

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO  
URRELO**



**Facultad de ingeniería**

**Carrera Profesional de Ingeniería ambiental y Prevención de Riesgos**

**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA CALIDAD DEL AGUA  
DEL MANANTIAL LA SHITA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO,  
CAJABAMBA – 2017**

**Saúl Orlando Vásquez Caballero**

**Asesor:**

**Mg. Ing. Persi Vera Zelada**

**Cajamarca – Perú**

**Noviembre - 2017**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO**



**Facultad de Ingeniería**

**Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos**

**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA CALIDAD DEL AGUA  
DEL MANANTIAL LA SHITA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO,  
CAJABAMBA – 2017**

Tesis presentada en cumplimiento parcial de los  
requerimientos para optar el Título Profesional de Ingeniero  
Ambiental y Prevencionista de Riesgos

**Bach. Saúl Orlando Vásquez Caballero**

**Asesor: Mg. Ing. Persi Vera Zelada**

**Cajamarca – Perú**

Noviembre, 2017

COPYRIGHT © 2017 by

SAÚL ORLANDO VÁSQUEZ CABALLERO

Todos los derechos reservados

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO**

**URRELO FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y PREVENCIÓN DE RIESGOS**

**APROBACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO  
PROFESIONAL**

**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE  
LA CALIDAD DEL AGUA DEL  
MANANTIAL LA SHITA DESTINADA AL  
CONSUMO HUMANO, CAJABAMBA – 2017**

Presidente: \_\_\_\_\_

Secretario: \_\_\_\_\_

Vocal: \_\_\_\_\_

Asesor: \_\_\_\_\_

A:

Mis padres, porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que hoy soy es gracias a ellos.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A Dios por permitirme haber logrado una importante meta en mi vida, dándome constancia, sabiduría y fortaleza para culminar mi carrera profesional.
- A mis padres por ser incondicionales y ser mi apoyo fundamental.
- A la universidad UPAGU por haberme recibido en sus aulas y prepararme con ética y responsabilidad, a mis maestros por sus enseñanzas a lo largo de mi carrera universitaria.
- A mi asesor de tesis, Mg. Ing. Persi Vera Zelada quien a través de su experiencia profesional, su acertada guía y apoyo, ha sabido orientarme en la presente investigación.

## **RESUMEN**

El acceso al agua potable es una necesidad primaria y por lo tanto un derecho humano fundamental, razón por la cual esta investigación tiene como objetivo, evaluar las características fisicoquímicas de la calidad del agua del manantial “La Shita”, ubicada en la provincia de Cajabamba, región de Cajamarca, el cual está destinado al consumo humano. El manantial “La Shita” está ubicado en la cota 3200 m.s.n.m. Tiene un caudal de producción de 25L/s (estiaje) y 60L/s (avenida) con una continuidad de 24 horas. Se realizó el muestreo considerando el protocolo estandarizado nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales 2016 - ANA (R.J N°010 2016 – ANA), y según metodología internacional validada Estandar methods for the examination of water and wastewater 22ND – 2016. Luego se realizó el análisis descriptivo basado en la observación de los indicadores y gráficos para determinar los objetivos. Concluyendo que la normativa ECA – D.S. N°015 – 2015 –MINAM Categoría 1 (subcategorías A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección; A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional y A3: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado) así como el D.S. N°031 – 2010 MINSA, presentan valores similares de los parámetros conductividad eléctrica, color, pH, sólidos disueltos totales, turbiedad, dureza, nitratos, nitritos (E.C) y sulfatos. Además que los valores de los parámetros evaluados no superan los valores establecidos en el D.S. N°015 – 2015 – MINAM Categoría 1 y D.S. N°031 – 2010 – MINSA; catalogándose como agua de categoría A1, por lo que pueden ser potabilizadas con desinfección; así mismo la aceptación de la  $H_1$  y el rechazo de la  $H_0$ .

**Palabras clave:** Caracterización fisicoquímica, manantial y calidad de agua.



## **ABSTRACT**

The access to drinking water is a primary need and therefore a fundamental human right, which is why this research aims to evaluate the physicochemical characteristics of the water quality of the spring "La Shita", located in the province of Cajabamba, Region of Cajamarca, which is destined for human consumption. The spring "La Shita" is located at the quota 3200 m.s.n.m. It has a production flow of 25L/s (dry) and 60L/s (avenue) with a continuity of 24 hours. Sampling was performed considering the national standardized protocol for the monitoring of the quality of surface water resources ANA - 2016 (R.J. N°010 - 2016 - ANA), and according to validated international methodology Standard methods for the examination of water and wastewater 22ND - 2016. The descriptive analysis was then carried out based on the observation of the indicators and graphs to determine the objectives. Concluding that the ECA - D.S. N°015 – 2015 - MINAM Category 1 (sub-categories A1: Water that can be purified with disinfection; A2: Water that can be purified with conventional treatment and A3: Water that can be purified with advanced treatment) as well as D.S. N°031 - 2010 - MINSA, have similar values of the parameters electrical conductivity, color, pH, total dissolved solids, turbidity, hardness, nitrates, nitrites (E.C) and sulfates. In addition, the values of the parameters evaluated do not exceed the values established in D.S. N°015 - 2015 - MINAM Category 1 and D.S. N°031 - 2010 - MINSA; Being classified as water of category A1, reason why they can be potabilized with disinfection; Also the acceptance of the  $H_1$  and the rejection of the  $H_0$ .

**Key words:** Physicochemical characterization, spring and water quality.

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT.....	vii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	1
1. Planteamiento del problema .....	1
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	1
1.2. Definición del problema.....	3
1.3. Objetivos .....	4
1.3.1. Objetivo General: .....	4
1.3.2. Objetivos específicos: .....	4
1.4. Justificación e importancia.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	7
2. Fundamentos Teóricos de la investigación.....	7
2.1. Gestión Integrada de Recursos Hídricos .....	7
2.2. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. ....	7
2.3. Límites Máximos Permisibles (LMP).....	8
2.4. Contaminación Ambiental. ....	8
2.5. Antecedentes Teóricos .....	11
2.6. Marco Teórico.....	16
2.6.1 El Agua.....	16
2.6.2. Características de las aguas naturales.....	18
2.6.3. Ciclo hidrológico del agua .....	18
2.6.4. Calidad del agua.....	20
2.6.5. Agua Potable .....	22
2.6.6. Condiciones bacteriológicas del agua potable.....	24
2.6.7. Efectos Sobre la Vida.....	25
2.6.8. Importancia del agua para la vida .....	25
2.6.9. Agua para beber: necesidad del cuerpo humano .....	26
2.6.10. Procesos de potabilización .....	26
2.6.11. Propiedades del agua.....	28
2.6.12. Parámetros físicos en el agua: .....	33
2.6.13. Parámetros químicos en el agua .....	42
2.6.14. Gestión Integrada de Recursos Hídricos .....	50
2.6.15. Contaminación del aire, agua y suelos .....	50

2.6.16. Parámetros microbiológicos en el agua.....	51
2.6.17. Enfermedades transmitidas por el agua contaminada .....	52
2.6.18. Monitoreo del agua.....	53
2.6.19. Procesos de monitoreo de agua .....	53
2.6.20. Captación de agua del sistema de abastecimiento de agua potable de la - ciudad de Cajabamba:.....	55
2.7. Marco Conceptual .....	58
2.7.1. Reservorio: .....	58
2.7.2. Reservorio de almacenamiento .....	59
2.7.3. Reservorio de regulación o distribución.....	59
2.7.4. ECA.....	61
2.7.7. D.S.N°031-2010-SA-MINSA.....	62
2.7.8. D.S. N° 015-2015-MINAM.....	62
2.8. Hipótesis .....	63
2.8.1. Operacionalización de las variables .....	64
<b>CAPÍTULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>65</b>
3. Metodología .....	65
3.1. Tipo de investigación .....	65
3.2. Diseño de Investigación .....	65
3.3. Área de investigación.....	65
3.4. Universo .....	68
3.5. Muestra.....	68
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	68
3.6.1. Instrumentos.....	69
3.7. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos .....	70
3.8. Interpretación de datos .....	71
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>73</b>
4. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	73
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>94</b>
5.1. Conclusiones:.....	94
5.2. Recomendaciones.....	95
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>96</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO N° 05: UBICACIÓN Y PUNTOS DE MUESTREO DEL AGUA DEL MANANTIAL “LA</b>	

SHITA” .....	110
--------------	-----

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Entidades encargadas del cuidado del agua para consumo humano en el Perú.....	23
Tabla 2. Dureza del agua .....	32
Tabla 3. Dureza del agua .....	33
Tabla 4. Sistemas de captación de agua potable.....	56
Tabla 5. Fuentes de agua para la ciudad de Cajabamba. ....	57
Tabla 6. Operacionalización de variables .....	64
Tabla 7. Coordenadas de los puntos muestreo.....	68
Tabla 8. ECAS para agua categoría 3 - DS. N° 015-2015-MINAM. ....	74
Tabla 9. LMP, según lo establece el D. S. N° 031-2010-SA. MINSA .....	75
Tabla 10. Conductividad Eléctrica en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017. ....	76
Tabla 11. Color del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017....	77
Tabla 12. pH en el manantial la Shita destinada al consumo humano, Cajabamba 2017.....	79
Tabla 13. Sólidos Disueltos Totales en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017 .....	81
Tabla 14. Turbiedad del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017 .....	82
Tabla 15. Cloro Libre en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.....	84
Tabla 16. Dureza del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.	86
Tabla 17. Nitratos en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017. ....	88
Tabla 18. Nitritos en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017. ....	90
Tabla 19. Sulfatos en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017 .....	92

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del diseño analítico .....	69
Figura 2. Pasos para la realización del monitoreo .....	71

Figura 3. Resultados de la Conductividad Eléctrica en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.....	76
Figura 4. Resultados del Color del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.....	78
Figura 5. Resultados del pH en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.....	80
Figura 6. Resultados de Sólidos Disueltos Totales en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.....	81
Figura 7. Resultados de la Turbiedad del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.....	83
Figura 8. Resultados del Cloro Libre en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.....	84
Figura 9. Resultados de la Dureza del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.....	86
Figura 10. Resultados de Nitratos en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.....	89
Figura 11. Resultados de Nitritos en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.....	91
Figura 12. Resultados de Sulfatos en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.....	92

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación y puntos de muestreo del agua del Manantial La Shita.....	67
---	----



# **CAPÍTULO I:**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1. Planteamiento del problema**

#### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

El agua es vital para la vida humana; usamos agua para beber, producir nuestros alimentos, sanear nuestro ambiente, como medio de transporte, para generar energía y mil otros fines (Jiménez y Galizia, 2011 citado por Rodríguez, LA. 2015).

El acceso al agua potable es fundamental para la salud, uno de los derechos humanos básicos y un componente de las políticas eficaces de protección de la salud, es el constituyente más importante del organismo humano y del mundo en el que vivimos. Tiene una gran influencia en los procesos bioquímicos que ocurren en la naturaleza. Esta influencia no solo se debe a sus propiedades fisicoquímicas como molécula bipolar sino también a los constituyentes orgánicos e inorgánicos que se encuentran en ella (OMS, 2008 citado por Rodríguez, H. y Silva, F. 2015).

El agua contiene diversas sustancias químicas y biológicas disueltas o suspendidas en ella, desde el momento que se condensa en forma de lluvia, el agua disuelve los componentes químicos de sus alrededores, corre sobre la superficie del suelo y se filtra a través del mismo, además el agua contiene

organismos vivos que reaccionan con sus elementos físicos y químicos, por estas razones suele ser necesario tratarla para hacerla adecuada para su uso como provisión a la población, el agua que contiene ciertas sustancias químicas u organismos microscópicos puede ser perjudicial para ciertos procesos industriales, y al mismo tiempo perfectamente idónea para otros, los microorganismos causantes de enfermedades que se transmiten por el agua la hacen peligrosa para el consumo humano (Orellana, 2005).

Entre las enfermedades de origen hídrico y de carácter epidémico se puede citar: fiebre tifoidea, paratifoideas, disenterías, polibacilar y amibiana, hepatitis viral, poliomiелitis y bhilartziasis, causadas por los organismos patógenos provenientes del tracto intestinal contenido por las aguas contaminadas (Barrera, H. et al., 2010).

Las aguas subterráneas de áreas con piedra caliza pueden tener un alto contenido de bicarbonatos de calcio (dureza) y requieren procesos de ablandamiento previo al uso que se le dará al agua, es importante conocer los requisitos de calidad para cada uso a fin de determinar si se requiere tratamiento y qué procesos se deben aplicar para alcanzar la calidad deseada (Orellana, 2005).

Es importante resaltar que el agua para consumo humano del manantial “La Shita” es distribuida a la población de Cajabamba mediante tuberías, esta agua



es clorada, mas no tiene un tratamiento para agua potable, lo que significa un grave riesgo para la salud pública, debido a que desencadenaría una epidemia de enfermedades gastroentéricas.

La Unidad Ejecutora de Programas Regionales – PROREGION, con el objetivo de reducir la incidencia de enfermedades infecciosas intestinales y brindar una buena prestación de los servicios de saneamiento en la ciudad de Cajabamba, ha ejecutado la obra: “Mejoramiento y Ampliación de los sistemas de Agua Potable, Alcantarillado y tratamiento de Aguas residuales.

Obra que fue ejecutada por el Consorcio “San Carlos”, por un monto contractual de S/. 1’613,442.99, y con plazo para su ejecución de 105 días calendario.

En la actualidad (Marzo-2017) el “Mejoramiento y Ampliación de los sistemas de Agua Potable” que incluye la modificación y mejoramiento de la planta de agua potable” ubicada en el reservorio de Quillorco esta inconclusa.

## **1.2. Definición del problema**

¿Cuáles son las características fisicoquímicas de la calidad del agua del manantial La Shita, destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General:**

- Evaluar las características fisicoquímicas de la calidad del agua del manantial La Shita, destinada al consumo humano – Cajabamba 2017.

#### **1.3.2. Objetivos específicos:**

- Revisar la normatividad vigente que aplica para el análisis de aguas de fuentes superficiales para consumo humano.
- Comparar los valores obtenidos de los parámetros fisicoquímicos en el agua para consumo humano del manantial La Shita, con los ECA – D.S. N°015 - 2015 – MINAM – categoría 1.
- Comparar los valores obtenidos de los parámetros fisicoquímicos en el agua para consumo humano del manantial La Shita, con los con los LMP – D.S. N°031 – 2010 – SA – MINSA.
- Comparar los ECA – D.S. N° 015-2015–MINAM Categoría 1 y D.S. N° 031-2010- MINSA

### **1.4. Justificación e importancia**

Durante las últimas décadas, se han llevado a cabo una serie de esfuerzos para abastecer a las comunidades con suficiente agua potable, pero sólo durante las dos últimas, se desarrolló criterios de calidad tanto químicos como

microbiológicos para el agua de consumo. Cuando se establecieron las relaciones entre enfermedad y consumo de agua, las tecnologías para su tratamiento y desinfección se desarrollaron rápidamente, paralelamente las autoridades de salud de cada país elaboraron estándares de calidad para el agua potable.

