

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA**

**TESIS**

Diagnóstico y propuesta de mejora de la planta de tratamiento de agua potable por actividad minera en la comunidad campesina Llacuabamba, La Libertad, 2017

**PRESENTADO POR:**

Bach. CALERO MONTES, Marilyn Diana

Bach. CALERO MONTES, Cristian Juan

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO METALÚRGICO**

**ASESOR:**

M(o). Obispo Gavino Jhon Herbert

Ingeniero Químico – Registro CIP N° 68007

**HUACHO - 2019**

# TESIS

**Diagnóstico y propuesta de mejora de la planta de tratamiento de agua potable por actividad minera en la comunidad campesina Llacuabamba, La Libertad, 2017**

## PRESENTADO POR:

Bach. CALERO MONTES, Marilyn Diana

Bach. CALERO MONTES, Cristian Juan

---

**Dr. BERARDO BEDER RUIZ SÁNCHEZ**

**Registro CIP 26627**

Presidente

---

**M(o) NATIVIDAD HUASUPOMA DELICIAS EUFEMIA**

**Registro CIP 85351**

Secretario

---

**M(o). ABARCA RODRIGUEZ JOAQUIN JOSE**

**Registro CIP 108833**

Vocal

---

**M(o). JHON HERBERT OBISPO GAVINO**

**Registro CIP 68007**

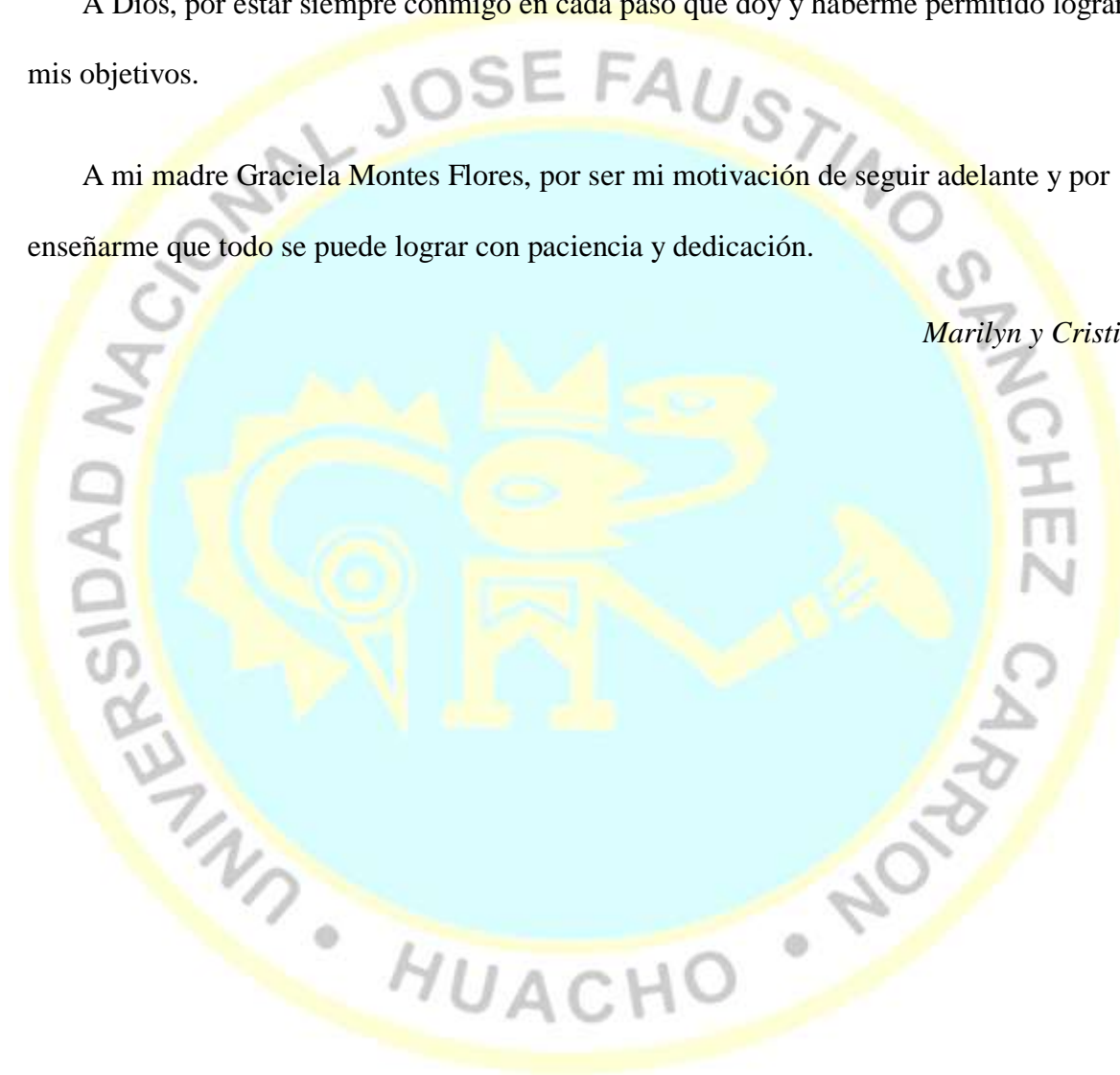
Asesor

## DEDICATORIA

A Dios, por estar siempre conmigo en cada paso que doy y haberme permitido lograr mis objetivos.

A mi madre Graciela Montes Flores, por ser mi motivación de seguir adelante y por enseñarme que todo se puede lograr con paciencia y dedicación.

*Marilyn y Cristian*



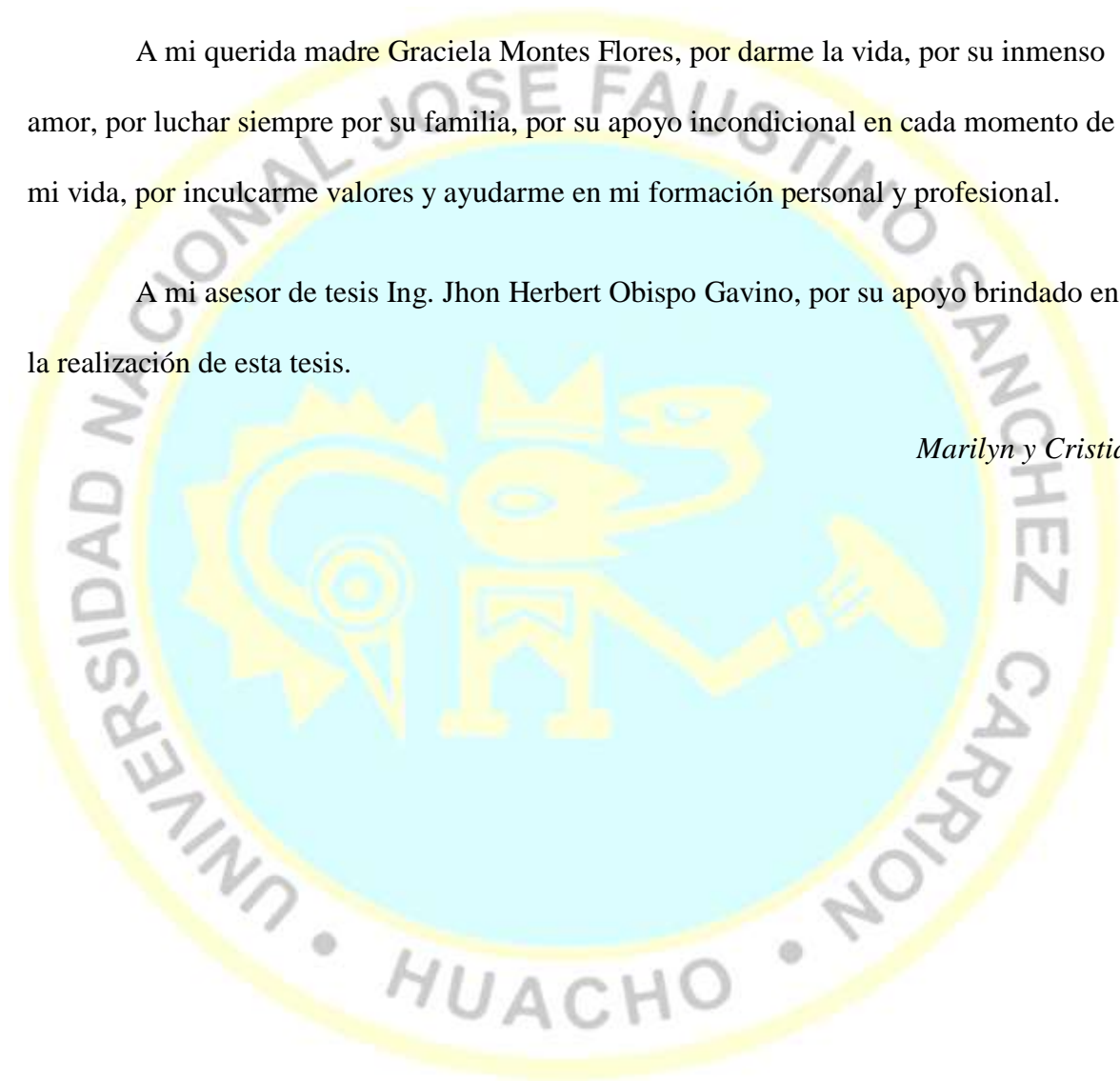
## AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme paciencia y las fuerzas suficientes para poder seguir adelante con mi carrera profesional.

A mi querida madre Graciela Montes Flores, por darme la vida, por su inmenso amor, por luchar siempre por su familia, por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida, por inculcarme valores y ayudarme en mi formación personal y profesional.

A mi asesor de tesis Ing. Jhon Herbert Obispo Gavino, por su apoyo brindado en la realización de esta tesis.

*Marilyn y Cristian*



## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2 Formulación del problema .....	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos .....	2
1.3 Objetivos de la investigación .....	3
1.3.1 Objetivo general .....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación de la investigación.....	4
1.4.1 Justificación teórica.....	4
1.4.2 Justificación práctica .....	4
1.4.3 Justificación Legal.....	4
1.4.4 Justificación Social.....	4

1.5	Delimitaciones del estudio .....	4
1.5.1	Delimitación Espacial .....	4
1.5.2	Delimitación Temporal .....	5
1.5.3	Delimitación Teórica.....	5
1.6	Viabilidad del estudio .....	5
1.6.1	Viabilidad técnica.....	5
1.6.2	Viabilidad ambiental .....	6
1.6.3	Viabilidad financiera .....	6
1.6.4	Viabilidad social.....	6
CAPITULO II.....		7
MARCO TEÓRICO .....		7
2.1	Antecedentes de la investigación .....	7
2.1.1	Investigaciones internacionales.....	7
2.1.2	Investigaciones nacionales .....	8
2.2	Bases teóricas.....	11
2.2.1	Calidad de agua .....	11
2.2.2	Abastecimiento de agua para consumo humano .....	14
2.2.2.1	Captación de aguas superficiales .....	14
2.2.2.2	Líneas de conducción.....	16
2.2.3	Planta de tratamiento de agua para consumo humano .....	18
2.2.4	Reservorio .....	22
2.2.4.1	Desinfección .....	23
2.2.5	La minería de la Comunidad de Llacuabamba.....	23
2.3	Definiciones conceptuales.....	23
2.4	Hipótesis de investigación.....	24



2.4.1 Hipótesis General .....	24
2.4.2 Hipótesis específicas .....	25
CAPITULO III .....	26
METODOLOGÍA.....	26
3.1 Diseño metodológico .....	26
3.1.1 Tipo .....	26
3.1.2 Nivel de investigación.....	26
3.1.3 Diseño.....	27
3.1.4 Enfoque .....	27
3.2 Población y muestra .....	27
3.2.1 Población.....	27
3.2.2 Muestra.....	27
3.3 Operacionalización de variables e indicadores .....	27
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.4.1 Técnicas a emplear.....	27
3.4.2 Descripción de los instrumentos .....	29
3.5 Técnicas para el procesamiento de la información .....	29
CAPITULO IV .....	31
RESULTADOS .....	31
4.1 Diagnóstico de la planta de tratamiento de agua potable.....	31
4.1.1 Abastecimiento de agua potable.....	31
4.1.1.1 Captación .....	31
4.1.2 Planta de tratamiento de agua potable.....	33
4.1.2.1 Sedimentador. ....	33
4.1.2.2 Hipoclorador de flujo difuso.....	37

4.1.3	Unidades auxiliares y de distribución .....	38
4.1.3.1	Cámaras rompe presión .....	38
4.1.3.2	Caja para válvula de aire.....	41
4.1.3.3	Línea de conducción .....	41
4.2	Propuesta a la planta de tratamiento de agua potable .....	43
4.2.1	Propuesta de mejoras a la planta de tratamiento de agua potable .....	43
4.2.2	Propuesta de unidades adicionales a la planta de tratamiento de agua potable. ....	44
4.2.2.1	Instalación de un pre filtro.....	44
4.2.2.2	Instalación de filtro lento.....	47
4.2.2.3	Instalación de filtros de cartucho y columnas de carbón activado .....	50
CAPÍTULO V.....		51
DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		51
5.1	Discusión.....	51
5.2	Conclusiones .....	53
5.3	Recomendaciones.....	53
CAPÍTULO VI .....		55
FUENTES DE INFORMACIÓN .....		55
6.1	Fuentes bibliográficas .....	55
6.2	Fuentes hemerográficas.....	55
6.3	Fuentes Documentales .....	56
6.4	Fuentes electrónicas .....	58
ANEXO .....		59



## ÍNDICE DE FIGURAS

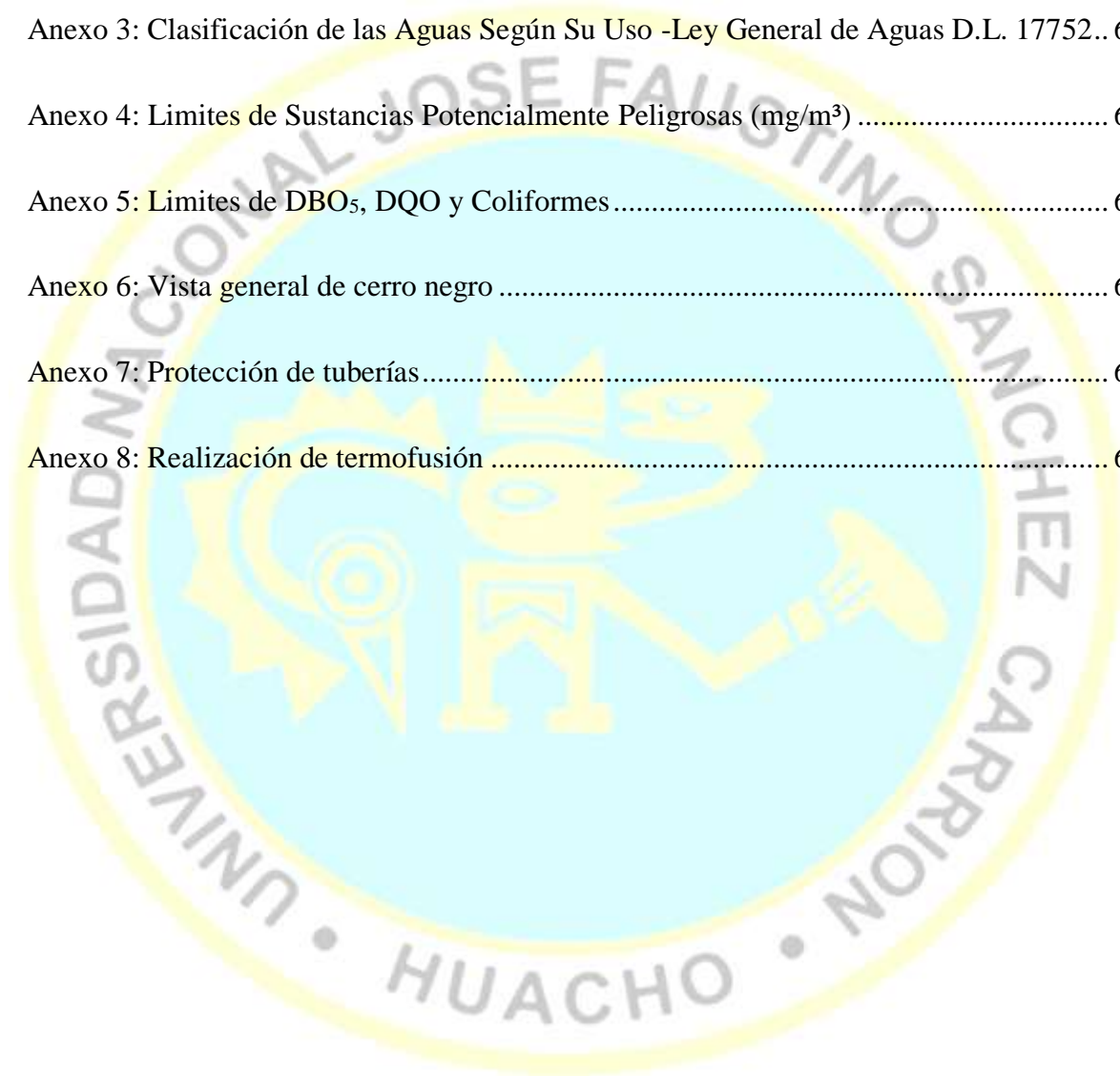
	Pág.
<i>Figura 1.</i> Canal de derivación .....	15
<i>Figura 2.</i> Línea gradiente hidráulica de una conducción a presión.....	16
<i>Figura 3.</i> Cámara rompe presión.....	17
<i>Figura 4.</i> Planta y corte del sedimentador.....	20
<i>Figura 5.</i> Filtro grueso descendiente.....	21
<i>Figura 6.</i> Filtro lento de arena.....	22
<i>Figura 7.</i> Vista panorámica del sector cerro las torres.....	32
<i>Figura 8.</i> Vista general de bocatoma.....	32
<i>Figura 9.</i> vista general de sedimentador. ....	34
<i>Figura 10.</i> Sedimentador con caudal sin regular.....	35
<i>Figura 11.</i> Esquema del sedimentador. ....	36
<i>Figura 12.</i> Sistema de cloración.....	37
<i>Figura 13.</i> Caja rompe presiones 1. ....	39
<i>Figura 14.</i> Caja rompe presiones 2. ....	39
<i>Figura 15.</i> Caja rompe presiones 3. ....	40
<i>Figura 16.</i> Caja rompe presiones 4. ....	40
<i>Figura 17.</i> Pase aéreo.....	42
<i>Figura 18.</i> Esquema del pre-filtro .....	46
<i>Figura 19.</i> Sección del filtro lento.....	48
<i>Figura 20.</i> Distribución del filtro lento. ....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Calidad del agua</i> .....	12
Tabla 2. <i>Aguas superficiales destinadas para agua potable</i> .....	13
Tabla 3. <i>Selección proceso tratamiento del agua para consumo humano</i> .....	19
Tabla 4 <i>Operacionalización de variables</i> .....	28
Tabla 5. <i>Diagnóstico de la captación de agua</i> .....	33
Tabla 6. <i>Diagnóstico del sedimentador</i> .....	37
Tabla 7. <i>Diagnóstico del hipoclorador</i> .....	38
Tabla 8. <i>Diagnóstico de la cámara rompe presión</i> .....	41
Tabla 9. <i>Metraje de las líneas de conducción</i> .....	42
Tabla 10. <i>Diagnóstico de las líneas de conducción</i> .....	43
Tabla 11. <i>Material de las cámaras</i> .....	45
Tabla 12. <i>Sección del filtro lento</i> .....	47

