulas de aire y desagüe), pasos de quebrada y las captaciones.

#### 3.2.2 Mantenimiento:

Para el mantenimiento de la conducción en los casos que fuese necesario se procederá oportunamente a efectuar las siguientes acciones:

- Informar a la Junta y a la Comunidad la *interrupción del servicio*.
- Conseguir personal adicional necesario, para la actividad programada.
- Tener listo los materiales, herramientas y el equipo de trabajo, necesario para efectuar la actividad programada

Las principales actividades de mantenimiento son las que previenen o reparan los daños indicados como problemas en la operación general y se indican en el cuadro siguiente:

FRECUENCIA	TIEMPO ESTIMADO	ACTIVIDADES
Semanal	1 día	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recorrido de la línea de conducción caminando a paso</li> </ul>
		<p>si existen indicios de roturas, obstrucciones, fugas o conexiones ilícitas, tomar mayor atención en los sitios que atraviesa sembríos o potreros, y lugares en los cuales la conducción no este instalada a suficiente profundidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Detectar indicios de deslizamientos que puedan producir deslizamientos y roturas de la conducción.</li> <li>Revisar el funcionamiento de los tanques rompe presión, tanto en su estructura como en accesorios, tapas, válvulas flotadoras.</li> <li>Observar el funcionamiento de las válvulas de aire, y que no existan fugas en las válvulas de desagüe a fin de detectar y corregir las deficiencias que encuentre.</li> </ul>
Quincenal	1 día	<p><b>Limpieza de tubería de conducción</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Abrir <b>lentamente</b> la válvula de desagüe</li> <li>2. Mantenerla abierta por 10 minutos</li> <li>3. Cerrar <b>lentamente</b> la válvula de desagüe para evitar que se produzcan golpes de ariete.</li> <li>4. Cerrar las tapas sanitarias y <b>engrasar los candados</b> antes de asegurarlos.</li> </ol> <p><b>Limpieza de tubería de conducción</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apertura total de las válvulas de limpieza de los tanques rompe presión, para eliminar los sedimentos.</li> <li>2. Limpieza y desinfección de la caja de agua.</li> <li>3. Cerrar <b>lentamente</b> la válvula de desagüe para evitar que se produzcan golpes de ariete</li> </ol>
Quincenal	1 día	<p><b>Revisión de válvulas y elementos de operación</b></p> <p>Si durante las operaciones de limpieza se detecta que una válvula no acciona correctamente debe ser retirada desenroscando la unión universal para que sea liberada, se buscará posibles obstrucciones, se revisará que los empaques estén bien colocados y en buen estado, si no lo están arreglarlos o reemplazarlos. Si luego de estas operaciones la válvula no funciona, deberá reemplazarse y llevarse a un taller especializado.</p> <p>Verificar que las cajas de válvulas no estén inundadas, si esto ha ocurrido se deberá encontrar las fugas, proceder a sellarlas y aplicar aceite lubricante (tipo 3 en 1) en el vástago de la válvula.</p> <p><b>Engrasar los candados</b></p>
Trimestral	2 días	Limpieza y desbroce de la línea de conducción.
Eventual	Eventual	<p><b>Reparaciones por fuga o rotura</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desenterrar el tramo afectado</li> <li>2. Cerrar lentamente la válvula de ingreso de agua a la conducción y abrir la válvula de purga para vaciar la tubería.</li> <li>3. Cortar el tramo afectado, limpiar las uniones con aditivo limpiador y paño limpio, pegar con pegamento para tubos el nuevo pedazo, o tubo, el cual deberá tener iguales características, tanto en material, diámetro y presión de trabajo que el anterior.</li> <li>4. Abrir lentamente la válvula de ingreso de agua a la conducción y verificar que no existan fugas en el tramo reemplazado.</li> <li>5. Si no existen fugas tapar el tramo reparado, no colocar piedras ni materiales que puedan afectar el tubo.</li> </ol>

Materiales requeridos:

Machete, juego de llaves, lubricante, pintura, empaques.

**PRECAUCIONES:**

La apertura o cierre rápido de las válvulas produce sobre presiones en la tubería, hidráulicamente llamadas golpe de ariete, por lo tanto debe operarse **lentamente** el volante de la válvula.

Cuando se ha suspendido el flujo de agua en la tubería de conducción, por cualquier motivo, el operador deberá cerciorarse para que las válvulas de aire trabajen adecuadamente.

**3.4 Tratamiento:**

**3.4.1 Cajón de reparto de caudales**

Para repartir en partes iguales el caudal de ingreso a los filtros, se ha dispuesto el cajón de reparto. La regulación del caudal se realiza mediante dos vertederos triangulares de 90°, **ver medida o aforo de caudales**.

**3.4.1.1 Operación:**

Las actividades de Operación se indican en el cuadro siguiente:

FRECUENCIA	TIEMPO ESTIMADO	ACTIVIDADES
Diario	20 minutos	Control del caudal de llegada a la planta de tratamiento, mediante el aforo. <b>(Ver medida de caudales)</b> Si detecta disminución inspeccionar la conducción (válvulas de aire y desagüe), el sedimentador y las captaciones.

**3.4.1.2 Mantenimiento:**

Las principales actividades de mantenimiento son dedicadas a limpiar los sedimentos del piso y paredes de la unidad, esta **operación coincidirá por operatividad con la limpieza del filtro correspondiente**

FRECUENCIA	TIEMPO ESTIMADO	ACTIVIDADES
Quincenal	1 día	<b>Limpieza de sedimentos en caja de entrada</b> 1. Cerrar la válvula de ingreso (A) y desmontar el tubo del desagüe (B). 2. Retirar el material sedimentado, lavar las paredes y la losa de fondo, desinfectar el interior mediante la aplicación de una solución clorada (1 l de cloro en 10 l de agua). 3. Embronar el tubo de desagüe (B), enjuagar las paredes y losa, dejar que transcurra 10 minutos y desmontar el tubo de desagüe (B).
		4. Embronar el tubo del desagüe (B) y abrir <b>lentamente</b> la válvula de ingreso (A). Cerrar las tapas sanitarias y <b>engrasar los candados</b> antes de asegurarlos.  <b>Limpieza de sedimentos en cajas de reparto</b> 5. Cerrar la válvula de ingreso al filtro que se está lavando (E o D) y desmontar el tubo del desagüe (F o G). 6. Retirar el material sedimentado, lavar las paredes y la losa de fondo, desinfectar el interior mediante la aplicación de una solución clorada (1l de cloro en 10 l de agua). 7. Embronar el tubo de desagüe (F o G), enjuagar las paredes y losa, dejar que transcurra 10 minutos y desmontar el tubo de desagüe (F o G). 8. Embronar el tubo del desagüe (F o G) y abrir <b>totalmente</b> la válvula de ingreso al filtro (E o D). 9. Cerrar las tapas sanitarias y <b>engrasar los candados</b> antes de asegurarlos.

Quincenal	1 día	<p><b>Revisión de válvulas y elementos de operación</b></p> <p>Si durante las operaciones de limpieza se detecta que una válvula no acciona correctamente debe ser retirada desenroscando la unión universal para que sea liberada, se buscará posibles obstrucciones, se revisará que los empaques estén bien colocados y en buen estado, si no lo están arreglarlos o reemplazarlos. Si luego de estas operaciones la válvula no funciona, deberá reemplazarse y llevarse a un taller especializado. Verificar que las cajas de válvulas no estén inundadas, si esto ha ocurrido se deberá encontrar las fugas, proceder a sellarlas y aplicar aceite lubricante (tipo 3 en 1) en el vástago de la válvula.</p> <p><b>Engrasar los candados</b></p>
-----------	-------	---

Materiales requeridos:

Machete, juego de llaves, lubricante, pintura, empaques.

**3.4.2 Filtración lenta descendente:**

La filtración lenta es un proceso de purificación del agua que consiste en hacerla pasar a través del lecho poroso de arena como medio filtrante. Durante este paso, la calidad del agua se mejora considerablemente por reducción del número de bacterias y eliminación de materias en suspensión. En la superficie de un lecho de arena se forma una película delgada constituida por una gran variedad de microorganismos biológicamente activos, que descomponen la materia orgánica.

La limpieza de los filtros lentos se realiza con un procedimiento relativamente simple removiendo periódicamente una capa de 2 a 5 cm. de arena de la parte superior del lecho filtrante.

**3.4.2.1 Partes constitutivas:**

Básicamente la unidad de filtración lenta de arena consta de un tanque que contiene una capa sobrenadante de agua cruda, un medio filtrante, un sistema de drenaje, un cajón de recolección de agua filtrada y un juego de válvulas de regulación y control. Se han dispuesto dos unidades.

**Capa de agua sobrenadante:**

- Proporciona la carga de agua suficiente para permitir que la misma pase a través del medio filtrante. Al inicio de la filtración cuando el filtro está limpio, tendrá aproximadamente unos 50 cm sobre el lecho, conforme se va ensuciando el lecho, el nivel de agua aumenta hasta llegar a un metro, a partir del cual el excedente fluye por el tubo de rebose, lo que indica que hay que lavar el filtro.
- Origina un tiempo de retención de varias horas del agua cruda a ser tratada, período durante el cual las partículas pueden asentarse y/o aglomerarse sobre el lecho, pero de ningún modo debe considerarse únicamente como un estanque de sedimentación.

**Lecho del medio filtrante:**

El medio filtrante está compuesto por material granular inerte y durable, que cumple los siguientes requisitos: no tiene arcilla ni greda y está libre de materia orgánica.

El medio filtrante se seleccionó por el diámetro efectivo y su coeficiente de uniformidad, y está compuesto de arena fina con la menor cantidad posible de materia orgánica.

En vista de que la capa superior del lecho filtrante necesita ser retirada regularmente durante la operación, el filtro nuevo tiene una capa de 90 cm de espesor de modo que no necesita reponerse en forma muy frecuente.

**Sistema de drenaje:**

El sistema de drenaje tiene dos propósitos:

- Permite recolectar proporcionalmente el agua tratada y conducirla hasta una caja de recolección.
- Da soporte al lecho del medio filtrante.

El sistema de drenaje tiene una capa de grava gruesa y una estructura de drenes principales y laterales construido de tuberías perforadas cubierta por capas de grava, comenzando con los granos de mayor tamaño en el fondo y reduciendo progresivamente el diámetro.

La grava impide que la arena sea acarreada hacia la salida.

### Caja de recolección de agua tratada

Este cajón tiene como objeto mediante un vertedero con su cresta colocada a 15 cm sobre el nivel de arena del filtro mantener un nivel mínimo de agua sobre el lecho de arena y evitar que se produzcan presiones negativas en el lecho que ocasionan la formación de burbujas de aire dentro del lecho causando la obstrucción del mismo.

A continuación de este vertedero se coloca un cajón de aireación, para recuperar el oxígeno perdido durante el proceso de filtración.

### 3.4.2.2 Operación

Existen varios dispositivos para la regulación y control del filtro, como válvulas, vertederos y otros, cuya operación es fundamental para el adecuado funcionamiento de la unidad.

La unidad de filtración lenta requiere de una sencilla rutina de operación y mantenimiento, por parte del operador, a excepción de algunos análisis físicos químicos y bacteriológicos de muestras de agua, que deberán ser realizadas por personal calificado.

Si la operación se realiza de manera adecuada, siguiendo las indicaciones del manual, se espera obtener un agua de las siguientes características:

Eficiencia de Filtros Lentos de arena (Galvis y Colaboradores). Fuente: (1,2)

Parámetro	Reducción típica
Entero bacterias (coliformes)	90 – 99.9 %
Turbiedad	Generalmente reducida a menos de 1 UNT
Color	30 – 90% Común 30%
Hierro y Manganeseo	Pueden ser significativamente removidos

### Puesta en servicio de un filtro con control en la entrada

*El procedimiento para poner en servicio un filtro nuevo, lo llevará a cabo el Contratista que ejecute la construcción, bajo supervisión de la Fiscalización, y con la presencia del o de los futuros operadores.*

Cuando se pone en marcha un filtro nuevo, primero, es necesario llenarlos **lentamente** por la parte inferior a través de la tubería de drenaje, desde manera se expulsan las burbujas de aire que se encuentran atrapadas entre los granos de arena. Esta operación se efectúa cerrando la válvula **(A)** de ingreso a la aireación, las válvulas **(D y E)** de ingreso a los filtros y las válvulas **(I, H y M)** de salida de agua filtrada, se abre lentamente la válvula **(N)** de ingreso del by-pass, para que el agua fluya lentamente hacia arriba desde el fondo, a través del sistema de drenaje, la grava y el lecho de arena. Cuando el nivel de agua alcanza de 0,1 a 0,2 m sobre la superficie de arena, se cierra lentamente la válvula **(N)**. Este proceso debe ser lento, y tomará varias horas.

Cuando se trate del llenado de los filtros después de la limpieza, debe emplearse agua tratada del filtro, que está en operación, para esto cerrará la válvula **(J)** de salida de agua filtrada y la válvula **(L o K)** de salida al desagüe, según el filtro que se esté lavando.

Si la arena no se ha nivelado correctamente, las irregularidades pueden detectarse, cuando en el llenado ascendente, el nivel de agua alcanza la superficie de la misma. Entonces debe abrirse la válvula de vaciado **(L o P)** según el filtro), hasta que el agua baje a 0,1 m por debajo de la superficie de la arena. Estas irregularidades deben corregirse ya que al drenar el filtro para la limpieza, pueden surgir problemas como resultado de los charcos de agua que se acumulen en las depresiones. Si se presenta materia flotante este puede ser extraído utilizando un cernidero u operando la válvula **(O u P)** de salida de agua sobrenadante.

Cuando el nivel de agua llega a una altura suficiente por encima del lecho de arena (10 a 20 cm.), puede admitirse la entrada normal del agua no filtrada desde el cajón de reparto en forma tal que no se produzca turbulencia. Esto se realiza cerrando la válvula **(N)** del by-pass y abriendo totalmente las válvulas **(E o D)** de entrada a los filtros y abriendo lentamente la válvula **(A)** de ingreso a la aireación. Al mismo tiempo se abrirá totalmente la válvula **(M y J)**, para dejar que el agua pase a través de los filtros.

La apertura de la válvula de ingreso **(A)** debe ser lenta girando  $\frac{1}{4}$  de vuelta cada hora, hasta que se llegue al caudal de funcionamiento **(que puede ser de 1,4 a 2,15 l/s según la demanda)**, regulándolo

previamente en la caja de reparto (ver medida de caudales) y se tendrá la velocidad de filtración de diseño de 0,1 a 0,15 m/h. Este proceso puede tomar hasta un día.

El filtro debe funcionar continuamente durante varias semanas para dejar que se “**madure**”, lo que tomará dos o más semanas. Este tiempo dependerá de la naturaleza del agua cruda, mientras menos microorganismos y turbiedad contengan, más tiempo durará el proceso de maduración.

A medida que prosigue la maduración, y que aumenta el número de microorganismos y la acumulación de sólidos, ocurrirá un leve aumento del nivel de agua sobre el lecho filtrante, y la capa biológica se irá haciendo poco a poco visible (coloración verdosa sobre el lecho). Estos son signos de que la maduración está procesando satisfactoriamente, y el filtro a alcanzado su condición normal de trabajo.

Durante el proceso de maduración inicial del filtro, 2 semanas aproximadamente, el agua deberá desecharse preferiblemente, si no es posible, deberá ser clorada. La calidad del agua debe juzgarse a través de análisis bacteriológicos y pruebas de turbiedad cuando sea posible.

#### Procedimiento para poner en marcha el filtro

Procedimiento	Detalles
Llenado de agua por el fondo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerrar las válvulas D, E, H, I y M</li> <li>• Abrir la válvula J y lentamente la válvula N del By-pass ¼ de vuelta cada media hora, hasta que el agua aparezca sobre la superficie de la arena hasta unos 20 cm.</li> </ul>
Corregir la nivelación de la superficie de la arena	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abrir la válvula (K o L) hasta descender el nivel de agua 10 cm bajo la superficie de la arena.</li> <li>• Nivelar las irregularidades en la superficie de la arena</li> </ul>
Poner en marcha el filtro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abrir nuevamente la válvula del By-pass (N) hasta que el nivel de agua alcance 20 cm sobre la arena.</li> <li>• Cerrar la válvula N y abrir totalmente las válvulas D, E, H, I, J y M</li> <li>• Abrir la válvula A de ingreso a la aireación. Aproximadamente ¼ de vuelta cada hora, hasta que se alcance de forma regulada el caudal de funcionamiento (1,4 a 2,14 l/s)</li> </ul>
Retirar el material flotante	Utilizar un cedazo o cernidor o abrir la válvula O u P
Revisar la calidad del agua	Durante el periodo de maduración desechar el agua durante dos semanas, si no es posible no dejar de clorar el agua filtrada durante este período.
Funcionamiento normal	Pasado el periodo de maduración se observa un leve aumento del nivel de agua sobre el filtro, y la formación de la capa biológica sobre el lecho, entonces el filtro entra en período normal de funcionamiento.

#### Operación y ajustes diarios

Para obtener los mejores resultados de la filtración, es necesario que el filtro trabaje continuamente, día y noche, con una velocidad constante. De ahí que uno de los objetivos del operador será evitar cambios bruscos en el caudal de entrada (velocidad de filtración), ya que estas variaciones influyen en el proceso de purificación, reduciendo la calidad del agua filtrada.

El filtro está diseñado para se pueda operar con control a la entrada o la salida. Por facilidad de operación es preferible realizar el control a la entrada y es el que describimos a continuación.

La cantidad de agua que entra al filtro se controla con la válvula de ingreso a la aireación (A), y el vertedero triangular con regla graduada ubicado en la caja de reparto, este permite medir y regular el caudal de forma aproximada. (Ver medida de caudales).

Cuando se controla a la entrada el nivel de agua sobrenadante es variable, cuando el filtro está limpio, el alcanza unos pocos centímetros sobre el nivel de arena, estando esta altura controlada por el nivel del vertedero de salida ubicado en el cajón de agua filtrada. A medida que el filtro se ensucia, aumenta poco a poco el nivel de la capa sobrenadante, hasta que el filtro se colmata, y el

nivel de agua sube rápidamente hasta alcanzar la tubería de rebose. En este punto o antes si es necesario hay que limpiar el filtro.

Durante este tiempo toda espuma o material flotante debe removerse mediante un cedazo o similar acoplado a una vara larga.

Las actividades de Operación se resumen en el cuadro siguiente:

FRECUENCIA	TIEMPO ESTIMADO	ACTIVIDADES
Diario	20 minutos	Control del caudal de llegada a la planta de tratamiento, mediante lectura de su valor en la regleta. (Ver medida de caudales) Si detecta disminución inspeccionar la conducción (válvulas de aire y desagüe), el sedimentador y las captaciones. Si existiese aumento manipular la válvula A de entrada para mantener un caudal de entrada constante a los filtros.
Diario	1 hora	Remover el material flotante.
Diario	10 minutos	Observar la altura de agua sobrenadante, si esta por alcanzar la altura de rebose, <i> programe las actividades de limpieza para que no saque de servicio más de un filtro a la vez.</i>

### 3.4.2.3 Mantenimiento

Las principales actividades de mantenimiento previstas se resumen en la tabla siguiente:

FRECUENCIA	TIEMPO ESTIMADO	ACTIVIDADES
Diario (mañana y tarde)	30 minutos	Remover el material flotante
Quincenal o Mensual	6 horas	Lavado y raspado arena de filtros
Quincenal o Mensual	2 horas	Lavado de arena
Quincenal	1 día	<p><b>Revisión de válvulas y elementos de operación</b></p> <p>Si durante las operaciones de limpieza se detecta que una válvula no acciona correctamente debe ser retirada desenroscando unión universal para que sea liberada, se buscará posibles obstrucciones, se revisará que los empaques estén bien colocados y en buen estado, si no lo están arreglarlos o reemplazarlos. Si luego de estas operaciones la válvula no funciona, deberá reemplazarse y llevarse a un taller especializado.</p> <p>Verificar que las cajas de válvulas no estén inundadas, si esto ha ocurrido se deberá encontrar las fugas, proceder a sellarlas y aplicar aceite lubricante (tipo 3 en 1) en el vástago de la válvula.</p> <p><b>Engrasar los candados</b></p>
Mensual		Limpieza y desbroce del área adyacente al filtro
Anual	1 día	Rearenado del filtro
Anual	1 día	Pintura de paredes y conservación en general

#### Materiales requeridos

Palas planas, rastrillo de jardinero, cuchara de albañil, brocha, pintura, empaques, lubricantes, juego de llaves, arena para el filtro, tamices, carretilla, balde.

### **Limpieza del filtro**

El nivel del agua aumenta por la colmatación del filtro, hasta llegar al nivel de rebose, entonces el filtro debe sacarse de servicio y proceder a su limpieza. No necesariamente se debe esperar que alcance este nivel para sacarlo fuera de servicio, puede ser un poco antes.

Se debe tener presente que el filtro estará unas horas o pocos días fuera de servicio, durante este período ingresará todo el caudal a la otra unidad, sobrecargando el mismo. Por esto el operador debe programar las limpiezas para evitar que los dos filtros estén colmatados a la vez, porque de ser así se interrumpirá el servicio. Por lo tanto algunas veces es necesario sacar de servicio un filtro para su limpieza antes de alcance su máxima pérdida de carga. En lo posible debe mantenerse una situación donde si un filtro se saca de servicio el otro esté relativamente limpio.