De esta manera Instituciones como la Organización Mundial de la Salud, agencia especializada en asuntos de salud de la Organización de Naciones Unidas (ONU), en el año 1984 publica una guía para el control del agua potable (WHO, 1984 citado por Barrera, H. et al., 2010). De igual forma la Comunidad Económica Europea (EEC) promulga en el año 1980 unas directrices sobre la calidad y los estándares de calidad química y microbiológica del agua de consumo, así como también lo hizo el Codex alimentario internacional (Barrera, H. et al., 2010).

Las molestias que surgen al adquirir aguas no aptas para el consumo humano, son motivo para el análisis y la evaluación fisicoquímica de la calidad del agua del manantial “La Shita” de Cajabamba, de esta manera obtener información necesaria para determinar su potabilidad, sin embargo, también puede servir para futuras investigaciones de carácter similar.

Cada vez, la calidad del agua es más baja, lo que puede contribuir a transmitir gran cantidad de enfermedades diarreicas agudas. Estas constituyen uno de los principales problemas de salud en la población infantil por que representan la

primera causa de muerte en niños de 1 a 5 años de edad, en quienes ocasionan 3,2 millones de defunciones anuales en el mundo (Mejía, 2008 citado por Rodríguez, LA. 2015).

El manantial “La Shita”, de no cumplir con la normativa vigente de la calidad de agua para consumo humano, pone en riesgo la salud de los pobladores que se abastecen de dicho manantial, causándoles malestares, dolores de cabeza, mareos, náuseas, alergias, enfermedades e infecciones gastrointestinales,. Es por ello la importancia de realizar esta investigación, que pretende evaluar la calidad actual del agua que consume la población de Cajabamba, cuyos resultados servirán de referente teórico para la realización de futuros estudios o investigaciones similares, así mismo puede servir de toma de decisiones en cuanto a la calidad de agua que se brinda.

## **CAPÍTULO II:**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2. Fundamentos Teóricos de la investigación**

##### **2.1. Gestión Integrada de Recursos Hídricos.**

Un estudio reciente del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) centra la atención en un aspecto ligeramente diferente y defiende que la gestión integrada del agua implica tomar decisiones y manejar los recursos hídricos para varios usos, de forma tal que se consideren las necesidades y deseos de diferentes usuarios y partes interesadas. Según este estudio, la gestión integrada del agua interpreta la gestión del agua superficial y subterránea en un sentido cualitativo, cuantitativo y ecológico desde una perspectiva multidisciplinaria y centrada en las necesidades y requerimientos de la sociedad en materia de agua (Dourojeanni et al., 2002).

##### **2.2. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.**

Aprobado mediante D.S. N°031-2010-SA - MINSA, donde se establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población. El conjunto de acciones técnico administrativas u operativas, que tienen la finalidad de lograr que la calidad del agua para consumo de la población cumpla con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el presente reglamento.

### **2.3. Límites Máximos Permisibles (LMP).**

Son la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio.

### **2.4. Contaminación Ambiental.**

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, para la seguridad o para el bienestar de la población, o que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o que impidan el uso habitual de las propiedades y lugares de recreación y el goce de los mismos. La contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas o de mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales de los mismos o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público (Bermúdez, M. 2010).

Según la Ley De Recursos Hídricos (2009), los principios de su sistema son:

- **Principio de valoración del agua y de gestión integrada del agua:** El agua tiene valor sociocultural, valor económico y valor ambiental, por lo que su uso debe basarse en la gestión integrada y en el equilibrio entre estos. El agua es parte integrante de los ecosistemas y renovable a través del ciclo hidrológico.
- **Principio de prioridad en el acceso al agua:** El acceso al agua para la satisfacción de las necesidades primarias de la persona humana, es prioritario por ser un derecho fundamental sobre cualquier uso, inclusive en épocas de escasez.
- **Principio de participación de la población y cultura del agua:** El Estado crea mecanismos para la participación de los usuarios y de la población organizada en la toma de decisiones que afectan el agua en cuanto a calidad, cantidad, oportunidad u otro atributo del recurso. Fomenta el fortalecimiento institucional y el desarrollo técnico de las organizaciones de usuarios de agua. Promueve programas de educación, difusión y sensibilización, mediante las autoridades del sistema educativo y la sociedad civil, sobre la importancia del agua para la humanidad y los sistemas ecológicos, generando conciencia y actitudes que propicien su buen uso y valoración.
- **Principio de seguridad jurídica:** El Estado consagra un régimen de derechos para el uso del agua. Promueve y vela por el respeto de las condiciones que otorgan seguridad jurídica a la inversión relacionada con su uso, sea pública o privada o en coparticipación.
- **Principio de respeto de los usos del agua por las comunidades campesinas y comunidades nativas:** El Estado respeta los usos y costumbres de las

comunidades campesinas y comunidades nativas, así como su derecho de utilizar las aguas que discurren por sus tierras, en tanto no se oponga a la Ley. Promueve el conocimiento y tecnología ancestral del agua.

- **Principio de sostenibilidad:** El Estado promueve y controla el aprovechamiento y conservación sostenible de los recursos hídricos, previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema donde se encuentran. El uso y gestión sostenible del agua, implica la integración equilibrada de los aspectos socioculturales, ambientales y económicos en el desarrollo nacional, así como la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones.
- **Principio de descentralización de la gestión pública del agua y de autoridad única:** Para una efectiva gestión pública del agua, la conducción del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos es de responsabilidad de una autoridad única y desconcentrada. La gestión pública del agua comprende también la de sus bienes asociados, naturales o artificiales.
- **Principio precautorio:** La ausencia de certeza absoluta sobre el peligro de daño grave o irreversible que amenace las fuentes de agua, no constituye impedimento para adoptar medidas que impidan su degradación o extinción.
- **Principio de eficiencia:** La gestión integrada de los recursos hídricos se sustenta en el aprovechamiento eficiente y su conservación, incentivando el desarrollo de una cultura de uso eficiente entre los usuarios y operadores.
- **Principio de gestión integrada participativa por cuenca hidrográfica:** El uso del agua debe ser óptimo y equitativo, basado en su valor social, económico y



ambiental, y su gestión debe ser integrada por cuenca hidrográfica y con participación activa de la población organizada. El agua constituye parte de los ecosistemas y es renovable a través de los procesos del ciclo hidrológico.

- **Principio de tutela jurídica:** El Estado protege, supervisa y fiscaliza el agua en sus fuentes naturales o artificiales y en el estado en que se encuentre: líquido, sólido o gaseoso, y en cualquier etapa del ciclo hidrológico.

Según la Ley de Recursos Hídricos, (2009) Los Instrumentos de

Planificación del Sistema Nacional de Gestión son:

La Política Nacional Ambiental.

La Política y Estrategia Nacional de

Recursos Hídricos. El Plan Nacional de

los Recursos Hídricos; y

Los Planes de Gestión de Recursos Hídricos en las Cuencas.

## **2.5. Antecedentes Teóricos**

En el trabajo de investigación de Cardona, D. (2011). Universidad Tecnológica de Pereira – Colombia. “Caracterización del agua cruda del río La Vieja como fuente superficial para el proceso de potabilización de Emcartago S.A. E.S.P.” Llegó a la conclusión que la contaminación microbiológica que presenta el río La Vieja es sin duda el factor más crítico en esta caracterización, ya que excede enormemente los límites fijados por las normas colombianas para una fuente destinada para el consumo humano y el uso doméstico. Debido a estos altos niveles de

contaminación microbiológica, el sistema convencional de potabilización que ofrece Emcartago S.A. E.S.P requiere de mejoras para asegurar la óptima calidad del agua que distribuye.

Gelvez, (2014) en la tesis, “Situación actual del municipio de la Gloria César en materia de agua potable y saneamiento básico a través de actividades realizadas por la E.S.E. Hospital San José”, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña – Colombia; desarrolla una metodología orientada a identificar la situación del municipio en materia de agua potable, saneamiento básico y cobertura de los servicios públicos en el municipio. En cuanto a las conclusiones más relevantes, se precisa que la cobertura de los servicios públicos tiene gran deficiencia, ya que muchos habitantes no cuentan con algunos y según los resultados del análisis de las muestras de agua para consumo humano tomadas para determinar su calidad, hacen ver que el agua no es apta para su consumo.

Barrera, H. et al., (2010). Universidad Nacional Abierta, Coordinación De Servicio Comunitario, Centro Local Anzoátegui, Unidad de Apoyo El Tigre – Venezuela. En su trabajo de investigación “Análisis de las propiedades Físico-químicas del agua de consumo en el sector II de la urbanización 23 de enero, La Charneca, municipio Simón Rodríguez, El Tigre – estado Anzoátegui. Llegaron a la conclusión de que los resultados obtenidos refleja un descontento de los habitantes encuestados en cuanto a las características físicas que presenta el agua y que mayoría estuvieron de acuerdo en que se debería corregir algunas anomalías que

presenta el suministro por tubería de agua potable así como realizar constante mantenimiento a la red de aguas blancas de dicho sector.

Yupanqui, E. (2006). Pontificia Universidad Católica del Perú citado por Santacruz y Terán, (2015). (Universidad César Vallejo - Cajamarca). En su trabajo de investigación “Análisis Físicoquímico de Fuentes de Aguas Termo minerales del Callejón de Huaylas” Perú, se desarrolla en el norte y sur del Callejón de Huaylas en orden ascendente siendo estos El Pato, La Merced, Chancos y Monterrey. La localización de la toma de muestra se restringe al mismo manantial. En Chancos la muestra se tomó de los tres manantiales que se encuentran juntos y son los que alimentan a los cuartos de baños. Debido a la homogeneidad de este tipo de muestras, es fácil obtener muestras representativas y confiables. El método de muestreo empleado fue manual. Arribando a las siguientes conclusiones: Las propiedades medicinales de estas aguas pueden complementarse con las características paisajísticas y climáticas del Callejón de Huaylas, pudiendo ofrecerse como importantes centros turísticos de salud termal. Las aguas termo minerales de El Pato, La Merced, Chancos y Monterrey, no son aptas para la alimentación, ni deben ser utilizadas para regadío en la agricultura.

Rodríguez, LA. (2015). Universidad César Vallejo - Cajamarca. El trabajo de investigación “Parámetros físicoquímico del agua para consumo humano en el manantial Peña Blanca - Pauca, Paccha - Chota 2015” con el objetivo de establecer los niveles de los parámetros físicoquímicos del agua, del manantial Peña Blanca,

Pauca - Paccha comparando los resultados de las muestras con los estándares de calidad establecidos en el D.S 002 - 2008 MINAM elaborado por el Ministerio del Ambiente, y analizar si al agua es idónea para el gasto humano. Las propiedades fisicoquímicas medidas fueron: (color, turbidez, pH, conductividad, sulfato, dureza total, sólidos disueltos totales, cianuro total, fosforo, fluoruro, cloruro, nitrito, bromuro, nitrato, cianuro libre, oxígeno disuelto, DBO5, DQO, nitrógeno amoniacal, material flotante). Se logró resultados que fueron comparados con los ECAS, generando el cumplimiento con dicho Decreto, porque están por debajo de los LMP establecido por dicha normativa.

Rodríguez y Silva (2015). Universidad César Vallejo - Cajamarca. Su trabajo de investigación “Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de la calidad de agua del manantial “Churumayo” - Bambamarca – 2015” tiene como objetivo general determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de agua del manantial “Churumayo” - distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc. Finalmente, luego del análisis y evaluación exhaustiva de los diferentes datos obtenidos durante el proceso de la investigación, se concluye que el agua del manantial “Churumayo”, corresponde a la Subcategoría A2, cuya potabilización necesita un tratamiento de potabilización convencional y no cumple con algunos parámetros fisicoquímicos de campo y requerimientos microbiológicos que se exige en el agua de Subcategoría A1, la cual se potabiliza sólo con desinfección, como indica la normatividad. Es preciso puntualizar que si uno de los parámetros sobrepasa el LMP establecido, es suficiente para afirmar

que el agua no es apta para el consumo humano.

Tirado, (2013) en la Tesis, “Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la calidad de agua que accede a la planta de tratamiento Casigana EP EMAPA-A y estrategias para evitar su contaminación”, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos, Carrera de Ingeniería Bioquímica; en la metodología considera la revisión documental, trabajo experimental y de laboratorio para determinar la calidad del agua. Se analizó 25 parámetros diferentes durante dos etapas: la primera tomada como época lluviosa del mes de mayo a junio y la segunda época seca de agosto a septiembre. Mediante la aplicación del programa estadístico Statgraphics Plus, se compararon las diferencias de las características fisicoquímicas y microbiológicas. En cuanto a las conclusiones del estudio se determinó que inicialmente durante la época lluviosa, la mayoría de los factores de estudio sí cumplen con los valores permitidos, con excepción de 3 factores que sobrepasan dichos límites como son amonio, detergentes y coliformes fecales. En la época seca del mes de julio y agosto en donde las lluvias son escasas los valores incrementaron considerablemente, aun así no sobrepasaron los límites. Para la calificación de la calidad del agua del canal Ambato-Huachi-Pelileo de acuerdo a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos estudiados a lo largo de la investigación y a los valores asignados en el índice de calidad del agua, se determinó que la calidad del canal en su origen y trayectoria durante la época lluviosa se presenta “Ligeramente contaminada”, mientras que durante la época seca y el aumento de los valores en los resultados

de los factores estudiados, el agua se presenta “Mediamente Contaminada”.

## **2.6. Marco Teórico**

### **2.6.1 El Agua**

El agua (del latín aqua) es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H<sub>2</sub>O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. En su uso más común, con agua nos referimos a la sustancia en su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en forma gaseosa que llamamos vapor (Barrera, H. et al., 2010).

El agua en su estado natural es una solución de diversos compuestos que se le van adheridos de acuerdo con los procesos del ciclo hidrológico y que le dan un carácter diferente a las aguas naturales de acuerdo con la composición de los suelos, a su ubicación y a los procesos físicos y químicos que se realizan durante su paso, así también poseen diversas características que van variando de acuerdo con el sitio o proceso de donde venga (Londoño, 2008).

El agua constituye patrimonio de la Nación, su dominio sobre ella es inalienable e imprescriptible, como también es un bien de uso público y su administración solo puede ser otorgada y ejercida en armonía con el bien común, la protección ambiental y el interés de la nación, no habiendo

propiedad privada sobre ella (Ley General de Recursos Hídricos N° 29338).