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1: Vista satelital de la comunidad campesina de Llacuabamba.....	60
Anexo 2: Matriz de consistencia .....	61
Anexo 3: Clasificación de las Aguas Según Su Uso -Ley General de Aguas D.L. 17752..	62
Anexo 4: Límites de Sustancias Potencialmente Peligrosas (mg/m <sup>3</sup> ) .....	63
Anexo 5: Límites de DBO <sub>5</sub> , DQO y Coliformes .....	64
Anexo 6: Vista general de cerro negro .....	65
Anexo 7: Protección de tuberías.....	66
Anexo 8: Realización de termofusión .....	67



## **Diagnóstico y propuesta de mejora de la planta de tratamiento de agua potable por actividad minera en la comunidad campesina Llacubamba, La Libertad, 2017**

<sup>1</sup>Marilyn Diana Calero Montes, <sup>2</sup>Cristian Juan Calero Montes

### **RESUMEN**

**Objetivo:** Realizar un diagnóstico a la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) y presentar una propuesta de mejoras que garantice las condiciones del agua potable en la comunidad campesina de Llacubamba, departamento de La Libertad en el año 2017. **Método:** Investigación aplicada, observacional, prospectivo de corte transversal. De diseño no experimental transversal descriptivo. Utilizando el método científico con la escala de likert en la medición del diagnóstico, con uso de técnicas de observación utilizando instrumentos de lista de cotejo, cuadernos de notas y fichas de observación. **Resultados:** La captación es de concreto armado de  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con de acero estructural de  $Fy=4200 \text{ kg/cm}^2$ , su infraestructura se encuentra en buen estado de conservación pero con muchas fallas en la parte operativa sin regulación de flujo en la captación reduciendo la calidad del agua de consumo. Para el sedimentador se tiene una estructura concreto armado, de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , también de acero estructural de  $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , cuyas dimensiones 12,80 m de largo x 2,3 m de ancho con una altura de 2,0 m, se encuentra en buen estado de conservación y con muchas fallas operativas a consecuencia de la captación deficiente. El hipoclorador se encuentra en buen estado con deficiencias en la dosificación por falta de control. Se tiene ocho (08) unidades de cámara rompe presión, tipo 6, con accesorios de entrada y salida de diámetro variable, la unidad es de concreto armado, de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , y también de acero estructural de  $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , de dimensiones: de 1,0 m x 0,90 m. protegida de un cerco perimétrico utilizando alambre de púas, se encuentra en buen estado operando eficientemente. La Caja para válvula de aire evacua éstas de las tuberías, están ubicadas en la parte alta de la línea de conducción, se tiene instalado una válvula en todo el recorrido, siguiendo las especificaciones técnicas. La línea de conducción comprende estructura de cruce aéreo de una línea de conducción sobre un cauce de río, quebrada, dren o depresión del terreno, construida de: cuatro dados de concreto simple de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con medidas de 2 x 2 y 2 metros de profundidad, dos estructuras de fierro de 6 metros y 68 metros de cable. La línea de conducción es de tubería HDPE de 110 mm, utilizando dos tipos PN 10 Y PN 16, Se construyó teniendo en cuenta las especificaciones técnicas. En propuestas, se tiene para la captación una limpieza frecuente, cambio y bajar el nivel de ingreso de la ventana de admisión, cambio de válvulas para regular el caudal, asegurar la dosificación de desinfección del agua, mantenimiento trimestral a las estructuras de tratamiento y almacenamiento del sistema de agua. Instalación de un pre filtro e instalación de un filtro lento como unidades adicionales en la planta y la instalación de filtros de cartucho y columnas de carbón activado en lugares estratégicos de la localidad para consumo. **Conclusiones:** a) El sistema de abastecimiento se encuentra en buen estado y opera deficientemente, b) La planta de tratamiento de agua potable se encuentra en buen estado y opera deficientemente. c) las unidades auxiliares y de distribución se encuentra en buen estado y opera eficientemente. d) La propuesta de mejoras a la PTAP permitirá mejorar las condiciones de potabilización del agua de consumo. e) La propuesta de instalación de unidades adicionales a la PTAP garantizará la potabilización del agua de consumo.

**Palabras clave:** Diagnóstico, propuesta, planta de tratamiento, agua potable.

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica, email: cdiana1812@gmail.com

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica, email: ccaleromontes@gmail.com



## Diagnosis and proposal to improve the drinking water treatment plant by mining activity in the farming community Llacuabamba, La Libertad, 2017

<sup>1</sup>Marilyn Diana Calero Montes, <sup>2</sup>Cristian Juan Calero Montes

### ABSTRACT

**Objective:** Carry out a diagnosis of the drinking water treatment plant (PTAP) and submit a proposal for improvements that guarantees the conditions of drinking water in the rural community of Llacuabamba, department of La Libertad in 2017. **Method:** Applied research, Observational, cross-sectional prospective. Non-experimental descriptive transversal design. Using the scientific method with the likert scale in the measurement of diagnosis, using observation techniques using checklist instruments, notebooks and observation sheets. **Results:** The collection is of reinforced concrete of  $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  with structural steel of  $F_y = 4200 \text{ kg / cm}^2$ , its infrastructure is in good condition but with many failures in the operational part without flow regulation in the collection reducing the quality of drinking water. For the settler there is a reinforced concrete structure, of  $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ , also of structural steel of  $F_y = 4200 \text{ kg / cm}^2$ , whose dimensions 12.80 m long x 2.3 m wide with a height of 2.0 m, it is in good condition and with many operational failures as a result of poor collection. The hypochlorinator is in good condition with dosing deficiencies due to lack of control. There are eight (08) pressure-breaking chamber units, type 6, with variable diameter inlet and outlet fittings, the unit is made of reinforced concrete, of  $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ , and also of structural steel of  $F_y = 4200 \text{ kg / cm}^2$ , of dimensions: 1.0 mx 0.90 m. protected from a perimeter fence using barbed wire, it is in good working condition efficiently. The air valve box evacuates these from the pipes, they are located at the top of the conduction line, a valve is installed throughout the route, following the technical specifications. The conduction line includes an aerial crossing structure of a conduction line on a river bed, stream, drain or ground depression, constructed of: four single concrete dice of  $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  with measures of 2 x 2 and 2 meters deep, two iron structures of 6 meters and 68 meters of cable. The conduction line is 110 mm HDPE pipe, using two types PN 10 and PN 16, It was built taking into account the technical specifications. In proposals, a frequent cleaning, change and lower the intake level of the intake window, change of valves to regulate the flow, ensure the dosage of water disinfection, quarterly maintenance of the treatment and storage structures is taken up of the water system. Installation of a pre-filter and installation of a slow filter as additional units in the plant and the installation of cartridge filters and activated carbon columns in strategic locations in the town for consumption. | a) The supply system is in good condition and operates poorly, b) The drinking water treatment plant is in good condition and operates poorly. c) the auxiliary and distribution units are in good condition and operate efficiently. d) The proposal for improvements to the PTAP will improve the conditions of drinking water purification. e) The proposal to install additional units to the PTAP will guarantee the purification of drinking water.

**Keywords:** Diagnosis, proposal, treatment plant, drinking water.

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica, email: cdiana1812@gmail.com

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica, email: ccaleromontes@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

Las actividades mineras en el proceso de exploración y explotación de sus reservas de mineral, ocasionan contaminantes al medio ambiente a consecuencia de que sus eficiencias fabriles son altas, dependiendo de cada empresa.

Las mínimas disposiciones voluntarias e involuntarias de los contaminantes son así una consideración a tener en cuenta para el cuidado del hábitat y la calidad de vida para los pobladores del área de influencia de la actividad minera.

En tal sentido, si consideramos a los pequeños productores mineros y los pequeños mineros artesanales, que viven explotando oro de sulfuros, en su actividad están originando impactos negativos hacia el medio ambiente, ya que trabajan sin las mínimas normas de seguridad con respecto a los niveles de contaminación máximos.

Es de conocimiento que el mercurio puede producir cantidades peligrosas de vapor, éstas además pueden contaminar las napas freáticas y las fuentes de agua por su alta volatilidad.

Por otro lado, el material particulado en las actividades de extracción, transporte, trituración y molienda produce partículas finas de mineral que por efectos de los vientos contaminan las zonas colindantes, siendo una causa potencial que afecta a la comunidad campesina de Llacuabamba.

En tal sentido, se hizo de necesidad realizar el estudio diagnóstico de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) determinando su estado y operación en el abastecimiento de agua potable a la comunidad campesina Llacuabamba, La Libertad. Posteriormente en base a estos se plantea alternativas de mejoras y unidades adicionales al actual sistema que garanticen su potabilidad para el consumo.



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Descripción de la realidad problemática

Es preocupante que se está reduciendo la disponibilidad el agua dulce para el consumo humano, actividades de irrigación, acuícolas, ganaderas y otros. Aparte de la reducción en la disponibilidad de agua dulce ésta cada vez se encuentra con un mayor grado de contaminación físico, químico y microbiológico que son propiciadas principalmente por actividades mineras.

Por otra parte, el consumo de agua potable es un indicativo del nivel de desarrollo de una localidad, y que en su tratamiento debe considerar la eliminación de los contaminantes presentes en la fuente de agua, así como las agregadas por las actividades del hombre.

Uno de los problemas que afrontan localidades de nuestro país, es sin duda la parte sanitaria de abastecimiento de agua potable y su tratamiento a través de unidades básicas de saneamiento. Siendo necesario por tanto diseñar y/o mejorar el sistema de tratamiento de agua potable que garanticen la calidad de agua para su consumo.

Sin embargo, por el bajo presupuesto asignado y/o ausencia de personal calificado en la mayoría de las plantas de tratamiento de agua potable hacen que se opere ineficientemente, por lo que ésta debe corregirse técnicamente de acuerdo con la normativa nacional e internacional.

El abastecimiento hídrico para la comunidad de Llacuabamba es de un río ubicado en la zona llamado Ventanas, que son tratadas en la PTAP. Esta fuente de agua, al estar próxima

a las actividades mineras de la comunidad estaría propensas a ser contaminadas principalmente por trazas de material particulado y vapores de químicos como el mercurio, que por su alta volatilidad al respirarse los vapores de éste en el aire es el modo más habitual de exposición al mercurio elemental y también el más dañino para su salud.

Por otro lado, la ineficiencias del proceso de tratamiento para la obtención de agua potable y los potenciales contaminantes presentes en el ambiente, como trazas materiales particulados y mercurio pueden ocasionar en el futuro problemas de salud a los pobladores de la comunidad campesina de Llacuabamba, por lo que se hace necesario realizar el estudio de diagnóstico de la planta de tratamiento de agua potable para luego plantear propuestas que garanticen la potabilidad del agua, lo que motivó el presente trabajo de investigación.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

- ¿En qué condiciones se encuentra la PTAP y qué propuesta de mejoras se pueden plantear para garantizar las condiciones de potabilización en la Comunidad Campesina de Llacuabamba, departamento de La Libertad en el año 2017?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ¿Cómo se encuentra y opera el abastecimiento de agua a la Comunidad Campesina de Llacuabamba, Departamento La Libertad en el año 2017?
- ¿Cómo se encuentra y opera la PTAP a la Comunidad Campesina de Llacuabamba, Departamento de La Libertad en el año 2017?
- ¿Cómo se encuentra y opera las unidades auxiliares en la distribución a la Comunidad Campesina de Llacuabamba, departamento La Libertad en el año 2017?
- ¿Qué se puede mejorar en las unidades existentes de la PTAP para incrementar la potabilización del agua en la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento La Libertad en el año 2017?

- ¿Qué unidades adicionales en la PTAP se debe instalar para garantizar las condiciones de potabilización del agua en la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento La Libertad en el año 2017?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

- Realizar un diagnóstico a la PTAP y presentar una propuesta de mejoras que garantice las condiciones del agua potable en la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento de La Libertad en el año 2017.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Determinar el estado y operación el abastecimiento de agua potable a la Comunidad Campesina de Llacuabamba, Departamento La Libertad en el año 2017,
- Determinar el estado y operación de la PTAP a la comunidad campesina de Llacuabamba, Departamento de La Libertad en el año 2017.
- Determinar el estado y operación de las unidades auxiliares y de distribución de agua potable a la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento La Libertad en el año 2017.
- Proponer mejoras a las unidades existentes de la PTAP para incrementar las condiciones de potabilización del agua de consumo de la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento La Libertad en el año 2017.
- Proponer la instalación de unidades adicionales a la PTAP para garantizar las condiciones de potabilización del agua de consumo de la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento La Libertad en el año 2017.

## **1.4 Justificación de la investigación**

### **1.4.1 Justificación teórica**

El estudio está justificado teóricamente al contarse con información especializada referente a plantas de tratamiento de agua potable. Asimismo, con el estudio se enriquecerá las bases teóricas sirviendo de soporte para las mejoras de implementación en la comunidad para el cuidado de la salud de sus habitantes.

### **1.4.2 Justificación práctica**

El estudio pondrá a disposición de los habitantes de la comunidad campesina de Llacuabamba propuestas que tras su implementación permitirá de manera práctica solucionar un problema potencial de salud de sus habitantes, asegurando el suministro de agua libre de contaminantes.

### **1.4.3 Justificación Legal**

Se cuenta con legislaciones y normativas legales referentes al proceso de obtención de agua potable a partir de fuentes naturales, que aseguren la inocuidad del agua potable que se abastece a la comunidad campesina de Llacuabamba.

### **1.4.4 Justificación Social**

El estudio se justifica socialmente debido a que se colabora con la comunidad campesina de Llacuabamba en mejorar sus operaciones en la planta de tratamiento, con el conocimiento apropiado que permitirá a sus habitantes contar con un servicio permanente de agua con condiciones óptimas de potabilización.

## **1.5 Delimitaciones del estudio**

### **1.5.1 Delimitación Espacial**

- Lugar : Comunidad Campesina Llacuabamba
- Distrito : Parcoy.
- Provincia : Pataz.



- Departamento : La Libertad.
- Región : La Libertad.

El Distrito de Parcoy delimita:

- Norte : Distritos de Cochorco y Chugay.
- Sur : Distritos de Buldibuyo y Huicungo.
- Este : Distrito de Pias.
- Oeste : Distritos de Huayo y Chillia.

### **1.5.2 Delimitación Temporal**

- Meses : Noviembre – Diciembre
- Año : 2017.

### **1.5.3 Delimitación Teórica**

- Captación.
- Sedimentador.
- Hipoclorador de flujo difuso.
- Cámaras rompe presión.
- Caja para válvula de aire.
- Caja repartidora.
- Línea de conducción.