Después de que un filtro con control a la entrada, ha estado funcionando varias semanas o meses, según la turbiedad el nivel de agua sobrenadante alcanza el rebose entonces se debe sacarlo fuera de servicio y limpiarlo realizando las siguientes acciones:

### **Remoción del material flotante:**

El material flotante, como hojas y algas, se debe extraer porque puede dificultar el desagüe del lecho y complicar el raspado. Para su remoción utilizar un cedazo o cernidor.

### **Drenaje del agua sobrenadante:**

Durante el proceso de drenaje del agua sobrenadante se debe cerrar la válvula (D o E depende del filtro que se esté lavando) para que no ingrese agua al filtro. Todo el caudal puede ser dirigido entonces hacia el otro filtro, el cual operará a mayor velocidad, pero no superará la máxima de diseño.

Cerrar la válvula (H o I) para evitar el ingreso de agua filtrada al sistema, y abrir lentamente la válvula de desagüe (L o K). El agua continuará filtrándose en el sistema y el nivel de agua descenderá gradualmente. Si el nivel de agua desciende muy lentamente, se puede abrir la lentamente la válvula (O u P), para facilitar el vaciado. Mientras se está drenando el agua, se deben cepillar y limpiar las paredes del filtro. Cuando el nivel de agua descienda unos 20 cm bajo la superficie de la arena. Se cierra la válvula (L o K) y queda listo para la limpieza del lecho.

### **Limpieza de la arena:**

Cuando la superficie del lecho de arena está suficientemente seca, El operador bajará la filtro, si no hay escalones, utilizando una escalera, previamente limpiará sus botas y todo el equipo a ser utilizado. Colocará tablas sobre la superficie del lecho para evitar que el material superficial sucio se entierre en la arena.

Entonces se procede a raspar y retirar de 2 a 2,5 cm de arena, empezando por el área en donde se colocará la escalera y las tablas, hasta completar toda la superficie del lecho. Este proceso debe hacerse lo más rápidamente posible a fin de minimizar la interferencia con la vida biológica en las capas más profundas del lecho. El material retirado no debe ser retirado a un lado sino colocarlo en un recipiente (un balde), para sacarlo del lecho y llevarlo hasta el tanque de lavado de arena. Cuando se haya terminado el raspado y se haya extraído toda la arena sucia, se nivelará la superficie de la arena. Mida la altura desde el borde superior del muro hasta la superficie de la arena, si la profundidad es mayor de 1,50 m es necesario rearenar el lecho.

La profundidad de raspado entre 1 y 2,5 cm, depende de la penetración de los sedimentos. Esto se determina por el color de la arena que generalmente queda manchado.

### **Puesta en marcha después de la limpieza:**

Se debe seguir el procedimiento indicado para poner en marcha un filtro nuevo, que se indicó anteriormente. Se debe realizar este proceso inmediatamente después de que haya terminado la operación de limpieza. Preferiblemente el llenado debe hacerse utilizando el efluente del otro filtro. Si se utiliza agua filtrada de la otra unidad, cerrar la válvula (J) y abra la válvula (H o I) el filtro se llenara en forma ascendente hasta que el nivel de agua este 20 cm sobre el lecho, entonces abra la válvula (E o D) de ingreso y la válvula (J) de salida de agua filtrada

Después de la limpieza del lecho de arena, la capa biológica también necesita madurar, pero éste es un proceso mucho más rápido y solo debe tomar uno o dos días.

### Procedimiento para limpieza del filtro

Actividad	Acciones claves
1. Extraer el material flotante	Utilice un cernidor o cedazo para retirar el material flotante
2. Drenar el agua sobrenadante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre la válvula de entrada (<b>E o D</b>)</li> <li>• Abrir lentamente la válvula de desagüe (<b>Lo K</b>). Continúe limpiado el material sobrenadante. Si el agua desciende demasiado lento, abrir la válvula (<b>O u P</b>).</li> <li>• Limpie las paredes del filtro con un cepillo largo</li> <li>• Cuando del nivel de agua descienda 20 cm. bajo el nivel de la superficie de arena cierre la válvula (<b>L o K</b>)</li> </ul>
3. Mantener la producción de agua en la planta.	Conduzca toda el agua cruda hasta el otro filtro, las unidades están diseñadas para operar hasta con el doble del caudal sin problemas. Se ocasionará una ligera disminución en la calidad del agua tratada. Tomar mayor cuidado en la cloración del agua.
4. Limpiar el equipo	Limpie todo el equipo incluido las botas
5. Bajar al lecho filtrante	Entre al filtro utilizando una escalera corta
6. Proteger el lecho filtrante	Raspe una pequeña área, cúbrala con tablas y coloque el equipo sobre ellas.
7. Raspar la capa superior	Raspe en franjas estrechas una profundidad de 1 a 2,5 cm de arena, hasta limpiar toda la superficie.
8. Retirar el material raspado del filtro	Lleve el material raspado al tanque de lavado.
9. Retirar el equipo	Retire todo el equipo
10. Nivelar la superficie de arena	Use una tabla de raspar o un rastrillo de dientes finos para nivelar la superficie de la arena.
11. Comprobar la profundidad del lecho de arena	Mida la altura desde el borde superior del muro hasta la superficie de la arena. Si la profundidad es mayor de 1,50 m es necesario rearenar el lecho.
12. Llenar el filtro en forma ascendente.	Siga el procedimiento indicado para poner en marcha un filtro nuevo. Si se utiliza agua filtrada de la otra unidad, cerrar la válvula (J) y abra la válvula (H o I) el filtro se llenara en forma ascendente hasta que el nivel de agua este 20 cm sobre el lecho, entonces abra la válvula (E o D) de ingreso y la válvula (J) de salida de agua filtrada.
13. Ajustar el caudal de ingreso	Luego de poner en marcha el filtro lavado, cerciórese de que este pasando el caudal en partes iguales en cada filtro. Chequear la regleta de medida de caudal.

### Lavado de la arena

La arena removida de los sucesivos raspados, y en la mayoría de los casos, también la arena nueva, se debe lavar para librarla de impurezas antes de colocarla en el filtro. Generalmente resulta más barato lavar y almacenar la arena raspada que usar arena nueva para llenar los filtros.

La arena raspada se debe lavar inmediatamente después de extraerla del filtro, a fin de evitar olores desagradables. Se coloca la arena raspada en el en el tanque de lavado. Se conecta una manguera a la llave de abastecimiento de agua, y se rocía agua a presión, con la manguera para quitarle las impurezas. Se corta el flujo de agua a presión cuando llega el agua un poco antes del nivel de rebose, luego con un flujo suave de agua se llena el tanque y se hace correr las impurezas, que se las lleva el agua que rebosa por el vertedero hacia el desagüe.

Es esencial revolver la arena durante el lavado para asegurar que salgan todas las impurezas. Cuando se asegura que la arena ha quedado bien limpia, lo que generalmente toma cerca de una hora, se retira el vertedero de madera. Una manera sencilla de comprobar si la arena está limpia es frotar un puñado entre los dedos, si queda algún rastro de tierra la arena no está lo suficientemente limpia.

Luego se coloca la arena esparciéndola en el tanque adjunto para que se seque al sol y luego se almacene en sacos limpios libre de contaminación, y convenientemente ubicados, para evitar que se rompan y se desperdicie la arena. Los sacos se colocaran sobre plástico y se taparán también con plástico.

### Procedimiento para lavado de la arena

Actividad	Acciones claves
1. Colocar la arena raspada sobre el tanque de arena	Lavar inmediatamente para evitar olores desagradables.
2. Lavar la arena	Dirija el chorro de la manguera sobre la arena y remuévala; el procedimiento generalmente toma 1 hora.
3. Comprobar que la arena esta limpia	Frotar un puñado entre los dedos, si queda algún rastro de tierra, la arena no está lo suficientemente limpia.
4. Secar la arena	Quite el vertedero para drenar drenar el agua de la plataforma de lavado. Esparza la arena obre el tanque adjunto para secarla al sol.
5. Guardar arena lavada	Guarde apropiadamente la arena lavada, y seca en sacos colóquela

### Rearenamiento de un filtro

La reposición de la arena en el filtro es necesaria, cuando los raspados sucesivos han reducido el espesor del lecho de arena a 50 o 60 cm, es decir cuando mida aproximadamente 1,50 m de altura desde el borde superior del muro hasta la superficie de la arena. La decisión de reponer la arena debe tomarse con bastante antelación, y planear el trabajo, de ser posible, para un período de bajo consumo. Para el rearenamiento se debe contratar a un grupo de personas que ayuden, porque se trata de un trabajo arduo.

Antes de reponer la arena, se debe reducir el nivel de agua casi hasta la capa de grava, abriendo la válvula de vaciado (L o K), y se debe raspar la superficie del lecho filtrante, con el procedimiento antes indicado y llevar esa raena al tanque de lavado. A continuación se retirara una capa de 20 cm de espesor de la arena vieja y se apila a un lado. Luego se colocará la arena lavada (o nueva), y sobre esta se colocará la arena vieja que fue apilada. Este proceso se puede realizar por tramos para tener espacio suficiente. Finalmente se nivelara la superficie con un rastrillo y se procederá al llenado del filtro con el proceso de puesta en marcha del filtro.

El colocar la arena vieja sobre la nueva, le permite al filtro con arena nueva, entrar en servicio en un menor tiempo de remaduración.

### Procedimiento para reponer la arena del filtro

Actividad	Acciones claves
1. Raspar la capa superior	Siga los procedimientos indicados para lavado del filtro
2. Drenar el agua del lecho filtrante	Abra la válvula de vaciado ( <b>L o K</b> ), hasta que el agua alcance el nivel de la grava.
3. Raspar y Apilar la arena vieja	Retirar aproximadamente 20 cm del lecho de arena y amontonarla.
4. Rellenar el lecho de arena	Coloque la capa de arena lavada o nueva, en el filtro y sobre esta coloque la arena vieja
5. Nivelar la superficie de la	Alisar la superficie con rastrillo.
6. Poner nuevamente en servicio el filtro	Siga el procedimiento para poner en marcha el filtro
7. Dejar madurar el lecho filtrante	Tener mayor precaución en la cloración del efluente durante ese

### 3.4.3 Desinfección:

La desinfección se define como la eliminación de agentes infecciosos (bacterias y microorganismos patógenos), por medio de la aplicación directa de sustancias químicas en el agua. En este caso se ha escogido el cloro.

El agua que se suministra a la comunidad debe reunir las condiciones de potabilidad y no basta que presente condiciones físico-químicas buenas, sino también que no contenga bacterias patógenas, es decir bacterias que son peligrosas para la salud de los consumidores. Por tal motivo se procede a la desinfección de la misma, con el propósito de entregar a la comunidad el líquido vital apto para el consumo.

Le sistema de cloración diseñado para el sistema de agua potable, tiene los siguientes elementos:

#### Unidad de preparación de cloro en continuo:

Como desinfectante a aplicar en la PTAP, se ha escogido el Cloro. Para su producción se ha previsto un equipo de electrólisis. En esta unidad a partir de una solución salina (30 gr de sal común de mesa por litro), se puede obtener una solución de hipoclorito de sodio con una concentración promedio de 1% o 10 gr. de cloro por litro de agua (10.000 ppm).

La producción de cloro es sencilla, llenar el volumen de agua indicado en el clorador (30 l), añadir 1Kg. de Sal común de mesa en el clorador, asegurarse de que se diluya bien, conectar el cable al toma corriente (110v), calibrar el timer, girando la perilla correspondiente para que funcione durante 24 horas, y el cloro estará listo en este tiempo.

#### Tanque de disolución de cloro:

La solución clorada producida tiene una concentración muy alta y es difícil de dosificar, puesto que el caudal de aplicación sería demasiado pequeño. Para resolver este inconveniente, se ha previsto la instalación de un tanque de 250 l en el cual se disminuye la concentración de cloro de 1% al 0,05%, al diluir 13l de los 30l producidos en un volumen de 237 l de agua. Por lo tanto el caudal de solución clorada necesario para aplicar una dosis de **1,5 mg/l** de Cloro al caudal tratado en la PTAP, se ha calculado en 174 ml/min (cc/min).

Este tanque proporciona un volumen de almacenamiento de cloro de 24 horas. Para evitar la pérdida de cloro, el recipiente no debe contener más solución de cloro que la necesaria para la operación durante 3 a 5 días.

Se recomienda que el operador recargue cada 12 horas el tanque, como se espera que en este tiempo el volumen del tanque disminuya a la mitad, el operador deberá añadir 7,5 l de cloro y completar el volumen restante con agua hasta llenar el tanque (250 l), de esta manera se asegura la desinfección permanente del agua tratada.

#### Dosificador de cloro:

Para la dosificación controlada del caudal, se ha previsto un dosificador de orificio variable y carga constante. Consiste de un tanque de nivel constante a donde llega la solución y en el cual van colocados dos tubos concéntricos, previstos de orificios en su parte interior. El tubo externo es fijo y el interno se puede hacer girar para aumentar o disminuir el área del orificio, que está abierto en él. Se puede cambiar el caudal de la solución a voluntad, con solo rotar la manilla de control superior la que se gradúa para facilitar su operación según el caudal de dosificación y la dosis aplicada (Ver guía de cloración).

En este caso se ha calibrado la válvula flotadora para trabajar con una altura de carga de 5 a 10cm sobre el orificio que deberá a su vez calibrarse para trabajar con un diámetro de alrededor de 3 mm para producir el caudal de dosificación deseado. Es necesario verificar y limpiar con regularidad la salida del gotero para evitar que se obstruya.

El hipoclorito en solución debe aplicarse preferiblemente en un punto de bastante agitación para que exista una buena por lo tanto se ha diseñado una canaleta con un vertedero triangular, que permitirá la aplicación del cloro en el punto de caída del agua.

### 3.4.3.1 Operación

FRECUENCIA	TIEMPO ESTIMADO	ACTIVIDADES
Diario (mañana y tarde)	20 minutos	Control del caudal a ser clorado. Medición del volumen de solución de hipoclorito de sodio en el tanque.
Diario (mañana y tarde)	20 minutos	Preparación de la dosificación a ser preparada
Diario (mañana y tarde)	20 minutos	Aplicación de la regulación y regulación del goteo en el dosificador.
Diario (mañana y tarde)	20 minutos	Control y registro de cloro residual.

### 3.4.3.2 Mantenimiento

FRECUENCIA	TIEMPO ESTIMADO	ACTIVIDADES
Quincenal	30 minutos	<b>Limpieza del tanque de solución clorada</b> 1. Abrir la válvula de desagüe del tanque, cerrar la de dosificación, y proceder a la limpieza de las paredes y el fondo del tanque. 2. Limpiar las tuberías y el orificio del dosificador. 3. Preparar la solución clorada según las indicaciones de la <b>Guía de Cloración</b> . 4. Calibrar el caudal de dosificación, según el caudal de entrada a la planta. Ver Guía de Cloración.

#### Materiales requeridos

Hipoclorito de sodio, comparador de cloro ortotolidina, hipocloradores.

### 3.5. Reserva

El sistema actual tiene un tanque de reserva de 30m<sup>3</sup> que sirve al sistema. En la tubería de la salida de la reserva del tratamiento se ha instalado **medidores de caudal**, su objeto es medir el consumo de agua diario de los diferentes sectores abastecidos, totalizarlo mensualmente y compararlo con el consumo total obtenido de la suma de los registros mensuales de los medidores de las conexiones domiciliarias, esto ayudará a detectar pérdidas en la red de distribución, causadas por fugas o conexiones clandestinas, y poder corregirlas tiempo.

#### **Caudal producido mensual = Caudal consumido mensual + pérdidas**

Se tratará en lo posible que estas pérdidas sean menores al 10%, hay tener presente que estas pérdidas presentan costos en operación y mantenimiento del sistema que no son retribuidos a la Junta Administradora de Agua potable. Los principales problemas que pueden presentarse son por deficiencia en la operación de válvulas y la falta de mantenimiento. Es necesario realizar adecuadamente la operación de válvulas y revisar las tuberías en la cámara o caja de válvulas.

### 3.5.1 Operación

FRECUENCIA	TIEMPO ESTIMADO	ACTIVIDADES
Diario	20 minutos	Registro del caudal de salida en cada medidor.
Variable	1 hora por cada reserva	Operación de válvulas según régimen de servicio de cada tanque. Mantener cerradas y aseguradas las tapas de inspección.
Variable	30 minutos	Comprobar el corrector funcionamiento de las válvulas flotadoras en la red de distribución.
Variable	10 minutos	Control de fijación de aireadores

### 3.5.2 Mantenimiento

FRECUENCIA	TIEMPO ESTIMADO	ACTIVIDADES
Quincenal	1 hora	Limpieza de los sedimentos del tanque manipulando la válvula de limpieza
Quincenal	1 hora	Si durante la limpieza del tanque se detecta problemas en las válvulas, revisar el funcionamiento de las válvulas y corrección si es necesario.
Mensual	4 horas	Limpieza y desbroce del área adyacente a los tanques
Trimestral	1 día	Verificación del funcionamiento y reparación de fugas
Semestral	8 horas	Limpieza de los sedimentos ingresando al interior del tanque
Semestral	4 horas	Revisar las condiciones sanitarias alrededor del tanque y corregirlas si es necesario.
Anual	1 día	Adecuaciones y pintura general del tanque. Reparación del cerramiento.

#### Materiales requeridos:

Palas, balde, escoba, juego de llaves, empaque, pintura, brocha, cloro, cemento, lubricantes.

### 3.6 Distribución

Por distribución se entiende todo el sistema de tuberías, accesorios y válvulas, desde el tanque de reserva hasta aquellas en las que se inician las conexiones domiciliarias.

Los problemas más generalizados en la distribución son los siguientes:

- Presiones débiles en las partes más altas, principalmente en las horas de máximo consumo. Este problema se agudiza cuando disminuye la producción de la fuente. Es posible resolver o minimizar el problema con una mejor distribución del caudal en la red, mediante el manejo adecuado de válvulas, el control estricto de los desperdicios, conexiones ilícitas y usos indebidos del agua.
- Conexiones o interconexiones clandestinas domiciliarias, para cuya verificación se requiere de la inspección permanente de las viviendas.
- Válvulas del sistema de distribución en mal estado de funcionamiento.
- Roturas y fugas no detectadas y no reparadas, rompe presiones en mal funcionamiento por el no cierre de las válvulas flotadoras.
- Cajas de válvulas destruidas.

### 3.6.1 Operación

Las labores de operación se orientan hacia el manipuleo de válvulas cuando se requiera, para la eficiencia del servicio.

FRECUENCIA	TIEMPO ESTIMADO	ACTIVIDADES
Variable	1 hora	Operación de válvulas para distribución del agua, de acuerdo a la sectorización de la red y según lo requiera el servicio.
Variable		<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisar el funcionamiento de los tanques rompe presión, tanto en su estructura como en accesorios, tapas, válvulas flotadoras.</li><li>• Manipulación de la válvula de entrada de acuerdo a la sectorización de la red y según lo requiera el servicio.</li><li>• Revisar cloro residual en diferentes puntos de la red, en especial en los puntos más alejados.</li></ul>

### 3.6.2 Mantenimiento

FRECUENCIA	TIEMPO ESTIMADO	ACTIVIDADES
Mensual	1 hora	Apertura total de las válvulas de limpieza de los tanques rompe presión en horas de menor consumo, para eliminar los sedimentos. Limpieza y desinfección de la caja de agua.
Mensual	1 día	Inspección de uso indebido, desperdicio, fugas en la res y conexiones clandestinas.
Mensual		<b>Revisión de válvulas y elementos de operación</b> 1. Verificar que las cajas de válvulas no estén inundadas, si esto ha ocurrido se deberá encontrar las fugas, proceder a sellarlas y aplicar aceite lubricante (tipo 3 en 1) en el vástago de la válvula.
		2. Verificar la apertura y cierre de las válvulas, si una válvula no acciona correctamente debe ser retirada desenroscando la unión universal para que sea liberada, se buscará posibles obstrucciones, se revisará que los empaques estén bien colocados y en buen estado, si no lo están arreglarlos o reemplazarlos. Si luego de estas operaciones la válvula no funciona, deberá reemplazarse y llevarse a un taller especializado.
		3. <b>Engrasar los candados</b>
Anual		Revisión de válvulas, pintura de tapas y estructura de los rompe
Eventual		Reparación de roturas.

#### Materiales requeridos:

Juego de llaves, empaques, lubricantes, cloro, palas, picos, barretas, tubería y accesorios, llaves de cadena, sierra, etc.

### 3.8 Registros

Los registros diarios proporcionan información valiosa sobre el funcionamiento del sistema, el trabajo del personal de operación, los problemas corrientes que necesitan atención inmediata y las posibles acciones que se van a tomar en el futuro que pueden ayudar a prevenir problemas.

Para que sea útil la información registrada debe incluir como mínimo: En el tratamiento:

- Parámetros de calidad verificados
- Interrupciones en la entrada de agua cruda
- Limpiezas de las diferentes unidades
- Cambios en la altura del agua sobrenadante de los filtros
- Interrupciones en la operación del filtro
- El registro de limpiezas del filtro (fecha y hora, altura de la arena, fecha y hora en la que entro de nuevo al servicio)
- El registro de distribución (producción diaria registrada en los medidores de salida a la red de distribución)

En la distribución:

- Interrupciones en el servicio (indicar fecha, hora de interrupción, hora de regreso del servicio, motivos de la interrupción)
- Limpiezas de las diferentes unidades y de la red de distribución
- Averías o problemas detectados
- Arreglos efectuados (indicar fecha, hora, materiales empleados, personal que ha intervenido (operadores y comunidad)

En las conexiones domiciliarias

- Registro de consumo (indicar fecha, hora de medición, cantidad medida)
- Registro de interrupción o corte (indicar fecha, hora, y motivos del corte)
- Averías o problemas detectados
- Arreglos efectuados (indicar fecha, hora, materiales empleados, personal que ha intervenido (operadores y comunidad)

### **3.9 HIGIENE DEL OPERADOR Y AYUDANTES**

Es importante asegurar la salud personal y de sus familiares, por esto es necesario:

- Lavar las manos antes de comer cualquier alimento y antes de encender un cigarillo.
- Usar en el trabajo el equipo indicado como: overol, casco, mascarilla, guantes, botas, etc., este equipo no debe ser usado al trasladarse en bus ó en la casa.
- Después de usadas las herramientas, deben ser lavadas, no se deben guardar sucias.
- Mantener las uñas cortadas y limpias.