### **2.6.2 Usos del agua**

El agua es el recurso que ha condicionado principalmente el desarrollo de la civilización, donde diversos núcleos de poblaciones se han asentado, a lo largo de la historia, para formar grandes urbes; y nuestro país no ha sido ajeno a ello, desde el inicio de las culturas y posteriormente en la época incaica, estos lograron afianzarse cerca de las riveras de los ríos logrando dominar la difícil geografía y lograr su apogeo. La presencia de grandes fuentes de agua ha sido decisiva en el desarrollo de la sociedad humana, llegando a influir no sólo en el mero mantenimiento de la vida, sino también en el crecimiento económico y a la mejora de la calidad de vida, permitiendo constatar que su importancia podrían resumirse en los siguientes puntos como lo menciona Jarabo et al., (2000):

- Abastecimiento de agua potable.
- Sostenimiento de la fauna acuática.
- Producción Forestal, agraria e industrial.
- Generación de energía.
- Navegación y recreo.
- Uso medicinal

Es evidente que todas estas actividades requieren de agua para llevarse a cabo; sin embargo, no todas ellas consumen la cantidad necesaria que se requiere para un uso determinado, lo que ocasiona después de su utilidad aguas que no puede ser re-aprovechables, y verse totalmente alteradas en su calidad, lo que impide que ya no pueda ser usada en otros usos; generando un gran problema ambiental al ser emitidas a diversos cuerpos de agua (Jarabo et al., 2000).

### **2.6.3 Características de las aguas naturales.**

Las aguas naturales, al estar en contacto con diferentes agentes (aire, suelo, vegetación, subsuelo, etc.), incorporan parte de los mismos por disolución o arrastre, diversos compuestos químicos, que hace que las aguas dulces presenten un elevado número de sustancias en su composición química natural (Reasco & Saavedra, 2010).

Entre los compuestos más comunes que se pueden encontrar en las aguas dulces están: como constituyentes mayoritarios encontramos a los carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, cloruros y nitratos y como constituyentes minoritarios están los fosfatos y silicatos, metales como elementos traza y gases disueltos como oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono (Reasco & Saavedra, 2010).

### **2.6.4 Ciclo hidrológico del agua**

Los procesos básicos que incluye el ciclo hidrológico en el continente son:



evotranspiración, precipitación, infiltración, percolación y escorrentía. La evotranspiración se produce a través de la evaporación del agua presente en la superficie terrestre y en los mares, ríos y lagos, y la transpiración procedente de la tierra a través de los seres vivos, en especial de las plantas. Esta evotranspiración determina la formación de vapor atmosférico que al condensarse, bajo determinadas condiciones, retorna en parte a la superficie continental en forma de precipitación líquida o sólida (IDEAM, 2004).

Parte de esta precipitación se infiltra en el suelo, desde donde se vuelve a evotranspirar o percolar en el subsuelo, y otra parte se escurre superficialmente por la red de drenaje (escorrentía superficial directa) hasta alcanzar la red fluvial. El agua infiltrada en el subsuelo, y que no se evotranspira, se acumula en los poros, grietas y fisuras de los materiales del terreno que, por sus características físicas, tienen la capacidad de almacenar el agua (IDEAM, 2004).

La parte del agua que, mediante la percolación, recarga los acuíferos y vuelve a salir, diferida en el tiempo, a la red fluvial, se denomina escorrentía subterránea o flujo base. A través de las diferentes etapas del Ciclo Hidrológico, el agua va teniendo contacto con otras sustancias y empezamos, según los usos que se da a esa agua, a plantear el concepto de contaminación de agua (IDEAM, 2004).

Según el Manual de Ciudadanía Ambiental: “El agua arrastra, “limpiando” todo a su paso, creando la ilusión de que se ha solucionado el problema de los residuos que genera la actividad humana. Sin embargo, esa agua que “ha limpiado” terrenos rurales y predios urbanos, arrastrando contaminantes de diversas naturalezas, queda a su vez contaminada” (PNUMA, 2005).

#### **2.6.5 Calidad del agua**

Se refiere a las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, estas características afectan la capacidad del agua para sustentar tanto a las comunidades humanas como la vida vegetal y animal. Las aguas naturales muestran, en general, las calidades más características de sus fuentes, sin embargo, muchos factores producen variaciones en la calidad de las aguas obtenidas del mismo tipo de fuente, estas variaciones provienen de la oportunidad que tiene el agua de absorber sustancias en forma de soluciones o tenerlas en suspensión. Las condiciones climatológicas, geográficas y geológicas son factores importantes para determinar la calidad del agua (Cec.org, citado por Cuenca y Pazuña, 2011).

Según Cuenca y Pazuña, (2011), el agua para tratamiento y posterior consumo público normalmente tiene su origen en ríos (parte alta y baja), lagos y embalses, acuíferos subterráneos. Las normas de calidad para bebida, son cantidades límite que, en relación con los diversos elementos, pueden ser tolerables en las aguas para consumo, atendiendo a los siguientes aspectos

fundamentales:

- Ofrecer a la población agua limpia de sabor agradable y sin olor.
- Impedir que el agua distribuida lleve consigo sustancias u organismos patógenos capaces de afectar a la población abastecida.
- Que sea adecuada para el uso doméstico, que no sea agresiva a los componentes del sistema de agua y/o a las instalaciones.

La calidad del agua se evalúa mediante análisis cuyas técnicas y procedimientos han sido y son cuidadosamente desarrolladas y evaluadas. La OMS publica la guía para la calidad de agua potable, la misma que se basa en los siguientes considerados:

- Los valores aseguran la aceptabilidad estética y no representan riesgos en la salud del consumidor.
- La calidad del agua es aceptable para ser consumida durante toda la vida, exposiciones a contaminantes por periodos cortos pueden ser tolerados, pero deben ser controlados.

Con base en estas guías de calidad se pueden preparar normas de acuerdo a la realidad geográfica, económica, social, condiciones técnicas y administrativas propias de cada comunidad. En este sentido, en las comunidades rurales, es difícil satisfacer las normas de calidad sin embargo, de cualquier manera, es indispensable que sean respetados y cumplidos los límites establecidos para las sustancias nocivas y garantizar la calidad bacteriológica de las aguas

(Chiriboga, 1999 citado por Cuenca y Pazuña, 2011).

De acuerdo a Ongley. ED (1997), la evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua con relación a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos relacionados con la salud. Para esta investigación se considera agua de calidad a aquellas que cumplen con las normas nacionales tales como los ECAs y LMPs para agua potable, en relación a las normas internacionales de calidad de agua para consumo humano propuestas por la OMS.

#### **2.6.6 Agua Potable**

El agua potable es esencial para todas las formas de vida, incluida la humana. El agua potable no debe tener sabor ni olor extraños, conviene que el agua contenga cierta cantidad de sal, pues, en caso contrario, resulta insípida. Debe ser inodora, tanto en frío como en caliente desprende leve alcalización, debe poseer un sabor agradable que le confieren las sales y gases disueltos en ella. La temperatura óptima del agua es de 5°C a 15°C, el agua demasiado fría puede ser perjudicial a la salud y demasiado caliente no resulta refrescante (Barrera, H. et al., 2010).

Tabla 1. Entidades encargadas del cuidado del agua para consumo humano en el Perú

ENTIDAD	FUNCIÓN
Dirección General de Salud (DIGESA)	Establecer la Política Nacional de Calidad del Agua: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar la Política Nacional de Calidad del Agua.</li> <li>• Establecer los requisitos (límites máximos permisibles) químicos, físicos y microbiológicos que el agua para consumo humano debe cumplir.</li> <li>• Normar la vigilancia sanitaria y los procedimientos técnico-administrativos, etc.</li> </ul>
Direcciones Regionales de Salud (DIRESA), Gerencias Regionales de Salud (GRS) y las Direcciones de Salud (DISA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilar la calidad del agua.</li> <li>• Elaborar planes operativos anuales de seguimiento a la calidad del agua.</li> <li>• Fiscalizar el cumplimiento de las normas de calidad del agua.</li> <li>• Otorgar registros, entre otras responsabilidades.</li> </ul>
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporar en los proyectos de abastecimiento de agua potable las normas sanitarias, etc.</li> </ul>
Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular los instrumentos de supervisión a las normas sanitarias.</li> <li>• Supervisar el cumplimiento de las disposiciones sanitarias.</li> <li>• Informar a la Autoridad de Salud correspondiente, las faltas de los proveedores de agua potable, en los requisitos de calidad sanitaria.</li> </ul>
Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales (provinciales y distritales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velar por la sostenibilidad de los sistemas del agua.</li> <li>• Supervisar el cumplimiento de las normas sanitarias.</li> </ul>

**Fuente:** Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Dirección General de Salud (DIGESA).

Es importante recordar que para el caso del Perú, el ente rector para el control y regulación del servicio de agua para consumo humano es el Sector Salud, encargado de determinar el grado de calidad de agua de acuerdo a los LMP,

según lo indica el D. S. N° 031-2010-SA: Es el que determina el cumplimiento de los ECA para agua de consumo humano, normatividad dada por el D. S. N° 022-2008-MINAN y D. S. N° 023-2009-MINAN y el D.S. 015 – 2015 MINAM: Decreto Supremo que modifica y complementa normas reglamentarias para fortalecer el Marco Normativo del Servicio Nacional de Sanidad Agraria - SENASA.

#### **2.6.7 Condiciones bacteriológicas del agua potable**

El agua potable debe tener escasas bacterias, el agua de buena calidad presenta el límite admisible de 100 bacterias por centímetro cúbico de agua. Desde el punto de vista bacteriológico, el agua potable debe de tener menos de 200 colonias bacterianas de mesofílicos aeróbicos por mililitro de muestra. Un máximo de dos organismos coliformes totales en 100mL de muestra y no contener organismos coliformes fecales en 100mL de muestra. Fuentes de agua pueden ser: Los embalses, formados a partir de ríos caudalosos y los manantiales y los pozos, que constituyen uno de los métodos más antiguos para la obtención del agua (Barrera, H. et al., 2010).

Cuanto más profundo es el pozo, mejor calidad física y bacteriológica tiene el agua, porque conforme va atravesando las diferentes capas de suelo y del subsuelo se va eliminando las impurezas. El agua potable que procede de aguas superficiales es preciso esterilizarla, la desinfección debe aplicarse en el uso de agua potable, para liberarla de gérmenes patógenos en forma habitual

y patente. Podemos tratarla utilizando métodos como filtración, ebullición, desinfección. El proceso de Desinfección es cuando se elimina completamente los microorganismos del agua por métodos como adición de cloro, ozono a por radiación de luz ultravioleta entre otros (Barrera, H. et al., 2010).

#### **2.6.8 Efectos Sobre la Vida**

Desde el punto de vista de la biología, el agua es un elemento crítico para la proliferación de la vida. El agua desempeña este papel permitiendo a los compuestos orgánicos diversas reacciones que, en último término, posibilitan la replicación de ADN. De un modo u otro, todas las formas de vida conocidas dependen del agua. Sus propiedades la convierten en un activo agente, esencial en muchos de los procesos metabólicos que los seres vivos realizan (Barrera, H. et al., 2010).

#### **2.6.2. Importancia del agua para la vida**

La importancia que el agua tiene para la vida en el planeta ha justificado múltiples eventos de todo tipo, desde cumbres de líderes mundiales hasta proyectos de investigación en los más diversos campos; en los últimos años han encontrado datos aterradores acerca del cambio climático, la devastación a que han sido sometidos grandes territorios que antes eran reservas boscosas generadoras de agua, los vertimientos de contaminantes a los cuerpos de agua y otros más que han ocasionado entrar en una fase de alerta máxima frente a la disponibilidad de este recurso, necesario para las actividades de vida, que

se agota sin que hagamos mucho por conservarla (Rojas, R. 2002).

### **2.6.9 Agua para beber: necesidad del cuerpo humano**

El cuerpo humano está compuesto de entre un 55% y un 78% de agua, dependiendo de sus medidas y complejidad. Para evitar desórdenes, el cuerpo necesita alrededor de siete litros diarios de agua; la cantidad exacta variará en función del nivel de actividad, la temperatura, la humedad y otros factores. La mayor parte de esta agua se absorbe con la comida o bebidas no estrictamente agua. No se ha determinado la cantidad exacta de agua que debe tomar un individuo sano, aunque una mayoría de expertos considera que unos 6-7 vasos de agua diarios (aproximadamente dos litros) es el mínimo necesario para mantener una adecuada hidratación (Barrera, H. et al., 2010).

### **2.6.10 Procesos de potabilización**

Según Barrera, H. et al., 2010, los procesos de potabilización son los siguientes:

- **Cloración** es el nombre que se da al procedimiento para desinfectar el agua más comúnmente usado, utilizando el cloro o algunos de sus derivados como los hipocloritos de sodio o de calcio. En los abastecimientos de agua potable se emplea el gas cloro mientras que para abastecimientos medianos o pequeños se utilizan hipocloritos. El proceso más sencillo de esterilización y barato es la cloración, la acción del cloro es de poca profundidad y las partículas en suspensión la dificultan. Punto



crítico de cloración, si en la cloración sobrepasa el mínimo de cloro, se habla de cloración crítica, dañina para la salud y causante de enfermedades tales como cáncer.

- **Irradiación Ultravioleta**, por medio de una lámpara de cuarzo llena de vapor de mercurio, se pueden producir rayos ultravioleta. Estos rayos matan a las bacterias, desintegrándolas.
- **Ozonización**, el ozono en contacto con sustancias oxidables se descompone rápidamente en oxígeno nascente y oxígeno diatómico inactivo. El primero destruye la materia orgánica.
- **Filtración:** Si el agua no se encuentra muy cargada de materias en suspensión, puede bastar un filtrado como única depuración. Para cantidades pequeñas se fabrican filtros portátiles que pueden transportarse con todos sus accesorios. Los filtros de arenas y multimedias minerales son lentos y poseen cierta acción eliminadora de bacterias pero necesitan mucho espacio para la purificación de aguas fluviales. Estos filtros retienen tierra, arena y algunas impurezas, pero dejan pasar algunos microorganismos y las sustancias químicas disueltas.
- **Filtros de carbón activado:** Empleado como material filtrante elimina olor, sabor y color del agua.
- **Depósitos de decantación:** se emplean en la purificación previa de aguas muy sucias, por ejemplo, corrientes superficiales haciéndolas pasar antes, en caso necesario, a través de rejillas y desarenadores.

### 2.6.11 Propiedades del agua

- **Físicas:** El agua es un líquido inodoro e insípido, tiene un cierto color azul cuando se concentra en grandes masas. A la presión atmosférica (760 mm de mercurio), el punto de fusión del agua pura es de 0°C y el punto de ebullición es de 100°C, cristaliza en el sistema hexagonal, llamándose nieve o hielo según se presente de forma esponjosa o compacta, se expande al congelarse, es decir aumenta de volumen, de ahí que la densidad del hielo sea menor que la del agua y por ello el hielo flota en el agua líquida (Barrera, H. et al., 2010).