## **1.6 Viabilidad del estudio**

### **1.6.1 Viabilidad técnica**

Técnicamente el estudio se viabilizó por informaciones técnicas facilitados por la comunidad, el acceso a la recogida de datos permitiendo realizar el diagnóstico para seguidamente plantear las propuestas de mejoras a la PTAP. Facilitado enormemente a consecuencia que los investigadores laboraron en la empresa de servicio de la zona.

### **1.6.2 Viabilidad ambiental**

Los impactos ambientales fueron controladas en cada etapa de realización del estudio. Al ser un estudio de carácter observacional no se generaron impactos ambientales negativos en la recolección de datos y su respectivo procesamiento. Por el contrario el impacto ambiental es positivo hacia la comunidad campesina de Llacuabamba.

### **1.6.3 Viabilidad financiera**

Los gastos económicos que fueron requeridos para la realización del estudio estuvieron garantizados en su totalidad por los investigadores con las facilidades de la comunidad campesina de Llacuabamba.

### **1.6.4 Viabilidad social**

El estudio fue viable socialmente debido a que se contó con personal calificado conformado por los investigadores e ingenieros de la zona, así como la mano de obra no calificada como apoyo en la recogida de datos. Por otro lado como estudio observacional, no afecta a las fuentes de agua y en consecuencia la salud de sus habitantes de la comunidad campesina de Llacuabamba.



## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 Investigaciones internacionales

Molina (2012), realizó una investigación para mejorar el sistema de distribución en Copán, tomando en cuenta que el sistema existente no cuenta con las condiciones de calidad y cantidad que la población requiere. De acuerdo a sus resultados concluyó la viabilidad para la elaboración del proyecto de mejoramiento, tomando en cuenta el diagnóstico que determinó la obsolescencia, no garantizando la calidad y cantidad de agua que requiere la población, si los habitantes dispondrían de agua al 100 % estos mejorarían sus servicios. con el aseguramiento de que controlen y eviten las fugas y pérdidas de agua, el municipio debe comprometerse a brindar charlas sobre cultura ambiental para el buen manejo del agua.

Ardila (2016), en su Tesis tuvo como finalidad mejorar las condiciones de la planta de tratamiento tomando en cuenta la calidad y cantidad, mediante el diagnóstico realizado en el proceso actual, identificó las fallas en sus operaciones. Con la caracterización física, química y microbiológica se plantearon mejoras a la PTAP, para mejorar su rendimiento y disposición de agua para su consumo. Con una torre de aireación se disminuirá el contenido de Hierro. Con mejora en la parte hidráulica se tendrá mayor tiempo de retención y acción de los productos, requerimiento de otros productos coagulantes y floculante, sustitución de medios filtrantes de grava, de arena, de carbón activado y resina mejoran la calidad de agua.

Cabrera (2015), en su proyecto de grado, realizó una propuesta ante la problemática de escasas y falta de tratamiento de los acueductos, Mediante su estudio pudo concluir que

se brindó un mejor servicio en el abastecimiento del agua, el diseño técnico respeta la Normas Técnicas del RNC y MCVS, también se realizó la evaluación del desagüe hacia la planta de tratamiento de aguas residuales, estos dos sistemas deben de conformar un proyecto integral siempre en beneficio de los habitante reduciendo así enfermedades y elevando calidad de vida y la salud. Este proyecto sirvió para identificar la problemática existente, también se identificó como los habitantes son afectados directamente ya que la mayoría son de una condición humilde, para la realización del proyecto se debe de realizar estudios complementarios de acuerdo a lo que piensa la población mediante cuestionarios. Para dar solución a este proyecto se tomará en cuenta los factores de medio ambiente, comunidad y sociedad. Mediante la potabilización se debe de garantizar el suministro diario que tanto necesitan, como también se debe de brindar agua de buena calidad para evitar la proliferación de enfermedades.

Arizaga (2016), en su trabajo de titulación realizado en Ecuador, evaluó como mejorar la cantidad y calidad del servicio de abastecimiento, minimizando la afectación en la salud del habitante en la ciudad de Vinces, de acuerdo al diagnóstico, caracterización y encuestas realizadas pudo concluir que los habitantes no están conforme con la calidad ni cantidad que éste abastece y solicitan la operatividad de la otra planta de tratamiento. En los procesos se requiere hacer modificaciones, a excepción de los sedimentadores. Se diseño los desarenadores con esto nos reducirá el tiempo de paradas en el proceso y deberá ser ubicado antes del tanque de abastecimiento de agua cruda, cuya función será receptor toda la arena traída por el agua cruda del río Vinces. Esto evitará primero la sobrecarga a la unidad de mezclado rápido y en segundo lugar evitará los daños a las unidades de bombeo.

### **2.1.2 Investigaciones nacionales**

Caira & Chávez (2018), realizaron un estudio en la ciudad de Arequipa, teniendo como finalidad mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable de la Bedoya ubicado en el

distrito de Chiguata, garantizando agua de buena calidad y así permitir que la calidad de vida de los pobladores de la asociaciones de vivienda Campo Misti y Puertas del Sol de dicho distrito, ante todo esto se pretende prevenir de enfermedades gastrointestinales que padecen los habitantes. Mediante estudios realizados al manantial Bedoya, concluyeron que la población por encontrarse en una zona alta, el agua que recibirán los pobladores sería por medio de bombeo de la planta San Bernardo. Al mejorar las instalaciones se proyecta una mejora en el abastecimiento de agua a sus pobladores, ya que éstos sufren el desabastecimiento de agua continuamente, con este proyecto se mejorará la calidad de vida en relación a su salud. El reservorio proyectado ampliará la cobertura de su servicio, beneficiando a una población. El tratamiento del agua proveniente del manantial la Bedoya según los resultados del informe de ensayo de la calidad del agua, consistirá básicamente en un proceso de aireación con el fin de elevar el oxígeno disuelto (OD) y reducir la concentración del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Para elevar el pH se utilizará la cal y posteriormente para su desinfección cloro.

Sánchez (2017), realizó una proyecto de investigación sobre la evaluación y el mejoramiento de la PTAP Hernán Perochena en la ciudad de Mollendo, la finalidad del proyecto es incrementar la producción agua y la eficiencia del sistema, reduciendo costos y buscando alternativas de tecnologías que pueda garantizar que los habitantes, industria y comercio sean abastecidos del suministro constantemente. De acuerdo a sus resultados de los análisis de calidad en la fuente concluyó, que existe diferencia entre una planta convencional con respecto a una planta de tratamiento avanzado, la utilización de estas plantas dependerá de aspectos económicos, sociales y culturales. El diseño del tratamiento debe de garantizar el periodo establecido en el servicio, su calidad y disponibilidad. La Planta de Tratamiento es deficiente en su funcionamiento por mal diseño hidráulico, no funcionando en un 100 %, no tratan el caudal requerido que se debe de suministrar a la

población. Con respecto a lo sanitario estos no se remueven sobrepasando los LMP en los parámetros fisicoquímicos, de acuerdo a lo proyectado se debe de considerar estos parámetros para garantizar la calidad del agua para el consumo humano. Se determinó que el mal diseño de la planta de tratamiento de agua potable perjudica a los habitantes en su salud ya que el agua consumido contiene arsénico.

Dueñas (2016), desarrolló un estudio de evaluación y mejoramiento de la Planta de tratamiento de agua potable del centro poblado de Yauri, ubicado en la región Cusco, donde determino que los procesos son deficientes ya que tratan agua sobrepasando su capacidad operativa lo cual no cumplen con los LMP; de acuerdo a la evaluación de la planta concluyó, que para la preparación de soluciones se instaló un dosificador mejorando la calidad de agua, mediante las bombas dosificadoras se regulo el caudal automático de agua filtrada de solución, los difusores permitieron la aplicación de las aplicación de solución en forma distribuida y mezcla del resalto, con respecto a la capacidad de los tanques de soluciones queda en concordancia con los parámetros óptimos requeridos que son obtenidos en el laboratorio. Se obtuvo un tiempo de retención en los floculadores de 14,6 a 18 minutos que se encuentra dentro del tiempo óptimo, cambiando las pantallas floculadoras por nuevas elaboradas en fibra de vidrio. Se mejoró el proceso de mezcla rápida y filtración cambiando el medio filtrante por arena y antracita.

Anchapuri (2013), desarrolló una investigación en la ciudad de Tacna, con el objeto de evaluar y proponer el diseño de la PTAP en la ciudad de Tarata, concluyendo que el referido estudio, permitirá el beneficio del distrito de Tarata que atraviesa una situación crítica ocasionada fundamentalmente por el consumo de agua no apta para el consumo humano, el número de habitante beneficiadas hasta el año 20 incrementara en un 5 227,00 un caudal de demanda de 13 l/s (caudal máximo diario). El agua cruda es captada por el canal de regadío Irabalaco, con caudal de 0,898 m<sup>3</sup>/s. del cual se captará de rio del mismo



nombre esta es regulado por la presa Jarumas I, el tipo de captación es directa a través de tubería de 110 mm el cual captara un caudal total de 13 l/s. Esto se transferirá por un ducto cerrado el cual desemboca directamente al desarenador, luego pasa a un reservorio de 272,27 m<sup>3</sup> la cual servirá de almacén y de estabilizador de partículas que pasen el desarenador. La planta de tratamiento de agua que se propone en el presente estudio es una planta simplificada esto permite un bajo costo de construcción, bajo costo de mantenimiento y la mejora la salud de los habitantes. Del mismo modo, la construcción y mantenimiento de la planta simplificada permitirá economizar en un 40 y 50 % en relación a las plantas convencionales que sustituyen equipos periódicamente 5 a 10 años.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Calidad de agua**

El agua es muy importante para el ser humano, por tal motivo esta debe de tener un tratamiento adecuado para poder eliminar todo residuo contaminante que esta posee y así no perjudicar la salud de las personas, ya que se debe de consumir un agua de buena calidad (Chulluncuy, 2011).

Como señalo Chulluncuy (2011) “En el Perú, todos los análisis se realizan de acuerdos a los parámetros establecidos de acuerdo a las directivas, normas técnicas, realizadas por la Indecopi, complementadas por las normas de OMS, y otras entidades que garanticen la calidad de agua” (p. 155).

Tabla 1

*Calidad del agua*

Parámetro o característica	Unidad	LMP
<i>Físico</i>		
Color	UCV	15
Conductividad (25 °C)	µmho/cm	1500
Olor	----	Aceptable
Sabor	----	Aceptable
Turbiedad	UNT	5
<i>Microbiológico</i>		
Coliformes totales	UFC/100 ml	0
Coliformes termotolerantes	UFC/100 ml	0
Bacterias heterotróficas	UFC/ml	500
<i>Compuestos orgánicos</i>		
Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0,2
Cadmio	mg Cd L <sup>-1</sup>	0,003
Cloruro	mg Cl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2
Dureza Total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
Sólidos totales disueltos	mgL <sup>-1</sup>	1000
Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0,3
Manganeso	mg Mn L <sup>-1</sup>	0,4
Mercurio	mg Hg L <sup>-1</sup>	0,001
Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50,00
pH	Valor pH	6.5 – 8.5
Plomo	mg Pb L <sup>-1</sup>	0,010
Selenio	mg Se L <sup>-1</sup>	0,010
Sulfato	mg SO <sub>4</sub> L <sup>-1</sup>	250

Fuente: (MINSA, 2010, p. 39)



Tabla 2

*Aguas superficiales destinadas para agua potable*

Parámetros	Unidad	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
<b>Físico - Químico</b>				
Aceites y grasas	Mg/L	0,5	1,7	1,7
Color (b)	Color verdadero	15	100 (a)	**
	Escala Pt/Co			
Conductividad	μS/cm	1500	1600	**
DBO <sub>5</sub>	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
DQO	mg/L	10	20	30
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥6	≥5	≥4
(valor mínimo)				
pH		6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 – 9,0
Sólidos disueltos	mg/L	1 000	1 000	1 500
totales				
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 0	**
<b>Microbiológico</b>				
Coliformes totales	NMP/100ml	50	**	**
Coliforme	NMP/100ml	20	2 000	20 000
termotolerante				
Formas parasitarias	N°organismo/L	0	**	**

Escherichia coli	NMP/100ml	0	**	**
Vibrio cholerae	Presencia/100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<b>Inorgánicos</b>				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)

(b) Después de la filtración simple

Fuente: (MINAM, 2017)

## 2.2.2 Abastecimiento de agua para consumo humano

### 2.2.2.1 Captación de aguas superficiales

Según la Resolución Ministerial N° 173 del Ministerio de vivienda (2016) lo clasifica:

#### a) Captación por gravedad

Se ubicarán:

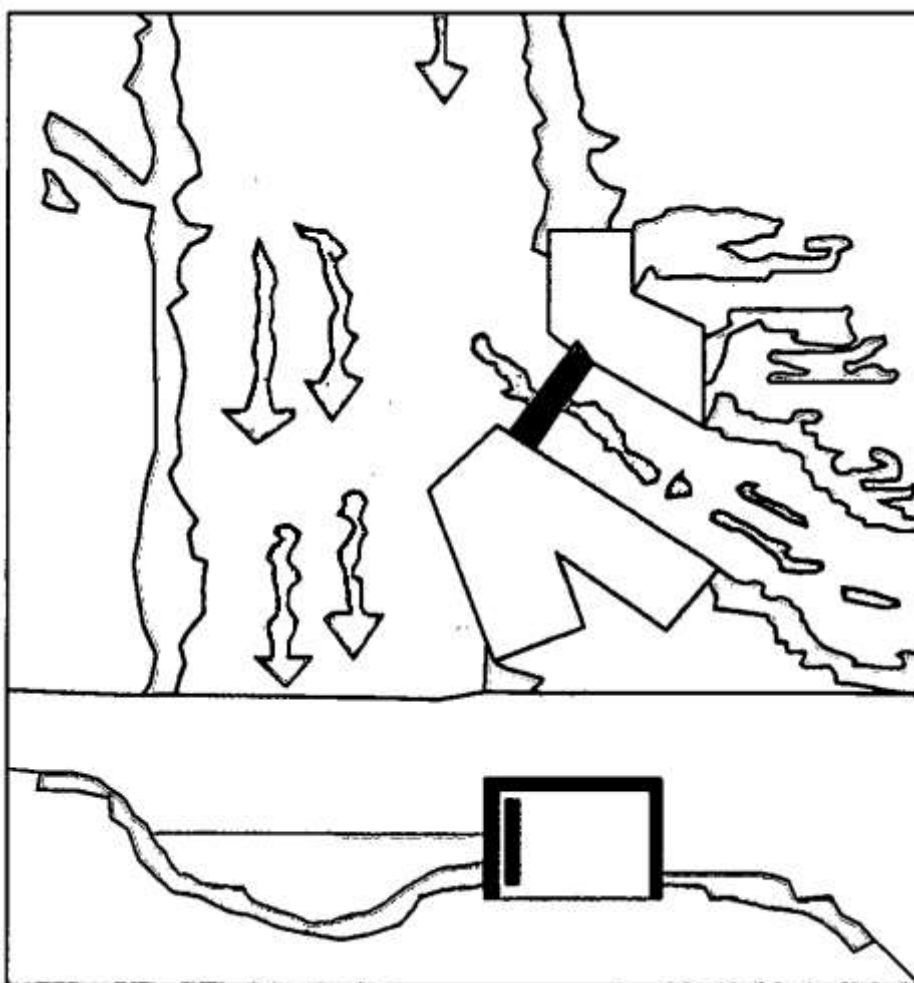
- En ríos y canales, se ubicarán en zonas donde el riesgo sea mínimo por erosión y sedimentación, y asimismo aguas arriba de probables fuentes de contaminación.

El flujo no debe de ser alterado en la fuente.

- En los lagos y embalses, se debe de ubicar al borde donde los riesgos sean mínimos a contaminaciones con una profundidad donde al succionar no lleve sedimentos ni materiales de la superficie.
- Los captadores deberán contar con protección perimétrica, como también se debe de asegurar el agua para épocas de estiaje, como controlar el exceso de agua en tiempos de venidas.

**b) Canal de derivación**

Este tipo de canal se utiliza cuando un río es caudaloso, para luego ser utilizado en épocas de estiaje, es por tal motivo que su construcción es un canal a cielo abierto, que lleva el agua a una cámara colectora (Ministerio de Vivienda, 2016).