### **3.10 SEGURIDAD DEL TRABAJO**

- Inmunizar al personal periódicamente, con la indicación del Médico del Centro de Salud más cercano. (Vacunas contra el Tetano, Fiebre Tiforidea y Difteria)
- Por lo menos una vez al año, hacerse análisis de sangre, orina, heces fecales y la respectiva revisión médica.
- Si ocurren pequeños accidentes (cortes, arañazos), limpiar la herida con agua y jabón y aplicar mertiolate, yodo ó alcohol.
- Mantener todos los accesorios de seguridad (tapas, pasadizos, escaleras, etc) en buen estado y en los sitios asignados.
- Tener agua potable.
- Tener un botiquín para primeros auxilios.
- Mantener limpia la instalación
- Los pisos y vías de circulación no deben estar resbalosos.
- No jugar en las cercanías de los filtros.
- En la revisión de instalaciones eléctricas, observar que los zapatos, manos, ropas no estén mojadas, usar equipo adecuado.
- No realizar esfuerzos excesivos (levantamiento de equipos ó cuerpos pesados).
- Colocar señales y/o avisos de precaución cuando se estén haciendo trabajos en la calle o en otros lugares.

## 5 GUIAS PARA LA CLORACIÓN

### 5.1.- Introducción

Para determinar la calidad bacteriológica del agua que se entrega a la población, es necesario realizar los análisis correspondientes. Este plan de vigilancia permite asegurar la ausencia de bacterias y microorganismos que son los causantes de las enfermedades de origen hídrico.

El producto químico que se va a utilizar es el hipoclorito de sodio (que viene en solución líquida). Este producto no debe ser almacenado en lugares donde se guarda alimentos, tan poco debe depositarse cerca de equipos y aparatos, pues puede producir la oxidación de sus partes metálicas, también se debe evitar su almacenamiento en lugares donde se recibe luz solar, ya que esta produce su descomposición y por consiguiente la pérdida de su poder desinfectante.

Uno de los factores más importantes en la práctica de la cloración es el tiempo de contacto entre el cloro y el agua. Su duración mínima es de 30 minutos, pero es preferible prolongarla por más tiempo para conseguir una desinfección eficaz.

Con el propósito de garantizar la calidad del agua, y con el fin de eliminar cualquier contaminación posterior o adicional, es necesario la presencia de "cloro residual", cuya determinación se hace por medio de comparador de cloro, que permiten visualmente conocer la cantidad que está presente en el agua.

### 5.2.- Determinación de la cantidad de solución

Antes de preparar la solución se determinará la cantidad más conveniente para el sistema en análisis. Para este fin, se deben tener en cuenta varios factores, entre los cuales se destaca las características del agua a ser tratada.

En un sistema nuevo, es conveniente utilizar inicialmente dosis de 2.0 ppm (o mg/l) para aguas ligeramente turbias y 1.5 ppm para aguas claras. En cambio, cuando el sistema ya lleva tiempo en servicio es recomendable utilizar dosis iniciales de 1.5 ppm y 1.0 ppm respectivamente.

### 5.3.- Aplicación de la solución

1. Cuando el tanque esta vacío verter agua clara al tanque dosificador de cloro, hasta unos 10 a 15 cm. Del fondo.
2. Si la dosis aplicada es 1,5 mg/l, cuando el tanque esta vacío agregar 13 l de hipoclorito sodio producido. Si está en operación y a disminuido a la mitad añadir 7,5 l de cloro.
3. Disolver revolviendo el producto con auxilio de una paleta de madera.
4. Agregar agua hasta completar los 250 l de solución
5. Agitar con la paleta por varios minutos.
6. Regular el orificio del dosificador, de suerte que entregue la cantidad de solución a ser dosificada según el caudal tratado. (Ver tabla)
7. Verificar que todo este correcto en el conjunto.
8. Tapar el depósito

La aplicación de la solución se aplicará a gravedad, desde el tanque hipoclorador hacia el mezclador ubicado en la caseta de cloración. En la tabla siguiente se adjuntan los caudales de dosificación de cloro ( $q$  cloro en centímetros cúbicos por minuto, cc/min), en función del incremento del caudal tratado medido al ingreso de la planta ( $Q$  trat, l/s), para el período de diseño.

### 5.4.- Puntos de determinación del cloro residual

Deben ser elegidos de manera que ellos indiquen una cloración de todo el sistema y permitan detectar posibles contaminaciones o mal estado de mantenimiento de la red.

Los puntos indicados son los siguientes:

- Tanque de reserva, la lectura en este punto nos hace conocer la concentración de cloro al inicio del sistema y al referir a ella las lecturas de los otros puntos, con lo cual se podrá determinar la presencia de contaminación.
- Puntos extremos de la red, la lectura en estos puntos nos indica si existe cloro en la red y además por comparación con la lectura en el tanque es posible determinar contaminación o mal estado de la red de distribución. Es recomendable la presencia de 0.3 ppm de cloro residual.
- **La desinfección es obligatoria cada 24 horas.**

# CAPITULO VII

## FICHA AMBIENTAL

El siguiente modelo de ficha fue proporcionado por el Ministerio del Ambiente adaptado con la respectiva información del sistema Cacique Duma.

### 7.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO

#### 7.1.1 PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD

Planta de Tratamiento para el sistema de abastecimiento Cacique Duma

#### 7.1.2 RESUMEN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD

Diseño y estudios para la Implementación de la Planta de Tratamiento para el sistema de abastecimiento Cacique Duma

### 7.2 DATOS GENERALES

#### Sistema de coordenadas

Este (X)	Norte (Y)	Altitud
742105.78	9662511.73	3072

Estado del Proyecto, obra o actividad (FASE):	Diseño
--	--------

Dirección del Proyecto, obra o actividad	El área de proyecto se encuentra ubicada en Tullupamba, Parroquia San Sebastián, Cantón Sigsig
--	--

#### Dirección

Provincia	Cantón	Parroquia
AZUAY	Sigsig	San Sebastian
Tipo zona: Rural		

#### Datos del promotor

Nombre:	Sr. Manuel Loja
Domicilio del promotor:	Comunidad Tullupamba
Correo electrónico del promotor:	-

#### Características de la zona

Área del proyecto (ha): 1	Infraestructura (residencial, industrial, agropecuaria u otros): Residencial
Área Total del proyecto (ha): 1	Área de implantación: 0.10 ha
Agua potable: No	Consumo de agua por mes (m3): 10.00
Energía eléctrica: Si	Consumo de energía eléctrica por mes (Kv): 10.00
Acceso vehicular: Sí	Tipo de vía de acceso: Vías secundarias
Alcantarillado: No	

#### SITUACIÓN DEL PREDIO

Situación del predio:	Propia
-----------------------	--------

### 7.3 MARCO LEGAL REFERENCIAL

(Ver Anexo 1)

## 7.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

### Actividades del Proceso

Fase	Actividad	Fecha desde	Fecha hasta	Descripción
Construcción	Construcción de obra civil	2016-04-01	2016-06-01	La comunidad deberá identificar un sitio ya construido (vivienda/bodega) para que los acople como bodega temporal y sitios para que los trabajadores puedan dejar sus pertenencias, así como realizar sus necesidades biológicas básicas.
Construcción	Excavación y adecuación del terreno	2016-04-01	2016-06-01	La excavación se realizará con una retroexcavadora en los sectores nuevos de acuerdo a los diseños. En terrenos deslizables el Contratista dispondrá las protecciones que sean necesarias para evitar su desmoronamiento, tales como entibados.
Construcción	Remoción de escombros	2016-04-01	2016-06-01	Se debe verificar que el transporte se realice de manera segura, los cajones de los volquetes deberán llenarse en un 80% de su capacidad, para evitar derrames, el material restante será desalojado en la escombrera que designada.
Construcción	Instalación de tubería prefabricada	2016-04-01	2016-06-01	Se colocarán las tuberías de acuerdo a las cotas existentes en los planos, se verificará las condiciones de gradiente y las hidráulicas, antes que se inicie la instalación de las tuberías
Construcción	Pozos de revisión	2016-04-01	2016-06-01	Son las estructuras diseñadas y destinadas para permitir el acceso al interior de los colectores para realizar labores de operación y mantenimiento. Los pozos se construirán de acuerdo al mayor diámetro de las tuberías que convergen a éstos.
Construcción	Relleno y compactación de zanjas	2016-04-01	2016-06-01	Consiste en el relleno con material de reposición. Para esta actividad se emplearán compactadores mecánicos.
Construcción	Limpieza y remoción de escombros o restos de materiales	2016-04-01	2016-06-01	Se tendrá que humedecer el área de construcción para evitar la suspensión de material particulado. El control de polvo se lo hará mediante aplicación de agua por asperción, en forma manual, por lo menos dos veces al día
Construcción	Abatimiento del nivel freático	2016-04-01	2016-06-01	Cuando en el transcurso de la excavación exista la presencia de agua por condiciones de nivel freático u otras justificadas que para su evacuación sea necesaria la <del>evacuación de bombas</del>
Construcción	Acopio de materiales	2016-04-01	2016-06-01	Disposición del material en el sitio de la obra de forma temporal

## 7.5 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN

Clima:	Templado (más de 3072msnm)
Tipo de suelo:	Arcilloso Rocosos
Pendiente del suelo:	Ondulado (pendiente mayor al 5%)
Demografía (Población más cercana):	Entre 1.001 y 2.000 habitantes
Abastecimiento de agua población:	Agua Entubada
Evacuación de aguas servidas población:	Fosa séptica
Electrificación:	Red pública
Vialidad y acceso a la población:	Vías secundarias
Organización social:	Primer grado (comunal, barrial, urbanización)

### Componente Fauna:

Piso Zoogeográfico donde se encuentra el proyecto:	Templado (1800 - 3500 mnsnm)
Grupos faunísticos que se encontraron en el área del Proyecto:	Mamíferos

## 7.6 PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES

<b>Fase: Construcción - Actividad: Construcción de obra civil (oficinas, ingreso, garita, bodegas, talleres, sistema eléctrico y servicios básicos)</b>	
Factor	Impacto
Aire	Emisión de material particulado
Acústica	Generación de ruido
Suelo	Generación de desechos peligrosos
Suelo	Generación de residuos sólidos
<b>Fase: Construcción - Actividad: Excavación y adecuación del terreno</b>	
Factor	Impacto
Suelo	Generación de residuos sólidos
Socio - Económico	Riesgo a la salud humana y salud
Acústica	Generación de ruido
<b>Fase: Construcción - Actividad: Remoción de escombros</b>	
Factor	Impacto
Aire	Emisión de material particulado
<b>Fase: Construcción - Actividad: Limpieza y remoción de escombros o restos de materiales de construcción</b>	
Factor	Impacto
Aire	Emisión de material particulado
Acústica	Generación de ruido
Socio - Económico	Riesgo a la salud humana y salud
<b>Fase: Construcción - Otras Actividades: Instalación de tubería prefabricada</b>	
Factor	Impacto
Socio - Económico	Riesgo a la salud humana y salud
Aire	Generación de polvo
<b>Fase: Construcción - Otras Actividades: Pozos de revisión</b>	
Factor	Impacto
Socio - Económico	Riesgo a la salud humana y salud
<b>Fase: Construcción - Otras Actividades: Relleno y compactación de zanjas</b>	
Factor	Impacto
Aire	Emisión de material particulado
Acústica	Generación del ruido
Paisaje	Alteración paisajística
Socio - Económico	Riesgo a la salud humana y salud
Agua	Generación de residuos sólidos

Suelo	Generación de residuos peligrosos
<b>Fase: Construcción - Otras Actividades: Reposición de la capa de rodadura con hormigón asf</b>	
Factor	Impacto
Acústica	Generación del ruido
Aire	Emisión de material particulado
Socio - Económico	Riesgo a la salud humana y salud
<b>Fase: Construcción - Otras Actividades: Abatimiento del nivel freático</b>	
Factor	Impacto
Acústica	Generación del ruido
Agua	Generación de residuos peligrosos
Paisaje	Alteración paisajística
Suelo	Generación de residuos sólidos
<b>Fase: Construcción - Otras Actividades: Acopio de materiales</b>	
Factor	Impacto
Suelo	Generación de residuos peligrosos
Agua	Generación de residuos sólidos
Acústica	Generación del ruido
Paisaje	Alteración paisajística
Socio - Económico	Riesgo a la salud humana y salud
Aire	Generación de material particulado
Agua	Generación de desechos peligrosos

## 7.7 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

<b>Plan de cierre, abandono y entrega del área</b>					
Actividad	Responsable	Fecha desde	Fecha hasta	Presupuesto	Frecuencia
Desalojo de material sobrante	Comunidad	2016-04-01	2016-06-01		1
Limpieza de cunetas	Comunidad	2016-04-01	2016-06-01		3
<b>Plan de comunicación y capacitación</b>					
Actividad	Responsable	Fecha desde	Fecha hasta	Presupuesto	Frecuencia
Educación ambiental al personal del trabajo-Charlas	GAD Municipal Sigsig	2016-04-01	2016-06-01	\$200	3
<b>Plan de contingencias</b>					
Actividad	Responsable	Fecha desde	Fecha hasta	Presupuesto	Frecuencia
Plan de capacitación	GAD Municipal	2016-04-01	2016-06-01	\$200	2
<b>Plan de manejo de desechos</b>					
Actividad	Responsable	Fecha desde	Fecha hasta	Presupuesto	Frecuencia
Almacenamiento de residuos en recipientes herméticos, Disponer de kit de cambio de aceite y combustible	Comunidad	2015-11-09	2016-01-09	\$254.25	1
<b>Plan de monitoreo y seguimiento</b>					
Actividad	Responsable	Fecha desde	Fecha hasta	Presupuesto	Frecuencia
Ingeniero Ambiental	GAD Municipal Sigsig	2016-04-01	2016-06-01	\$1600.00	60
<b>Plan de rehabilitación</b>					
Actividad	Responsable	Fecha desde	Fecha hasta	Presupuesto	Frecuencia
Limpieza del área de trabajo	Comunidad	2016-04-01	2016-06-01	-	60
<b>Plan de relaciones comunitarias</b>					
Actividad	Responsable	Fecha desde	Fecha hasta	Presupuesto	Frecuencia

Socialización del proyecto con la comunidad	GAD Municipal Sigsig	2016-04-01	2016-06-01	-	30
---	----------------------	------------	------------	---	----

**Plan de seguridad y salud ocupacional**

Actividad	Responsable	Fecha desde	Fecha hasta	Presupuesto	Frecuencia
Suministro e instalación de poste delineador	Comunidad	2016-04-01	2016-06-01	\$474.00	44
Suministro e instalación de malla de seguridad( 2 usos)	Comunidad	2016-04-01	2016-06-01	\$86.00	40
Suministro de Paso peatonal	Comunidad	2016-04-01	2016-06-01	\$124.20	1
Suministro e Instalación de Letrero Informativo	GAD Municipal del Sigsig	2016-04-01	2016-06-01	\$2009.65	1
Implementación de señalización preventiva en áreas de trabajo	Comunidad	2016-04-01	2016-06-01	\$770.40	44
Suministro e Instalación de plástico				\$60.00	1
Suministro e instalación de cinta de seguridad	Comunidad	2016-04-01	2016-06-01	\$155.00	40
<b>TOTAL \$5933,50</b>					

## Anexo 1 Marco Legal

<b>Constitución de la República del Ecuador</b>
<b>Art. 14.-</b> Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, <i>sumak kawsay</i> . Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.
<b>Art. 66.-</b> Se reconoce y garantizará a las personas: 27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.
<b>Art. 276.-</b> El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: 4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.
<b>Ley de Gestión Ambiental</b>
<b>Art. 19.-</b> Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.
<b>Art. 20.-</b> Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo.
<b>Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario</b>
<b>Art. ...-</b> Los centros agrícolas, cámaras de agricultura y organizaciones campesinas sujetas de crédito del Banco Nacional de Fomento y las empresas importadoras de maquinaria, equipos, herramientas e implementos de uso agropecuario, nuevos de fábrica, podrán también importar dichos bienes reconstruidos o repotenciados, que no se fabriquen en el país, dotados de los elementos necesarios para prevenir la contaminación del medio ambiente, previa autorización del Ministerio de Agricultura y Ganadería, con la obligación de mantener una adecuada provisión y existencia de repuestos para estos equipos, así como del suministro de servicios técnicos de mantenimiento y reparación durante todo el período de vida útil de estos bienes, reconociéndose como máximo para el efecto, el período de diez años desde la fecha de la importación. El Ministerio de Agricultura y Ganadería sancionará a las empresas importadoras de equipos reconstruidos o repotenciados, que no suministren inmediatamente los repuestos o servicios, con una multa de mil a cinco mil dólares de los Estados Unidos de Norteamérica y, dichas empresas quedarán obligadas a indemnizar al comprador tanto por daño emergente como por lucro cesante, por todo el tiempo que la maquinaria o equipos estuvieren paralizados por falta de repuestos o servicios de reparación.
<b>Acuerdo Ministerial 134</b>
Mediante Acuerdo Ministerial 134 publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 812 de 18 de octubre de 2012, se reforma el Acuerdo Ministerial No. 076, publicado en Registro Oficial Segundo Suplemento No. 766 de 14 de agosto de 2012, se expidió la Reforma al artículo 96 del Libro III y artículo 17 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, expedido mediante Decreto Ejecutivo No. 3516 de Registro Oficial Edición Especial No. 2 de 31 de marzo de 2003; Acuerdo Ministerial No. 041, publicado en el Registro Oficial No. 401 de 18 de agosto de 2004; Acuerdo Ministerial No. 139, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 164 de 5 de abril de 2010, con el cual se agrega el Inventario de Recursos Forestales como un capítulo del Estudio de Impacto Ambiental.
<b>Ley de Recursos Hídricos</b>
<b>Art. 37.-</b> Servicios públicos básicos. Para efectos de esta Ley, se considerarán servicios públicos básicos, los de agua potable y saneamiento ambiental relacionados con el agua. La provisión de estos servicios presupone el otorgamiento de una autorización de uso. La provisión de agua potable comprende los procesos de captación y tratamiento de agua cruda, almacenaje y transporte, conducción, impulsión, distribución, consumo, recaudación de costos, operación y mantenimiento. La certificación de calidad del agua potable para consumo humano deberá ser emitida por la autoridad nacional de salud. El saneamiento ambiental en relación con el agua comprende las siguientes actividades:  <ol style="list-style-type: none"><li>1. Alcantarillado sanitario: recolección y conducción, tratamiento y disposición final de aguas residuales y derivados del proceso de depuración; y,</li><li>2. Alcantarillado pluvial: recolección, conducción y disposición final de aguas lluvia.</li></ol>

**Art. 57.-** Definición. El derecho humano al agua es el derecho de todas las personas a disponer de agua limpia, suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico en cantidad, calidad, continuidad y cobertura. Forma parte de este derecho el acceso al saneamiento ambiental que asegure la dignidad humana, la salud, evite la contaminación y garantice la calidad de las reservas de agua para consumo humano. El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. Ninguna persona puede ser privada y excluida o despojada de este derecho. El ejercicio del derecho humano al agua será sustentable, de manera que pueda ser ejercido por las futuras generaciones. La Autoridad Unica del Agua definirá reservas de agua de calidad para el consumo humano de las presentes y futuras generaciones y será responsable de la ejecución de las políticas relacionadas con la efectividad del derecho humano al agua.

**Reglamento Interministerial para el Saneamiento Ambiental Agrícola**

**Art. 6.-** Las compañías importadoras, exportadoras y formuladoras de agroquímicos, distribuidoras, almacenistas agrícolas, envasadores, re-ensavadores y las empresas de sanidad vegetal, están obligados a obtener el Registro ante La Autoridad Nacional Fitosanitaria, Zoonitaria e Inocuidad de los Alimentos; así como están obligadas a obtener la regularización ambiental de la obra, actividad o proyecto ante la Autoridad Ambiental competente.

**Art. 58.-** Las compañías importadoras, exportadoras, formuladoras, distribuidoras y almacenistas de agroquímicos están obligadas, a promover y divulgar por todos los medios disponibles y mediante cursos y/o seminarios, las normas sobre uso y manejo adecuado de agroquímicos y sus desechos. Además implantarán programas integrales sobre protección del ambiente y a la salud de los trabajadores y población aledaña a los cultivos.