El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4°C, que es de 1 g/cc, Su capacidad calorífica es superior a la de cualquier otro líquido o sólido, siendo su calor específico de 1 cal/g, esto significa que una masa de agua puede absorber o desprender grandes cantidades de calor, sin experimentar apenas cambios de temperatura, lo que tiene gran influencia en el clima (las grandes masas de agua de los océanos tardan más tiempo en calentarse y enfriarse que el suelo terrestre). Sus calores latentes de vaporización y de fusión (540 y 80 cal/g, respectivamente) son también excepcionalmente elevados (Barrera, H. et al., 2010).

- **Químicas:** El agua es el compuesto químico más familiar, el más abundante y el de mayor significación para la vida. Su excepcional importancia, desde el punto de vista químico, reside en que casi la

totalidad de los procesos químicos que ocurren en la naturaleza, no solo en organismos vivos, sino también en la superficie no organizada de la tierra, así como los que se llevan a cabo en el laboratorio y en la industria, tienen lugar entre sustancias disueltas en agua, esto es en disolución (Barrera, H. et al., 2010).

Normalmente se dice que el agua es el disolvente universal, puesto que todas las sustancias son de alguna manera solubles en ella. No posee propiedades ácidas ni básicas, combina con ciertas sales para formar hidratos, reacciona con los óxidos de metales formando ácidos y actúa como catalizador en muchas reacciones químicas (Barrera, H. et al., 2010).

- **pH:** El pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución. El pH indica la concentración de iones hidronio  $[H_3O^+]$  presentes en determinadas sustancias. Muy ácida pH 4 o menos, Moderadamente ácida pH 5, Ligeramente ácida pH 6, Neutra pH 7, Ligeramente alcalina pH 8, Moderadamente alcalina pH 9, Muy alcalina pH 10 o más (Barrera, H. et al., 2010).

La concentración de ion hidrogeno es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de calidad de las aguas naturales como residuales. Todas las fases del tratamiento del agua para suministro y residual, como o la neutralización ácido - base, suavizado, precipitación,

coagulación, desinfección y control de la corrosión, depende del pH (GESTA, 2010).

El agua residual con concentración de ion hidrógeno presenta elevadas dificultades de tratamiento con procesos biológicos y el efluente puede modificar la concentración de ion hidrógeno en las aguas naturales si ésta no se modifica antes de la evacuación de las aguas (GESTA, 2010).

A una temperatura determinada, la intensidad del carácter ácido o básico de una solución viene dada por la actividad del ión hidrógeno o pH. El pH de los sistemas acuosos puede medirse convenientemente con pH-metro (GESTA, 2010).

El pH óptico varía según la composición del agua y el tipo de materiales de construcción utilizados en el sistema de distribución pero con frecuencia se sitúa entre 4,0 a 9,0. Los valores extremos del pH pueden ser resultados de vertimientos accidentales, de interrupciones del proceso de tratamiento o del curado insuficiente del revestimiento del mortero de cemento utilizado en las tuberías (GESTA, 2010 citado por Rodríguez & Silva, 2015).

- **Dureza del Agua:** En química, se denomina dureza del agua a concentración de compuestos minerales que hay en una determinada

cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. Son éstas las causantes de la dureza del agua, y el grado de dureza es directamente proporcional a la concentración de sales metálicas. Interpretación de la dureza del agua (Barrera, H. et al., 2010).

Es la concentración total de iones alcalino - térreos (grupo 2), principalmente  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  en agua. La dureza se expresa en la (NOM-127- SSA1-1994), en mg/L como  $\text{CaCO}_3$ . Agua con una dureza menor a 60 mg/L  $\text{CaCO}_3$  se considera como "suave". Si la dureza es mayor a 270 mg/L  $\text{CaCO}_3$ , el agua se considera "dura". El agua dura reacciona con el jabón para formar productos precipitados insolubles, por lo tanto se tiene que utilizar mucho jabón para consumir los iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  antes para que el jabón sea útil para limpiar (Hernández, JG. 2009).

El agua dura deja depósitos sólidos llamados "sarro" en las tuberías cuando ésta se evapora. El calor convierte al ion bicarbonato en carbonato liberando  $\text{CO}_2$  y precipita sarro de  $\text{CaCO}_3$ , el cual tapa las tuberías, en especial aquellas sometidas a temperaturas altas, como la de los boiler (Hernández, JG. 2009).

El problema de dureza del agua en humanos, diversos estudios han demostrado que hay una débil relación inversa entre la dureza del agua y las enfermedades cardiovasculares en los hombres, por encima del nivel

de 170 mg de  $\text{CaCO}_3$  por litro en el agua (Hernández, JG. 2009).

La organización mundial de la salud ha revisado las evidencias y concluyó que los datos eran inadecuados para permitir una recomendación acerca de un nivel de dureza. Una revisión posterior por el Instituto Nacional de la Salud Pública, República Checa da una buena descripción del asunto, e inversamente a la OMS, da algunas recomendaciones para los niveles máximos y mínimos el calcio (40-80mg/L) y el magnesio (20-30mg/L) en agua potable, y de una dureza total expresada como la suma de las concentraciones del calcio y del magnesio de 2-4mmol/L (Hernández, JG. 2009 citado por Rodríguez & Silva, 2015).

Tabla 2. Dureza del agua

<b>Dureza como <math>\text{CaCO}_3</math></b>	<b>Interpretación</b>
0 - 75	Agua suave
75 - 150	Agua poco dura
150 - 300	Agua dura
>300	Agua muy dura

**Fuente:** Barrera, H. et al., (2010).

- **Alcalinidad:** La alcalinidad es la medida de la capacidad tampón de una disolución acuosa, o lo que es lo mismo, la capacidad de ésta para mantener su pH estable frente a la adición de un ácido o una base (Barrera, H. et al., 2010).

Tabla 3. Dureza del agua

Tipo de agua	Alcalinidad (CaCO <sub>3</sub> ) mg/L
Alcalinidad muy débil	<50
Alcalinidad débil	50 – 150
Alcalinidad media	150 – 250
Alcalinidad fuerte	250 – 350
Alcalinidad muy fuerte	>350

**Fuente:** Barrera, H. et al., (2010).

#### 2.6.12 Parámetros físicos en el agua:

- **Color:** Las causas más comunes del color en el agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en solución; el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, madera, raíces, etc., en diferente estado de descomposición, y la presencia de taninos, ácido húmico y algunos residuos industriales. Dos tipos de color se reconocen en el agua: el color verdadero, o sea el color de la muestra una vez que se ha removido su turbidez, y el color aparente, que incluye no solamente el color de las sustancias en solución y coloidales sino también el color debido al material suspendido. El color aparente se determina sobre la muestra original, sin filtración o centrifugación previa (Romero, JA.).

El agua contaminada suele tener ligeros colores rojizos, pardos, amarillentos o verdosos debido, principalmente, a los compuestos húmicos, férricos o los pigmentos verdes de las algas que contienen. Se

debe diferenciar el color aparente, que es el que presenta el agua bruta, del denominado color verdadero, que es el que se presenta cuando se ha eliminado la materia en suspensión (Tirado, A. 2013 citado por Rodríguez & Silva, 2015).

El color de los efluentes urbanos produce ciertos efectos sobre las aguas de aplicación cuando se siguen sistemas agrarios de tratamiento de las aguas residuales. Generalmente, la coloración es indicadora de la concentración y composición de las aguas contaminadas, y puede variar del gris al negro. En la medida que éste es más intenso, la capacidad de absorción de energía solar es mayor, y ello redundaría en una ligera elevación de la temperatura del suelo (Tirado, A. 2013 citado por Rodríguez & Silva, 2015).

- **Turbiedad:** La turbidez o turbiedad es una expresión de la propiedad o efecto óptico causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de la muestra de agua. La turbidez en un agua puede ser ocasionada por una gran variedad de materiales en suspensión que varían en tamaño, desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otros, arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos y microorganismos (Romero, JA. 2002 citado por Cardona, D. 2011).



La determinación de la turbidez es de gran importancia en aguas para consumo humano y en un gran número de industrias procesadoras de alimentos y bebidas. Los valores de turbidez sirven para establecer el grado de tratamiento requerido por una fuente de agua cruda, su filtrabilidad y, consecuentemente, la tasa de filtración más adecuada, la efectividad de los procesos de coagulación, sedimentación y filtración, así como para determinar la potabilidad del agua (Romero, JA. 2002).

La transparencia del agua es importante para la elaboración de productos destinados a consumo humano y para numerosos usos industriales, la transparencia de una masa natural de agua es un factor decisivo para la calidad y productividad de estos sistemas, la turbidez es una expresión de la propiedad óptica que origina que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea recta a través de la muestra (Aguilar, 2012).

La causa de la turbiedad del agua de consumo humano es la presencia de partículas que puede deberse a que el tratamiento ha sido insuficiente o a que el sedimento ha vuelto a quedar en suspensión en el sistema de distribución. En el caso de algunas aguas subterráneas puede deberse también a la presencia de partículas de materia inorgánica (Aguilar, 2012).

Elevados niveles de turbiedad pueden proteger a los microorganismos de

los efectos de la desinfección y estimular la proliferación de bacterias. Por lo tanto, cuando el agua ha de desinfectarse la turbiedad debe ser baja para que la desinfección resulte eficaz (Aguilar, 2012). Generalmente, la apariencia del agua con una turbiedad inferior a 5 unidades nefelométricas es aceptable para los consumidores, aunque esto puede variar según las circunstancias locales. No obstante se recomienda que la turbiedad se mantenga lo más bajo posible debidos a sus efectos microbiológicos (Aguilar, 2012 citado por Rodríguez & Silva, 2015).

- **Olor:** En su forma pura, el agua no produce sensaciones olfativas, el olor en el agua puede utilizarse de manera subjetiva para describir cualitativamente su calidad, estado, procedencia o contenido. Aun cuando esta propiedad pueda tener un amplio espectro de posibilidades, para propósitos de calidad de aguas existen ciertos aromas característicos que tipifican algunas fuentes u orígenes, más o menos bien definidos (GESTA, 2010).

Además de estos aromas típicos, existen otras fragancias que tipifican un origen en particular, pero que son menos frecuentes en los estudios de calidad de aguas, así por ejemplo, las aguas residuales de industrias vinícolas, de industrias cerveceras, de industrias lecheras y de empresas relacionadas con la explotación o procesamiento del petróleo, tienen olores distintivos que son fácil y rápidamente perceptibles y que deben registrarse

en las libretas de campo (GESTA, 2010 citado por Rodríguez & Silva, 2015).

El olor se reconoce como factor de calidad que afecta a la aceptabilidad del agua potable (y de los alimentos preparados con ella), que pueda corromperse con la presencia, de peces y otros organismos acuáticos; además, anular la estética de las aguas de instalaciones de recreo (GESTA, 2010).

Los compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones. Los riesgos para la salud son: malestar, dolor de cabeza, mareos y alergias dependiendo del causante del olor (GESTA, 2010).

El método de análisis de este parámetro organoléptico se puede evaluar mediante percepciones sensoriales que se realizan directamente en campo, pero en caso que se quiera confirmar y cuantificar se miden nuevamente en el laboratorio mediante técnicas estándares más precisos. La determinación del olor se hace con el límite umbral: dilución máxima de agua inodora para hacer susceptible su olor. No existe una concentración absoluta de olor umbral debido a la variación inherente a la capacidad

olfatoria individual (Rodríguez & Silva, 2015).

- **Olor y Sabor:** Los olores y sabores en el agua con frecuencia ocurren juntos y en general son prácticamente indistinguibles. Muchas pueden ser las causas de olores y sabores en el agua; entre las más comunes se encuentran materia orgánica en solución, H<sub>2</sub>S, cloruro de sodio, sulfato de sodio y magnesio, fenoles, aceites, productos de cloro, diferentes especies de algas, hongos, etc. La determinación del olor y sabor en el agua es útil para evaluar la calidad de la misma y su aceptabilidad por parte del consumidor, para el control de los procesos de una planta y para determinar, en muchos casos, la fuente de una posible contaminación (Romero, JA.).

Tanto el olor como el sabor pueden describirse cualitativamente, lo cual es muy útil en especial en casos de reclamos por parte del consumidor; en general los olores son más fuertes a altas temperaturas. El ensayo del sabor sólo debe hacerse con muestras seguras para consumo humano (Cardona, D. 2011).

- **Temperatura:** La determinación exacta de la temperatura es importante para diferentes procesos de tratamiento y análisis de laboratorio, puesto que, por ejemplo, el grado de saturación de OD, la actividad biológica y el valor de saturación con carbonato de calcio se relacionan con la

temperatura (Romero, JA. 2002).

- **Sólidos:** Se clasifica toda la materia, excepto el agua contenida en los materiales líquidos, como materia sólida. En ingeniería sanitaria es necesario medir la cantidad del material sólido contenido en una gran variedad de sustancias líquidas y semilíquidas que van desde aguas potables hasta aguas contaminadas, aguas residuales, residuos industriales y lodos producidos en los procesos de tratamiento (Cardona, D. 2011).
  
- **Sólidos totales:** Se define como sólidos la materia que permanece como residuo después de evaporación y secado a 103°C, el valor de los sólidos totales incluye material disuelto y no disuelto (sólidos suspendidos) (Romero, JA. 2002).
  
- **Sólidos disueltos:** Son determinados directamente o por diferencia entre los sólidos totales y los sólidos suspendidos. Si la determinación es directa y el residuo de la evaporación se seca a 103-105°C, el incremento de peso sobre el de la capsula vacía representa los sólidos disueltos o residuo filtrable (Romero, JA. 2002).
  
- **Sólidos suspendidos:** Son determinados por filtración a través de un filtro de asbesto o de fibra de vidrio, en un crisol Gooch previamente pesado. El

crisol con su contenido se seca a 103-105°C., el incremento de peso sobre el peso inicial, representa el contenido de sólidos suspendidos o residuo no filtrable (Cardona, D. 2011).

- **Sólidos sedimentables:** La denominación se aplica a los sólidos en suspensión que se sedimentarán, en condiciones tranquilas, por acción de la gravedad. La determinación se hace llenando un cono Imhoff con un litro de volumen y registrando el volumen de material sedimentado en el cono, al cabo de una hora, en ml/L. En agua potable, la determinación de sólidos totales es la de mayor interés, por ser muy pequeña la cantidad existente de sólidos suspendidos. La determinación de sólidos sedimentables es básica para establecer la necesidad del diseño de tanques de sedimentación como unidades de tratamiento y para controlar su eficiencia (Cardona, D. 2011).
- **Conductividad:** La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica, que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación. Por tanto, cualquier cambio en la cantidad de sustancias disueltas, en la movilidad de los iones disueltos y en su valencia, implica un cambio en la conductividad.

Por esta razón, el valor de la conductividad se usa mucho en análisis de

aguas para obtener un estimativo rápido del contenido de sólidos disueltos (Romero, JA. 2002).

Se denomina conductividad de un agua a la aptitud de esta para transmitir la corriente eléctrica y es lo contrario de la resistencia, definida como la conductancia de una columna de agua comprendida entre dos electrodos metálicos de 1cm<sup>2</sup> de superficie y separados el uno del otro por 1cm (Tirado, A. 2013).