*Figura 1.* Canal de derivación

Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2016, pág. 34)

### 2.2.2.2 Líneas de conducción

#### a) Aspectos generales

Según Ministerio de Vivienda, (2016) indica la acomoda, el tipo de tubería, el diámetro mínimo, la pendiente para la línea de aducción. Como se muestra en la figura:

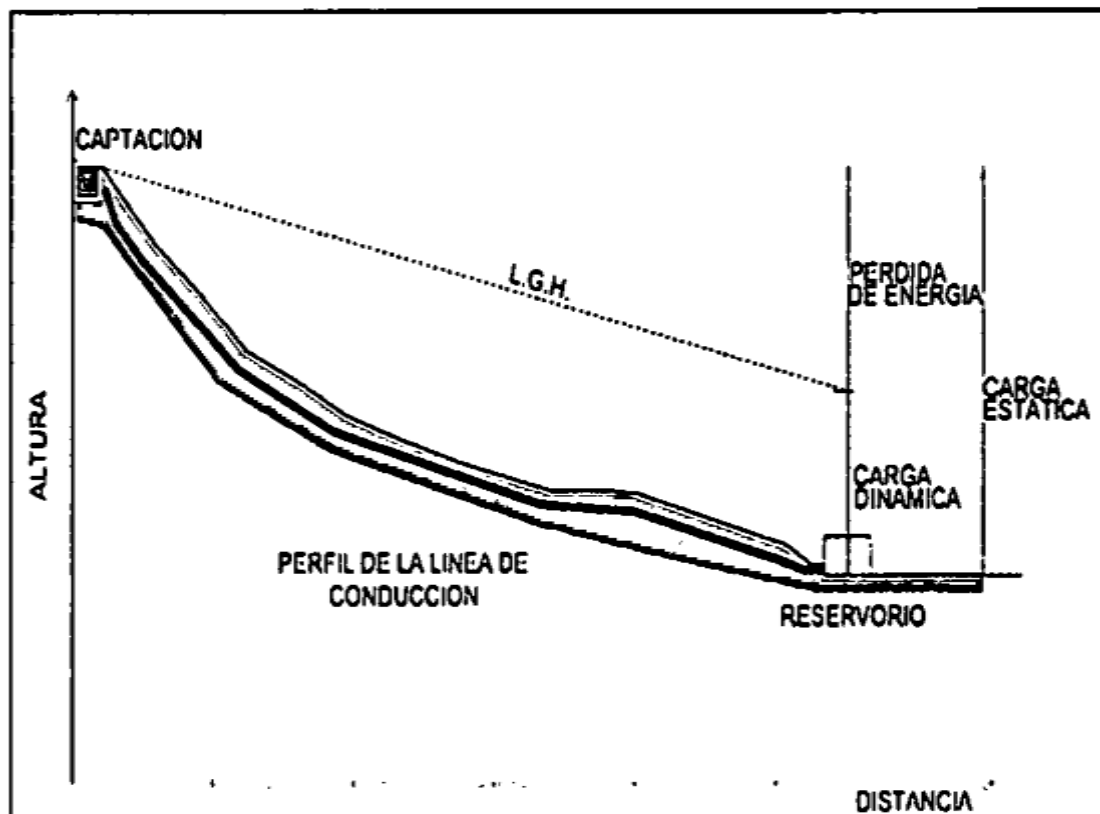


Figura 2. Línea gradiente hidráulica de una conducción a presión.

Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2016, pág. 66)

#### b) Obras complementarias

##### Caja de válvulas

Todos los elementos de operación y control, así los accesorios, se colocarán en alojamientos que permitan su fácil acceso, maniobra o sustitución, de ser el caso. Los dispositivos de cierre deben de tener un marco y tapa, este debe de estar fijado adecuadamente al marco que sirve como asiento. La tapa debe de ser móvil que cubre la abertura para el acceso. En la solera interior del alojamiento tendrá un sumidero para la evacuación de agua proveniente de eventuales fugas y posibles filtraciones. La extracción

del agua se realizará mediante una tubería de descarga siempre que sea posible, o empleando bombas de achique portátiles, o en ciertas ocasiones si se requiere se realizará manualmente (Ministerio de Vivienda, 2016).

### Cámara rompe presión

Para su construcción y alojamiento de elementos, debe tener una sección interior 0,60 m x 0,60 m mínima, la tubería de entrada debe de estar por encima del nivel de agua. La tubería de salida deberá contar con una canastilla para evitar la entrada de objetos, además se dispondrá de un rebose. Para el cierre de la cámara para su fácil mantenimiento esta será estanco y movable (Ministerio de Vivienda, 2016).

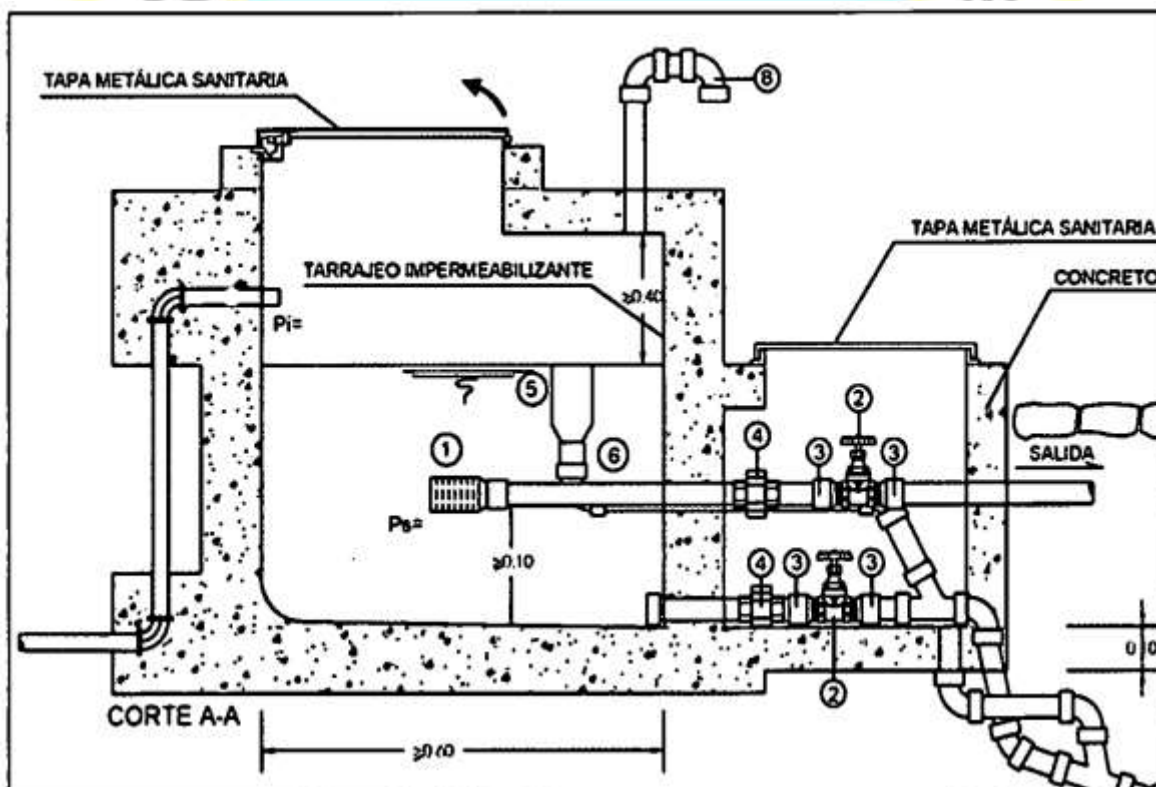


Figura 3. Cámara rompe presión.

Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2016, pág. 71)



### 2.2.3 Planta de tratamiento de agua para consumo humano

#### a) Aspectos generales

Ministerio de Vivienda (2016) indica los criterios para el diseño de plantas potabilizadas de agua:

- El diseño se realizará buscando minimizar los costos de construcción, mantenimiento y operación.
- Previo análisis, la calidad de agua cruda, se seleccionarán los procesos necesarios, debiendo dar preferencia a los no mecánicos tales como: aireación, sedimentación, prefiltración, filtración y desinfección.
- En tratamiento convencional (coagulación, decantación, filtración rápida) se utilizará este método si el agua cruda no cumple con los parámetros adecuados en cuanto a su calidad.
- Su capacidad corresponde al volumen total neto del agua tratada que produce, además se considerará la demanda máxima diaria y los desperdicios originados por las actividades de la planta.

#### b) Criterios de diseño

Ministerio de Vivienda (2016) , indica para la selección del proceso dado en la Tabla 4 para su aplicación:

Tabla 3

*Selección proceso tratamiento del agua para consumo humano*

Calidad del agua	Turbidez	Tratamiento
A1*	-	Desinfección
	<25 UNT	Filtro lento arena con tratamiento de desinfección.
A2*	<50 UNT	Pre-filtro de grava de flujo descendente o sedimentador seguida de filtro lento de arena, posteriormente una unidad de desinfección.
	<100 UNT	Sedimentador seguida de un prefiltro de grava de flujo descendente, posteriormente un filtro de arena y una unidad de desinfección.
A3*	-	Tratamiento completo y avanzado que requiere estudio especial

\* Referido a las aguas del tipo A” que contiene material particulado relativamente grueso que permite su remoción por mecanismos físicos y biológicos

Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2016, p. 76).

### c) Sedimentador

Su misión es separar del agua cruda toda partícula en suspensión superior a 0,05 mm, el uso del sedimentador nos va a permitir cuidar las bombas evitando las sobrecargas y evitar el depósito en las obras de conducción. La turbiedad máxima del afluente debe ser de 50 UNT (Ministerio de Vivienda, 2016).

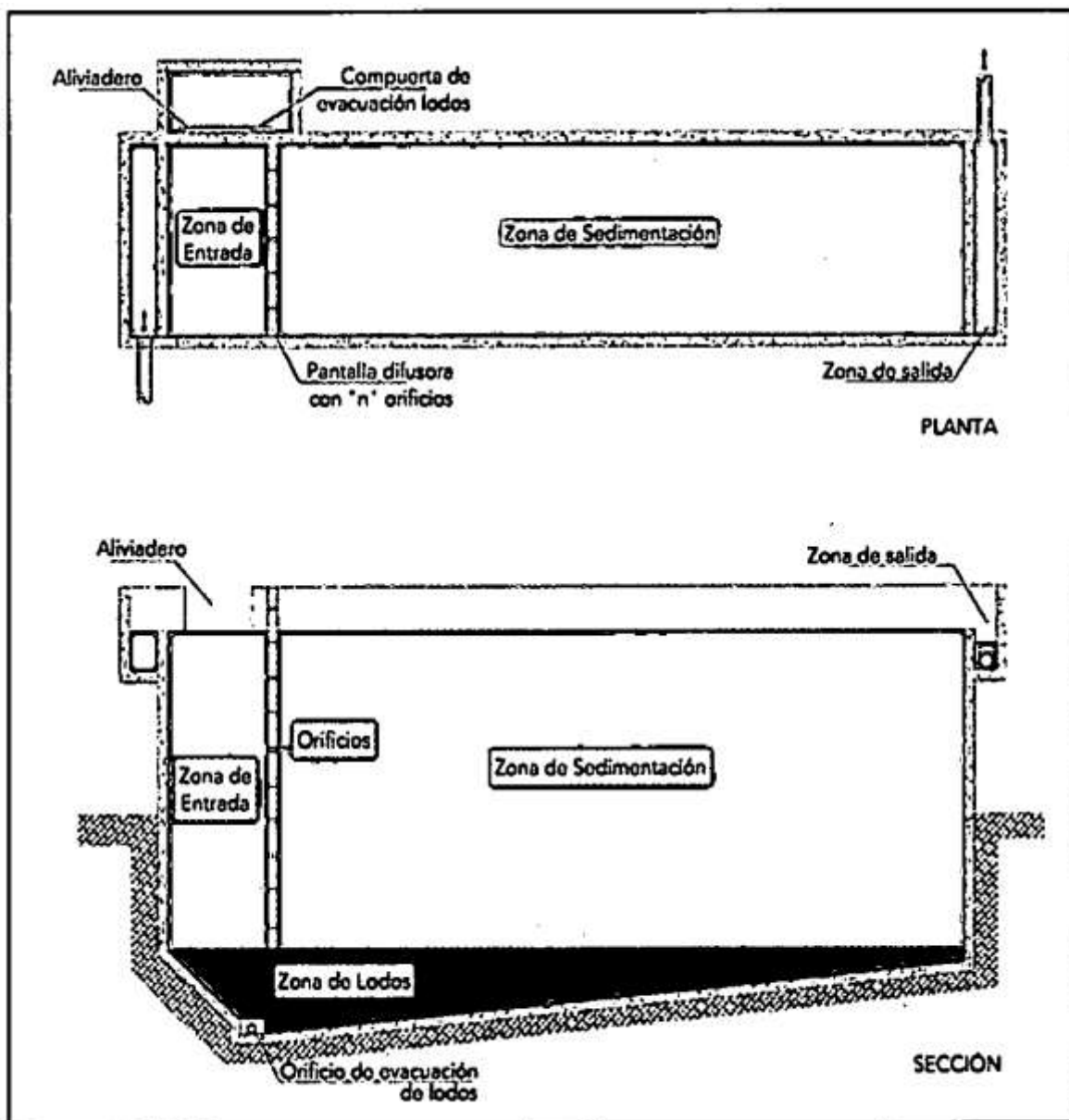


Figura 4. Planta y corte del sedimentador.

Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2016, pág. 78)

#### d) Pre-filtro de grava de flujo descendente

Equipo donde el agua circula en forma descendente pasando por una serie de tres cámaras llenas de grava de mayor a menor tamaño, apoyada sobre un lecho de grava de mayor grosor, bajando la turbiedad del agua pasando por un filtro de arena (Ministerio de Vivienda, 2016).

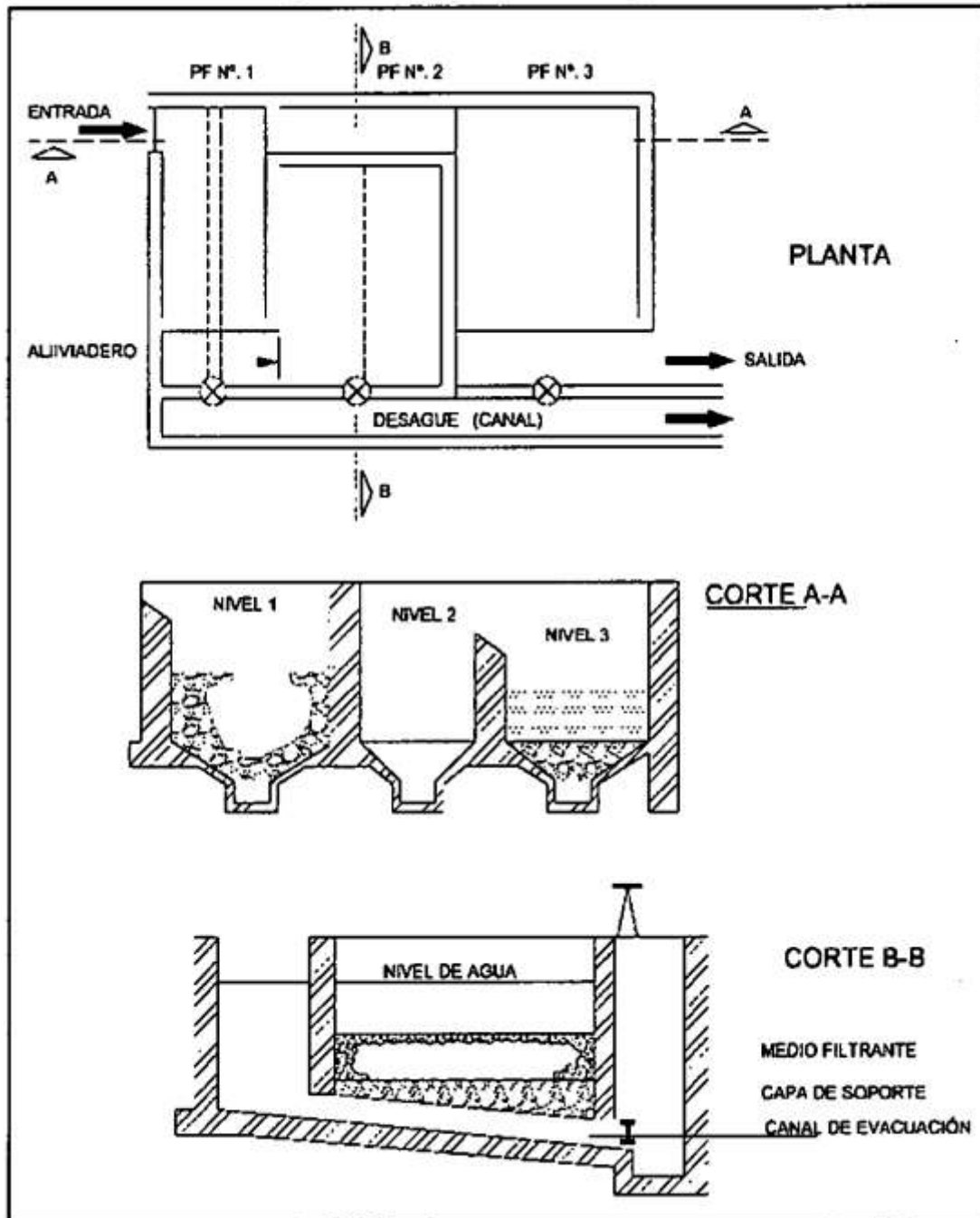


Figura 5. Filtro grueso descendiente.

Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2016, pág. 80)

#### e) Filtro lento de arena

Consta de una cámara de filtración donde el flujo fluye en forma descendente, el medio filtrante consta por una capa de arena fina colocada sobre gravas de diferentes tamaños, que sirve para reducir la turbidez del agua (Ministerio de Vivienda, 2016).