## CAPITULO VIII

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 8.1 Conclusiones

- Al realizarse este proyecto se espera la purificación y desinfección del agua para consumo de los pobladores y con esto se tendrá un notable desarrollo social, económico y ambiental.
- Se recogió información importante en referencia a aspectos socio-culturales del sector para una adecuada selección del sistema de tratamiento.
- Por los resultados obtenidos en los análisis de agua se logró determinar que el mejor resultado para el tratamiento del agua cruda se dará por medio de filtración de múltiples etapas.
- Luego de los cálculos realizados se espera tener una remoción de más del 50% en relación a los valores de color real, turbiedad y coliformes presentes en el agua, llegando así a obtener los parámetros bajo los límites permisibles para consumo.
- Con el manual de operación y mantenimiento, tanto el operador como los encargados de la planta tendrán instrucciones, indicaciones y especificaciones necesarias para llevar de la mejor manera el sistema.
- Debido a un análisis de presupuesto se llegó a la conclusión que esta es la opción más económica para las comunidades.
- Con una capacitación a los moradores se logró actualizar la información y conocimientos acerca de la ley para recursos hídricos, con las cuales podrán ejecutar el proyecto y administrar el mismo de acuerdo a los estatutos que los rigen.

#### 8.2 Recomendaciones

Se recomienda tener en cuenta que la operación y mantenimiento del sistema es parte fundamental para el óptimo desempeño del mismo por lo que los operadores y encargados del mismo no deberán descuidar sus labores, caso contrario el estudio, la inversión y el esfuerzo para construirlos serán en vano ya que el sistema no funcionará de una manera adecuada.

Así mismo se reitera a los operadores no olvidar el proceso de cloración y desinfección mediante los pasos indicados en la capacitación, ya que si no se tiene la dotación adecuada todo el proceso de filtración se verá seriamente comprometido en sus resultados.

Aunque el sistema tenga un período de diseño mayor a 20 años y proyectado a un crecimiento poblacional, se recomienda manejar con precaución el incremento de domiciliarias a lo largo de la distribución, para no tener problemas debido a la saturación del sistema.

Es indispensable que el representante de la junta administradora de agua verifique que la denuncia en la SENAGUA adjudique mínimo los 2,85 litros por segundo de los 5,18 aforados en el cajón recolector para uso doméstico, debido al caudal de diseño para el tratamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arboleda, J. (1998). Teoría y Práctica de la Purificación del Agua. ACODAL.
- Bañón, L. (2000). Manual de Carreteras. Elementos y Proyecto (Vol. I). Valencia: Enrique Ortiz e Hijos.
- Blacio, D., & Palacios, J. (2011). Filtros biológicos para la potabilización del agua, posibilidades de uso de FLA (Filtros Lentos de Arena) con agua superficial de nuestra región. Cuenca.
- Carrasco, V., & Idrovo, F. (1996). Investigación En campo de Sistemas No Convencionales para la Potabilización del Agua. Cuenca.
- Carrasco, W. (2011). Políticas públicas para la prestación de servicios de agua potable y saneamiento en las áreas rurales. Santiago de Chile: CEPAL.
- Chaparro, T. (2012). Slideshare. Obtenido de: <http://es.slideshare.net/palacios8807/filtracion-fime.%20Chaparro,%202012>
- Cordero, M., & Ullauri, P. (2011). FILTROS CASEROS, UTILIZANDO FERROCEMENTO, DISEÑO PARA SERVICIO A 10 FAMILIAS, CONSTANTE DE 3 UNIDADES DE FILTROS GRUESOS ASCENDENTES (FGAS), 2 FILTROS LENTOS DE ARENA (FLA), SISTEMAS PARA APLICACION DE CLORO Y 1 TANQUE DE ALMACENAMIENTO. Cuenca.
- Cuenca, M., & Chamba, C. (21 de marzo de 2012). Geología del Ecuador-Sierra. Obtenido de: Scribd: <http://es.scribd.com/doc/86272933/GEOLOGIA-DEL-ECUADOR>
- Das, B. (2001). Fundamentos de ingeniería geotécnica. México, D.F.: Thomson Learning, Inc.
- DINOTEC Sociedad de Aguas y Medio Ambiente. (2013). Sistema de Potabilización de Agua. Sevilla: Parsi.
- Ferro, G., & Letiti, E. (2010). Economías de escala en los servicios de agua potable y alcantarillado. Santiago de Chile: CEPAL, Naciones Unidas.
- Fundación Wikipedia, Inc. (8 de agosto de 2012). Wikipedia La enciclopedia libre. Obtenido de: [http://es.wikipedia.org/wiki/Vertedero\\_de\\_pared\\_delgada](http://es.wikipedia.org/wiki/Vertedero_de_pared_delgada)
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Sígsig. (2012). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia San Sebastián de Sígsig. Sígsig.
- INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización;. (2012). implementación de plantas potabilizadoras prefabricadas en sistemas públicos de agua potable. Quito.
- Jordi Morató, A. S. (2006). Tecnologías sostenibles para la potabilización y el tratamiento de las aguas residuales. Lasallista de investigación, 3(1), 19-29.
- Leal Ascencio, T. (octubre de 2012). Buenas Tareas. Obtenido de [http://www.psa.es/webesp/projects/solarsafewater/documents/curso/dia\\_14/3.%20Teresa%20Leal.pdf](http://www.psa.es/webesp/projects/solarsafewater/documents/curso/dia_14/3.%20Teresa%20Leal.pdf)
- León, F. (2012). Estudio y Diseño del Sistema de Agua Potable de la comunidad de El Salado del cantón Sozaranga, provincia de Loja. Loja.

Magne, F. (2008). ABASTECIMIENTO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE. Cochabamba.

MDGIF-MIDUVI. (2010). Código Ecuatoriano para el diseño de la construcción de obras sanitarias. Norma CO10.7-602 Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural.

OPS/CEPIS/06.176, UNATSABAR. (Lima 2005). GUÍAS PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE FILTRACIÓN DE MÚLTIPLES ETAPAS. Obtenido de: <http://www.bvsde.ops-oms.org/tecapro/documentos/agua/176-O&M-FiME.pdf>

OPS/CEPIS/06.176;UNATSABAR. (Lima 2005). GUÍA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE FILTRACIÓN EN MÚLTIPLES ETAPAS. Obtenido de: <http://www.bvsde.ops-oms.org/tecapro/documentos/agua/174esp-diseno-FiME.pdf>

Ortiz, L. (22 de Agosto de 2011). Scribd. Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/62863094/Filtro-Lento-Arena>

Pauta, G. (1998). Manual de Teoría y Prácticas de Análisis de Aguas. Cuenca.

Ponce, V. M. (2011). Matriz de Leopold. Obtenido de Evaluación del Impacto Ambiental.

Sánchez, X., & Cáceres, A. (1996). Evaluación de Filtro Grueso Dinámico, Filtro Grueso Ascendente en serie, Filtro Grueso Ascendente en capas; y, construcción y evaluación de un filtro Lento de Arena. Cuenca.

Torres, P. (2012). Estudios para el Mejoramiento del Sistema de Agua Potable para la Comunidad de San Antonio, parroquia Cuchil, cantón Sígsig, provincia del Azuay. Sígsig.

Velez, G. (2012). Estudio de mecánica de los suelos. Cuenca.

Visscher, J., Paramasivam, R., Raman, A., & Heijnen, H. (2000). Filtración Lenta en Arena Tratamiento de Agua para Comunidades. Cali: CINARA.

## RESUMEN DE CALCULOS CAPTACIÓN

DIMENSIONES		
ANCHO DE LA PANTALLA (b)	1,3	m
DISTANCIA PUNTO DE AFLORAMIENTO- CAPTACION (L)	1,23	m
ALTURA CAMARA HUMEDA (Ht)	1,17	m
TUBERIA REBOSE Y LIMPIEZA	3,2	pulgadas

### 1. ANCHO DE LA PANTALLA (b)

Datos	Cantidad	Unidad
Qmax (Caudal maximo de la Fuente)	5,18	L/s
Cd (Coeficiente de descarga)	0,6	
G (Aceleracion de la gravedad)	9,81	m/s <sup>2</sup>
H(Carga sobre el centro del orificio)	0,4	m

#### 1.1 Velocidad de paso teorica

$$V : Cd * \sqrt{2 * G * H}$$

**V (Calculada):**      1,68 m/s

**V(Asumida):**        0,6 m/s

#### 1.2 Area Transversal

$$Q_{max} : V * Cd * A \rightarrow A : \frac{Q_{max}}{V * Cd}$$

**A:**      0,0144 m<sup>2</sup>

#### 1.3 Diametro Tuberia de ingreso

$$Dc: \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$$

**Dc:**      0,1354 m

**Dc (Calculado):**    5,33 pulgadas

**Dc (Asumido):**     2 pulgadas

#### 1.4 Numero de Orificios

$$N. Orif : \frac{Diametro Calculado}{Diametro Asumido} + 1$$

**No. Orif:**            4

#### 1.5 Ancho de la Pantalla

$$b : 2(6Dc) + N. orif * Dc + 3Dc * (N. orif - 1)$$

**b:**            1,3 m

## 2. DISTANCIA PUNTO DE AFLORAMIENTO-CAPTACION (L)

Datos	Cantidad	Unidad
Velocidad de paso	0,6	m/s
G (Aceleracion de la gravedad)	9,81	m2/s
H(Carga sobre el centro del orificio)	0,4	m

### 2.1 Perdida de carga en el orificio

$$h_o : 1,56 * \frac{V^2}{2g}$$

$$h_o: \quad 0,03 \text{ m}$$

### 2.2 Perdida de carga afloramiento-reservorio

$$h_f : H - h_o$$

$$h_f: \quad 0,37 \text{ m}$$

### 2.3 Distancia Afloramiento-Captacion

$$L : \frac{h_f}{0,3}$$

$$L: \quad 1,23 \text{ m}$$

## 3. ALTURA CAMARA HUMEDA (Ht)

Datos	Cantidad	Unidad
A (Altura minima de Sedimentacion)	0,2	m
B (1/2 del diametro de la canastilla)	0,12	m
C (Altura minima para que el gasto de salida de la captacion pueda fluir por la tuberia de conduccion)	0,3	m
D (Desnivel minimo entre el nivel de ingreso de agua del afloramiento y el nivel de agua de la camara humeda)	0,15	m
E (Borde Libre desde ingreso de agua del afloramiento)	0,4	m

$$H_t: A + B + C + D + E$$

$$H_t: \quad 1,17 \text{ m}$$

## 4.

## CANASTILLA

Datos	Cantidad	Unidad
Da (Diámetro tubería de conducción)	0,11	m
ar (Ancho ranura canastilla)	0,05	m
br (Largo ranura canastilla)	0,07	m

## 4.1 Diámetro

$$D : 2 * Da$$

D: 0,22 m

D: 0,24 m

## 4.2 Longitud

$$3Da < L < 6Da$$

L: 0,5 m

## 4.3 Área de Ranuras

$$Ar : ar * br$$

Ar: 0,0035 m

## 5.

## TUBERIA REBOSE Y LIMPIEZA

Datos	Cantidad	Unidad
Qmax (Caudal máximo de la Fuente)	5,18	L/s
hf (Pérdida de Carga unitaria)	0,015	m/m

## 5,1 Diámetro Tubería de Rebose

$$Dr : \frac{0,71 * Q^{0,38}}{hf^{0,21}}$$

Dr: 3,2 pulgadas

Dr: 4 pulgadas

## RESUMEN DE CALCULOS FILTRO GRUESO DINAMICO

1.

FGDi

Datos	Cantidad	Unidad
Q (Caudal de Diseno)	2,85	L/s
Qf (Caudal para cada filtro 65% Q)	1,85	L/s
Vf (Velocidad de Filtracion)	2,50	m/h
VI (Velocidad de lavado en el filtro)	20,00	m/h
N (Numero de filtros)	2,00	U
do (Diametro por cada orificio)	10,00	mm
vo (Velocidad por cada orificio)	3,00	m/s
NI (Numero de Laterales)	5,00	U
Lt (longitud del Lateral)	0,70	m
So (Separacion entre orificios)	0,10	m
dl (Diametro Interno del lateral)	59,00	mm
al (Area interna del lateral)	0,00273	m <sup>2</sup>
dc (Diametro Interno del colector)	160,00	mm

### 1.1 Area Superficial

$$As : \frac{Qf}{Vf}$$

As: 2,67 m<sup>3</sup>

As: 2,7 m<sup>3</sup>

### 1.2 Dimensionamiento

$$Df : \sqrt{\frac{4 * As}{\pi}}$$

Df: 1,9 m

Df: 2,0 m

### 1.3 Caudal de Lavado

$$Ql: A * Vl$$

$$Ql: 54,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Ql: 0,015 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 1.3 Caudal por Orificio

$$Qo: Ao * Vo$$

$$Ao: 0,00008 \text{ m}^2$$

$$Vo: 3,00$$

$$Qo: 0,00024 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 1.4 Numero de Orificios

$$No: \frac{Ql}{Qo}$$

$$No: 64 \text{ Orificios}$$

$$No \text{ (Asumido): } 70 \text{ Orificios}$$

### 1.5 Area Total de Orificios

$$Ato: Ao * No$$

$$Ato: 0,0055 \text{ m}^2$$

$$0.0015 < Ato < 0.005$$

### 1.6 Numero de Orificios por Lateral

$$Nol: \frac{Lt}{So} * 2$$

$$Nol: 14 \text{ Orificios}$$

**1.7 Area del tubo Lateral/Area Orificios Laterales**

$$\frac{Al}{Nol * Ao}$$

$$Al/(Nol * Ao): \quad 2,4864$$

$$2 < \frac{Al}{Nol * Ao} < 4$$

**1.8 Area del Colector**

$$Ac: \frac{3.1416 * dc^2}{4}$$

$$Ac: \quad 0,02011 \text{ m}^2$$

**1.9 Area de Laterales por Nudo**

$$AlN: 2 * Al$$

$$AlN: \quad 0,00547 \text{ m}^2$$

**1.10 Area de Colector/Area Laterales por Nudo**

$$\frac{Ac}{AlN}$$

$$Ac/AlN: \quad 3,6771$$

$$1.5 < \frac{Ac}{AlN} < 3$$

**1.11 Material Filtrante**

POSICION EN LECHO	ESPESOR DE CAPA EN METROS	
SUPERIOR (3.0 - 5.0 mm)	0,20	GRAVA FINA
INTERMEDIO (5.0 - 15.0 mm)	0,20	GRAVA MEDIA
INFERIOR (15.0 - 25.0 mm)	0,20	GRAVA GRUESA

## RESUMEN DE CALCULOS FILTRO GRUESO ASCENDENTE

1.

FGA

Datos	Cantidad	Unidad
Q (Caudal de Diseño)	2,85	L/s
Qf (Caudal para cada filtro 65% Q)	1,85	L/s
Vf (Velocidad de Filtración)	0,60	m/h
N (Numero de filtros)	2,00	U
Df (Diametro de Filtro)	3,00	m
Alf (Altura Lecho Filtrante)	1,50	m
Als (Altura de Seguridad)	0,80	m
Dof (Diametro de Orificios)	0,01	m
VI (Velocidad de lavado en el filtro)	20,00	m/h
Dcp (Diametro Conducto Principal)	0,16	m
Acp (Area Conducto Principal)	0,0201	m <sup>2</sup>
vo (Velocidad por cada orificio)	5,00	m/s
Dla (Diametro del Lateral)	0,06	m
Ala (Area Lateral)	0,0031	m <sup>2</sup>

### 1.1 Area Superficial

$$As: \frac{Qd}{N * Vf}$$

As: 5,56 m<sup>2</sup>

As: 6,0 m<sup>2</sup>

$$Df: \sqrt{\frac{4 * As}{\pi}}$$

Df: 2,8 m

Df: 3,0 m

### 1.2 Altura del Filtro

$$Af: Alf + Als$$

Af: 2,3 m

### 1.3 Caudal por Orificio

$$Q_o: A_o * V_o$$

$$A_o: 0,00008 \text{ m}^2$$

$$V_o: 5,00 \text{ m/s}$$

$$Q_o: 0,00039 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 1.4 Caudal de Lavado

$$Q_l: A_s * V_l$$

$$Q_l: 24,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_l: 0,007 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 1.5 Numero de Orificios

$$N_o: \frac{Q_l}{Q_o}$$

$$N_o: 17 \text{ Orificios}$$

$$N_o \text{ (Asumido): } 17 \text{ Orificios}$$

### 1.6 Area Total de Orificios

$$A_{to}: A_o * N_o$$

$$A_{to}: 0,0013 \text{ m}^2$$

$$A_{to}/A_l: 0,4283$$

$$\frac{A_{to}}{A_l} < 0.42$$

### 1.7 Area del tubo Lateral/Area Orificios Laterales

$$\frac{A_l}{N_o * A_o}$$

$$A_l/(N_o * A_o): 2,3347$$

$$2 < \frac{A_l}{N_o * A_o} < 4$$

### 1.8 Area del Colector

$$A_c: \frac{3.1416 * d_{cp}^2}{4}$$

$$A_c: 0,02011 \text{ m}^2$$

### 1.9 Area de Laterales por Nudo

$$AIN: 2 * Al$$

$$AIN: 0,00623 \text{ m}^2$$

### 1.10 Area de Colector/Area Laterales por Nudo

$$\frac{Ac}{AIN}$$

$$Ac/AIN: 3,2250$$

$$1.5 < \frac{Ac}{AIN} < 3$$

### 1.11 Material Filtrante

POSICION EN LECHO	ESPESOR DE CAPA EN METROS	
SUPERIOR (3.0 - 5.0 mm)	0,25	GRAVA FINA
INTERMEDIO (5.0 - 15.0 mm)	0,25	GRAVA MEDIA
INFERIOR (15.0 - 25.0 mm)	0,25	GRAVA GRUESA
SOPORTE DE FONDO	0,50	GRAVA GRUESA

## RESUMEN DE CALCULOS FILTRO LENTO DE ARENA

### 1. CAJON RECOLECTOR

Datos	Cantidad	Unidad
Q (Caudal de Diseno)	2,85	L/s
Tr (Tiempo de Retencion)	300	seg
b (Ancho del cajon recolector)	0,80	m
l (Longitud del cajon recolector)	1,20	m

#### 1.1 Volumen

$$V : Q * Tr$$

$$V: \quad 0,86 \text{ m}^3$$

#### 2.2 Profundidad

$$H : \frac{V}{b * l}$$

$$H: \quad 0,9 \text{ m}$$

## 2.

## VERTEDEROS TRIANGULARES DE AFORO

Datos	Cantidad	Unidad
Q (Caudal de Diseno)	2,85	L/s
Qf (Caudal para cada filtro 65% Q)	1,85	L/s
H (Altura del Vertedero)	0,40	m

## 2.1 Carga sobre el vertedero de aforo

$$h : \left(\frac{Qf}{1,4}\right)^{\frac{2}{5}}$$

$$h: \quad 0,07 \text{ m}$$

## 2.2 Ancho de la Lamina de Agua

$$b : 2 * h$$

$$b: \quad 0,14 \text{ m}$$

## 2.3 Ancho del Vertedero

$$B : 2 * H$$

$$B: \quad 0,80 \text{ m}$$

## 3.

## FILTRO LENTO ARENA

Datos	Cantidad	Unidad
Q (Caudal de Diseno)	2,85	L/s
Qf (Caudal para cada filtro 65% Q)	1,85	L/s
Vf (Velocidad de Filtracion)	0,20	m/h
φ Diametro de orificios	12,70	mm
Ao (Area de cada orificio)	0,000127	m <sup>2</sup>
Vo (Velocidad en cada orificio)	0,2	m/s
VI (Velocidad asumida en laterales)	0,21	m/s
Vc (Velocidad asumida en colector)	0,20	m/s
L1 (Longitud Lateral 1)	1,37	m
L2 (Longitud Lateral 2)	5,65	m
L3 (Longitud Lateral 3)	6,40	m
L4 (Longitud Lateral 4)	5,65	m
L5 (Longitud Lateral 5)	1,37	m
Lt (Longitud Total de Laterales)	20,44	m