La conductividad depende de la actividad y tipo de los iones disueltos y de la temperatura a la que se realiza la medida, debiéndose referir a la temperatura de 20°C. La unidad de medición utilizada comúnmente es el Siemens/cm (S/cm), con una magnitud de 10 elevado a -6, es decir, microSiemens/cm ( $\mu$ S/cm), o en 10 elevado a -3, es decir, miliSiemens (mS/cm) (Tirado, A. 2013).

El agua pura tiene muy poca conductividad, por lo que la medida de la conductividad de un agua nos da una idea de los sólidos disueltos en la misma. De la conductividad eléctrica, que indica la presencia de sales en el agua, lo que hace aumentar su capacidad de transmitir una corriente eléctrica, propiedad que se utiliza en mediciones de campo o de laboratorio, expresadas en micro Siemens/l ( $\mu$ S/L). A partir de la conductividad se puede obtener los sólidos disueltos multiplicando por un factor entre 0,55 y 0,75

(GESTA, 2010).

Los sólidos disueltos totales, expresados en mg/L, pueden ser obtenidos por multiplicación de la conductividad por un factor comprendido entre 0,55 y 0,75. Este factor puede ser determinado para cada cuerpo de agua, pero permanece aproximadamente constante, según las proporciones iónicas en el cuerpo de agua y si éstas permanecen estables (GESTA, 2010).

Las soluciones de la mayoría de ácidos, bases y sales presentan coeficientes de conductividad relativamente adecuados. Las moléculas de los compuestos orgánicos que no se disocian en soluciones acuosas tienen una conductividad muy escasa o nula. La conductividad eléctrica de un agua se utiliza como una medida indirecta de su concentración de sólidos disueltos totales o de minerales en el agua. La salinidad del agua se determina midiendo su conductividad eléctrica (GESTA, 2010).

### **2.6.13 Parámetros químicos en el agua**

- **Alcalinidad:** La alcalinidad de un agua puede definirse como su capacidad para neutralizar ácidos, como su capacidad para reaccionar con iones hidrógeno, como su capacidad para aceptar protones o como la medida de su contenido de sustancias alcalinas (OH<sup>-</sup>). La determinación de la alcalinidad total y de las distintas formas de alcalinidad es importante en los procesos de coagulación química, ablandamiento, control de corrosión y



evaluación de la capacidad tampón del agua. En aguas naturales, la alcalinidad se debe generalmente a la presencia de tres clases de compuestos: Bicarbonatos, Carbonatos, Hidróxidos (Romero, JA. 2002 citado por Cardona, D. 2011).

- **Acidez:** La capacidad de un agua puede definirse como su capacidad para neutralizar bases, así como de reaccionar con iones hidróxido, y para ceder protones o como la medida de su contenido total de sustancias ácidas. La determinación de la acidez es de importancia en ingeniería sanitaria debido a las características corrosivas de las aguas ácidas, así como al costo que suponen la remoción y el control de las sustancias que producen corrosión. (Romero, JA. 2002 citado por Cardona, D. 2011).
- **Grupo del Nitrógeno:** Los compuestos del nitrógeno son de gran interés para los ingenieros ambientales debido a su importancia en los procesos vitales de todas las plantas y animales, la química del nitrógeno es compleja a causa de los diversos estados de valencia que puede asumir este elemento y al hecho de que los cambios en la valencia los pueden hacer organismos vivos. Para añadir aún más interés, los cambios de valencia efectuados por las bacterias pueden ser positivos o negativos, según si las condiciones son aeróbicas o anaeróbicas. De acuerdo con el ciclo del nitrógeno, una concentración alta de nitrógeno orgánico es característica de una polución fresca o reciente (Romero, JA. 2002 citado por Cardona, D. 2011).

El amoníaco es el producto inicial en la descomposición del nitrógeno orgánico. A medida que transcurre el tiempo, en condiciones aeróbicas, el nitrógeno amoniacal es oxidado en nitritos y éstos en nitratos, los cuales son el producto de la descomposición del nitrógeno orgánico. Se considera que un agua de polución reciente, y por consiguiente de gran peligro potencial, contiene la mayoría del nitrógeno como nitrógeno orgánico y amoniacal. Así mismo, aguas en que la mayor parte del nitrógeno está en forma de nitratos son consideradas de polución ocurrida un largo tiempo antes del momento de efectuarse el análisis. En aguas superficiales, el peligro para la salud decrece con la edad de la polución o tiempo de envejecimiento de ésta (auto purificación) y con la temperatura (Cardona, D. 2011).

- **Nitrógeno Amoniacal:** El amoníaco es un agente importante en aguas crudas para suministro público debido a sus reacciones con cloro; constituye también un indicador de polución reciente en aguas residuales. El amoníaco no ionizado,  $\text{NH}_3$ , es un tóxico para la vida piscícola, su toxicidad es función principalmente de la concentración de  $\text{NH}_4\text{OH}$  y del amoníaco no ionizado, o sea depende el pH del agua. El amoníaco en agua, en las concentraciones típicas encontradas, no representa amenaza para la salud humana, es biodegradable y no persiste en el medio acuático (Cardona, D. 2011).

- **Nitrógeno de Nitritos:** Dióxido de Nitrógeno,  $\text{NO}_2$ , formado por acción bacterial sobre el nitrógeno orgánico y el amoniacal. Se usa como preservativo de algunos alimentos y es poco común en aguas por su facilidad de oxidación en nitrato. En dosis altas es perjudicial por sus efectos como vasodilatador cardiovascular, su contribución a la metahemoglobinemia en los infantes y la posible formación de nitrosaminas, las cuales son probables carcinógenos (Romero, JA. 2002 citado por Cardona, D. 2011).
- **Nitrógeno de Nitrato:** Usualmente introducido al agua por contaminación humana. Concentraciones altas causan metahemoglobinemia en la población infantil y diarrea, por lo que se limita su concentración en agua potable a 10mg/L-N. Concentraciones mayores de 100mg/L interfieren con el ensayo de coliformes (Romero, JA. 2002 citado por Cardona, D. 2011).

En las aguas superficiales, como los ríos y lagos, la concentración de nitratos es habitualmente baja, de algunos mg/L (excepto que exista un nivel importante de contaminación). En los acuíferos profundos también suele ser baja, aunque superior a la que encontramos en aguas superficiales. Concentraciones de nitratos que no sobrepasan las 5 a 10mg/L es posible encontrarlas tanto en ríos como en acuíferos no contaminados (Romero, JA. 2002 citado por Cardona, D. 2011).

- **Grupo del Azufre:** Tanto en purificación de aguas como en el tratamiento de aguas residuales se presentan diferentes formas químicas del azufre (Romero, JA. 2002).
  
- **Sulfatos:** El ion sulfato, uno de los aniones más comunes en las aguas naturales, se encuentra en concentraciones que varían desde unos pocos hasta unos miles de mg/L. Como los sulfatos de sodio y de magnesio tienen un efecto purgante, especialmente entre los niños, se recomienda un límite superior en aguas potables de 250mg/L de sulfatos. El contenido también es importante, porque las aguas con alto contenido de sulfatos tienden a formar incrustaciones en las calderas y en los intercambiadores de calor (Cardona, D. 2011).
  
- **Sulfitos:** Se entiende por sulfitos los compuestos de azufre con número de oxidación (IV). Se encuentran en algunos residuos industriales y aguas poluidas, pero generalmente son de interés en aguas de calderas donde se trata el agua con sulfito de sodio para reducir el OD del agua a un mínimo y prevenir la corrosión. En general, en aguas naturales no se encuentran sulfitos, pues las aguas que contienen sulfitos, al ser descargadas, reaccionan con el oxígeno para formar sulfatos (Cardona, D. 2011).
  
- **Hierro y Manganeso:** Ambos crean problemas en suministros de agua, en

general, estos problemas son más comunes en aguas subterráneas y en aguas del hipolimnio anaeróbico de lagos estratificados, en algunos casos, también en aguas superficiales provenientes de algunos ríos y embalses, las aguas con hierro y manganeso, al ser expuestas al aire, se hacen turbias e inaceptables estéticamente por acción del oxígeno, así como por la oxidación el hierro y el manganeso solubles, en  $\text{Fe}^{3+}$  y  $\text{Mn}^{4+}$ , los cuales forman precipitados coloidales. El hierro y el manganeso, en bajas concentraciones, imparten sabores metálicos al agua. Hasta donde se conoce, el consumo humano de aguas con hierro y manganeso no tiene efectos nocivos para la salud (Cardona, D. 2011).

- **Fósforo:** Es un elemento esencial en el crecimiento de plantas y animales. Actualmente se considera como uno de los nutrientes que controlan el crecimiento de algas, pero un exceso de fósforo produce un desarrollo exorbitado de plantas, el cual es causa de condiciones inadecuadas para ciertos usos benéficos del agua. El empleo de detergentes, los cuales contienen grandes cantidades de fósforo, ha aumentado el contenido de fosfatos en las aguas residuales domésticas y ha contribuido al problema de incremento del mismo en fuentes receptoras (Romero, JA. 2002).
  
- **Ortofosfatos:** En el anión ortofosfato el átomo de fósforo está enlazado centralmente con los átomos de oxígeno. La forma del ortofosfato

predominante depende del pH (Romero, JA. 2002).

- **Polifosfatos:** Los polifosfatos pueden interpretarse como polímeros del ácido fosfórico a los cuales se les ha removido el agua. Todos los polifosfatos se hidrolizan gradualmente y dan como resultado ortofosfatos, es decir, que vuelven a convertirse en los ortofosfatos de donde provienen (Romero, JA. 2002).
- **Fosfatos Orgánicos:** Compuestos por muchos tipos de P orgánico incluidos fosfolípidos, fosfatos azucarados, nucleótidos, fosforamidas, etc. (Romero, JA. 2002).
- **Oxígeno Disuelto (OD):** Todos los gases de la atmósfera son solubles en agua en algún grado. El oxígeno es pobremente soluble y no reacciona químicamente con el agua. La cantidad de oxígeno que está en el agua se denomina oxígeno disuelto. La solubilidad es directamente proporcional a la presión parcial (Romero, JA. 2002).
- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):** Es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un período de cinco días y a 20°C (Romero, JA. 2002 citado por Cardona, D. 2011).

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** Es un parámetro analítico de polución que mide el material orgánico contenido en una muestra líquida mediante oxidación química. La determinación de DQO es una medida de la cantidad de oxígeno consumido por la porción de materia orgánica existente en la muestra y oxidable por un agente químico oxidante fuerte (Romero, JA. 2002).
  
- **Grasas y Aceites:** En el lenguaje común, se entiende por grasas y aceites el conjunto de sustancias pobremente solubles que se separan de la porción acuosa y flotan formando natas, películas y capas iridiscentes sobre el agua, muy ofensiva estéticamente. Estos compuestos sirven como alimento para las bacterias, puesto que pueden ser hidrolizadas en los ácidos grasos y alcoholes correspondientes. En las plantas convencionales de tratamiento, las grasas pueden permanecer en el efluente primario en forma emulsificada. A pesar de la destrucción de los agentes emulsificantes por el tratamiento biológico secundario, la grasa no utilizada se separa del agua y flota en los tanques de sedimentación secundaria (Romero, JA. 2002).
  
- **Detergentes:** Compuestos también llamados surfactantes o agentes superficiales activos, usados como sustitutos del jabón, son compuestos de materiales orgánicos superficialmente activos en soluciones acuosas. Los detergentes causan problemas de espumas en aguas superficiales, lagos, plantas de lodos activados y, en general, en sitios de mezcla turbulenta de

aguas residuales.

#### **2.6.14 Gestión Integrada de Recursos Hídricos**

La Asociación Global del Agua (Global Water Partnership, GWP) define la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) como “un proceso que promueve el desarrollo y gestión coordinada del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el resultante bienestar económico y social de una forma equitativa y sin comprometer la sostenibilidad de ecosistemas vitales” (Jeffrey, P. & Gearey, M. 2006).

Un estudio reciente del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) centra la atención en un aspecto ligeramente diferente y defiende que la gestión integrada del agua implica tomar decisiones y manejar los recursos hídricos para varios usos, de forma tal que se consideren las necesidades y deseos de diferentes usuarios y partes interesadas. Según este estudio, la gestión integrada del agua interpreta la gestión del agua superficial y subterránea en un sentido cualitativo, cuantitativo y ecológico desde una perspectiva multidisciplinaria y centrada en las necesidades y requerimientos de la sociedad en materia de agua (Dourojeanni et al., 2002).

#### **2.6.15 Contaminación del aire, agua y suelos**

Ingenieros, salubristas, epidemiólogos, climatólogos, toxicólogos, agrónomos y químicos son algunos de los profesionales que pueden enfrentar el desafío



de disminuir la contaminación del aire, agua y suelos. La reducción de emisiones al aire y efluentes al agua, o la reducción de elementos contaminantes en ellos, pasa desde soluciones netamente ingenieriles, tales como mejores filtros o tecnologías más limpias, a cambios de prácticas nocivas tales como la deposición de elementos tóxicos en suelos o el uso excesivo de biocidas en cultivos y plantaciones (JAKSIC, FM. 1997).

#### **2.6.16 Parámetros microbiológicos en el agua**

- **Coliformes:** Bacterias Gram Negativas en forma bacilar que fermentan lactosa a temperaturas de 35 a 37°C, produciendo ácido y gas (CO<sub>2</sub>) en un plazo de 24 a 48 horas. Se clasifican como aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática de β galactosidasa. Es un indicador de contaminación microbiológica del agua para consumo humano (Resolución 2115, 2007 citado por Cardona, D. 2011).
- **Escherichia coli:** Bacilo aerobio Gram Negativo no esporulado que se caracteriza por tener enzimas específicas como la β galactosidasa y β glucoronidasa, tienen la capacidad de crecer en presencia de sales biliares, y a temperaturas de 44+/-2°C, producir CO<sub>2</sub> y ácido láctico a partir de lactosa. Es el indicador microbiológico preciso de contaminación fecal en el agua para consumo humano. E. coli hace parte del grupo de los coliformes totales (Resolución 2115, 2007 citado por Cardona, D. 2011).

### **2.6.17 Enfermedades transmitidas por el agua contaminada**

El agua puede ser un elemento conductor de microorganismos transmisores de enfermedades. Entre las enfermedades que se contraen por la ingestión de aguas contaminadas se pueden citar las siguientes: Tifoidea, Paratifoidea, Disentería amebiana, Hepatitis. El peligro de adquirir estas enfermedades se halla especialmente en las áreas rurales o urbanas donde los sistemas de potabilización no son acordes a las características de la fuente de abastecimiento. El mayor riesgo microbiano del agua es el relacionado con el consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales, metales pesados etc., aunque puede haber otras fuentes y vías de exposición significativas (OMS, 2006 citado por Cardona, D. 2011).