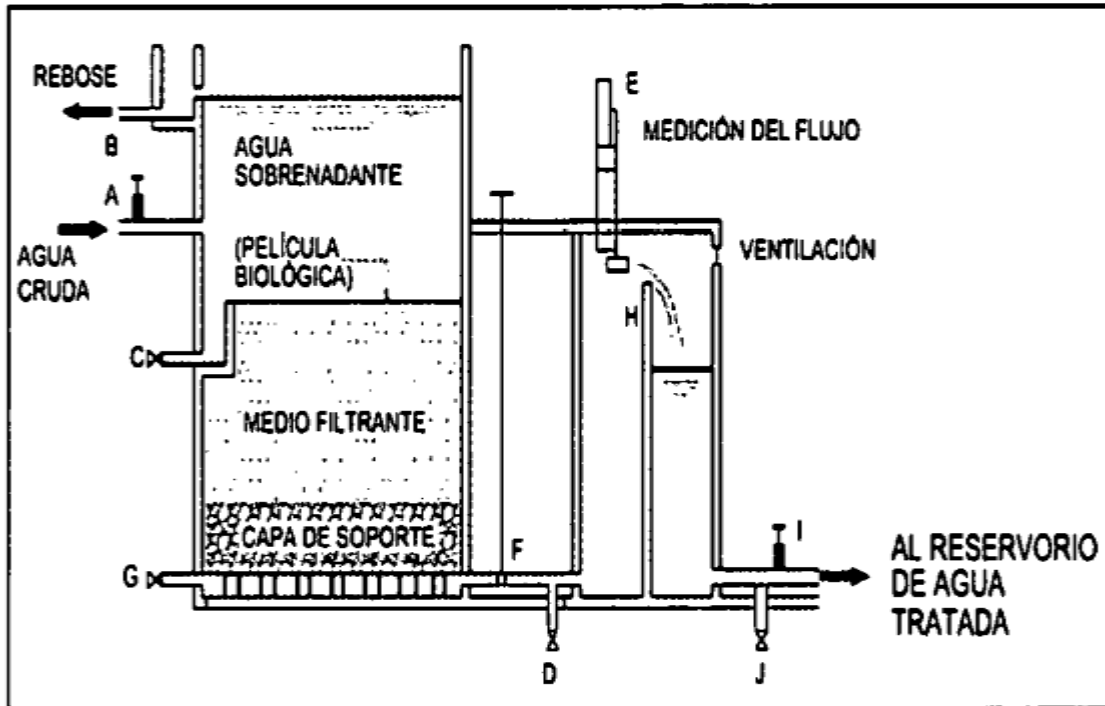


Figura 6. Filtro lento de arena.

Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2016, pág. 83)

#### f) Aireador

Se utiliza para la eliminación de hierro y magnesio sin aditivos químicos utilizadas normalmente para agua subterránea, pasa por un filtro grueso de grava descendientes en serie. Su finalidad es que al tener contacto el agua y el oxígeno este facilita el precipitado de iones de hierro y manganeso. (Ministerio de Vivienda, 2016).

#### 2.2.4 Reservorio

Se debe de colocar lo más cercano a la población la cual funcionara como un reservorio de cabecera, topográficamente debe de garantizar una mínima presión en el lugar más desfavorable del sistema, de acuerdo a su construcción este debe de garantizar un agua de buena calidad, y una total estanqueidad manteniendo una sanidad adecuada para poder ser suministrada sin alterar sus características físico-química y microbiológica. El material a utilizar deberá ser lo más apropiado para la zona, debiendo realizar un estudio de alternativas teniendo en cuenta distintos tipos de materiales concreto (ferrocemento, plásticos, metálicos,



fibra de vidrio, etc) así como el costo de traslado y la facilidad de transporte, entre otros factores relevantes. (Ministerio de Vivienda, 2016).

#### **2.2.4.1 Desinfección**

Ministerio de Vivienda (2016) afirma respecto a la desinfección esta se realizará obligatoriamente en el reservorio mediante el uso de cloro o sus derivados ya que al poseer gran capacidad de destrucción de microorganismos que contiene el agua, este tratamiento se realiza siempre y cuando el agua sea utilizada para el consumo humano.

#### **2.2.5 La minería de la Comunidad de Llacuabamba**

La Comunidad de Llacuabamba tiene una trayectoria histórica minera, donde se realizó explotación y se han cometido una serie de impactos ambientales negativos que fueron ocasionado antes de la actual legislación ambiental vigente para el sector minero, todos estos pasivos ambientales viene degradando la calidad de agua, suelo y aire, ante esta situación existe una fuerte presión de la comunidad, para que se realizaran una serie de estudios los cuales hasta la actualidad no se tiene una información completa que muestre el grado de contaminación existente y los efectos de salud causados en particular por el Cianuro y Mercurio.

### **2.3 Definiciones conceptuales**

- **Agua consumo humano**

Incluye a toda agua apta para el consumo, todo uso doméstico incluyendo la higiene personal. (Ministerio de Salud, 2010).

- **Captación**

Es un conjunto de estructuras e instalaciones que sirven para regular, derivar, y obtener un máximo alumbramiento de las aguas superficiales o subterráneas (Ministerio de Vivienda, 2016, p. 32).

- **Diagnóstico**

Se refiere para determinar una situación que se base en hechos recogidos mediante los datos obtenidos en forma ordenada y sistemática. (wikipedia, 2017)

- **Filtración**

Proceso que permite remover del agua los sólidos o materias más finas en suspensión, que no pudieron ser removidas por procesos anteriores (Ministerio de Vivienda, 2016).

- **Propuesta**

Idea que se presenta para su aceptación y su conformidad para su realización (Ministerio de Vivienda, 2016).

- **Red de distribución**

Tuberías que permiten distribuir y abastecer el agua para consumo humano a las viviendas (Ministerio de Vivienda, 2016).

- **Sedimentación:**

Remoción de las partículas por acción de la de gravedad (Ministerio de Vivienda, 2016).

- **Tratamiento de agua**

El objetivo es convertir el agua desde una fuente superficial o subterránea y darle las condiciones de agua potable con inocuidad para el consumo humano y su uso doméstico. (Ministerio de Salud, 2011).

## 2.4 Hipótesis de investigación

### 2.4.1 Hipótesis General

- El diagnóstico a la PTAP permite proponer mejoras que aseguren la potabilización del agua de consumo de la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento de La Libertad en el año 2017.

#### 2.4.2 Hipótesis específicas

- El sistema de abastecimiento de agua potable se encuentra en buen estado y opera deficientemente en el abastecimiento a la comunidad campesina de Llacuabamba, Departamento La Libertad en el año 2017.
- La PTAP se encuentra en estado bueno, operando deficientemente en su abastecimiento a la comunidad campesina de Llacuabamba, Departamento de La Libertad en el año 2017.
- Las unidades auxiliares y de distribución de agua potable se encuentra en buen estado operándose eficientemente en su abastecimiento a la comunidad campesina de Llacuabamba, Departamento de La Libertad en el año 2017.
- Las mejoras planteadas a las unidades existentes de la PTAP incrementan las condiciones de potabilización del agua de consumo de la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento La Libertad en el año 2017.
- Las unidades adicionales planteadas a la PTAP garantizan las condiciones de potabilización del agua de consumo de la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento La Libertad en el año 2017.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Diseño metodológico**

##### **3.1.1 Tipo**

De acuerdo al número de mediciones realizadas corresponde a un estudio transversal, debido a que se realizará el diagnóstico de la planta en una sola oportunidad.

De acuerdo a la toma de datos por los investigadores corresponde a un estudio prospectivo, donde la recolección de los datos del diagnóstico se programó y se ejecutaron para su posterior planteamiento de propuestas de mejoras en la planta.

De acuerdo al grado de manipulación de las variables corresponde a un estudio observacional, a consecuencia de que los investigadores no manipularon y/o modificaron las variables de estudio, limitándose sólo a tomar las mediciones en el diagnóstico tal y cual se encontraba la planta de tratamiento.

De acuerdo al uso de conocimientos previos corresponde a una investigación aplicada, donde se utilizaron las técnicas, metodologías y conocimientos previos de PTAP y sus potenciales contaminantes.

##### **3.1.2 Nivel de investigación**

El estudio corresponde a un nivel de investigación descriptiva.

Descriptivo porque se realizó el diagnóstico de la PTAP y con ello se realizaron las propuestas de mejora que garantice la potabilización del agua de abastecimiento a la comunidad campesina Llacuabamba, departamento de La Libertad.

### 3.1.3 Diseño

Estudio no experimental transversal descriptivo.

### 3.1.4 Enfoque

De acuerdo a los valores finales de las mediciones realizadas en el diagnóstico a la PTAP, corresponden a un enfoque cualitativo, así como en las propuestas de mejora de la planta en la comunidad campesina Llacuabamba, departamento de La Libertad.

## 3.2 Población y muestra

### 3.2.1 Población

Es el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación. (Carrasco, 2017, pág. 236)

**Población:** Planta de tratamiento de agua potable de la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento de La Libertad en el año 2017

### 3.2.2 Muestra

Para el estudio, el ámbito de recolección de datos se considera igual al de la población, en tal sentido:

**Muestra:** Planta de tratamiento de agua potable de la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento La Libertad en el año 2017

## 3.3 Operacionalización de variables e indicadores

Se indica en la Tabla 5.

## 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 3.4.1 Técnicas a emplear

Utilizaremos la técnica de observación.



Tabla 4

*Operacionalización de variables*

Variables	Operacionalización de variables		
	Dimensión	Indicador	Escala
Variable de caracterización  1. Diagnóstico de la planta de tratamiento de agua potable	Abastecimiento de agua potable	Estado y operación en la captación.	Ordinal
		Estado y operación en el sedimentador.	Ordinal
		Estado y operación del hipoclorador de flujo difuso	Ordinal
	Planta de tratamiento:		
		Estado y operación de la cámaras Rompe Presión	
		Estado y operación de la caja para válvula de aire	Ordinal
Variable de interés  2. Propuesta de mejora de la planta de tratamiento de agua potable	Unidades auxiliares y de distribución	Estado y operación de la caja Repartidora	Ordinal
		Estado y operación de la línea de conducción	Ordinal
	• Propuesta de mejoras a la planta de tratamiento de agua potable	• Propuesta de mejora del actual sistema.	Nominal
	• Propuesta de Unidades adicionales a la planta de tratamiento de agua potable	• Propuesta de Unidades adicionales de la planta de tratamiento	Nominal

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.2 Descripción de los instrumentos

Se utilizaron los instrumentos acordes a las técnicas empleadas

#### a) Para la observación.

Se utilizó para realizar el diagnóstico de las unidades de la planta de tratamiento de agua potable en su abastecimiento a la comunidad campesina Llacuabamba. La Libertad:

- Lista de cotejo
- Cuadernos de notas
- Fichas de observación

### 3.5 Técnicas para el procesamiento de la información

Se utilizaron las siguientes técnica para poder procesar los datos recabados:

#### **Clasificación:**

Se clasificó para realizar el diagnóstico de la PTAP en de la siguiente manera: a) abastecimiento, b) planta de tratamiento y c) las unidades auxiliares y de distribución.

#### **Registro:**

Los datos recolectados se registraron respecto al diagnóstico realizado en la PTAP, desde el abastecimiento, la propia planta, las unidades auxiliares y de distribución.

#### **Tratamiento:**

Se determinó el estado de operatividad de la planta de tratamiento de agua potable, pudiendo realizar las propuestas de mejoras de la planta y unidades adicionales de tratamiento.

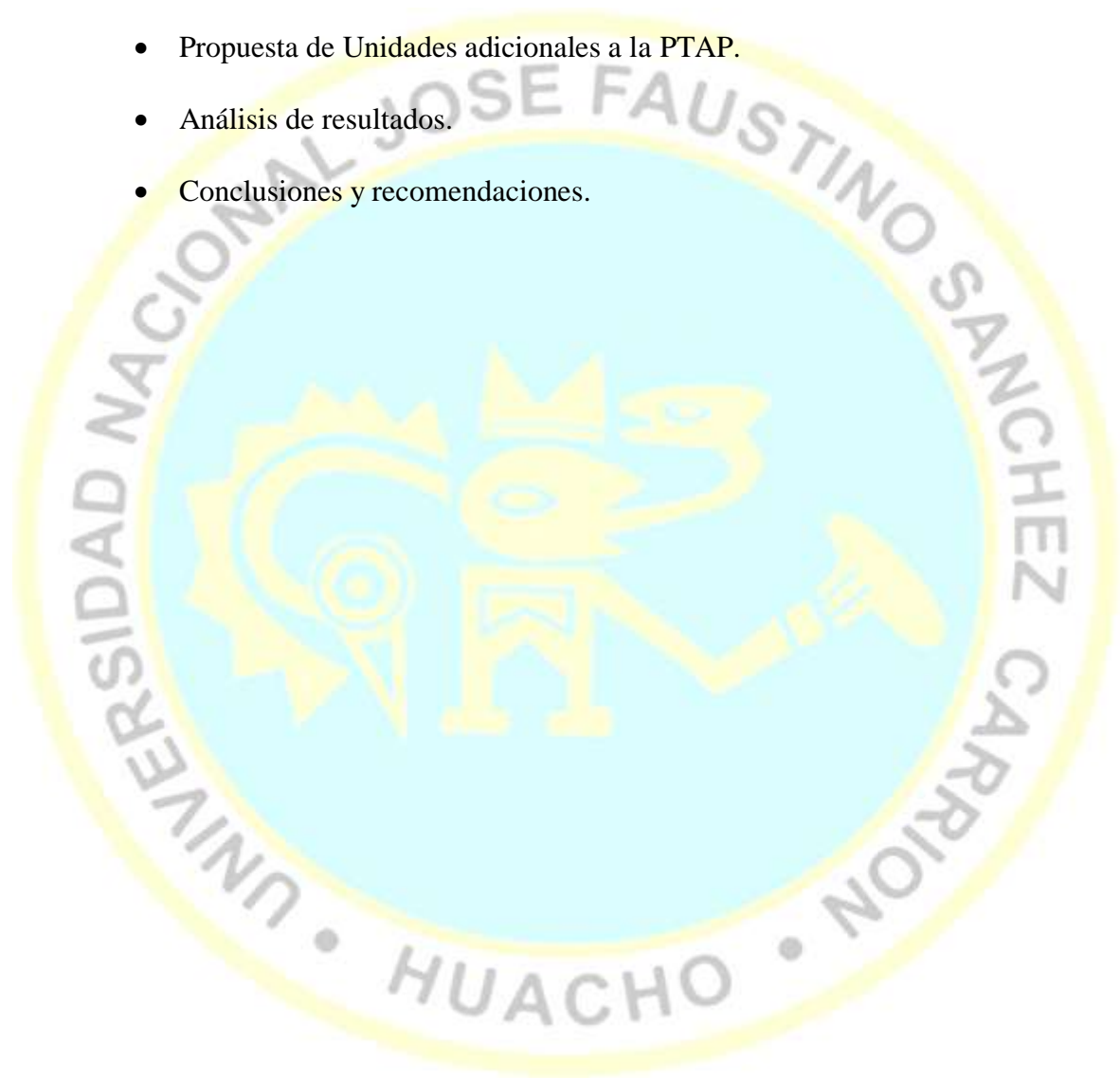
#### **Presentación:**

La información digitada al programa de cálculo, permitieron realizar las tablas y gráficas del diagnóstico y propuestas.

Para realizar el estudio se realizará el siguiente procedimiento:

- Recopilación de bases teóricas desarrollo de la tesis.

- Recopilación datos de la Comunidad Campesina Llacuabamba.
- Diagnóstico a la unidad de abastecimiento de agua.
- Diagnóstico a la PTAP.
- Diagnóstico a las Unidades auxiliares y de distribución.
- Propuesta de mejoras a la PTAP.
- Propuesta de Unidades adicionales a la PTAP.
- Análisis de resultados.
- Conclusiones y recomendaciones.



## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1 Diagnóstico de la planta de tratamiento de agua potable**

##### **4.1.1 Abastecimiento de agua potable**

###### **4.1.1.1 Captación**

###### **a) Fuente de agua:**

La fuente de abastecimiento hídrico es de un río ubicado en la zona de estudillo llamado Ventanas, en el que se ha realizado aforos del escurrimiento superficial llegando a tener un caudal de 41,00 l/s.

Además, se almacenará dichas aguas en el reservorio de concreto armado ubicado en la cabecera de la localidad.

En época lluviosa o húmeda (diciembre a abril), el caudal es superior a 1060 l/s.

Por ser una zona alto andina que sobrepasa una altitud de 2 012 m.s.n.m, durante las épocas de avenida, que son los meses de diciembre - abril, se puede apreciar una precipitación pluvial variable de mediana a gran precipitación, de acuerdo a la época de los años, el escurrimiento es rápido debido a las pendientes existentes.

###### **b) Calidad de agua**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio acreditado EQUAS, se puede observar que el agua es apta para el consumo de los habitantes. También en la inspección de campo se ha comprobado las características organolépticas del agua, siendo estas adecuadas.