### 3.1 Area Superficial

$$A_s : \frac{Q_f}{v_f}$$

**As:** 33,35 m<sup>2</sup>

### 3.2 Dimensionamiento

$$d : \sqrt{\frac{4 * A_s}{\pi}}$$

**d:** 6,52 m

**d:** 6,60 m

**As:** 34,21 m<sup>2</sup>

### 3.3 Caudal de Cada Orificio

$$Q_o : A_o * V_o$$

**Qo:** 2,53E-05 m<sup>3</sup>/s

### 3.4 Numero de Orificios

$$N. Orif.: \frac{Q}{Q_o}$$

**N. Orif:** 73,12 Orificios

**N. Orif:** 74 Orificios

### 3.5 Caudal en Laterales

$$q_L : nOr.* Q_o$$

**qL(2):** 0,00025 m<sup>3</sup>/s

### 3.6 Area en Laterales

$$AL: \frac{qL(2)}{v_l}$$

**AL:** 0,00121 m<sup>2</sup>

### 3.7 Diametro de Laterales

$$dL : \sqrt{\frac{4 * AL}{\pi}}$$

**dL: 0,04 m**

**dL: 0,63 m**

### 3.8 Cantidad de Orificios por metro

$$e: \frac{N.Orif}{Lt}$$

**e: 3,62 Orif/m**

### 3.9 Orificios por Lateral

**L1: 5 Orificios**

**L2: 20 Orificios**

**L3: 23 Orificios**

**L4: 20 Orificios**

**L5: 5 Orificios**

### 3.10 Area de Colector Principal

$$Ac: \frac{Q}{vC}$$

**Ac: 0,0093 m2**

### 3.11 Diametro de Colector Principal

$$dc : \sqrt{\frac{4 * Ac}{\pi}}$$

**dC: 0,1086 m**

**dC: 0,1100 m**

PRESUPUESTO						
Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		CAPTACION				2.344,47
1,001	508001	Replanto de Piedra, e=15 cm	m2	12,00	7,42	89,04
1,002	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	2,13	129,73	276,32
1,003	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	40,00	1,80	72,00
1,004	540338	Sum,-Ins, Malla electrosoldada R158	m2	13,76	5,95	81,87
1,005	501003	Encofrado Recto	m2	17,35	8,54	148,17
1,006	535063	Sum, Tapa metalica	m2	1,00	120,00	120,00
1,007	517001	Preparado y pintado de superficie	m2	14,55	2,92	42,49
1,008	509003	Colocacion Tuberia PVC U/E D=110 mm	m	6,00	0,47	2,82
1,009	535608	Sum, Tee PVC U/E D=200 x 110 mm	u	3,00	219,56	658,68
1,01	507004	Enlucido 1:2 + Impermeabilizante	m2	8,20	11,22	92,00
1,011	507001	Enlucido con mortero 1:3	m2	9,15	9,89	90,49
1,012	535118	Sum, Valvula RW D=4"	u	1,00	329,26	329,26
1,013	535725	Sum, Universal HG D=4"	u	1,00	34,81	34,81
1,014	540264	Sum, y colocacion Grava graduada de 6 a 38 mm,	m3	3,52	87,08	306,52
2		CONDUCCION				17.809,58
2,001	522035	Replanteo de 0 a 1.0 km	km	5,00	232,46	1.162,30
2,002	514001	Tapado de zanjas con maquina	m3	824,10	1,20	988,92
2,003	540121	Tapado manual de zanjas	m3	614,10	2,86	1.756,33
2,004	513002	Transporte de material hasta 5km	m3	173,50	1,46	253,31
2,005	509004	Colocacion Tuberia PVC U/E D=160 mm	m	5.000,00	0,65	3.250,00
2,006	535067	Sum, Tuberia PVC U/E 1,00 MPA - 160 mm	m	5.000,00	1,60	8.000,00
2,007	507001	Enlucido con mortero 1:3	m2	42,00	9,89	415,38
2,008	517001	Preparado y pintado de superficie	m2	42,00	2,92	122,64
2,009	508001	Replanto de Piedra, e=15 cm	m2	4,80	7,42	35,62
2,01	506002	Hormigón Simple 180 Kg/cm2	m3	3,12	123,85	386,41
2,011	540005	Sum,-Ins, Tapa metalica	m2	3,84	127,92	491,21
2,012	535500	Sum, Codo PVC U/E R/L D=160 mm 45 grad,	u	1,00	48,12	48,12
2,013	535732	Sum, Codo PVC U/E R/L D=160 mm 22.5 grad,	u	3,00	46,33	138,99
2,014	535060	Sum,-Ins, Tee PVC U/E D=160 mm	u	1,00	153,48	153,48
2,015	540052	Sum,-Ins, Reductor PVC U/E D=160 x 110 mm	u	2,00	44,16	88,32
2,016	507001	Enlucido con mortero 1:3	m2	14,00	9,89	138,46
2,017	517001	Preparado y pintado de superficie	m2	14,00	2,92	40,88
2,018	508001	Replanto de Piedra, e=15 cm	m2	1,60	7,42	11,87
2,019	506002	Hormigón Simple 180 Kg/cm2	m3	1,04	123,85	128,80
2,02	540005	Sum,-Ins, Tapa metalica	m2	1,28	127,92	163,74
2,021	509023	Colocacion Acc PVC U/E sin anclajes, D=160 mm	u	5,00	6,96	34,80
3		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE				67.645,69
3,01		OBRA CIVIL				67.645,69
003.01.005		FILTRO GRUESO DINAMICO				21.242,38
003.01.005.001	522030	Replanteo y nivelación de áreas	m2	12,00	1,16	13,92
003.01.005.002	540264	Sum, y colocacion Grava graduada de 6 a 38 mm,	m3	13,00	87,08	1.132,04
003.01.005.003	508001	Replanto de Piedra, e=15 cm	m2	20,00	7,42	148,40
003.01.005.004	501003	Encofrado Recto	m2	2,00	8,54	17,08
003.01.005.005	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	15,00	129,73	1.945,95
003.01.005.006	535118	Sum, Valvula RW D=4"	u	35,00	329,26	11.524,10
003.01.005.007	540016	Sum, Tuberia HG D=4"	m	7,00	119,81	838,67
003.01.005.008	535063	Sum, Tapa metalica	m2	4,00	120,00	480,00
003.01.005.009	505001	Mamposteria de Ladrillo con mortero 1:3	m2	3,00	23,75	71,25
003.01.005.010	598010	Sum, Inst, de Neplo de HD BL D=100mm, L=1.40m	u	8,00	184,45	1.475,60
003.01.005.011	598002	Sum, Inst, de Neplo de HD BL D=50mm, L=0.25m	u	8,00	74,69	597,52

003.01.005.012	535094	Sum, Tapon PVC U/E D=63 mm	u	14,00	12,42	173,88
003.01.005.013	535124	Sum, Tapon PVC U/E D=110 mm	u	5,00	39,43	197,15
003.01.005.014	598023	Sum, Ins Tubería perforada PVC U/E 1,00 MPA - 90 mm	m	11,00	5,42	59,62
003.01.005.015	598005	Sum. Ins. Cruz BBBB HD, D=100 mm	u	11,00	154,44	1.698,84
003.01.005.016	501002	Encofrado Curvo	m2	8,40	10,86	91,22
003.01.005.017	540010	Sum,-Ins, Malla exagonal 5/8	m2	41,00	5,77	236,57
003.01.005.018	540002	Sum,-Ins, Malla electrosoldada R106	m2	8,40	4,48	37,63
003.01.005.019	504003	Mortero Cemento:Arena 1:2 con impermeabilizante	m3	1,00	195,34	195,34
003.01.005.020	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	100,00	1,80	180,00
003.01.005.021	598089	Alambre galvanizado para guía de cable #14	Kg	40,00	3,19	127,60
003.01.006		FILTRO GRUESO ASCENDETE				10.599,76
003.01.006.001	522030	Replanteo y nivelación de áreas	m2	20,00	1,16	23,20
003.01.006.002	540264	Sum, y colocacion Grava graduada de 6 a 38 mm,	m3	15,00	87,08	1.306,20
003.01.006.003	508001	Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	20,00	7,42	148,40
003.01.006.004	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	0,50	129,73	64,87
003.01.006.005	535118	Sum, Valvula RW D=4"	u	5,00	329,26	1.646,30
003.01.006.006	540016	Sum, Tubería HG D=4"	m	6,00	119,81	718,86
003.01.006.007	535063	Sum, Tapa metalica	m2	4,00	120,00	480,00
003.01.006.008	505001	Mampostería de Ladrillo con mortero 1:3	m2	6,00	23,75	142,50
003.01.006.009	535124	Sum, Tapon PVC U/E D=110 mm	u	11,00	39,43	433,73
003.01.006.010	535094	Sum, Tapon PVC U/E D=63 mm	u	18,00	12,42	223,56
003.01.006.011	598023	Sum, Ins Tubería perforada PVC U/E 1,00 MPA - 90 mm	m	11,00	5,42	59,62
003.01.006.012	598005	Sum. Ins. Cruz BBBB HD, D=100 mm	u	12,00	154,44	1.853,28
003.01.006.013	501002	Encofrado Curvo	m2	31,00	10,86	336,66
003.01.006.014	540002	Sum,-Ins, Malla electrosoldada R106	m2	32,00	4,48	143,36
003.01.006.015	540010	Sum,-Ins, Malla exagonal 5/8	m2	160,00	5,77	923,20
003.01.006.016	504003	Mortero Cemento:Arena 1:2 con impermeabilizante	m3	3,00	195,34	586,02
003.01.006.017	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	130,00	1,80	234,00
003.01.006.018	598089	Alambre galvanizado para guía de cable #14	Kg	400,00	3,19	1.276,00
003.01.004		FILTROS LENTOS DE ARENA (2 UNIDADES)				23.917,74
003.01.004.001	540104	Drenes tubería PVC D=110 mm	m	72,00	9,53	686,16
003.01.004.002	508002	Replanteo de Piedra, e=20 cm	m2	50,00	8,21	410,50
003.01.004.003	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	36,65	129,73	4.754,60
003.01.004.004	540003	Sum,-Ins, Malla electrosoldada R257	m2	124,40	8,96	1.114,62
003.01.004.005	540010	Sum,-Ins, Malla exagonal 5/8	m2	124,00	5,77	715,48
003.01.004.006	540366	Sum,-Ins, Malla cuadrada 25x25 h=47,5 cm	m2	287,00	7,32	2.100,84
003.01.004.007	501002	Encofrado Curvo	m2	57,40	10,86	623,36
003.01.004.008	501003	Encofrado Recto	m2	12,60	8,54	107,60
003.01.004.009	504003	Mortero Cemento:Arena 1:2 con impermeabilizante	m3	17,72	195,34	3.461,42
003.01.004.010	507004	Enlucido 1:2 + Impermeabilizante	m2	327,30	11,22	3.672,31
003.01.004.011	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	1.274,00	1,80	2.293,20
003.01.004.012	516010	Sum,-Ins, Tapa de acero inoxidable con mecanismo de seguridad	m2	3,38	396,94	1.341,66
003.01.004.013	517001	Preparado y pintado de superficie	m2	76,00	2,92	221,92
003.01.004.014	540095	Sum, y colocacion Grava para filtros	m3	21,00	58,25	1.223,25
003.01.004.015	540104	Drenes tubería PVC D=110 mm	m	72,00	9,53	686,16
003.01.004.016	535136	Sum, Tapon PVC Desague D=110 mm	u	18,00	1,60	28,80
003.01.004.017	540094	Sum, y colocacion Arena para filtro	m3	1,20	178,85	214,62
003.01.004.018	598023	Sum, Ins Tubería perforada PVC U/E 1,00 MPA - 90 mm	m	48,20	5,42	261,24
003.01.008		CASETA DE CLORACION				3.984,76
003.01.008.001	514004	Relleno compactado	m3	4,00	5,08	20,32
003.01.008.002	506011	Hormigón Simple 140 Kg/cm2	m3	0,50	113,53	56,77
003.01.008.003	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	6,28	129,73	814,70
003.01.008.004	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	25,00	1,80	45,00
003.01.008.005	501003	Encofrado Recto	m2	49,88	8,54	425,98
003.01.008.006	540002	Sum,-Ins, Malla electrosoldada R106	m2	18,00	4,48	80,64

003.01.08.007	508001	Replantillo de Piedra, e=15 cm	m2	11,00	7,42	81,62
003.01.08.008	505001	Mamposteria de Ladrillo con mortero 1:3	m2	34,80	23,75	826,50
003.01.08.009	507001	Enlucido con mortero 1:3	m2	69,60	9,89	688,34
003.01.08.010	517001	Preparado y pintado de superficie	m2	70,00	2,92	204,40
003.01.08.011	540098	Sum,-lns, Ventana de alumineo, incluye vidrio	m2	1,84	87,05	160,17
003.01.08.012	540249	Sum,-lns, Puerta de alumineo, incluye vidrio	m2	4,84	119,90	580,32
003.01.11		RED DE TUBERIAS ENTRE UNIDADES DE TRATAMIENTO				1.432,21
003.01.11.001	514004	Relleno compactado	m3	25,60	5,08	130,05
003.01.11.002	535068	Sum, Tuberia PVC U/E 1,00 MPA - 110 mm	m	20,00	4,58	91,60
003.01.11.003	509003	Colocacion Tuberia PVC U/E D=110 mm	m	162,00	0,47	76,14
003.01.11.004	540029	Sum,-lns, Codo PVC U/E R/L D=110 mm 90 grad,	u	8,00	22,93	183,44
003.01.11.005	540050	Sum,-lns, Codo PVC U/E R/L D=110 mm 45 grad,	u	2,00	22,62	45,24
003.01.11.006	540101	Sum,-lns, Union reparacion PVC U/E D=110 mm	u	6,00	19,69	118,14
003.01.11.007	509022	Colocacion Acc PVC U/E sin anclajes, D=110 mm	u	16,00	4,02	64,32
003.01.11.008	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	1,50	129,73	194,60
003.01.11.009	535682	Sum, Tee HF D=110 mm	u	4,00	47,52	190,08
003.01.11.010	540100	Sum,-lns, Valvula HF D=110 mm	u	2,00	169,30	338,60
003.01.13		CERRAMIENTO				6.468,84
003.01.13.001	514004	Relleno compactado	m3	9,36	5,08	47,55
003.01.13.002	505002	Mamposteria de Piedra con mortero 1:3	m3	31,60	89,84	2.838,94
003.01.13.003	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	2,40	129,73	311,35
003.01.13.004	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	84,64	1,80	152,35
003.01.13.005	501003	Encofrado Recto	m2	45,00	8,54	384,30
003.01.13.006	540008	Sum,-lns, Malla de cerram, 50/12 h=1,5 con tubo poste 2"	m	90,00	22,96	2.066,40
003.01.13.007	540124	Sum,-lns, Puerta de Malla para cerramiento	m2	15,00	44,53	667,95
5		PLAN DE MANEJO SOCIO AMBIENTAL				3.679,15
5,001	551018	Paso peatonal	m	10,00	12,42	124,20
5,002	551024	Suministro e Instalación de plástico	m2	500,00	0,12	60,00
5,003	593001	Suministro e Instalación de Letrero Informativo	u	3,00	669,85	2.009,55
5,004	593002	Suministro e Instalación de Señales	u	20,00	38,52	770,40
5,005	593013	Suministro e Instalación de Cinta	m	500,00	0,31	155,00
5,006	593015	Suministro e Instalación de Poste Delineador	u	50,00	9,48	474,00
5,007	593031	Suministro e Instalación de Malla	m	50,00	1,72	86,00
<b>SUBTOTAL</b>						91.478,89
<b>IVA</b>						0%
<b>TOTAL</b>						91.478,89

Son: NOVENTA Y UNO MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y OCHO CON 89/100 DÓLARES

## ANALISIS TARIFARIO

### SISTEMA DE AGUA POTABLE "CACIQUE DUMA"

**1.- COSTOS DE HIPOCLORITO DE SODIO.**

Caudal que ingresa a la planta	5.18	l/seg.
Caudal diario a desinfectar: (Qd)	447.552,00	lts./día
Concentración de cloro: (Ck)	12500	constante de fábrica
Dosificación de cloro residual: ( c )	3,00	ppm.
Volumen de cloro necesario por día(CI): c*Qd/Ck	107,41	litros
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN:</b>		
sal comun \$ 0.35*(13.66/30)	1,253	dólares
energía electrica \$ 0.091*1,665	0,152	dólares
Costo de cloro por día	1,405	dólares
<b>Costo de cloro por m3 de agua:</b>	<b>0,003139</b>	<b>Dólares / M3.</b>

**2.- COSTOS DE MANTENIMIENTO:**

Combustible utilización vehiculos	100	dólares
Gastos de Transporte	200	dólares
Compra de materiales y herramientas	500	dólares
Oficios a Instituciones		
Materiales de Oficina		
<b>SUMAN</b>	<b>800</b>	<b>Dólares por año</b>
Caudal a desinfectar en un año	32,850,00	m3 por un año
<b>Costo de mantenimiento por M3 de Agua:</b>	<b>0,024353</b>	<b>Dólares / M3</b>

**3.- COSTOS DE OPERADOR:**

Jornal diario acordado:	22,00	
Remuneración anual del Operador	8030	Dólares por año
Como tenemos un caudal por tratar de:	32,850,00	m3 por año
<b>Costo de Operador por M3 de Agua:</b>	<b>0,244444</b>	<b>Dólares / M3</b>

**RESUMEN DE COSTOS POR METRO CUBICO DE AGUA:**

1.- CLORO	0,003139	Dólares / M3
2.- MANTENIMIENTO	0,024353	Dólares / M3
3.- OPERADOR	0,244444	Dólares / M3

<b>TOTAL</b>	<b>0,2719</b>	<b>Dólares / M3</b>
--------------	---------------	---------------------

TARIFAS A UTILIZAR: SE CONSIDERA UN 30% ADICIONAL PARA FONDO DE CAPITALIZACION

VOLUMEN M3	TARIFA CALCULADA \$/ M3	TARIFA A COBRAR \$/ MES.
0 - 12	3,26	4,24
DE 12M3 EN DELANTE DE CONSUMO; EL COBRO SE REALIZARA DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL REGLAMENTO INTERNO		



PARA:	Lcdo. Mauricio Arévalo M. RESPONSABLE TECNICO CENTRO DE ATENCION AL CIUDADANO ZONAL CUENCA
DE:	Ing. Giovány Genovez Z. SERVIDOR PUBLICO
ASUNTO:	Informe Técnico. Proceso Nro. 4647-A, Acumulado Nro. 4245-A; cantón Sigsig, parroquia Sigsig, provincia del Azuay
FECHA:	23 de febrero del 2015
NUMERO:	SENAGUA DHS - 2015 D.RR.HH. 023 GG

Atendiendo lo dispuesto en providencia de fecha 11 de febrero de 2015, para realizar la inspección técnica en la que se verifique que fuentes es la que abastece para el uso doméstico, y los caudales utilizados, una vez cumplida la diligencia de inspección técnica el día viernes 20 de febrero del 2015, al respecto pongo a su conocimiento el correspondiente informe, el mismo que deberá ser agregado al Proceso Nro. 4647-A, Acumulado 4245 - A.

### INFORME TECNICO

#### Antecedentes:

Con fecha 27 de julio de 1989, se concede a los solicitantes del expediente Nro. 4647-A, las aguas de las vertientes Amorgeo en un caudal de 1.98 l/s, para fines de uso humano, ya que su petición va encaminada únicamente a tal fin, así mismo se concede las aguas remanentes de la vertiente Amorgeo, así como de las demás fuentes denominadas, Turupamba, Nabas Pamba, Yanacocha, Mishquiyacu, Guallil en su caudal de 77.02 l/s, con fines de riego y abrevadero de animales, concediéndole las aguas de la vertiente Amorgeo en un caudal de 1.98 l/s., con fines de uso humano.

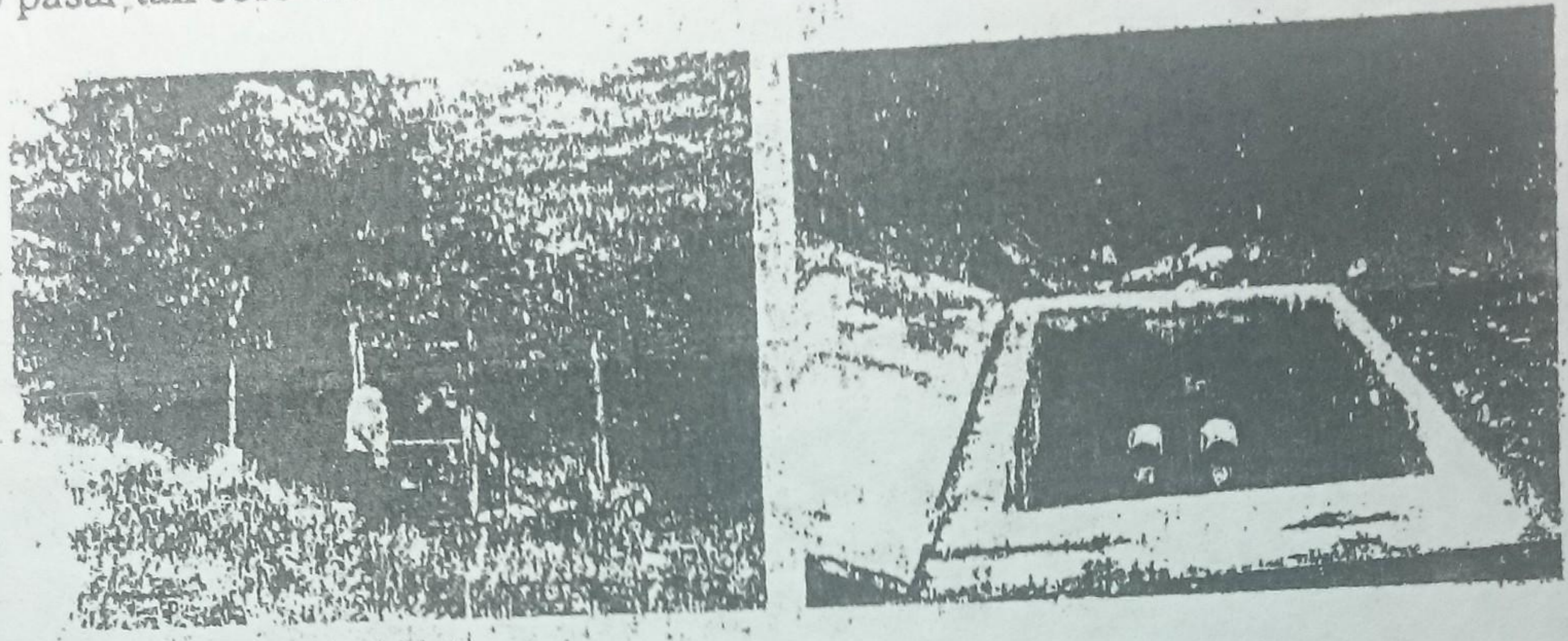
Con fecha 04 de octubre de 1989, se amplía y se aclara la sentencia dictada el 27 de julio de 1989, en los siguientes términos: Los solicitantes y adherentes en los expedientes acumulados Nro. 4245-A; y 4647-A, al formar hoy un solo grupo humano, con fines de uso doméstico, abrevadero de animales y riego, la vertiente Amorgeo en un caudal de 6 l/s, Turupamba en un caudal de 3 l/s; Habaspamba en un caudal de 4 l/s.; Yanacocha en un caudal de 4 l/s.; Mishquiyacu en un caudal de 4 l/s., Dudahuayco en un caudal de 2 l/s., Guallil en un caudal de 1 l/s., Reservando la Agencia los remanentes para concesiones futuras, la vertiente Guallincay, no es posible conceder por haber sobre ella concesión anterior.