Los riesgos para la salud relacionados con el agua de consumo más comunes y extendidos son las enfermedades infecciosas ocasionadas por agentes patógenos como bacterias, virus y parásitos (por ejemplo, protozoos y helmintos). Consumir agua en mal estado es una de las principales fuentes de infección y la causa de diversas enfermedades gastrointestinales como el cólera. Alrededor de 2 millones de personas mueren cada año debido a diarreas, siendo la mayoría de ellos niños menores de 5 años (INS, 2005 citado por Cardona, D. 2011).

La variedad de agentes patógenos cambia en función de factores variables

como la densidad poblacional y animales, el mal manejo de las aguas residuales, los cambios de los hábitos de las personas o de las intervenciones médicas, los desplazamientos y viajes de la población, y presiones selectivas que favorecen la aparición de agentes patógenos nuevos o mutantes, o de recombinaciones de los agentes patógenos existentes. Los microorganismos transmitidos por el agua se multiplican en el intestino y se eliminan por el cuerpo a través de las heces. Esto puede determinar la aparición de una contaminación fecal de las fuentes de suministro, entonces un nuevo hospedador puede consumir esa agua y el patógeno puede colonizar su intestino (OMS, 2006 citado por Cardona, D. 2011).

#### **2.6.18 Monitoreo del agua**

El monitoreo del agua ya sea de un río o quebrada, consiste en determinar los cambios ocurridos en el agua, los animales y la tierra que le rodea, a través de varias observaciones o estudios. Así, podemos descubrir las enfermedades que puede generarse por ingesta de agua contaminada del río y sugerir el tratamiento necesario para sanarlo (Andrade & Ponce, 2016).

#### **2.6.19 Procesos de monitoreo de agua**

En la gestión de los recursos hídricos, la calidad del agua es uno de los aspectos más importantes que se tiene en cuenta para los diferentes usos establecidos en el territorio nacional. Se busca conservar y proteger la calidad las aguas continentales y marinas de los efectos de las fuentes contaminantes

y del cambio climático, con la finalidad de establecer un equilibrio del ecosistema acuático, considerándose a éste como indicador de la calidad óptima del recurso, beneficiándose al ambiente y a la salud pública (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2005).

El monitoreo de calidad del agua en cuerpos naturales, se ha venido realizando en el país por requerimiento de las autoridades ambientales sectoriales del Estado, en cumplimiento de los valores límite y los límites máximos permisibles de la normatividad nacional, en temas de medio ambiente, principalmente en la década de los 90, por esa razón las instituciones públicas han venido monitoreando con fines diversos la calidad de los cuerpos de aguas naturales y los efluentes a través de diversos criterios y metodologías establecidas en los protocolos de monitoreo de la calidad de agua, obteniéndose resultados en muchos casos poco confiables (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2005).

Desde la promulgación de la Ley N°29338 “Ley de Recursos Hídricos” y su reglamento, a la Autoridad Nacional del Agua - ANA, como Autoridad máxima del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, se le faculta establecer el protocolo para el monitoreo de la calidad del agua que pueda ser homologado intersectorialmente y que garantice generar una única base de datos de la calidad del agua, en el Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos, que pueda ser manejada dentro del contexto de la

gestión integrada y multisectorial de las cuencas hidrográficas (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2005).

#### **2.6.20 Captación de agua del sistema de abastecimiento de agua potable de la - ciudad de Cajabamba:**

Cuando la fuente de agua es un manantial de ladera y concentrado, la captación constará de tres partes: La primera, corresponde a la protección del afloramiento; la segunda, a una cámara húmeda para regular el gasto a utilizarse; y la tercera, a una cámara seca que sirve para proteger la válvula de control. El compartimiento de protección de la fuente consta de una losa de concreto que cubre toda la extensión del área adyacente al afloramiento de modo que no exista contacto con el ambiente exterior, quedando así sellado para evitar la contaminación. Junto a la pared de la cámara existe una cantidad de material granular clasificado, que tiene por finalidad evitar el socavamiento del área adyacente a la cámara y de aquietamiento de algún material en suspensión. La cámara húmeda tiene una canastilla de salida para conducir el agua requerida y un cono de rebose para eliminar el exceso de producción de la fuente (PAT, 2016).

Tabla 4. Sistemas de captación de agua potable

ADMINISTRACIÓN	NOMBRE DE LAS FUENTES	CERCO PERIMETRICO	CAPTACION							ESTADO	
			Estructura	Filtro	Cámara colectoras	Caja de válvulas	Canastilla	Tubería de limpia	Dado de Protección		
Municipalidad Provincial de Cajabamba	Manantial La Shita	No tiene	De concreto	Tapa sanitaria de metal con seguro				Si tiene	Si tiene	No tiene	Bueno
	Laguna Quengococha	No tiene	De concreto					Si tiene	Si tiene	No tiene	Bueno
JASS Quingray Cruz	Manantial El Capuly	Si tiene	De concreto					Si tiene	Si tiene	No tiene	Regular
JASS Parubamba	Manantial la Hierba Santa	Si tiene	De concreto					No tiene	Si tiene	No tiene	Bueno
JASS Tacshana	Manantial Piedra 1	Si tiene	De concreto					Si tiene	Si tiene	No tiene	Regular
JASS Pueblo Nuevo 1	Manantial Monte Aliso	Si tiene	De concreto					Si tiene	Si tiene	No tiene	Bueno
JASS Pueblo Nuevo 2	Manantial Alisomonte	No tiene	De concreto					Si tiene	Si tiene	No tiene	Malo
JASS Santa Mónica Quillorco	Manantial El Sauce	Si tiene	De concreto					Si tiene	Si tiene	No tiene	Regular
JASS Paampa Chica	Manantial La Gruta	No tiene	De concreto					Si tiene	Si tiene	No tiene	Regular
JASS Pampa Grande Cungunday	Manantial Arapuquio	Si tiene	De concreto					No tiene	Si tiene	No tiene	Regular
JASS Ticapampa	Manantial Arapuquio	Si tiene	De concreto					Si tiene	Si tiene	No tiene	Regular

**Fuente:** Oficina Técnica Municipal de Saneamiento Rural - Gerencia de Gestión Ambiental y Saneamiento - MPC, Trabajo de Campo (2015)

El sistema de administración municipal tiene tres fuentes de agua, el manantial La Shita y la Laguna Quegococha. Los sistemas de administración por JASS (Juntas Administradoras de Servicio y Saneamiento), tienen también sus fuentes de agua superficial provenientes de manantiales, según se indica en el cuadro siguiente:

Tabla 5. Fuentes de agua para la ciudad de Cajabamba.

ADMINISTRACIÓN	CAPTACIÓN		
	Nombre	Ubicación UTM WGS 84	
		E	N
Municipal	Laguna Quengococha (18 M)	173509	9155696
	Manantial La Shita	809057	9150392
JASS Quingray Cruz	El Capuly	827730	9154748
JASS Parubamba	La Hierba Santa	827568	9154236
JASS Tacshana	Piedra 1	826734	9155937
JASS Pueblo Nuevo 1	Monte Aliso	827162	9155644
JASS Pueblo Nuevo 2	Alisomonte	827771	9156386
JASS Santa Mónica-Quillorco	El Sauce	827685	9156989
JASS Pampa Chica	La Gruta	829805	9158170
JASS Pampa Grande-Cungunday	Arapuquio	827798	9159067
JASS Ticapampa		827798	9159067

**Fuente:** Oficina Técnica Municipal de Saneamiento Rural – Gerencia de Gestión Ambiental y Saneamiento- MPC, Trabajo de campo 2015

El Gobierno Regional Cajamarca por intermedio de la Unidad Ejecutora de Programas Regionales [PROREGION], con el objetivo de cumplir con las metas de esta obra y reducir la incidencia de enfermedades infecciosas intestinales y brindar una buena prestación de los servicios de saneamiento de tal manera que mejore la calidad de vida de la población, ha ejecutado la obra: Levantamiento de Observaciones y Ejecución de Mayores Metrados del Proyecto de Inversión Pública “Mejoramiento y Ampliación de los sistemas de Agua Potable, Alcantarillado y tratamiento de Aguas residuales de la Ciudad de Cajabamba. (PROREGIÓN, 2016).

El sistema de Agua Potable en Cajabamba, cuenta con dos fuentes de abastecimiento: Manantial La Shita con un caudal de 25 L/s, sin embargo este caudal no es suficiente para abastecer a toda la población, es por eso que capta sus aguas de un segundo punto como fuente alternativa, el cual es la laguna

Quengococha con un caudal de 35L/s.

## **2.7. Marco Conceptual**

### **2.7.1. Contaminación Hídrica**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua está contaminada cuando su composición se haya alterado de modo que no reúna las condiciones necesarias para ser utilizada beneficiosamente en el consumo del hombre y de los animales. En los cursos de agua, los microorganismos descomponedores mantienen siempre igual el nivel de concentración de las diferentes sustancias que puedan estar disueltas en el medio. Este proceso se denomina auto depuración del agua. Cuando la cantidad de contaminantes es excesiva, la autodepuración resulta imposible.

Se entiende por contaminación del medio hídrico o contaminación del agua a la acción o al efecto de introducir materiales o inducir condiciones sobre el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación a sus usos posteriores o sus servicios ambientales (Bermúdez, M. 2010).

### **2.7.2. Reservorio:**

Según APRISABAC (1993 – 1997) en el abastecimiento de agua potable, los reservorios pueden ser de 2 clases: Reservorio de almacenamiento, Reservorio de regulación o distribución.



### **2.7.3. Reservorio de almacenamiento**

Sirve para guardar una cantidad de agua que servirá de reserva para abastecer un sistema por un tiempo determinado. Los almacenamientos se ubican de preferencia en depresiones naturales del terreno que donde las laderas tengan una fuerte talud y la pendiente del valle pequeña. Así también, deben estar alejadas de lugares poblados o de sitios donde se crían animales, para evitar la contaminación (APRISABAC, 1993 – 1997).

### **2.7.4. Reservorio de regulación o distribución**

Se construye con el objeto de librar a la red de distribución, de una presión grande, cuando el almacenamiento del agua está a gran distancia o a mucha altura con respecto a la población, también sirve para satisfacer sus mayores gastos en las horas de máximo consumo, los reservorios deben ubicarse eligiendo de preferencia el punto más elevado para dar la presión suficiente en el abastecimiento (APRISABAC, 1993 – 1997).

Las diferentes clases de reservorios de regulación son: apoyados, enterrados o semienterrados, tanques elevados. De acuerdo a su forma pueden ser: Circulares, rectangulares, cuadrados. Y De acuerdo a los materiales de construcción pueden ser: de albañilería, de concreto o concreto armado y de fierro o acero (APRISABAC, 1993 – 1997).

Los reservorios de regulación son estructuras compuestas por 2 cámaras, una de almacenamiento donde se deposita o almacena el agua, frecuentemente encontramos los siguientes accesorios: Tuberías de entrada, tuberías de salida y su canastilla, tuberías de desagüe, tuberías de rebose y cono de rebose, tubería de ventilación, tapa sanitaria de metal o concreto, con dispositivos de seguridad y otros de válvulas. En la cámara de válvulas, es el lugar en donde se encuentra ubicadas las válvulas de control para operarlos mejor así mismo donde se les asigna un color específico:

- Válvula de entrada de agua al reservorio = color azul.
- Válvula de salida de agua a la población = color verde.
- Válvula de desagüe y rebose = color negro.
- Válvula de paso directo (bypass) = color rojo.

#### **2.7.5. Ley N° 28611 - Ley General del**

**Ambiente: Artículo 31°. Del**

Estándar de Calidad Ambiental:

- **31.1** El Estándar de Calidad Ambiental - ECA es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos (Ley General del Ambiente N° 28611).

- **31.2** El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas. Es un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental (Ley General del Ambiente N° 28611).
- **31.3** No se otorga la certificación ambiental establecida mediante la Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, cuando el respectivo EIA concluye que la implementación de la actividad implicaría el incumplimiento de algún Estándar de Calidad Ambiental. Los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental también deben considerar los Estándares de Calidad Ambiental al momento de establecer los compromisos respectivos (Ley General del Ambiente N° 28611).
- **31.4** Ninguna autoridad judicial o administrativa podrá hacer uso de los estándares nacionales de calidad ambiental, con el objeto de sancionar bajo forma alguna a personas jurídicas o naturales, a menos que se demuestre que existe causalidad entre su actuación y la transgresión de dichos estándares. Las sanciones deben basarse en el incumplimiento de obligaciones a cargo de las personas naturales o jurídicas, incluyendo las contenidas en los instrumentos de gestión ambiental (Ley General del Ambiente N° 28611).

#### **2.7.6. ECA**

Según la Ley General del Ambiente, Los ECA son las medidas que establecen el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo -en su

condición de cuerpo receptor-, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente (Ley General del Ambiente N° 28611).

#### **2.7.7. D.S.N°031-2010-SA-MINSA**

La Dirección General de Salud Ambiental elaboró el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, aprobado mediante este D.S N° 031-2010-SA, donde se establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población. El conjunto de acciones técnico administrativas u operativas, que tienen la finalidad de lograr que la calidad del agua para consumo de la población cumpla con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el presente reglamento (D.S.N°031-2010-SA-MINSA).

Esta realidad, exige a todos los comprometidos con la calidad ambiental y la salud pública, determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de todas las fuentes que proveen agua para consumo humano, a fin de evitar posibles riesgos en la salud de la población (D.S.N°031-2010-SA-MINSA).

#### **2.7.8. D.S. N° 015-2015-MINAM**

El acceso al agua potable es una necesidad primaria y por lo tanto un derecho humano fundamental; en este contexto, la Dirección General de Salud

Ambiental elaboró el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, aprobado mediante D. S. N° 031-2010-SA, donde se establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población. El conjunto de acciones técnico administrativas u operativas, que tienen la finalidad de lograr que la calidad del agua para consumo de la población cumpla con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el presente reglamento (D.S. N° 015-2015-MINAM).

## **2.8. Hipótesis**

- **H<sub>1</sub>**: Los resultados de la caracterización fisicoquímica de la calidad del agua del manantial “La Shita”, destinada al consumo humano en la provincia de Cajabamba, están dentro de los parámetros de agua superficial del DS N° 015-2015–MINAM Categoría 1 y D.S. N°031-2010-MINSA.
- **H<sub>0</sub>**: Los resultados de la caracterización fisicoquímica de la calidad del agua del manantial “La Shita”, destinada al consumo humano en la provincia de Cajabamba, no están dentro de los parámetros de agua superficial del DS N° 015-2015–MINAM Categoría 1 y D.S. N°031-2010-MINSA.