**c) Captación:**

Estructura de concreto que permite derivar y regular las aguas en cauce natural de la quebrada ventanas hacia la red de conducción del sistema de infraestructura hidráulica. Esta estructura es de concreto armado, de  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , también es de acero estructural de  $Fy=4200 \text{ kg/cm}^2$ .



*Figura 7.* Vista panorámica del sector cerro las torres.

Fuente Elaboración propia.



*Figura 8.* Vista general de bocatoma.

Fuente: elaboración propia.



Tabla 5

*Diagnóstico de la captación de agua.*

Captación de agua	Diagnóstico				
	Muy bueno	bueno	Regular	Malo	Muy malo
a) Infraestructura		X			
	Muy bien	bien	A veces falla	Mucha falla	Falla total
b) Operación				X	

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 6, observamos el diagnóstico de la captación de agua, donde se distingue que se encuentra en buen estado observándose que no hay regulación del flujo de agua en la captación, el cual en ocasiones sobrecarga la planta de tratamiento de agua potable, reduciendo la calidad de agua de consumo de la comunidad campesina de Llacuabamba.

#### 4.1.2 Planta de tratamiento de agua potable

##### 4.1.2.1 Sedimentador.

Es una estructura de concreto u otro material que separa por gravedad las partículas en suspensión de una masa de agua.

Se utilizó para la estructura concreto armado, de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , también de acero estructural de  $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$ . Cuyas dimensiones fueron 12,80 m de largo x 2,3 m de ancho con una altura de 2,0 m.

El agua que proveniente de la captación ingresa al sedimentador, el material sólido que contiene el agua denominado sedimento se deposita en el fondo de la cámara de sedimentación todo este proceso es por efecto de la gravedad, luego se dirige hacia el pre filtro a través de una tubería de PVC de 2".

Para fines de mantenimiento y limpieza existe una válvula compuerta paralelo a la válvula de ingreso, formando un bypass. En caso se necesite realizar algún mantenimiento en el sedimentador se cierra la válvula de ingreso y se abre la válvula bypass, de esta manera se puede vaciar el sedimentador y seguir abasteciendo al pre filtro.

El principal problema en el sedimentador es exceso de caudal de ingreso lo que genera que el tiempo de sedimentación no sea suficientemente lento para que el material solido pueda sedimentarse en el fondo.



*Figura 9.* Vista general de sedimentador.

Fuente Elaboración propia.



*Figura 10.* Sedimentador con caudal sin regular.

Fuente Elaboración propia.



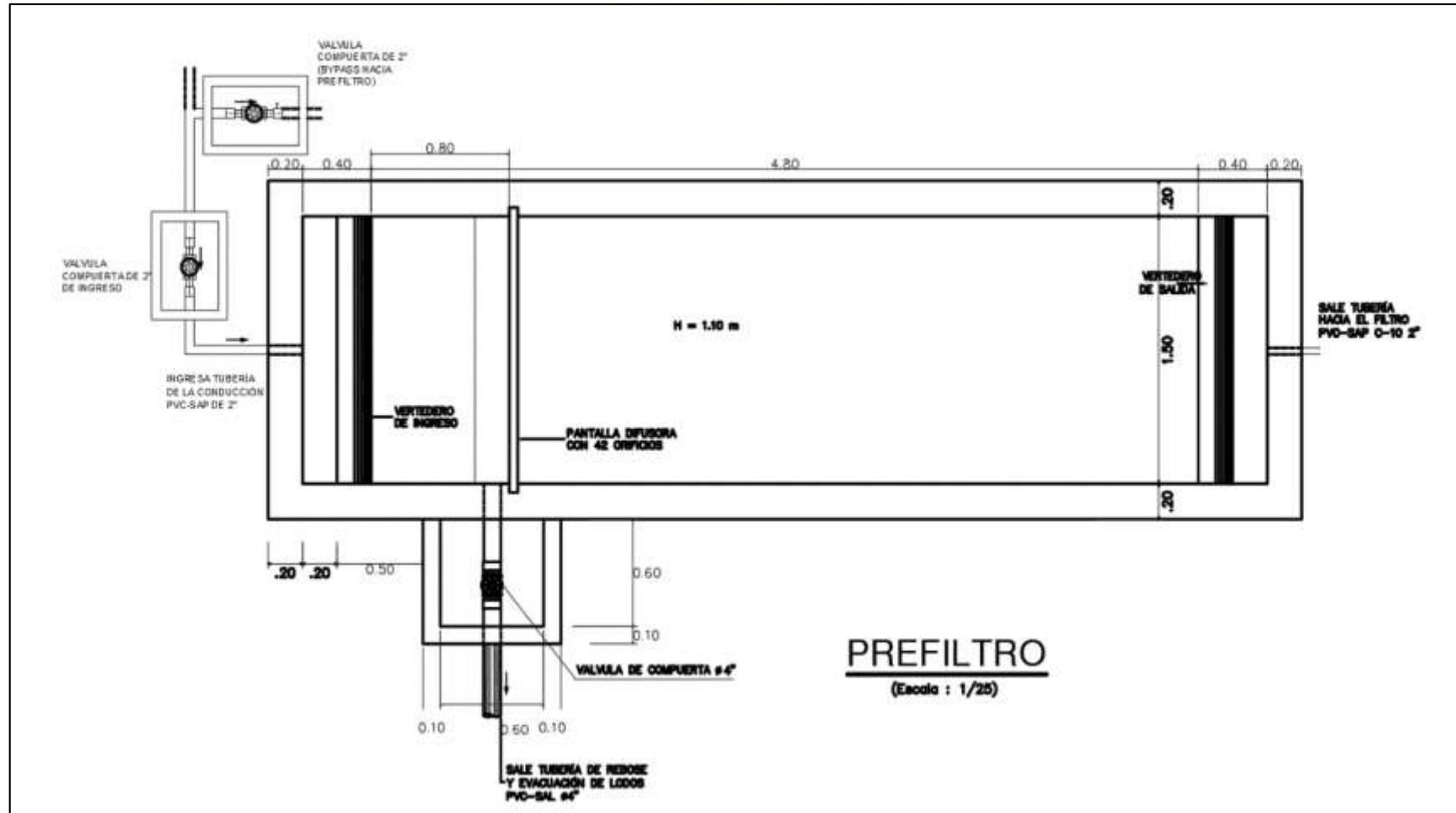


Figura 11. Esquema del sedimentador.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6

*Diagnóstico del sedimentador.*

Sedimentador	Diagnóstico				
	Muy bueno	bueno	Regular	Malo	Muy malo
a) Infraestructura		X			
b) Operación	Muy bien	bien	A veces falla	Mucha falla	Falla total
				X	

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 7, se muestra el diagnóstico al sedimentador, donde se observa que se encuentra en buen estado y ésta frecuentemente se sobrecarga por falta de regulación de flujo, el problema es más persistente en época de lluvias (diciembre a marzo)) el cual incrementa los sólidos de suspensión

#### 4.1.2.2 Hipoclorador de flujo difuso



Figura 12. Sistema de cloración.

Fuente Elaboración propia.



Tabla 7

*Diagnóstico del hipoclorador.*

Hipoclorador	Diagnóstico				
	Muy bueno	bueno	Regular	Malo	Muy malo
a) Infraestructura	X				
	Muy bien	bien	A veces falla	Mucha falla	Falla total
b) Operación	X				

*Fuente:* elaboración propia.

En la Tabla 8, se muestra diagnóstico al hipoclorador, donde se observa que se encuentra en buen estado observándose la ausencia de personal calificado, la deficiencia en la regulación de aditivo y ausencia del mismo

#### 4.1.3 Unidades auxiliares y de distribución

##### 4.1.3.1 Cámaras rompe presión

Estas unidades tienen la función de reducir la presión del agua en las tuberías por efecto del aumento de la presión hidrostática del agua a consecuencia de un desnivel desde el punto de captación al punto de distribución. De acuerdo a estas alturas se instala para normalizar a la presión atmosférica. Este equipo posibilita el cuidado de las tuberías que al estar expuestas son más susceptibles a roturas. Se han instalado para tal fin ocho (08) unidades de cámara rompe presión, tipo 6, con accesorios de entrada (E) y salida (S) de diámetro variable. La unidad es de concreto armado, de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , y también de acero estructural de  $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$ . Tomando en cuenta dichas dimensiones: de 1,0 m x 0,90 m. protegida de un cerco perimétrico utilizando alambre de púas.



*Figura 13.* Caja rompe presiones 1.

Fuente: elaboración propia.



*Figura 14.* Caja rompe presiones 2.

Fuente: elaboración propia.





*Figura 15.* Caja rompe presiones 3.

Fuente Elaboración propia.



*Figura 16.* Caja rompe presiones 4.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8

*Diagnóstico de la cámara rompe presión.*

Cámara rompe presión	Diagnóstico				
	Muy bueno	bueno	Regular	Malo	Muy malo
a) Infraestructura	X				
b) Operación	Muy bien	bien	A veces falla	Mucha falla	Falla total
	X				

*Fuente:* elaboración propia.

En la Tabla 9, observamos el diagnóstico de la cámara rompe presión, donde se observa que se encuentra en buen estado y funciona muy bien en la reducción de la presión hidrostática por efectos de la columna de agua por desnivel del terreno.

#### 4.1.3.2 Caja para válvula de aire

Se instala con el propósito de evacuar el aire atrapado en las tuberías, son ubicadas en la parte alta de la línea de conducción. Se observa que se instaló una válvula en todo el recorrido, siguiendo las especificaciones técnicas del expediente técnico.

#### 4.1.3.3 Línea de conducción

##### a) Pase Aéreo:

Estructura de cruce aéreo de una línea de conducción sobre un cauce de río, quebrada, dren o depresión del terreno.

Dicha estructura construida de la siguiente manera: 04 Dados de concreto simple de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con medidas de 2 x 2 y 2 metros de profundidad, 2 estructuras de fierro de 6 metros y 68 metros de cable.

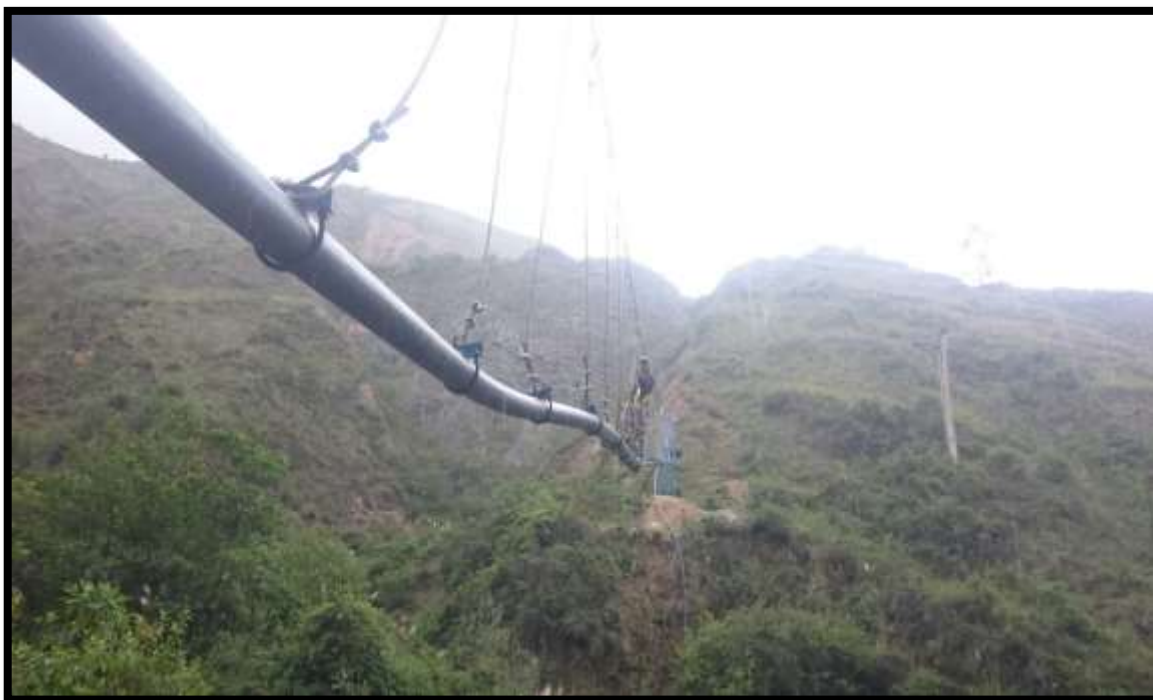


Figura 17. Pase aéreo.

Fuente: Elaboración propia

**b) Línea de conducción:**

Es tubería HDPE de 110 mm, utilizando dos tipos PN 10 Y PN 16, Se construyó teniendo en cuenta las especificaciones técnicas.

Primera línea de conducción: 6 400 m.

Segunda línea de conducción: 3 660 m.

Tabla 9

*Metrado de las líneas de conducción*

	Metrado (ml)	Tipo de tubería
	4800	PN-10
Tramo captación reservorio nuevo	1600	PN-16
Tramo captación rio	3660	PN-10
Total	10060	

Fuente: elaboración propia



Tabla 10

*Diagnóstico de las líneas de conducción.*

<i>Líneas de conducción.</i>	Diagnóstico				
	Muy bueno	bueno	Regular	Malo	Muy malo
a) Infraestructura			X		
	Muy bien	bien	A veces falla	Mucha falla	Falla total
b) Operación		X			

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 11, se da el diagnóstico a las líneas de conducción, donde se observa que se encuentra en buen estado y operan sin ningún inconveniente, aunque hay desgaste de materiales por las condiciones climáticas, siendo necesario asegurar las condiciones del buen estado mediante mantenimientos preventivos periódicos.

## 4.2 Propuesta a la planta de tratamiento de agua potable

### 4.2.1 Propuesta de mejoras a la planta de tratamiento de agua potable

- Para la captación es necesario una limpieza frecuente del material acumulado en el barraje dado que, alcanzado un gran volumen, lo que genera menos apresamiento de agua y mayor ingreso de material sólido hacia la cámara húmeda de la captación.
- Cambiar la ventana de admisión de la captación, dado que al tener una tubería perforada con una malla de protección hace que se tape con las hojas e impida el ingreso de agua a la cámara de húmeda.
- Se propone bajar el nivel de ingreso de la ventana de admisión dado que estando a un nivel por debajo del nivel de agua de la quebrada evitaría la acumulación de hojas y materiales que pudieran obstruir el ingreso de agua.

- Se recomienda cambiar las válvulas de la cámara seca de la captación, y graduar el caudal de salida; porque actualmente hay un caudal excesivo lo que genera que las estructuras de tratamiento colapsen y no cumplan con el tiempo de retención para un buen tratamiento.
- El caudal que ingresa al sedimentador está en exceso lo cual lo recarga y no está trabajando como debería el sedimentador, regular el flujo de acuerdo a la demanda de la población de la comunidad campesina de Llacuabamba.
- Se propone que la comunidad campesina de Llacuabamba se reúna con las autoridades de la Municipalidad Distrital, para elaborar un plan de mantenimiento anual, y se fije una cuota familiar por el servicio de agua potable.
- Al fijar una cuota familiar se tendrá un fondo para la compra de Hipoclorito de Calcio y así podrán clorar el agua, a su vez pondrá pagar a un operador para la operación y mantenimiento de su sistema de agua.
- Se propone dar mantenimiento trimestral a sus estructuras de tratamiento y almacenamiento del sistema de agua.

#### **4.2.2 Propuesta de unidades adicionales a la planta de tratamiento de agua potable**

##### **4.2.2.1 Instalación de un pre filtro.**

Se propone la instalación de un Pre filtro, que garantice la calidad de agua en épocas de Lluvia por incremento del material en suspensión

El agua proveniente del sedimentador ingresará al pre filtro donde es distribuida uniformemente hacia las 02 cámaras. El agua pasará hacia la zona 01 por un muro de ladrillo hueco donde tiene contacto con la grava de 1” a 1 ½” en sentido horizontal luego pasa a la zona 02, posteriormente a la zona 03 para finalmente llegar a una zona de almacenamiento y por gravedad subir hacia la tubería de salida que se dirige al Filtro lento.

Cada zona tiene en el fondo una canaleta que tiene una válvula compuerta de PVC de 4" de salida, la cual se denomina válvula de limpieza. Dicha válvula se utiliza para vaciar cada zona y así poder lavar el material filtrante. El agua al tener contacto con los distintos tamaños de grava remueve las partículas inertes presentes en el agua, con el pasar del tiempo también se logra remover microorganismos.

Dividido en 02 filtros los cuales a su vez están divididos en 03 cámaras.