Con fecha 08 de enero del 2002, se Renova la concesión del derecho de uso y aprovechamiento de las aguas que constan en la resolución emitida el 27 de julio de 1989, y cuyos caudales constan en la ampliación de la resolución emitida el 04 de octubre de 1989. Fuentes vertiente Amorgeo, Turupamba, Habaspamba, Yanacocha, Mizhquiyacu, Dudahuayco, Guallil, caudal total concedido de las fuentes según ampliación de resolución emitida el 04 de octubre de 1989, es de 24.00 l/s; de los cuales 22.02 l/s, con fines de riego de 35 has., de la vertiente Amorgeo utilizarán el caudal de 1.98 l/s., para consumo humano de acuerdo a lo que se indica en la resolución de 27 de julio de 1989.

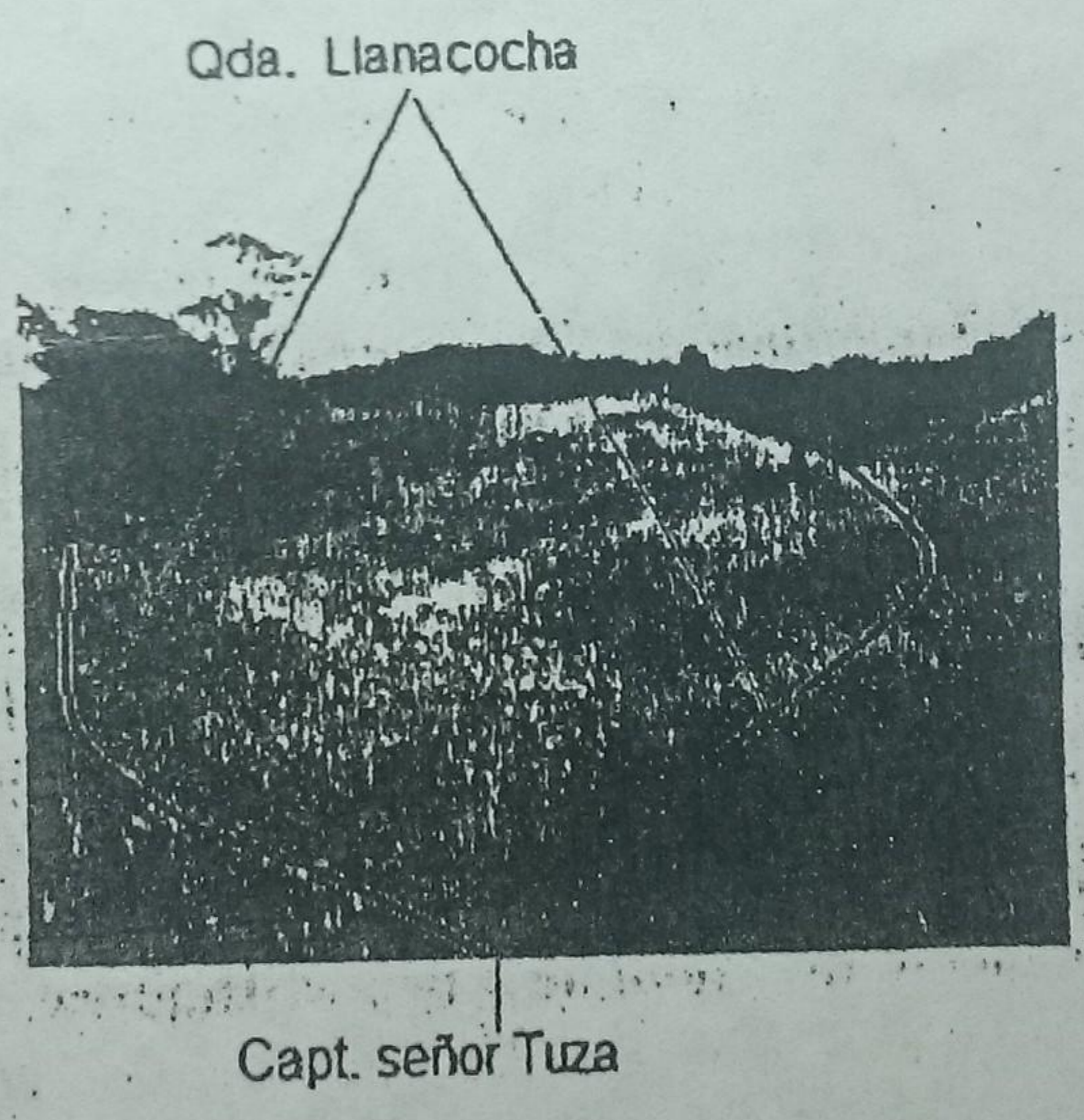
#### Situación Actual:

Se lleva a cabo inspección técnica in situ, con la presencia del señor Vicente Humberto Sagbay B., en su calidad de presidente y representante legal de la Junta Administradora de Agua Potable Regional Cacique Duma., observándose que se viene haciendo uso del recurso por más de 15 años aproximadamente para fines de consumo humano de las siguientes fuentes:

Quebrada Yanacocha captación ubicada en terrenos del señor Gilberto Tuza, de coordenadas Datum WGS 84, longitud 741835 m E; latitud 9656725 m N; cota 3165 msnm. Caudal aforado 1.42 l/s., captación consistente en una pantalla de hormigón con toma lateral; se capta casi la totalidad del recurso dejando pasar tan solo un 10 % del caudal total, ver fotografía.



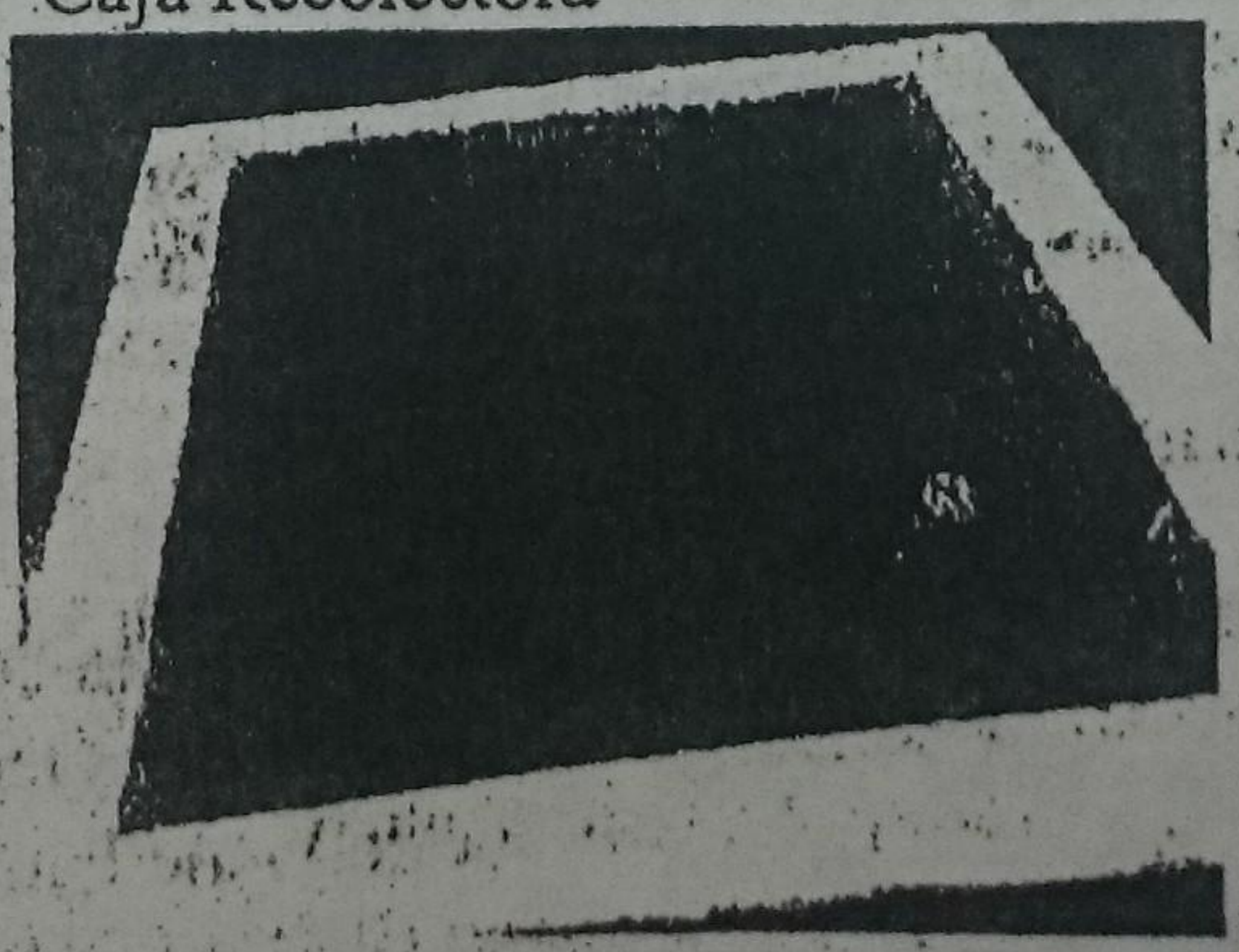
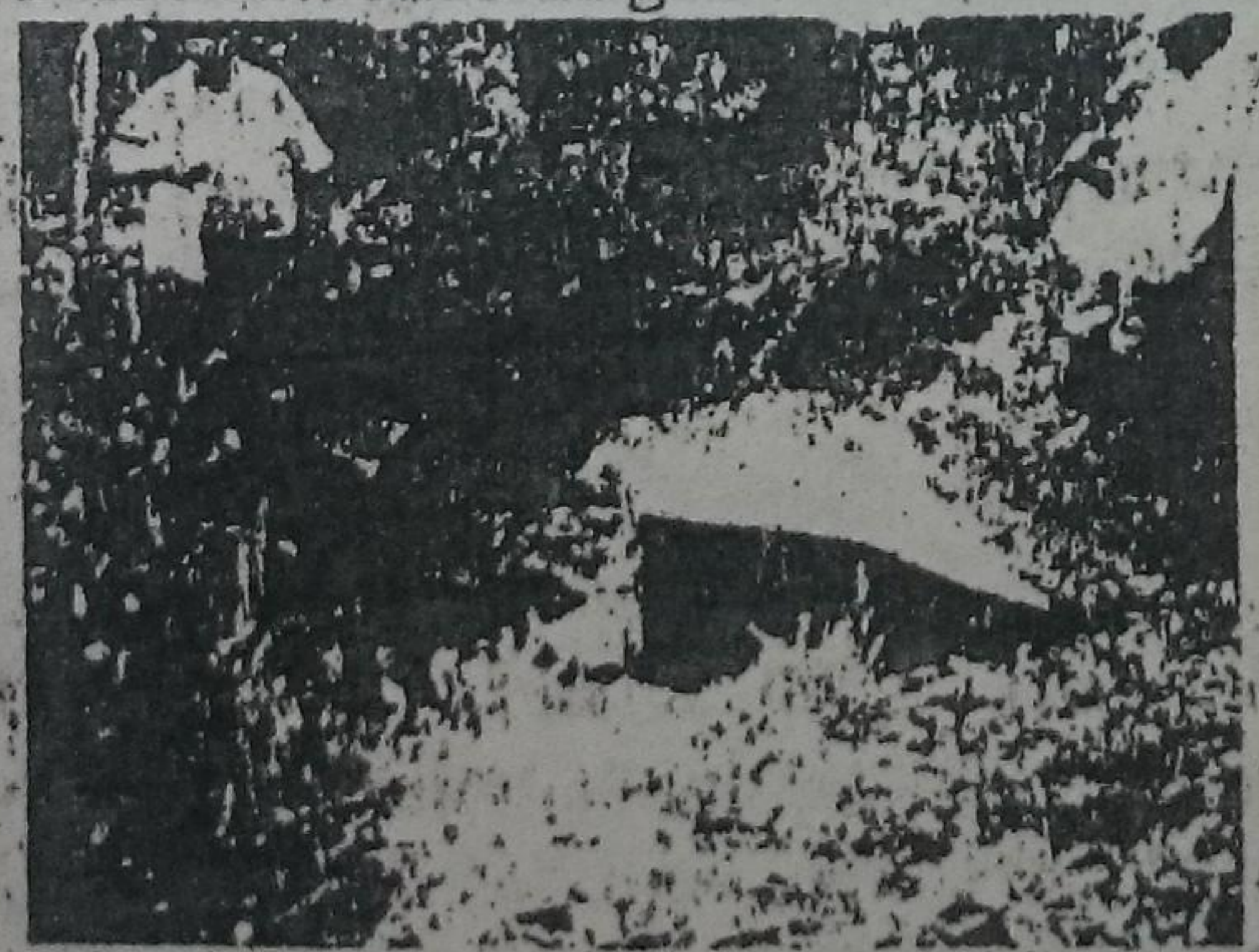
Igualmente se pudo observar que aguas arriba de esta captación en la misma quebrada Llanacocha terrenos del señor Gilberto Tuza, de coordenadas UTM, Datum WGS 84, longitud 742054 m E; latitud 9656571 m N; cota 3245 msnm, caudal aforado de 0.42 l/s, se viene realizando una captación por el señor Tuza, a más de apastar ganado, lo que repercute en la calidad del agua hacia la toma existente, ver fotografía.



Quebrada Mizhquiyacu Nro. 1 captación ubicada en terrenos de la comuna San Sebastián, coordenadas UTM, Datum WGS 84, longitud 741750 m E; latitud 9656270 m N; cota 3243 msnm. Caudal aforado de 0.84 l/s., captación consistente en un dren de la quebrada el cual llega a un tanque recolector, protegido con malla perimetral; se capta la totalidad del recurso, ver fotografía.

Pantalla de Hormigón

Caja Recolectora



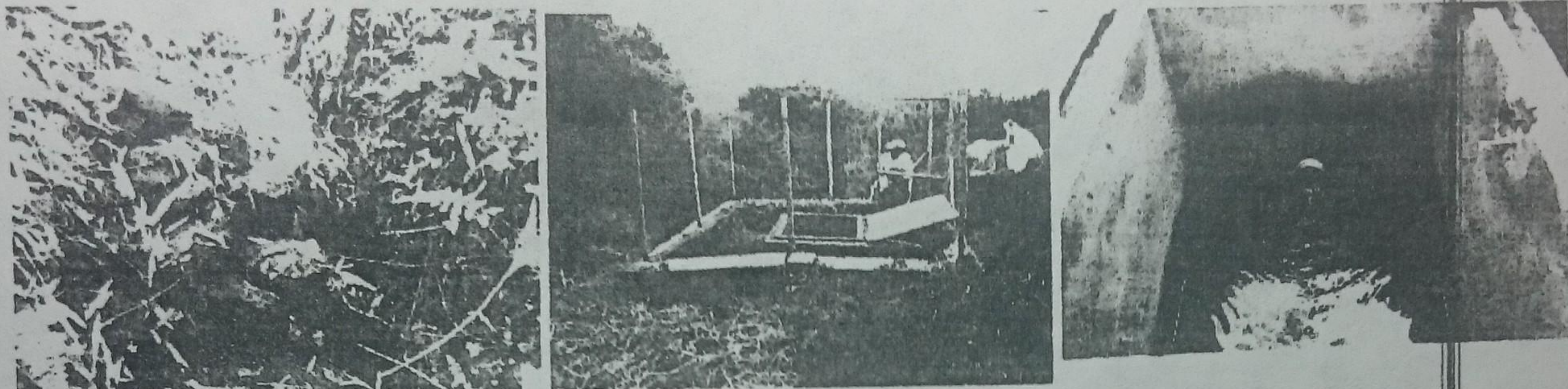


GOBIERNO NACIONAL DE LA  
REPÚBLICA DEL ECUADOR

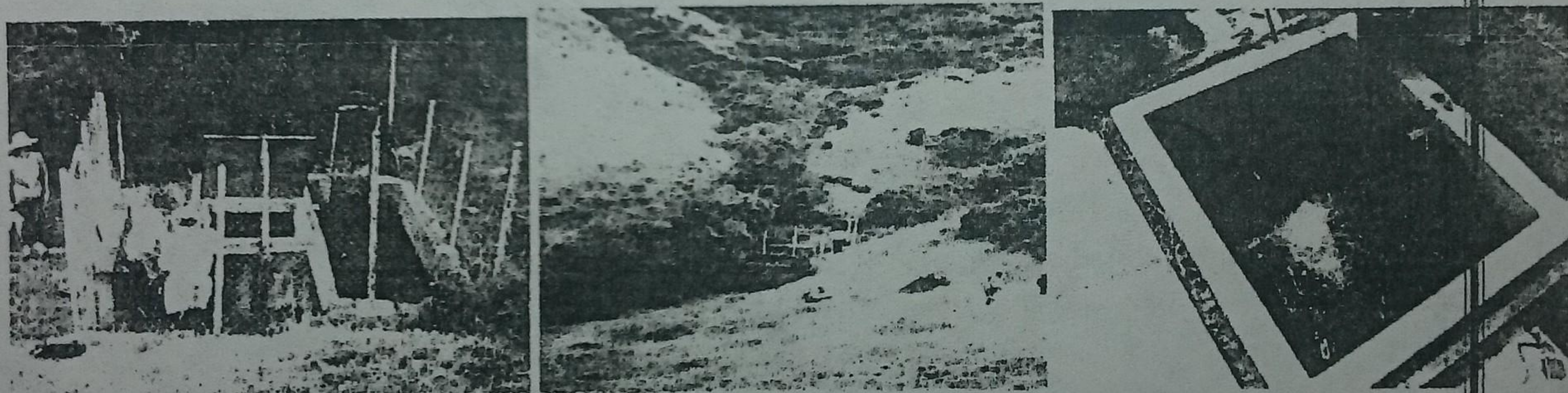


Secretaría Nacional  
del Agua

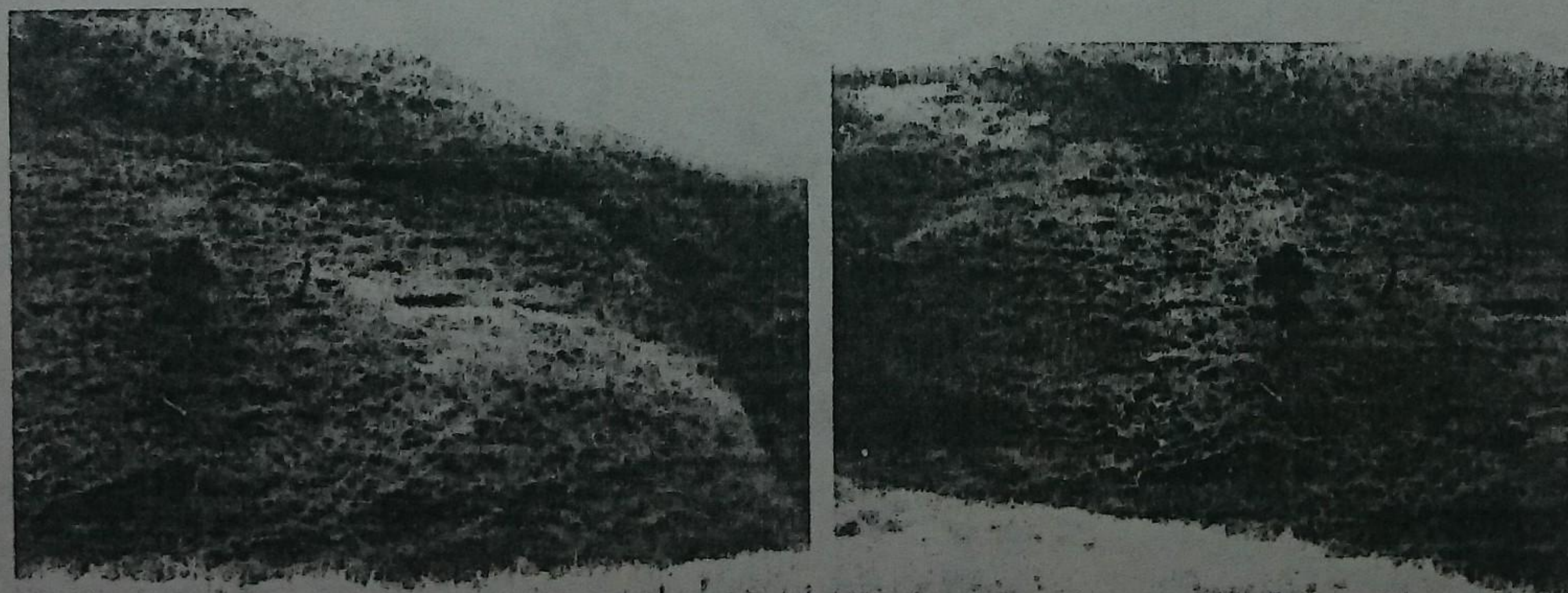
**Quebrada Mizhquiyacu Nro. 2** captación ubicada en terrenos de la comuna San Sebastián, de coordenadas UTM, Datum WGS 84, longitud 741635 m E; latitud 9656558 m N; cota 3100 msnm. Caudal aforado de 0.82 l/s., captación consistente en un dren de la quebrada el cual llega a un tanque recolector, protegido con malla perimetral; se capta la totalidad del recurso, ver fotografía.