### 2.8.1. Operacionalización de las variables

Tabla 6. Operacionalización de variables

Hipótesis	Variable	Indicadores	Fuente o instrumentos de recolección de datos
<p><b>H<sub>1</sub>:</b> Los resultados de la caracterización fisicoquímica de la calidad del agua del manantial “La Shita”, destinada al consumo humano en la provincia de Cajabamba, están dentro de los parámetros de agua superficial del D.S.N°015-2015–MINAM Categoría 1 y D.S.N°031-2010-MINSA</p> <p><b>H<sub>0</sub>:</b> Los resultados de la caracterización fisicoquímica de la calidad del agua del manantial “La Shita”, destinada al consumo humano en la provincia de Cajabamba, no están dentro de los parámetros de agua superficial del D.S.N°015-2015–MINAM Categoría 1 y D.S.N°031-2010-MINSA.</p>	Caracterización fisicoquímica	Conductividad Eléctrica Color pH Sólidos Disueltos Totales Turbiedad Cloro libre Dureza Nitratos Nitritos Sulfatos	- R.J. N°.010 - 2016 – ANA  - Fichas de ensayo de reporte de Laboratorio.

## **CAPÍTULO III:**

### **MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

#### **3. Metodología**

##### **3.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación realizado es el descriptivo con la finalidad de cuantificar la frecuencia del problema, con qué magnitud se presenta la situación problemática que queremos estudiar, en este caso el nivel de calidad del agua (evaluando la caracterización fisicoquímica del agua).

##### **3.2. Diseño de Investigación**

El estudio realizado tiene un enfoque descriptivo cuantitativo ya que se llevó a cabo la recolección de información así como los respectivos datos (los cuales se fundamentan en mediciones), los resultados se analizaron en base a métodos estadísticos.

##### **3.3. Área de investigación**

El Manantial “La Shita”, es manantial de ladera ubicada en el Sector La Shita de la comunidad de Quillorco, distrito de Cajabamba, en las coordenadas Este: 0828789 y Norte: 9157367, con cota 3200msnm. tiene un caudal de producción de 25L/s (estiaje) y 60L/s (avenida) con una continuidad de 24 horas, se encuentra a 4,7Km del reservorio existente (Sistema de Administración Municipal) donde se capta el agua de dicho manantial y agua de la Laguna Quengococha ubicada a 12,45Km del

reservorio (Sistema de Administración Municipal) y está ubicado en la cota 3787,50 msnm. Presenta un caudal de producción de 35L/s (estiaje) y 80L/s (avenida).

El reservorio (Sistema de Administración Municipal) está ubicado en las coordenadas Este: 0826901 y Norte: 9156690 en una altura de 2774msnm, tiene una capacidad de 1300m<sup>3</sup> y es de concreto. En este punto de reunión se mezclan las aguas del manantial “La Shita” y las aguas superficiales procedentes de la Laguna Quengococha, una de las tuberías ingresa por la ventana de inspección de manera inadecuada, la tapa permanece levantada. No cuenta con punto de muestreo y hay presencia de malezas alrededor de la estructura, la cual deteriora el exterior poco a poco.



Mapa 1. Ubicación y puntos de muestreo del agua del Manantial La Shita

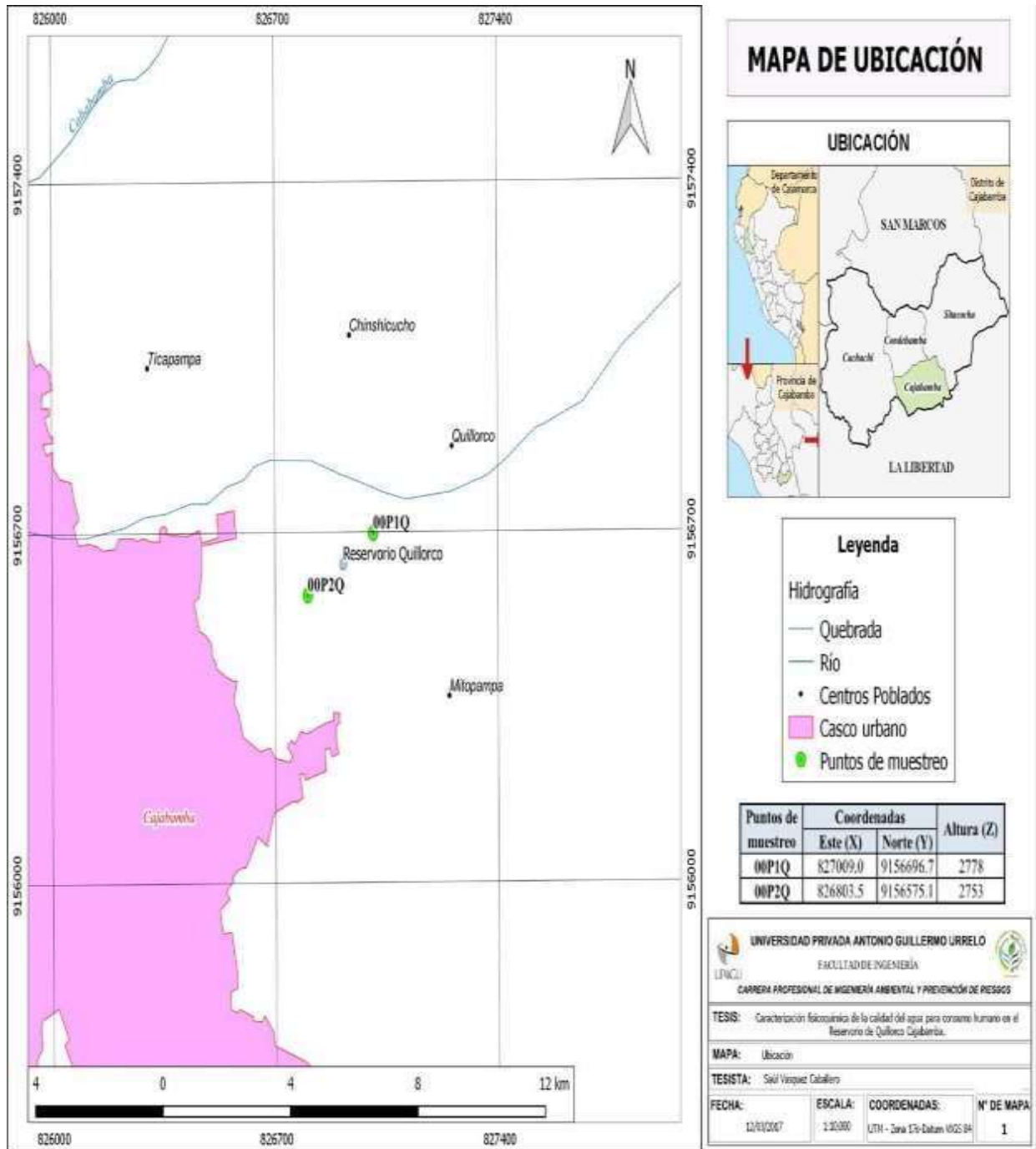


Tabla 7. Coordenadas de los puntos muestreo

<b>Puntos de muestreo</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Altura</b>
<b>00P1Q</b>	827009,0E	2778
	9156696,7N	
<b>00P2Q</b>	826803,5E	2753
	9156575,1N	

### 3.4. Universo

Agua del manantial “La Shita” – Cajabamba – Cajamarca.

### 3.5. Muestra

Un litro (1L) de agua por cada uno de los 2 puntos de monitoreo, en los 3 diferentes.

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para esta investigación se realizó el monitoreo ambiental considerando los métodos de muestreo de acuerdo al protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales 2016 - ANA (R.J N°010-2016-ANA), y según metodología internacional validada Estandar methods for the examination of water and wastewater 22ND – 2016. Considerando lo siguiente:

- Ficha de identificación del punto de muestro.
- Ficha de registro de datos de campo.
- Ficha de etiqueta para muestra de agua.
- Ficha de cadena de custodia.

## Esquema del diseño analítico Monitoreo en los

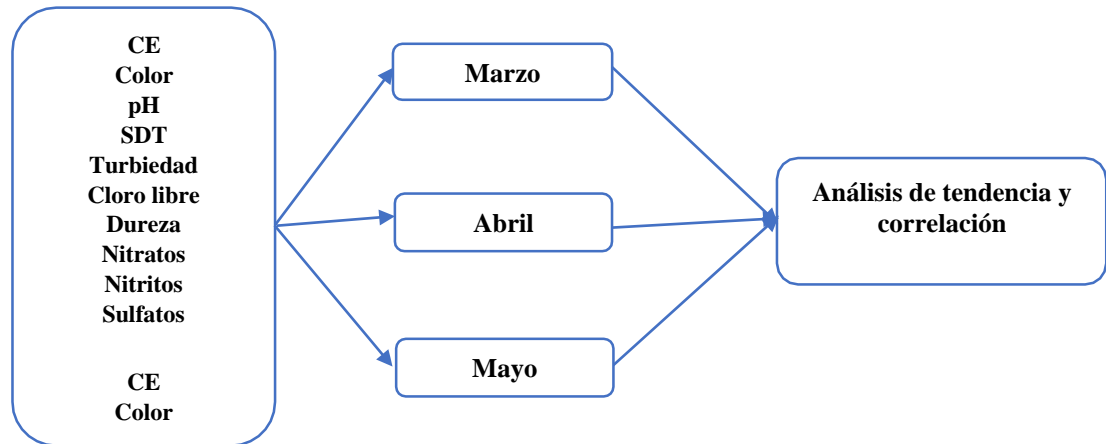


Figura 1. Esquema del diseño analítico

**2 puntos de:**

### 3.6.1. Instrumentos.

#### Formatos:

- Fichas de laboratorio.
- Libretas de campo.
- Material de escritorio.

**Preparación de materiales y equipos:** Para la ejecución del monitoreo de manera efectiva, se preparó anticipadamente los materiales de trabajo (equipos de muestreo operativos debidamente calibrados).

**Materiales:** frascos esterilizados y guantes descartables.

**Equipos:** GPS.

### **3.7. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos**

Para determinar los parámetros de campo como organolépticos: color y olor, se realizó mediante percepciones sensoriales directamente del manantial “La Shita” motivo del estudio. Los valores de los parámetros fisicoquímicos de campo, se obtuvo haciendo uso del equipo Multiparámetro para calidad de agua (pH, Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales Disueltos y Temperatura); el Turbidímetro, para los valores de turbiedad.

Las muestras se tomaron en el mismo manantial, siguiendo el protocolo de muestreo y los análisis se realizaron en el Laboratorio NKAP, Laboratorio de Ensayo Acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INACAL-DA con registro N° LE 026. Se utilizó una codificación sencilla para cada muestra indicando parámetro, código del punto de muestreo, fecha y hora de la toma de muestra y el tipo de preservante usado, todas las mediciones y observaciones se registraron en cuaderno de campo y en la ficha de registro diseñada. La recolección de muestras para los análisis fisicoquímicos, se hizo en los frascos que el mismo laboratorio suministró con las indicaciones, según el protocolo de toma de muestras. Para la conservación y almacenaje se efectuó inmediatamente recolectadas, un cooler con refrigerante congelado a fin de mantener al interior una temperatura de menos de 4°C, para asegurar su traslado al laboratorio, las mismas que fueron remitidas antes de las 6 horas.

El análisis descriptivo está basado en la observación de los indicadores y gráficos para determinar los objetivos propuestos. Luego realizó la comparación de los resultados de los parámetros fisicoquímicos en el agua del manantial La Shita, con



Figura 2. Pasos para la realización del monitoreo los valores de los parámetros de agua superficial del D.S. N° 015-2015–MINAM Categoría 1 y D.S. N°031-2010-MINSA.

**Fuente:** Resolución Jefatural N°010-2016- ANA. (2016).

### 3.8. Interpretación de datos

Una vez recogidos los datos útiles para la investigación, fueron elaborados en forma manual, luego se codificaron y almacenaron en las hojas de cálculo de Microsoft Excel – Office 2013, el proceso de datos culminó con el resumen e indicadores y la presentación en tablas simples y gráficos lineales, que permitieron analizar la fluctuación y comparación de la caracterización fisicoquímica del agua con la

normatividad vigente que aplica para el análisis de aguas de fuentes superficiales para consumo humano.

## **CAPÍTULO IV:**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

Para fines de análisis se tomó cada uno de los parámetros fisicoquímicos por separado y se estudió su comportamiento según el punto de muestreo. Luego se analizó los valores de los datos obtenidos de los puntos de muestreo para cada uno de los parámetros investigados y por último se analizó en que mes, se presentó los valores más altos y bajos de los parámetros fisicoquímicos en el agua del manantial La Shita y dar a conocer sus características fisicoquímicas.

En las siguientes tablas se muestran valores de la Caracterización fisicoquímica de la calidad del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017 con sus respectivos gráficos, resultados que fueron comparados con los ECAs D.S. N°015-2015 MINAM (Tabla 2). Así mismo con los LMP establecidos en el D.S. N°031-2010-MINSA (Tabla 3).

Tabla 8. ECAS para agua categoría 3 - DS. N° 015-2015-MINAM.

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
C.E	uS/cm	1500	1600	**
Color	Unid Pt Co	15	100(a)	**
pH	Units pH	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0
SDT	mg/L	1000	1000	1500
Turbiedad	NTU	5	100	**
Dureza	mg/L	500	**	**
Nitratos	mg/L	50	50	50
Nitritos	mg/L	3	3	**
Sulfatos	mg/L	250	500	**

**Fuente:** MINAM, (2015).

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

\*\* : No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

**A1:** Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

**A2:** Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

**A3:** Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.



Tabla 9. LMP, según lo establece el D. S. N° 031-2010-SA. MINSA

PARÁMETROS INORGÁNICOS	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
C.E	uS/cm	1500
Color	Unid Pt Co	15
pH	Units pH	6,5 - 8,5
SDT	mg/L	1000
Turbiedad	NTU	5
Dureza	mg/L	500
Nitratos	mg/L	50,00
Nitritos	mg/L	3,00 (EC) - 0,20 (EL)
Sulfatos	mg/L	250

(EC): Exposición Corta.

(EL): Exposición Larga

Fuente: MINSA (2010).

Para la medición de cada uno de los parámetros se tuvo en cuenta el DL (Límite de Detección). <LD, significa que el valor del analito es menor al del laboratorio establecido.

**Analito:** hace referencia a una sustancia, la cual puede ser un ion, un elemento, o incluso un compuesto determinado, que posee un interés en nuestra muestra, pues es la parte que deseamos analizar. Dicha especie química, puede conocerse y ser cuantificada, al pasar a determinar su cantidad en nuestra muestra, además de su concentración, en un proceso químico determinado, como suelen ser las valoraciones químicas, siguiendo una particular forma de medida química. (Méndez, 2011).