Cada cámara deberá tener diferente tamaño de material filtrante:

Tabla 11

*Material de las cámaras*

Descripción	Tamaño de grava
Zona 1	Grava gruesa 1" a 1 ½"
Zona 2	Grava media ¾" a 1"
Zona 3	Grava Fina ¼" a ¾"

Fuente: elaboración propia

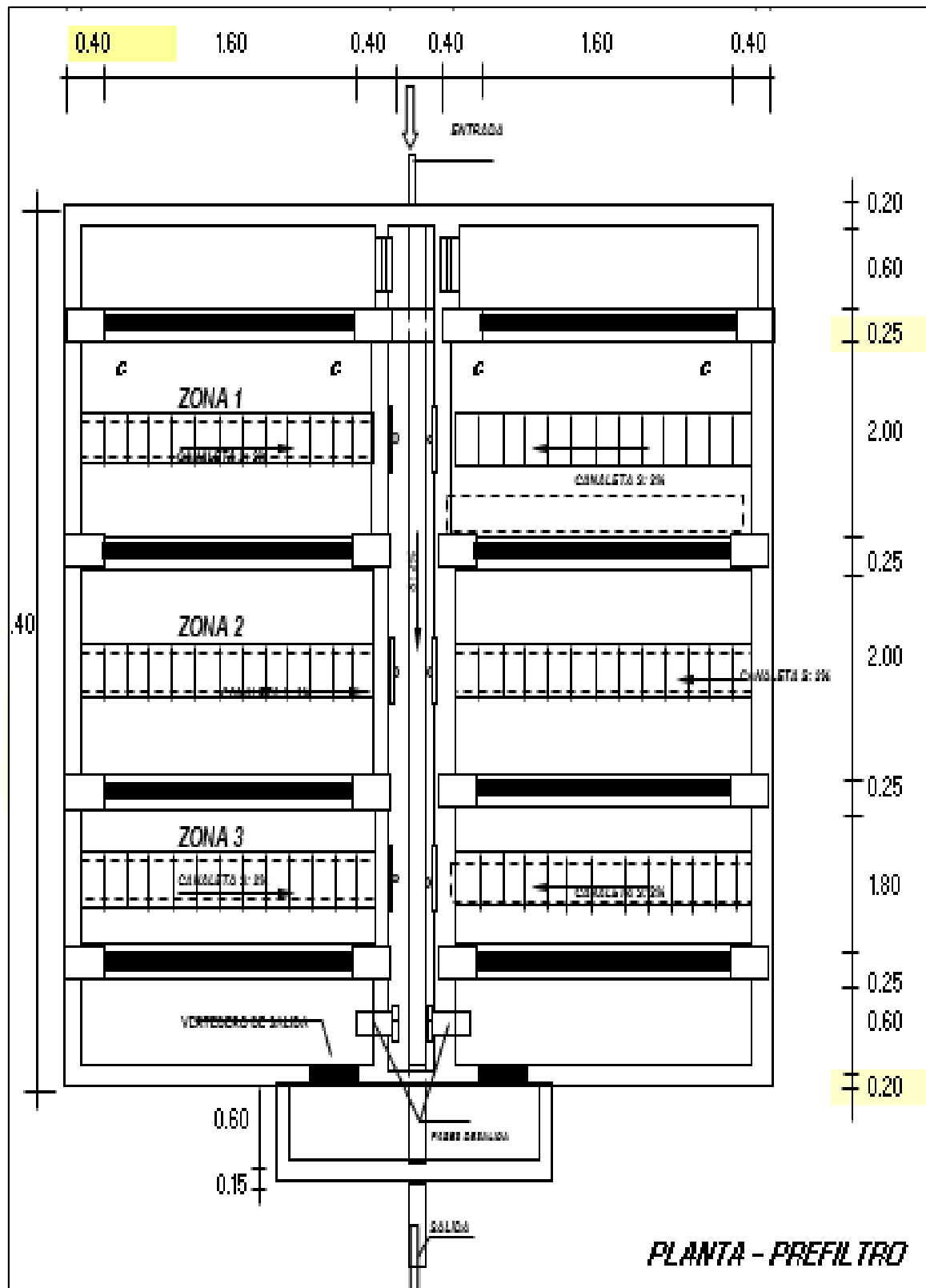


Figura 18. Esquema del pre-filtro

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.2.2 Instalación de filtro lento.

Se propone adicionalmente la instalación de un filtro lento para el material particulado difícil sedimentación.

El agua proveniente del pre filtro llegará a la cámara de ingreso donde habrá un vertedero triangular que disminuye la velocidad de ingreso del agua. Luego será repartida uniformemente hacia las 02 cámaras de filtración. En cada cámara existe un lecho

Deberá constar de 02 cámaras de filtración, 02 cámaras húmedas y 01 cámara seca.

Tabla 12

##### *Sección del filtro lento*

Material filtrante	Grosor de capa
Arena gruesa	0,80 m
Grava de 1/8" a 1/2"	0,15 m
Grava de 1/4" a 1/2"	0,30 m
Grava de 1/2" a 1"	0,10 m
Grava de 1" a 2"	0,20 m

Fuente elaboración propia

Filtrante compuesto de la siguiente manera.



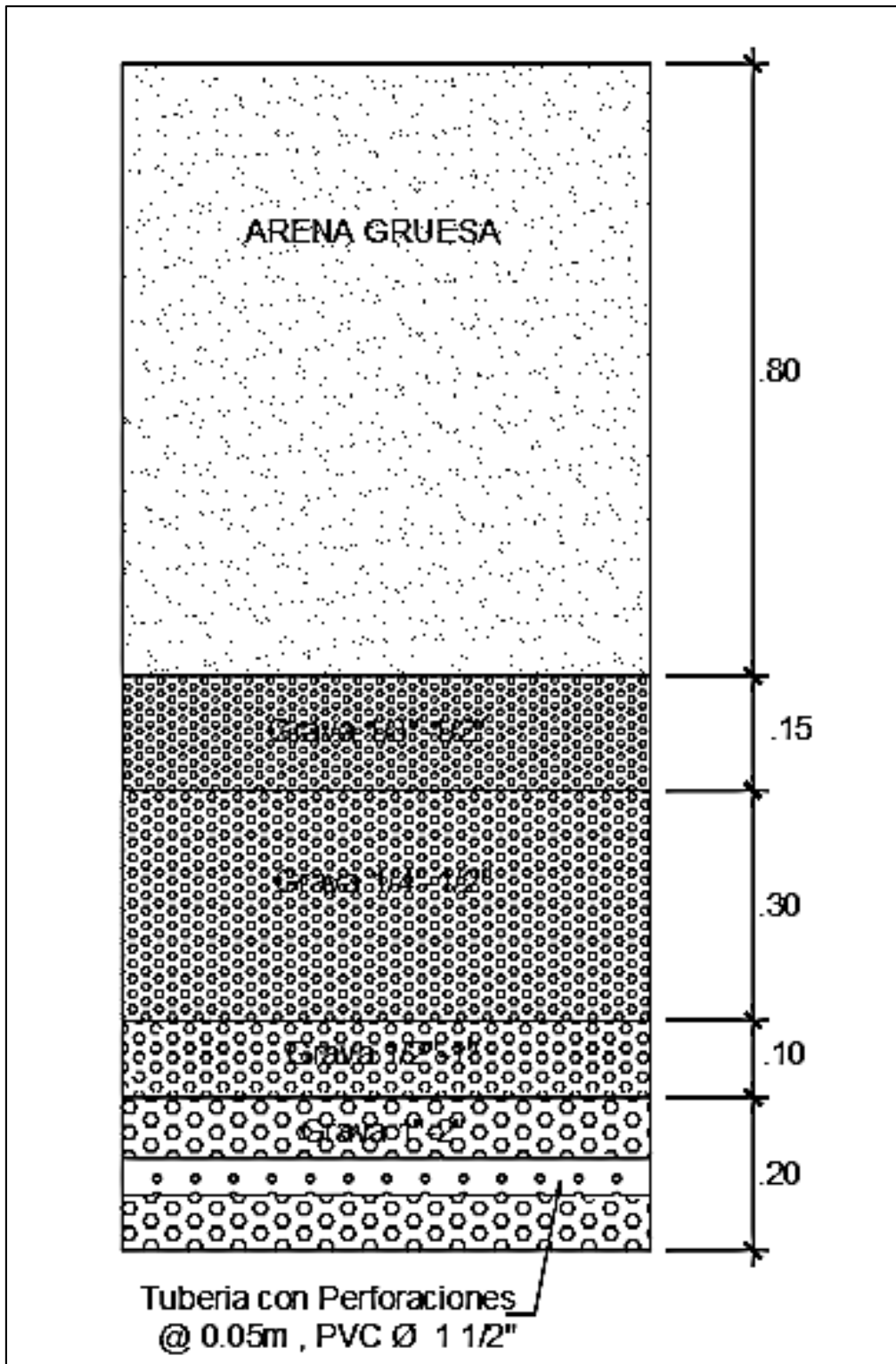


Figura 19. Sección del filtro lento.

Fuente: Elaboración propia.

El agua que ingresa a la cámara filtrante caerá sobre una losa de aliviadero y luego pasará por el lecho filtrante hasta llegar al fondo de la cámara donde hay tubería de PVC de

1 ½" con perforaciones cada 5 centímetros, el agua filtrada a través de estas tuberías es almacenada en las cámaras húmedas que luego pasan a través de una tubería de PVC de 2" hacia la cámara seca donde existe una válvula de 2" que controla el caudal de salida hacia el reservorio.

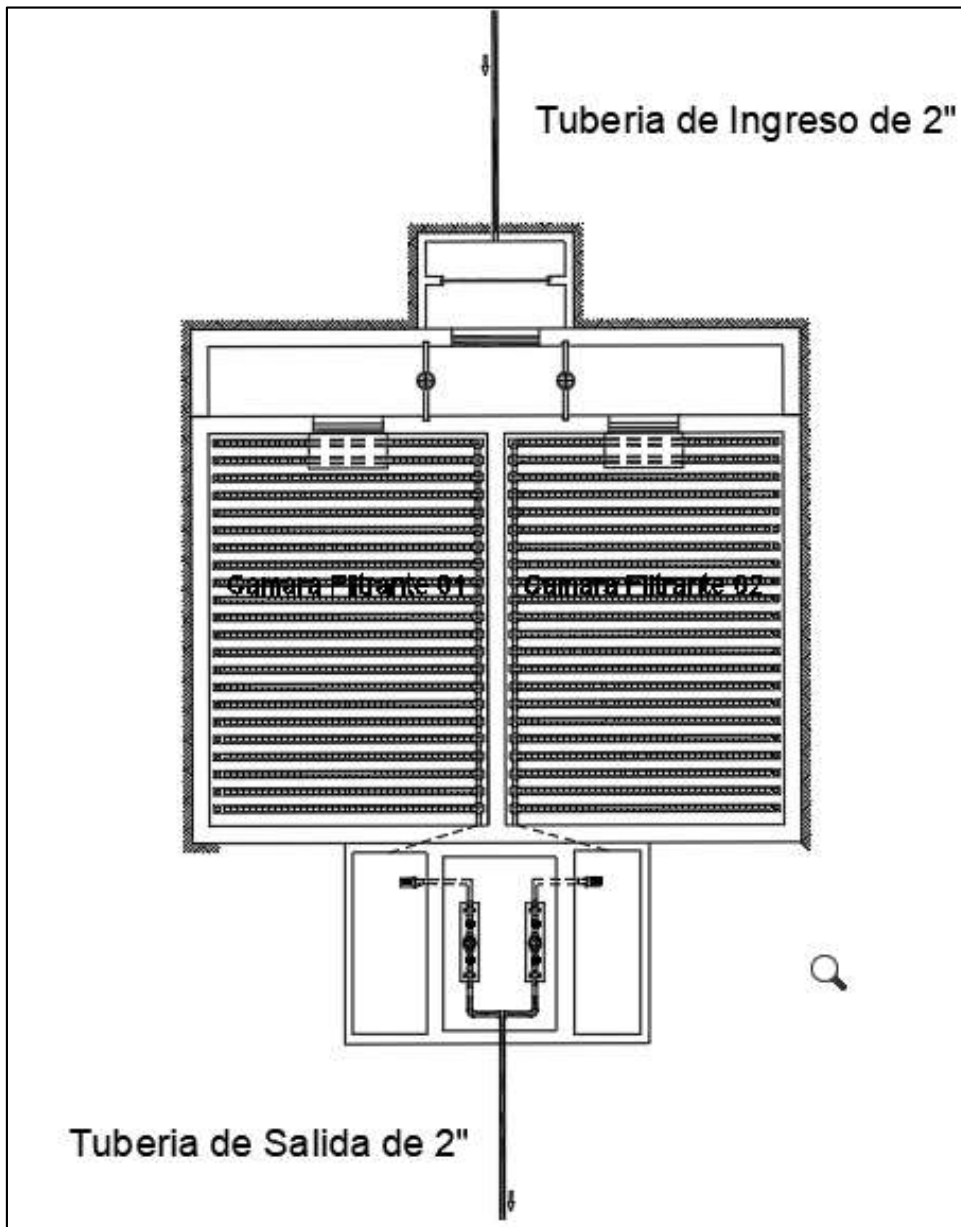


Figura 20. Distribución del filtro lento.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.2.3 Instalación de filtros de cartucho y columnas de carbón activado

Se propone adicionalmente la instalación de filtros de cartucho de microfiltración en serie con columnas de carbón activado, en lugares estratégicos de la Localidad, así como los hogares y locales comunales.

El agua clorada pasará por estos módulos para eliminar las trazas de impurezas de materiales particulados y metales pesados, que por actividad minera pueden estar presentes. Toda vez que los equipos de análisis por más sofisticados en exactitud y precisión, éstos poseen una incertidumbre, por lo que decir o afirmar su ausencia total de estos contaminantes ante los focos de contaminación minera es irreal.



## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Discusión

Respecto a Molina (2012) nuestros resultados indican que a través del diagnóstico se posibilita el planteamiento de proponer mejoras en la PTAP, con el objeto de garantizar la inocuidad del agua de consumo. el diagnóstico permite mejorar las instalaciones en cuanto al manejo, operación reduciendo y eliminando adicionalmente las fugas.

En referencia a Ardila (2016), nuestros resultados se asemejan en el sentido que se identifican las carencias y potencialidades de mejora en la operación de la PTAP. En la planta de tratamiento se evaluaron las diferentes unidades, lo que permitió presentar propuestas de mejora y control de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos para el abastecimiento de buena calidad de agua a los lugareños.

En contraste a Cabrera (2015) nuestros resultados permitirán también mejorar el abastecimiento y captación de agua potable hacia la Comunidad Campesina Llacuabamba, y en consecuencia también mejorar las condiciones de salubridad por una mayor disposición del agua potable por la implementación de las propuestas de mejoras en las redes intermedias y de abastecimiento a la localidad, que están susceptibles a roturas y en consecuencia a contaminación microbiológica.

Respecto a Arizaga (2016), los resultados del diagnóstico a la PTAP permitiría optimizar las unidades de tratamiento, mejorando el tiempo de retención, incremento de la disposición horaria del servicio, incremento de la calidad de agua potable y reducción de fallas de equipos eléctricos y mecánicos por acciones preventivas.

Respecto a Caira & Chávez (2018), nuestros resultados permitieron detectar potencialidades de mejora en todas las unidades de la PTAP, reduciendo y/o eliminando los contaminantes físicos, químicos y microbiológicos a consecuencias de fallas operativas y de antigüedad de las instalaciones, la cual garantizará una mayor disposición y mayor calidad del recurso hídrico e los pobladores de la Comunidad Campesina Llacuabamba.

En comparación a Sánchez (2017), nuestros resultados por la envergadura de pobladores beneficiarios, éstos pueden ser capacitados para el manejo adecuado y eficiente de la planta de tratamiento de agua potable. Por otro lado considerando que los equipos de medición de los contaminantes principalmente químicos se detectan en pequeñas cantidades, trazas que en algunos casos, por la sensibilidad de los equipos no son detectados. En tal sentido la instalación de columnas de carbón activado para el tratamiento directo en lugares preestablecidos de la localidad, garantizará su calidad e inocuidad.

Respecto a Díaz (2010), nuestros resultados indican la antigüedad de las instalaciones, lo cual se evidencia a simple vista, observándose el deterioro de las unidades y ante el incremento de una mayor cobertura por mayor demanda de agua en la Comunidad Campesina Llacuabamba., se hace necesario las mejoras del sistema que garantice la demanda actual y futura.

Respecto a Dueñas (2016), los resultados de nuestro diagnóstico permite evidenciar que la automatización de la planta mejoraría la eficiencia de operación y calidad de abastecimiento de agua potable, pero en contraparte sus costos y la ausencia de mano de obra calificada para su operación y mantenimiento no lo hacen factibles, por el contrario se evidencia que la capacitación permanente y oportuna del personal supliría esta desventaja. Asimismo la calibración de instrumentos de medición de caudales y capacidades de equipos permitirá un control adecuado en la dosificación de aditivos.



Respecto a Anchapui (2013), nuestros resultados evidencian por las cercanías a una actividad minera la necesidad de garantizar la calidad de agua potable que consumen los pobladores de la Comunidad Campesina Llacuabamba, que por acciones del viento el ambiente se torna con material particulado y elementos químicos contaminantes utilizados en la minería que por diferentes vías podrían llegar a las fuentes de agua y/o distribución. De ahí que se plantea la instalación de unidades de filtración y de carbón activado para garantizar su inocuidad.