**Quebrada Dudahuayco** captación ubicada en terrenos de Noemi Samaniego, de coordenadas UTM, Datum WGS 84, longitud 741945 m E; latitud 9657035 m N; cota 3100 msnm., caudal aforado de la quebrada dudahuayco 4.00 l/s., y se capta 1.50 l/s; captación consistente en colocado de tubería PVC, directamente de la quebrada el cual llega a un tanque recolector, protegido con malla perimetral; se capta la totalidad del recurso, ver fotografía.



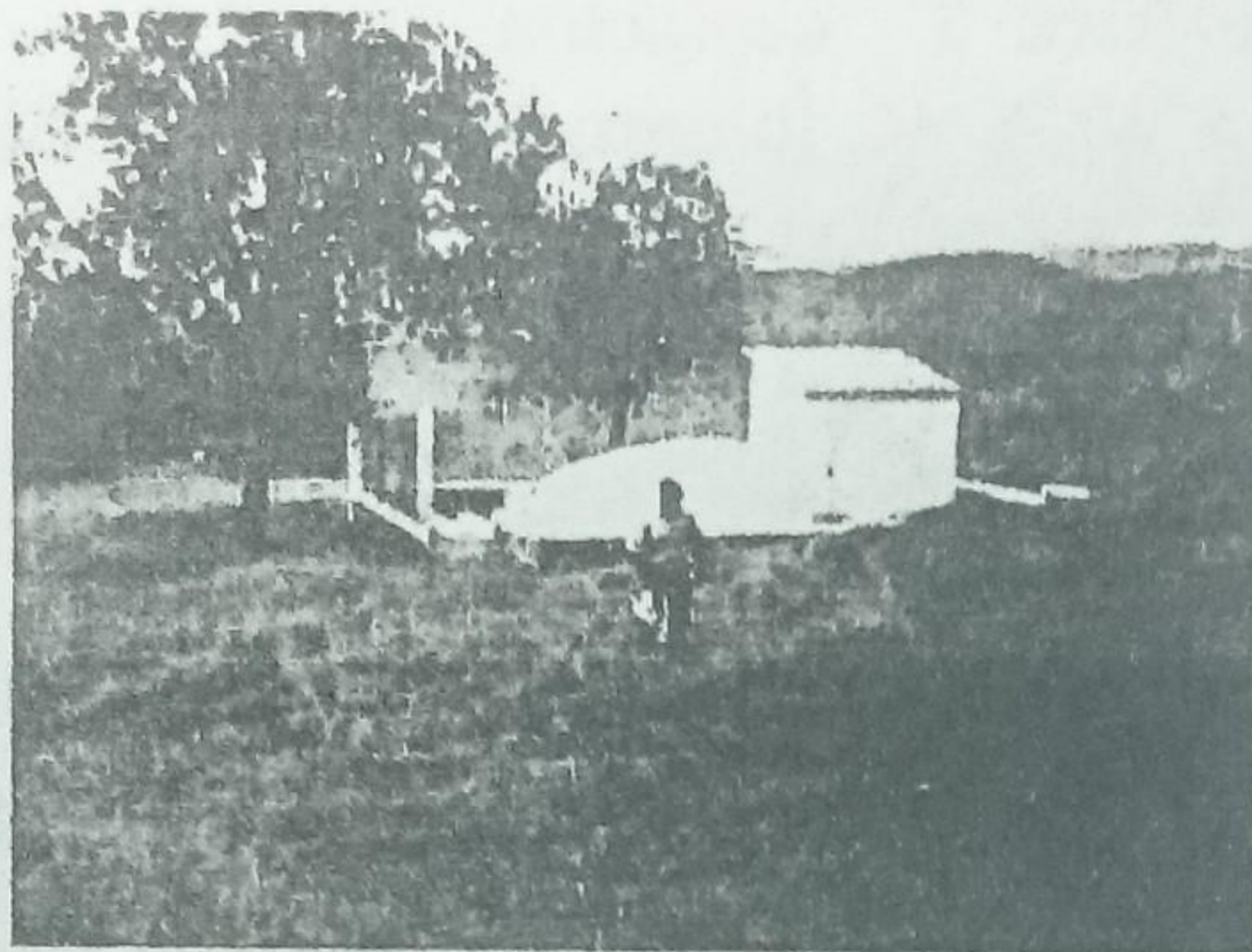
La zona de emplazamiento de las captaciones indicadas ha sido sometida en los últimos años a procesos de deforestación, quedando al descubierto las formaciones de las fuentes solicitadas, ver fotografías.



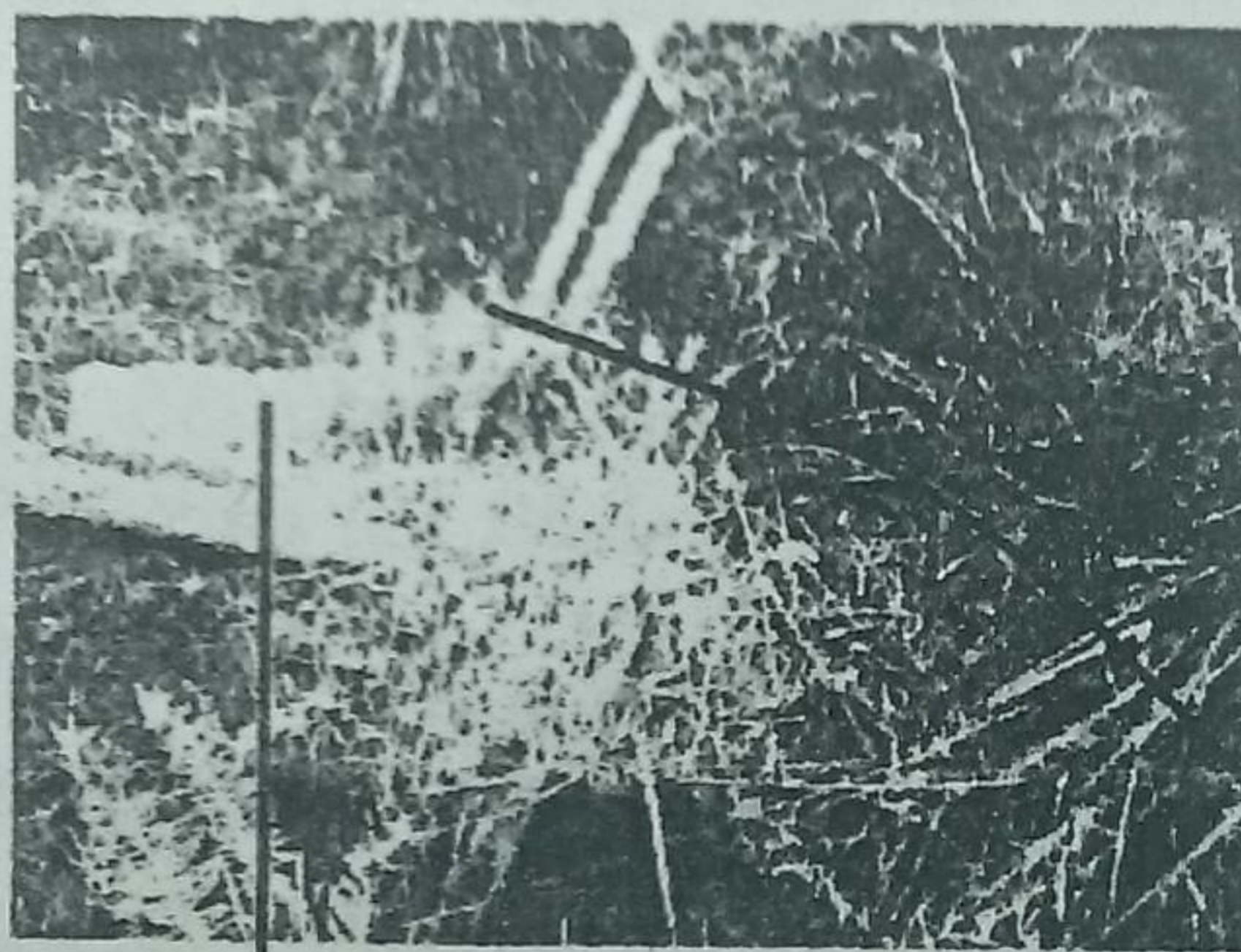
Las fuentes solicitadas de la información proporcionada por el señor Vicente Humberto Sagbay B, lo



vienen aprovechando por varios años (mas de 15 años), para el efecto disponen de dos sistemas: uno para el sector de Tullupamba y otro para los sectores Nallig y Chopshi, ubicación de la primera planta en coordenadas UTM, Datum WGS 84, longitud 743066 m E; latitud 9662383 m N; cota 2868 msnm., siendo el caudal total que llega el aforado de 6.00 l/s., ver fotografía



El recurso de las fuentes solicitadas cruzan primeramente el canal denominado de Amorgeo, esto realizan por medio de pasos elevados - tuberías sobre este canal, para finalmente depositar sus aguas sobre el canal de Casique Dumas



Paso Elevado Tubería

Canal Amorgeo

De lo manifestado en líneas anteriores, y del uso que se viene realizando a los caudales anotados de las fuentes descritas en el presente informe, se solicite a los representados por el señor Vicente Humberto Sagbay B., en su calidad de presidente y representante legal de la Junta Administradora de Agua Potable Regional Cacique Duma, justificar con un estudio respectivo el uso doméstico que viene realizando actualmente para su revisión y posterior aprobación si fuera el caso.

En vista que las condiciones actuales han variado, con respecto a los aspectos que motivaron la autorización de uso y aprovechamiento de las fuentes: Amorgeo, Turupamba, Habaspamba, Yanacocha, Mizhquiyacu, Dudahuayco, Guallil, se proceda legalmente.

Atentamente,

Ing. Giovany Genovez Z.  
SERVIDOR PUBLICO

República del Ecuador  
Secretaría Nacional del Agua

D.H. Santiago

UNIDAD DE ARCHIVO  
Presentado en Cuenca

24/Feb/2015 Hora.....

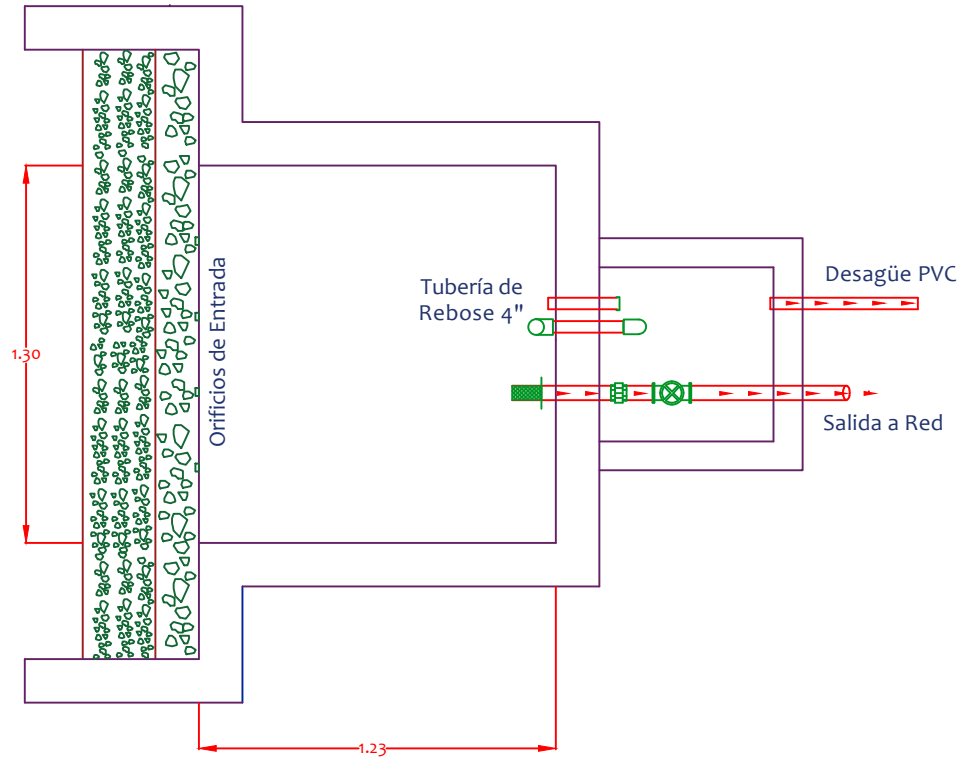
Anexos.....

Cuenca, 23 de febrero del 2015

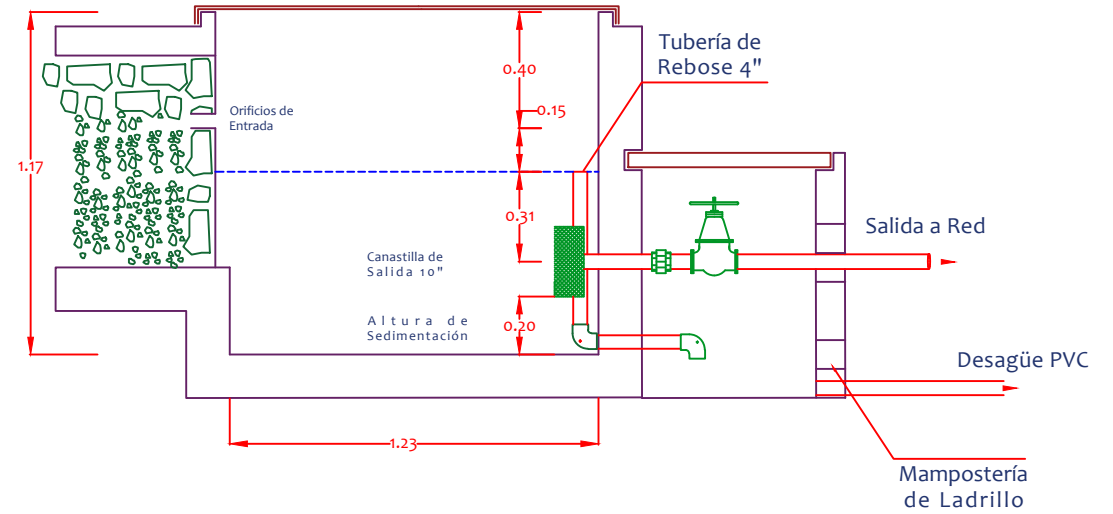
Fecha

Nombre

## PLANTA CAPTACIÓN DE VERTIENTE



## PERFIL CAPTACIÓN DE VERTIENTE



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

CONTENIDO:  
 - Captación Planta  
 - Captación Perfil

DISEÑO: Edwin Torres

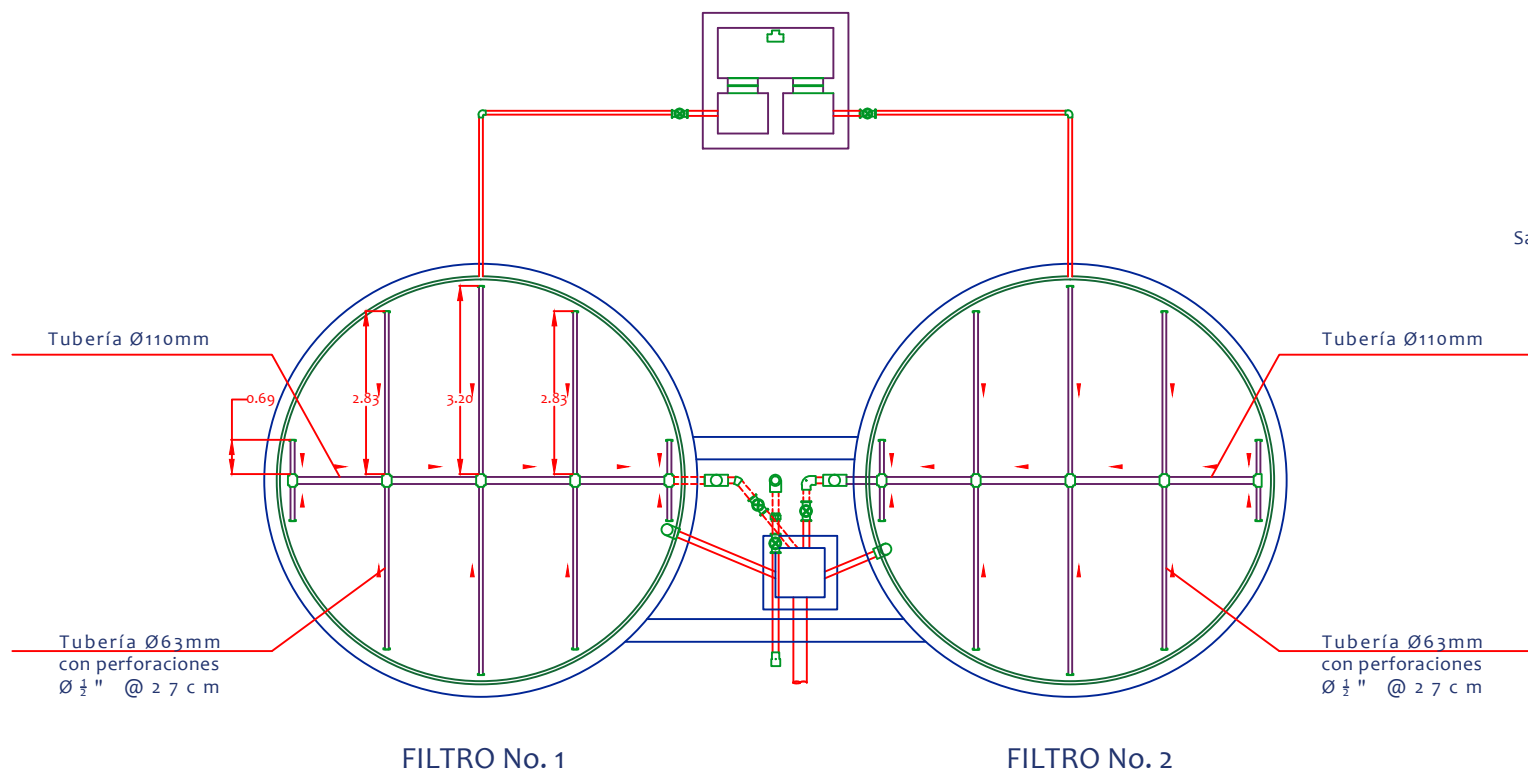
DIBUJO: Edwin Torres

REVISIÓN: Ing. Edmundo Barrera

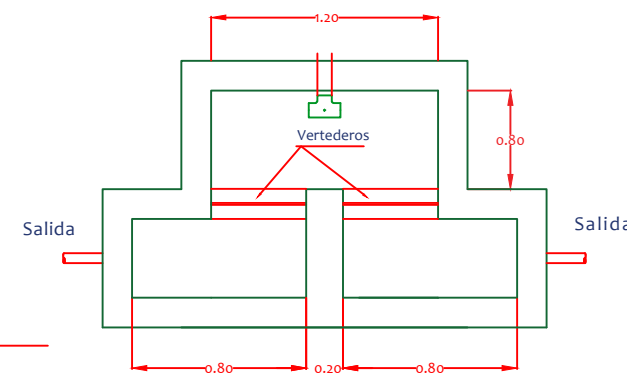
ESTUDIO Y DISEÑO PARA IMPLEMENTAR LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y LA GESTIÓN DEL SERVICIO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE "CACIQUE DUMA" CANTÓN SIGSIG

LAMINA: 1/7

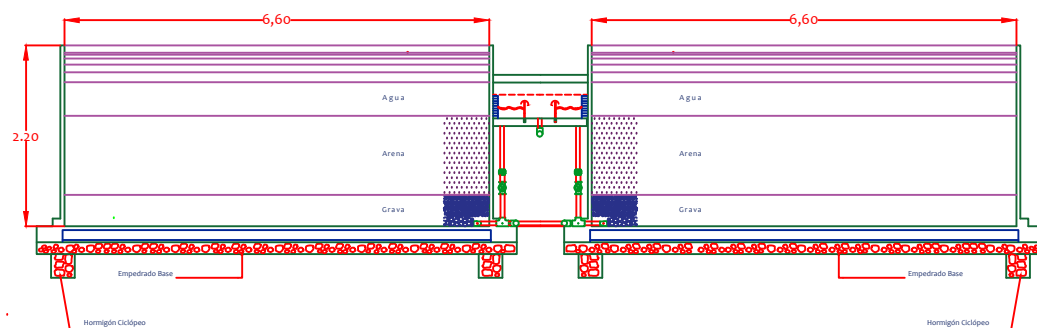
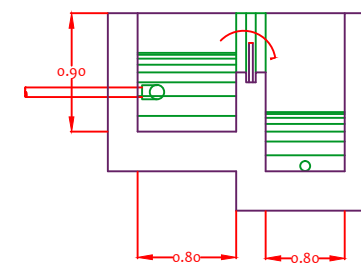
## PLANTA FILTRO LENTO DE ARENA