## 5.2 Conclusiones

De acuerdo a los resultados del estudio, se concluye:

- El sistema de abastecimiento de agua potable se encuentra en buen estado pero se está operando deficientemente.
- La PTAP se encuentra en buen estado y se está operando deficientemente.
- Las unidades auxiliares y de distribución de agua potable se encuentran en buen estado y opera eficientemente.
- La propuesta de mejoras a la planta de tratamiento de agua potable permitirá mejorar las condiciones de potabilización del agua de consumo.
- La propuesta de instalación de unidades adicionales a la PTAP potable garantizará las condiciones de potabilización del agua de consumo.

## 5.3 Recomendaciones

De lo desarrollado, se puede recomendar:

- La captación para el abastecimiento de agua potable ante cambio de caudales y calidad de agua en tiempos de lluvia (diciembre a abril), debe monitorearse con frecuencia y adicionalmente programar mantenimientos preventivos que permitan un suministro de agua de calidad hacia la PTAP que abastece a la población de la comunidad campesina de Llacuabamba.

- En la PTAP, se recomienda el mantenimiento preventivo de todas las unidades en fechas programadas durante todo el año, incrementando su frecuencia en tiempos de lluvia.
- Divulgar las propuestas en las mejoras al sistema de tratamiento de agua potable que abastece a la comunidad campesina de Llacuabamba, y entrenamiento al personal responsable para que garanticen su operatividad y funcionalidad en el tiempo.
- Capacitar al personal encargado de verificar las condiciones de operación de la planta de tratamiento para que corrija las desviaciones en los flujos de ingreso hacia la planta, ya que su falta de control puede ocasionar sobrealimentación perjudicando el tratamiento y calidad de agua potable obtenida.
- Asimismo, ante la propuesta de Instalación de Unidades adicionales a la PTAP se recomienda su implementación para garantizar un abastecimiento de potabilización del agua con condiciones óptimas de calidad.
- Adicionalmente se recomienda la instalación de cartuchos de micro filtración y columnas de carbón activado en puntos estratégicos de la comunidad, y/o para los hogares o locales que así lo determinen, para que sea usada en su totalidad para el consumo y preparación de alimentos

## CAPÍTULO VI

### FUENTES DE INFORMACIÓN

#### 6.1 Fuentes bibliográficas

Carrasco, S. (2017). *Metodología de la Investigación Científica* (13 ed.). Lima, Perú: San Marcos E.I.R.L.

Chulluncuy, N. (2011). *Tratamiento de agua para consumo humano*. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial(29), 153-170.

#### 6.2 Fuentes hemerográficas

MINAM. (7 de Junio de 2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Lima, Perú.

Ministerio de Salud. (Febrero de 2010). Reglamento de la Calidad del agua para el consumo humano. DS N° 031-2010-SA., primera. Lima, Perú.

Ministerio de Salud. (Febrero de 2011). Guía técnica R.M. N° 647-201-MINSA. Implementación, operación y mantenimiento del "Sistema de tratamiento intradmiciliario de agua para conusmo humano, Primera. Lima, Perú.

Ministerio de Vivienda. (19 de Julio de 2016). Norma: Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural. Resolución Ministerial N° 173-2016-VIVIENDA. Lima, Perú.

Recuperado el 20 de abril de 2018, de

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/22029/RM-173-2016->

VIVIENDA.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (08 de Abril de 2006). Captación y conducción de agua para consumo humano. Reglamento Nacional de Edificaciones OS.010. Lima, Perú.

### 6.3 Fuentes Documentales

Anchapuri, W. (2013). *Evaluación técnica y planteamiento de propuesta de diseño de la planta de tratamiento de agua potable en el distrito de TARATA - Tacna*. Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Puno. Recuperado el 2018 de 04 de 12, de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5419/Anchapuri\\_Quispe\\_William\\_Abad.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5419/Anchapuri_Quispe_William_Abad.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ardila, D. (2016). *Propuesta para el mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable de "Simijaca, Gloria, Colombia S.A"*. Tesis de Grado, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Ocaña. Recuperado el 28 de Abril de 2018, de <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/1152/1/28737.pdf>

Arizaga, J. (2016). *Evaluación de la Planta de Tratamiento de agua potable de la ciudad de VINCES*". Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Guayaquil. Recuperado el 24 de Abril de 2018, de [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15356/1/TESIS%20MGA%20037\\_%20EVALUACION%20DE%20LA%20PLANTA%20DE%20TRATAMIENTO%20DE%20AGUA%20DE%20LA%20CIUDAD%20DE%20VINCES.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15356/1/TESIS%20MGA%20037_%20EVALUACION%20DE%20LA%20PLANTA%20DE%20TRATAMIENTO%20DE%20AGUA%20DE%20LA%20CIUDAD%20DE%20VINCES.pdf)

Cabrera, N. (2015). *Propuesta para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua para los habitantes de la vereda "El Tablón" del municipio de Chocontá*. Tesis de Grado, Universidad Nacional abierta y a distancia UNAD, Colombia. Recuperado el



25 de marzo de 2018, de  
<https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/3835/7/80394877.pdf>

Caira, H., & Chávez, Y. (2018). *Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la Bedoya*. Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Arequipa. Recuperado el 15 de junio de 2018, de [repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6256](http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6256)

Díaz, L. (2010). *Ampliación y mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Desague de la Ciudad de la Unión Huánuco*. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. Recuperado el 23 de MARzo de 2018, de [cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1218](http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1218)

Dueñas, R. (2016). *Evaluación y mejoramiento de planta de tratamiento de agua potable del centro poblado de Yauri, distrito de Yauri, provincia de Espinar, Región Cusco*. Tesis de grado, Universidad Católica de Santa María, Arequipa. Recuperado el 13 de abril de 2018, de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/5780>

Molina, G. (2012). *Proyecto de mejoramiento del sistema de distribución de agua para el casco urbano de Cucuyagua, Copán*. Tesis de Grado, Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Recuperado el 25 de MARzo de 2018, de <https://tzibalnaah.unah.edu.hn/bitstream/handle/123456789/.../T-MSc00086.pdf?...>

Sánchez, I. (2017). *Evaluación y mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable Hernán Perochena - Mollendo*. Tesis de Grado, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Mollendo. Recuperado el 19 de Abril de 2018, de



<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4354/SAsaveid.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

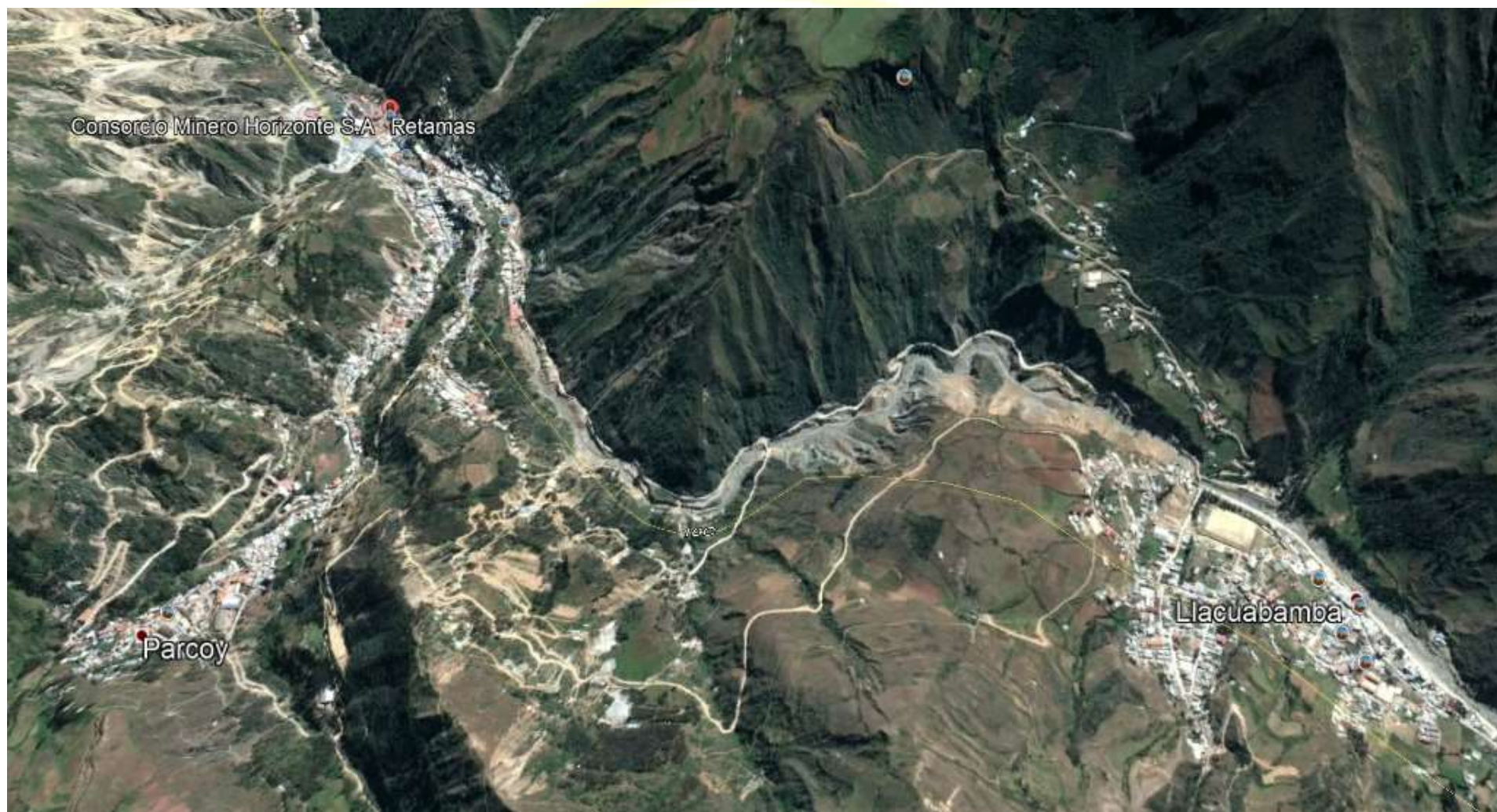
#### 6.4 Fuentes electrónicas

wikipedia. (2017). *Diagnóstico*. Recuperado el 25 de abril de 2018, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Diagn%C3%B3stico>





Anexo 1: Vista satelital de la comunidad campesina de Llacuabamba.



Fuente: Google Earth pro



## Anexo 2: Matriz de consistencia

**DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE POR ACTIVIDAD MINERA EN LA COMUNIDAD CAMPESINA LLACUABAMBA, LA LIBERTAD, 2017**

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Operacionalización de variables			Métodos y técnicas
				Dimensión	Indicador	Escala	
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿En qué condiciones se encuentra la PTAP y qué propuesta de mejoras se pueden plantear para garantizar las condiciones de potabilización en la Comunidad Campesina de Llacuabamba, departamento de La Libertad en el año 2017?</li> </ul>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar un diagnóstico a la PTAP y presentar una propuesta de mejoras que garantice las condiciones del agua potable en la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento de La Libertad en el año 2017.</li> </ul>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El diagnóstico a la PTAP permite proponer mejoras que aseguren la potabilización del agua de consumo de la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento de La Libertad en el año 2017.</li> </ul>	<p><b>Variable de caracterización</b></p> <p>1. Diagnóstico de la planta de tratamiento de agua potable</p>	<p>Abastecimiento de agua potable</p> <p>Planta de tratamiento</p> <p>Unidades auxiliares y de distribución</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estado y operación en la captación.</li> <li>Estado y operación en el sedimentador.</li> <li>Estado y operación del hipoclorador de flujo difuso</li> <li>Estado y operación de la cámaras Rompe Presión</li> <li>Estado y operación de la caja para válvula de aire</li> <li>Estado y operación de la caja Repartidora</li> <li>Estado y operación de la línea de conducción</li> </ul>	<p>Ordinal</p> <p>Ordinal</p> <p>Ordinal</p> <p>Ordinal</p> <p>Ordinal</p> <p>Ordinal</p> <p>Ordinal</p>	<p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>Aplicada</p> <p>Transversal</p> <p>Observacional</p> <p>Prospectivo</p> <p><b>Nivel de investigación</b></p> <p>Descriptivo</p> <p><b>Diseño de investigación</b></p> <p>No experimental</p> <p>descriptivo transversal</p> <p><b>Población y muestra</b></p> <p><b>. Población</b></p> <p>PTAP de la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento de La Libertad en el año 2017.</p> <p><b>Muestra.</b></p> <p>PTAP de la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento de La Libertad en el año 2017.</p> <p><b>Técnicas a emplear</b></p> <p>Observación.</p> <p><b>Instrumentos</b></p> <p>Lista de cotejo</p> <p>Cuadernos de notas</p> <p>Fichas de observación</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo se encuentra y opera el abastecimiento de agua a la Comunidad Campesina de Llacuabamba, Departamento La Libertad en el año 2017?</li> <li>¿Cómo se encuentra y opera la PTAP a la Comunidad Campesina de Llacuabamba, Departamento de La Libertad en el año 2017?</li> <li>¿Cómo se encuentra y opera las unidades auxiliares y de distribución a la Comunidad Campesina de Llacuabamba, departamento La Libertad en el año 2017?</li> <li>¿Qué se puede mejorar en las unidades existentes de la PTAP para incrementar la potabilización del agua en la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento La Libertad en el año 2017?</li> <li>¿Qué unidades adicionales en la PTAP se debe instalar para garantizar las condiciones de potabilización del agua en la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento La Libertad en el año 2017?</li> </ul>	<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar el estado y operación el abastecimiento de agua potable a la Comunidad Campesina de Llacuabamba, Departamento La Libertad en el año 2017.</li> <li>Determinar el estado y operación de la PTAP a la comunidad campesina de Llacuabamba, Departamento de La Libertad en el año 2017.</li> <li>Determinar el estado y operación de las unidades auxiliares y de distribución de agua potable a la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento La Libertad en el año 2017.</li> <li>Proponer mejoras a las unidades existentes de la PTAP para incrementar las condiciones de potabilización del agua de consumo de la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento La Libertad en el año 2017.</li> <li>Proponer la instalación de unidades adicionales a la PTAP para garantizar las condiciones de potabilización del agua de consumo de la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento La Libertad en el año 2017.</li> </ul>	<p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El sistema de abastecimiento de agua potable se encuentra en buen estado y opera deficientemente en el abastecimiento a la comunidad campesina de Llacuabamba, Departamento La Libertad en el año 2017.</li> <li>La PTAP se encuentra en estado bueno, operando deficientemente en su abastecimiento a la comunidad campesina de Llacuabamba, Departamento de La Libertad en el año 2017.</li> <li>Las unidades auxiliares y de distribución de agua potable se encuentra en buen estado operándose eficientemente en su abastecimiento a la comunidad campesina de Llacuabamba, Departamento de La Libertad en el año 2017.</li> <li>Las mejoras planteadas a las unidades existentes de la PTAP incrementan las condiciones de potabilización del agua de consumo de la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento La Libertad en el año 2017.</li> <li>Las unidades adicionales planteadas a la PTAP garantizan las condiciones de potabilización del agua de consumo de la comunidad campesina de Llacuabamba, departamento La Libertad en el año 2017.</li> </ul>	<p><b>Variable de estudio</b></p> <p>2. Propuesta de mejora de la PTAP</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propuesta de mejoras a la PTAP</li> <li>Propuesta de Unidades adicionales a la PTAP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propuesta de mejora</li> <li>Propuesta de Unidades adicionales</li> </ul>	<p>Nominal</p> <p>Nominal</p>	

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 3: Clasificación del Agua Según Su Uso -Ley General de Aguas D.L. 17752**

---

**Clase de uso aguas de abastecimiento doméstico**

---

- I Con simple desinfección.
- II Con tratamiento de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración previa aprobación del Ministerio de Salud.
- 

Fuente: Ley General de Aguas D.L. 17752





**Anexo 4: Límites de Sustancias Potencialmente Peligrosas (mg/m<sup>3</sup>)**

Parámetro	I	II
Selenio	10	10
Mercurio	2	2
PCB	1	1
Esteres Estalatos	0.3	0.3
Cadmio	10	10
Cromo	50	50
Niquel	2	2
Cobre	1 000	1 000
Plomo	50	50
Zinc	9 000	5 000
Cianuros	200	200
Fenoles	0.5	1
Sulfatos	1	2
Arsénico	100	100
Nitratos	10	10

---

Fuente: Ley General de Aguas D.L. 17752

### Anexo 5: Límites de DBO<sub>5</sub>, DQO y Coliformes

Límites Bacteriológicos \*\* (N.M.P/100 ml)

Usos

	I	II
Coliformes Totales	8,8	20 000
Coliformes Fecales	0	4 000

\*\* Entendidas como valores máximos de 5 o más muestras mensuales

Límites de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) 5 días 20°C

Oxígeno Disuelto (OD)

Usos mg/l

	I	II
D.B.O	5	5
OD	3	3

Nuevo texto por DS N° 007-83-S.A

**Anexo 6: Vista general de cerro negro**



**Anexo 7: Protección de tuberías**



**Anexo 8: Realización de termofusión**