## PLANTA CAJÓN DISTRIBUIDOR



## PERFIL CAJÓN DISTRIBUIDOR



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

CONTENIDO:  
 - Filtro Lento de Arena Planta  
 - Filtro Lento de Arena Perfil

DISEÑO: Edwin Torres

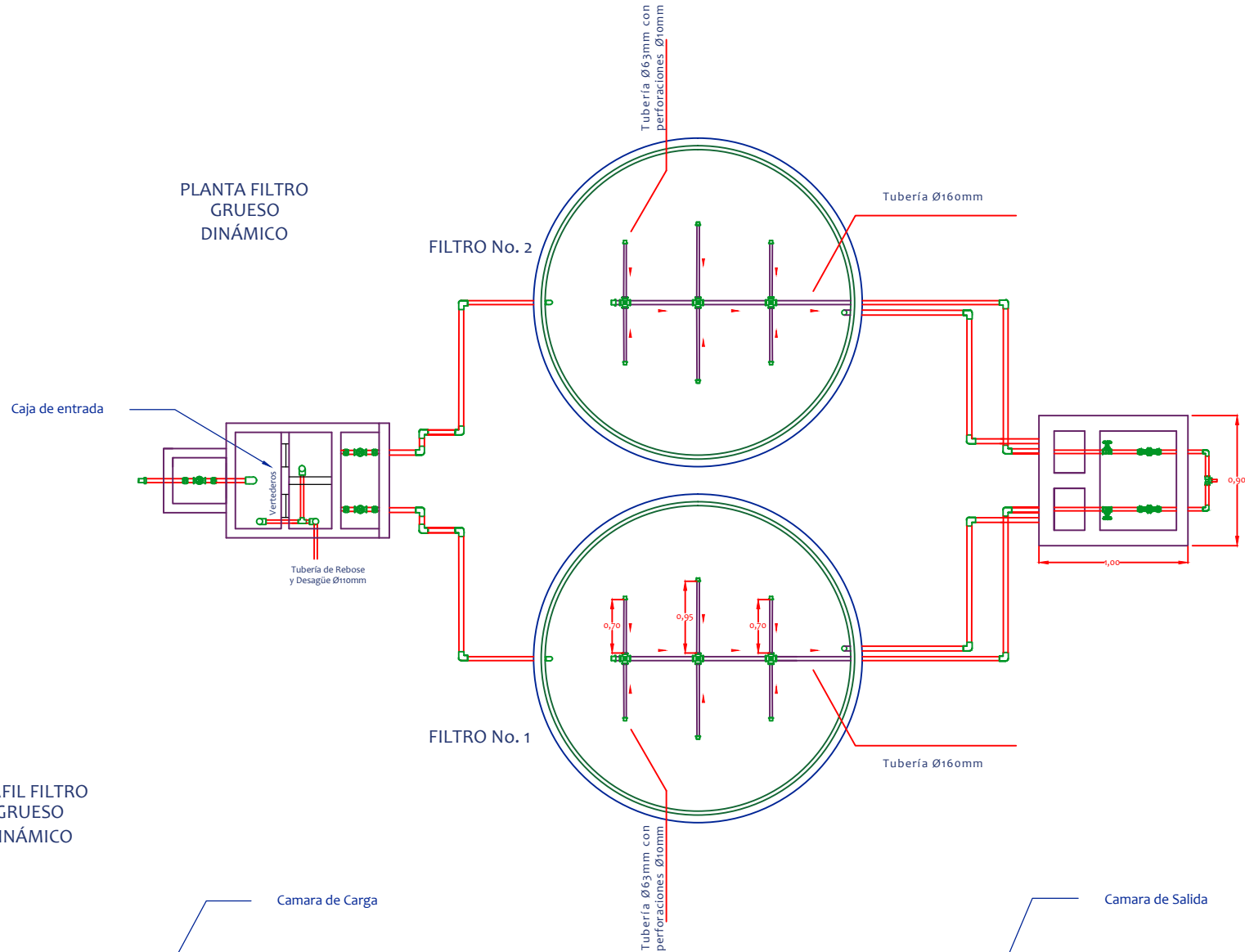
DIBUJO: Edwin Torres

REVISIÓN: Ing. Edmundo Barrera

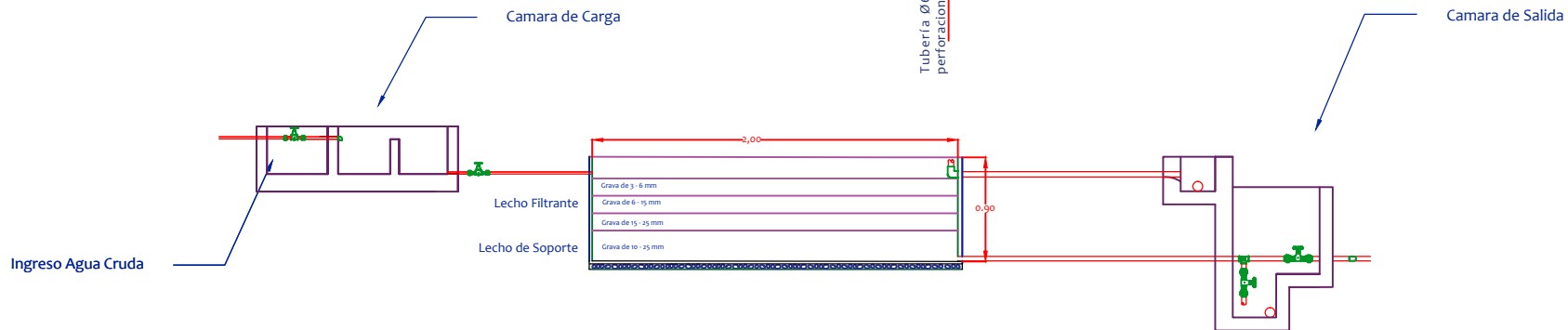
ESTUDIO Y DISEÑO PARA IMPLEMENTAR LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y LA GESTIÓN DEL SERVICIO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE "CACIQUE DUMA" CANTÓN SIGSIG

LAMINA: 2/7

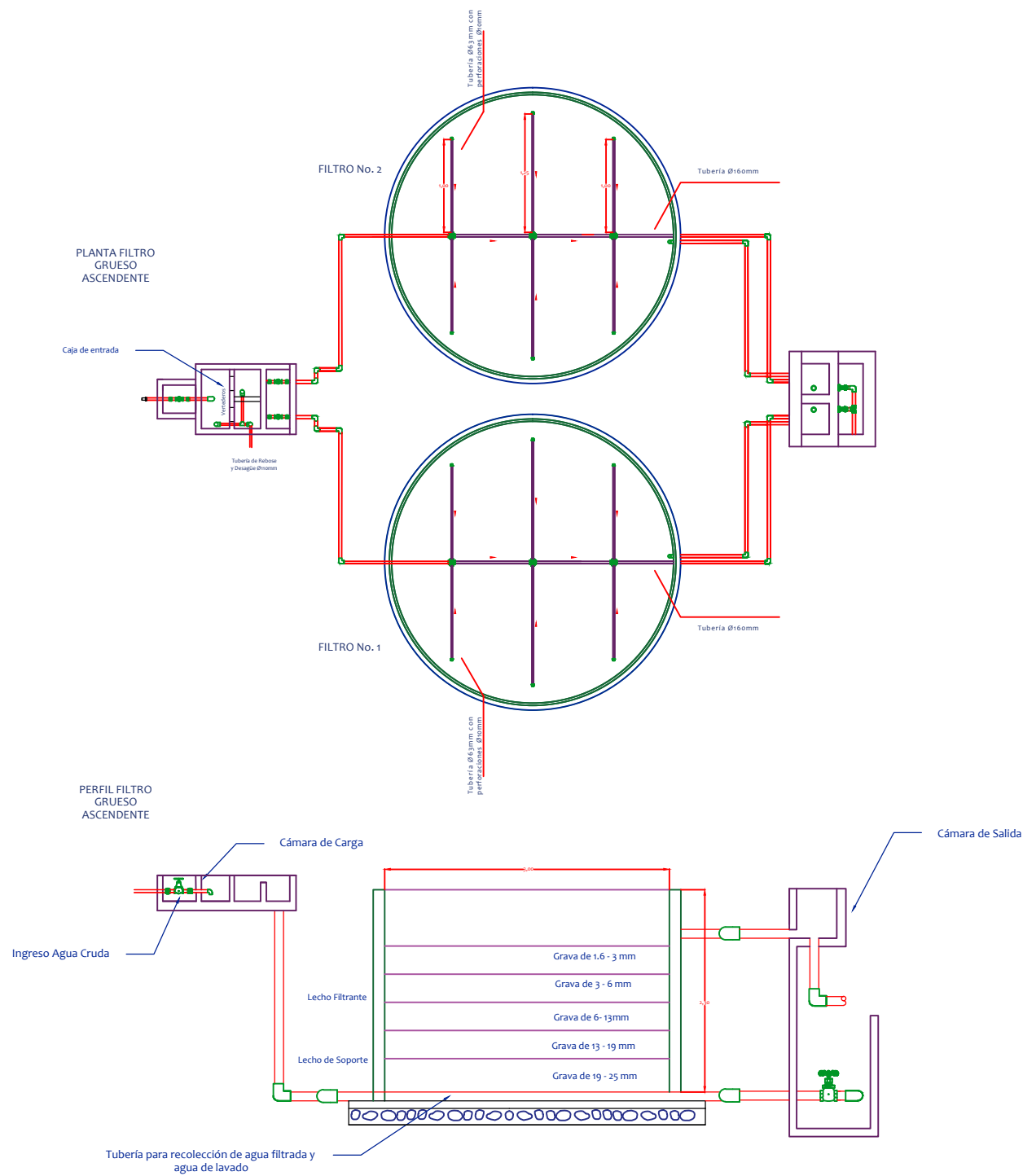
PLANTA FILTRO GRUESO DINÁMICO



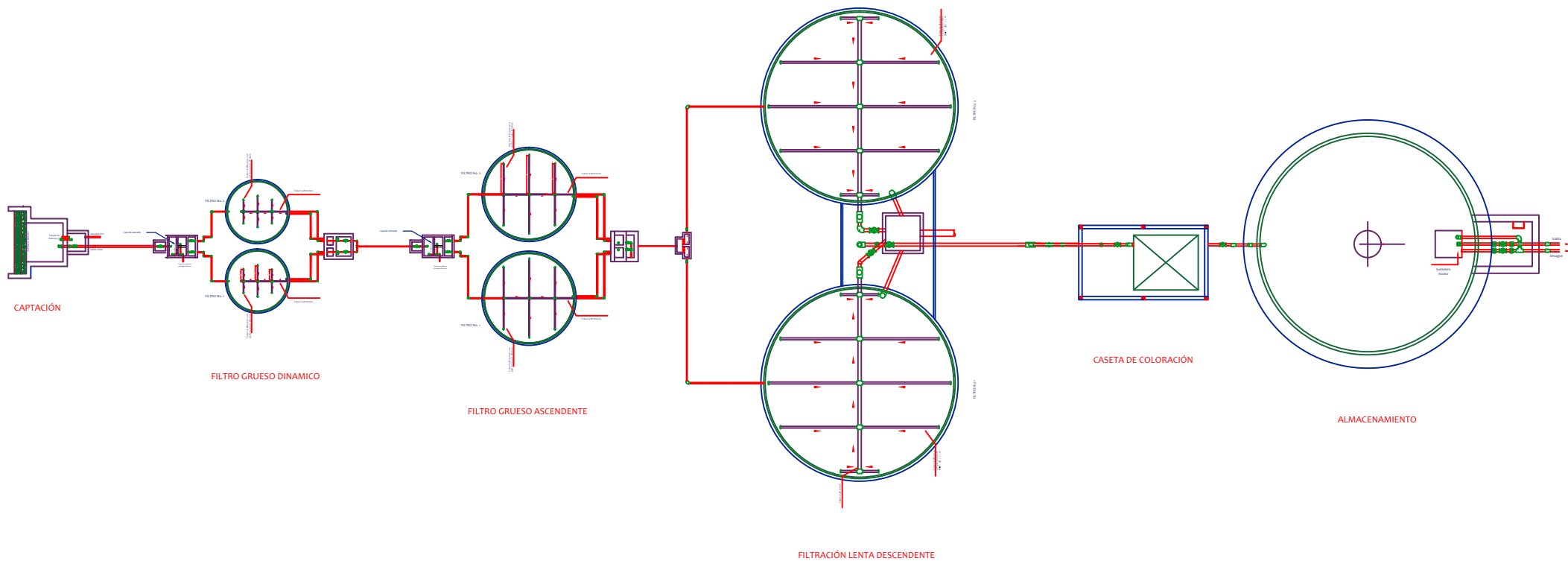
PERFIL FILTRO GRUESO DINÁMICO



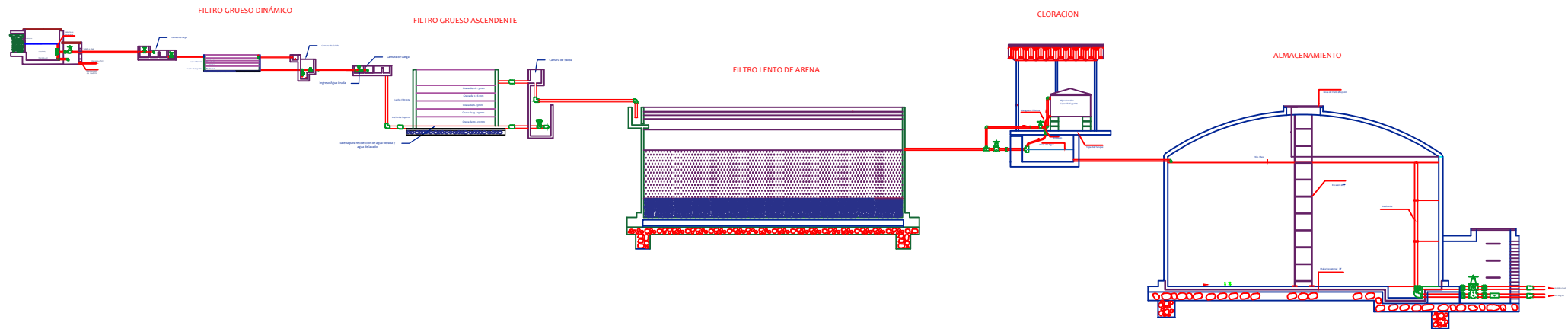
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA	
CONTENIDO: - Filtro Grueso Dinámico Planta - Filtro Grueso Dinámico Perfil	DISEÑO: Edwin Torres DIBUJO: Edwin Torres REVISIÓN: Ing. Edmundo Barrera
ESTUDIO Y DISEÑO PARA IMPLEMENTAR LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y LA GESTIÓN DEL SERVICIO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE "CACIQUE DUMA" CANTÓN SICSIG	
LAMINA: 3/7	



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA	
CONTENIDO: - Filtro Grueso Ascendente Planta - Filtro Grueso Ascendente Perfil	DISEÑO: Edwin Torres DIBUJO: Edwin Torres REVISIÓN: Ing. Edmundo Barrera
ESTUDIO Y DISEÑO PARA IMPLEMENTAR LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y LA GESTIÓN DEL SERVICIO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE "CACIQUE DUMA" CANTÓN SIGSIG	
LAMINA: 4/7	



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA	
CONTENIDO: - Esquema de Planta de Tratamiento	DISEÑO: Edwin Torres
	DIBUJO: Edwin Torres
	REVISIÓN: Ing. Edmundo Barrera
ESTUDIO Y DISEÑO PARA IMPLEMENTAR LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y LA GESTIÓN DEL SERVICIO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE "CACIQUE DUMA" CANTÓN SICSIG	
LAMINA: 5/7	



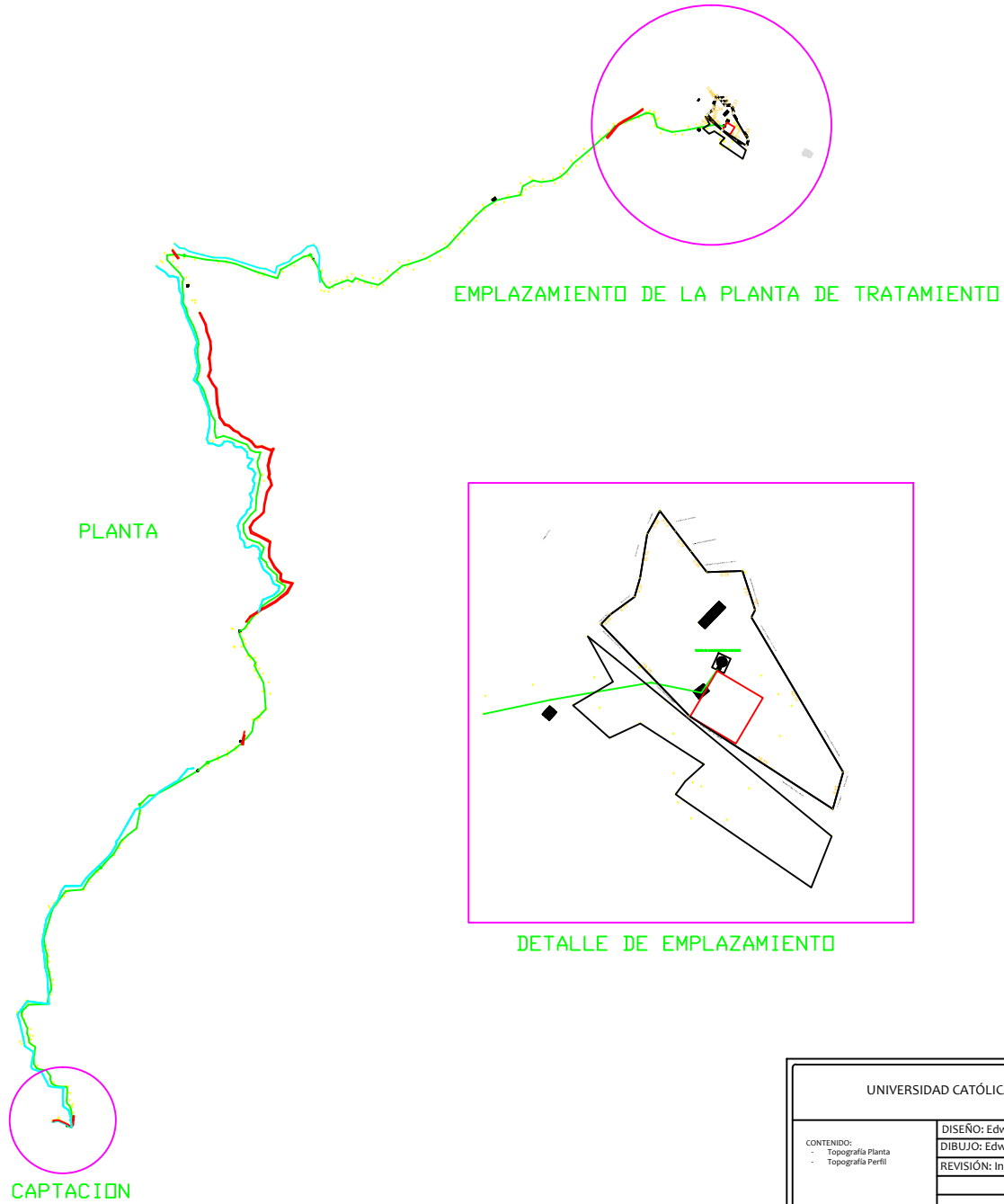
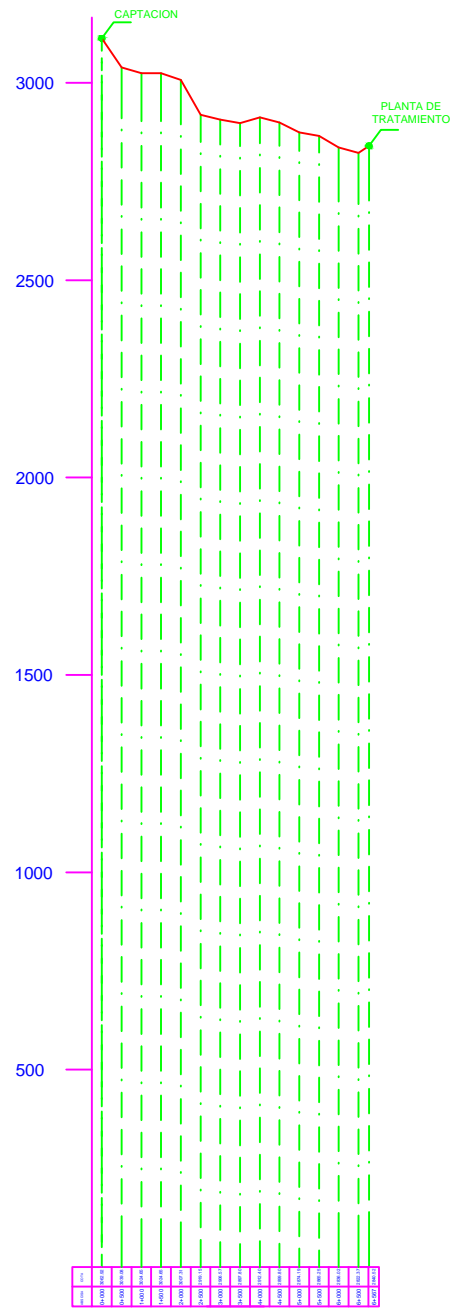
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

CONTENIDO:  
-Esquema Planta de  
Tratamiento de Agua Potable  
(Perfil)

DISEÑO: Edwin Torres  
DIBUJO: Edwin Torres  
REVISIÓN: Ing. Edmundo Barrera

ESTUDIO Y DISEÑO PARA IMPLEMENTAR LA  
PLANTA DE TRATAMIENTO Y LA GESTIÓN DEL  
SERVICIO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE  
AGUA POTABLE "CACIQUE DUMA" CANTÓN SIGSIG

LAMINA: 6/7



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA	
CONTENIDO: - Topografía Planta - Topografía Perfil	DISEÑO: Edwin Torres
	DIBUJO: Edwin Torres
	REVISIÓN: Ing. Edmundo Barrera
ESTUDIO Y DISEÑO PARA IMPLEMENTAR LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y LA GESTIÓN DEL SERVICIO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE "CACIQUE DUMA" CANTÓN SIGSIG	
	LAMINA: 7/7