Tabla 10. Conductividad Eléctrica en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN EL AGUA DEL MANANTIAL LA SHITA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO, CAJABAMBA – 2017									
		Unidad	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO		LD	ECA – D.S.N°015-2015-MINAM D.S N° 031-2010-SA-MINSA			
			00P1Q	00P2Q		A1	A2	A3	D.S. N° 031
Mar	Conductividad	uS/cm	335	333	-uS/cm	1500	1600	**	1500
Abr	Conductividad	uS/cm	294	304	-uS/cm	1500	1600	**	1500
May	Conductividad	uS/cm	226	321	-uS/cm	1500	1600	**	1500

**Fuente:** Laboratorio NKAP.

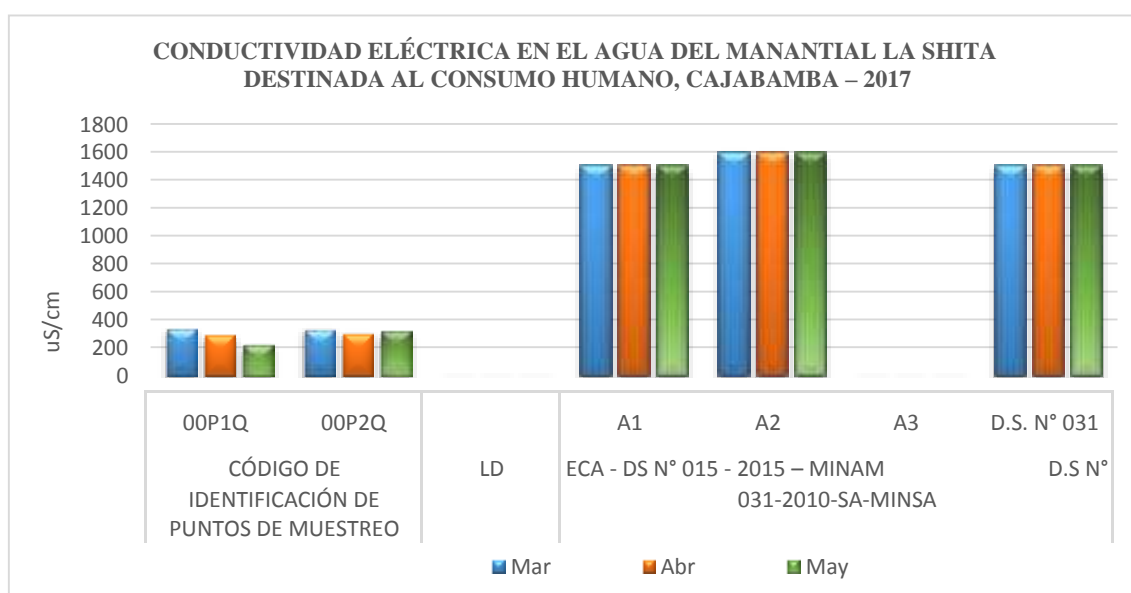


Gráfico 3. Resultados de la Conductividad Eléctrica en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.

**Fuente:** Laboratorio NKAP.

Los valores de la conductividad eléctrica, del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017, que se detallan en la tabla 4 y gráfico 1 en los periodos de monitoreo (marzo, abril y mayo del año 2017) se aprecia un valor mínimo de 226 $\mu$ S/cm en el mes de mayo del punto de muestreo 00P1Q y el valor

máximo de 335 $\mu$ S/cm en el mes de marzo del punto de muestreo 00P1Q.

Sin embargo al comparar estos valores con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA – D.S N° 015 - 2015 - MINAM), Categoría A1, A2 y A3 y los Límites Máximos Permisibles (D.S N° 031-2010-SA-MINSA) se evidencia que en los puntos de muestreo y durante todo el periodo de muestreo se encuentran por debajo de los valores presentados en las normas antes mencionadas.

Es importante tener en cuenta que el parámetro de conductividad eléctrica, permite establecer de forma global el grado de mineralización del agua; además, detectar posibles infiltraciones de aguas superficiales con mineralización diferente o de aguas contaminadas. En la norma colombiana, el valor máximo aceptable para la conductividad es de 1000 $\mu$ S/cm (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007).

Tabla 11. Color del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.

COLOR DEL AGUA DEL MANANTIAL LA SHITA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO, CAJABAMBA – 2017									
	Unidad	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO	LD	ECA - DS N° 015 - 2015 – MINAM D.S N° 031-2010- SA-MINSA					
				A1	A2	A3	D.S. N° 031		
Mar	Color	UCV escala Pt/Co	<1	<1	<1 Unid Pt Co	15	100	**	15
Abr	Color	UCV escala Pt/Co	<1	<1	<1 Unid Pt Co	15	100	**	15
May	Color	UCV escala Pt/Co	<1	<1	<1 Unid Pt Co	15	100	**	15

**Fuente:** Laboratorio NKAP.

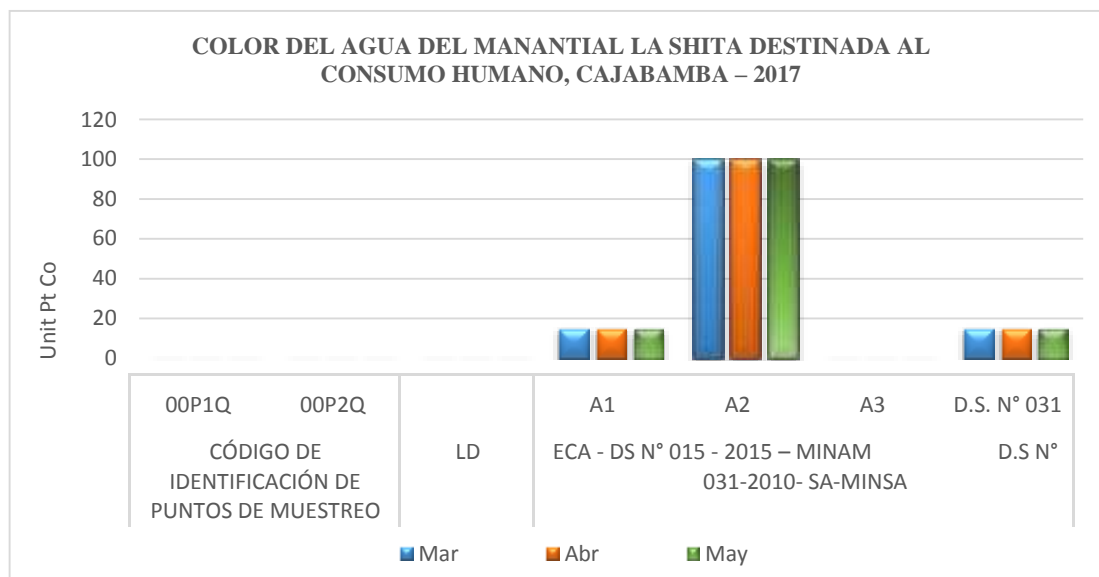


Gráfico 4. Resultados del Color del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017

**Fuente:** Laboratorio NKAP.

Los valores del color del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017, que se detallan en la tabla 5 y gráfico 2 en los periodos de monitoreo (marzo, abril y mayo del año 2017) se aprecia un valor  $<1$  escala Pt/Co en todo el periodo y puntos de monitoreo; que al ser comparados estos valores con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA – D.S N° 015 – 2015 - MINAM), Categoría A1, A2 y A3 y los Límites Máximos Permisibles (D.S N° 031- 2010-SA-MINSA) se evidencia que en los puntos de muestreo y durante todo el periodo de muestreo se encuentran por debajo de los valores presentados en las normas antes mencionadas.

Los valores obtenidos nos permite establecer que el del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017, que esta agua no presenta contaminantes lo

que se condice con Tirado, A. (2013) citado por Rodríguez y Silva (2015) quienes describen que el agua contaminada suele tener ligeros colores rojizos, pardos, amarillentos o verdosos debido, principalmente, a los compuestos húmicos, férricos o los pigmentos verdes de las algas que contienen; además que la coloración es indicadora de la concentración y composición de las aguas contaminadas, y puede variar del gris al negro. En la medida que éste es más intenso, la capacidad de absorción de energía solar es mayor, y ello redunda en una ligera elevación de la temperatura del suelo (Tirado, A. 2013).

Tabla 12. pH en el manantial la Shita destinada al consumo humano, Cajabamba 2017

<b>pH EN EL AGUA DEL MANANTIAL LA SHITA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO, CAJABAMBA – 2017</b>									
Unidad			CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO		LD	ECA - DS N° 015 - 2015 - MINAM D.S.N°031-2010-SA-MINSA			
			<b>00P1Q</b>	<b>00P2Q</b>		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>D.S.N°031</b>
Mar	pH	Units pH	7.24	7.29	Units pH	8.5	9	9	8.5
Abr	pH	Units pH	7.32	7.22	Units pH	8.5	9	9	8.5
May	pH	Units pH	7.38	7.15	Units pH	8.5	9	9	8.5

**Fuente:** Laboratorio NKAP.

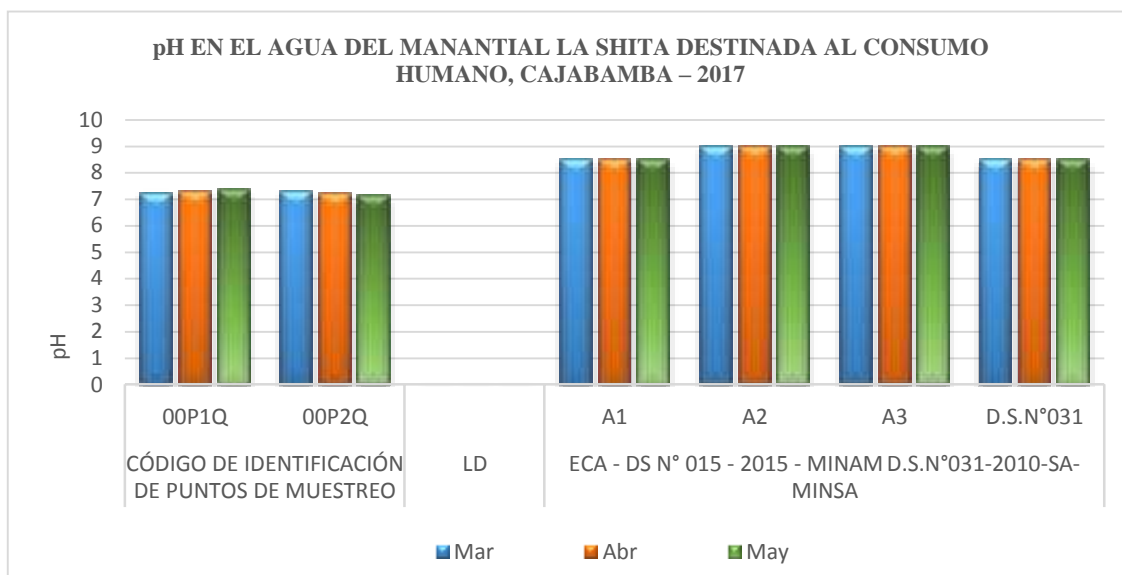


Gráfico 5. Resultados del pH en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017

**Fuente:** Laboratorio NKAP.

Los valores del pH, del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017, que se detallan en la tabla 6 y gráfico 3 en los periodos de monitoreo (marzo, abril y mayo del año 2017) se aprecia un valor mínimo de pH = 7,15 en el mes de mayo del punto de muestreo 00P2Q y el valor máximo de pH = 7,38 en el mes de marzo del punto de muestreo 00P1Q.

Sin embargo al comparar estos valores con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA – D.S N° 015 - 2015 - MINAM), Categoría A1, A2 y A3 y los Límites Máximos Permisibles (D.S N° 031-2010-SA-MINSA) se evidencia que en los puntos de muestreo y durante todo el periodo de muestreo se encuentran por

debajo de los valores presentados en las normas antes mencionadas; esto puede ser a la naturaleza geológica de la zona de estudio.

Tabla 13. Sólidos Disueltos Totales en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017

SDT EN EL AGUA DEL MANANTIAL LA SHITA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO, CAJABAMBA – 2017									
Unidad	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO				LD	ECA - DS N° 015 - 2015 – MINAM D.S. N°031-2010-SA-MINSA			
	00P1Q		00P2Q			A1	A2	A3	D.S. N°031
Mar	SDT	mg/L	120	119,33	<1,24mg/L	1000	1000	1500	1000
Abr	SDT	mg/L	124,2	138,26	<1,24mg/L	1000	1000	1500	1000
May	SDT	mg/L	114,7	166	<1,24mg/L	1000	1000	1500	1000

**Fuente:** Laboratorio NKAP.

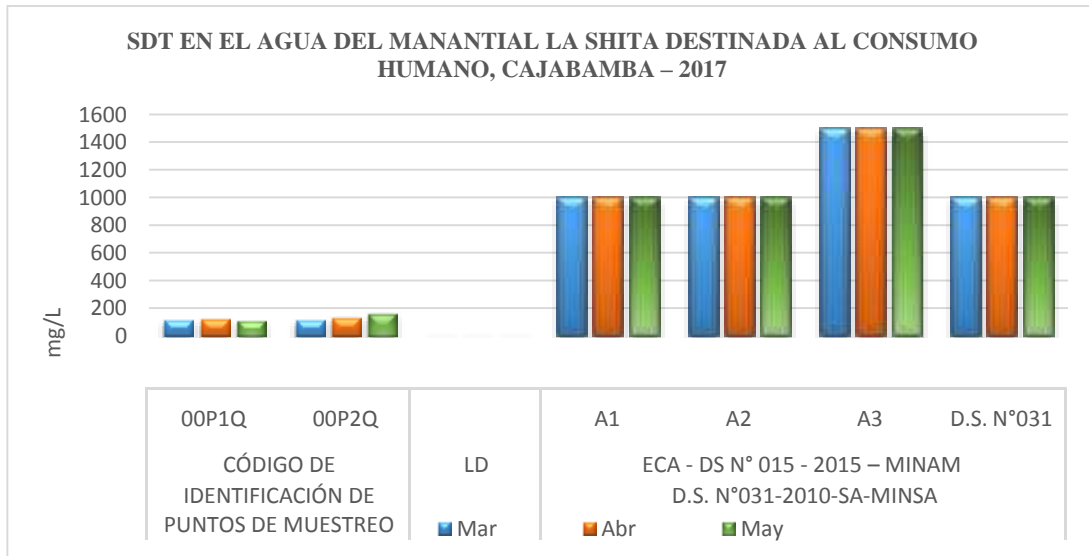


Gráfico 6. Resultados de Sólidos Disueltos Totales en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.

**Fuente:** Laboratorio NKAP.

Los valores de sólidos disueltos totales SDT, del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017, que se detallan en la tabla 7 y gráfico 4 en los periodos de monitoreo (marzo, abril y mayo del año 2017) se aprecia un valor mínimo de 114,7mg/L en el mes de mayo del punto de muestreo 00P1Q y el valor máximo de 166mg/L en el mes de mayo del punto de muestreo 00P2Q.

Sin embargo al comparar estos valores con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA – D.S N° 015 - 2015 - MINAM), Categoría A1, A2 y A3 y los Límites Máximos Permisibles (D.S N° 031-2010-SA-MINSA) se evidencia que en los puntos de muestreo y durante todo el periodo de muestreo se encuentran por debajo de los valores presentados en las normas antes mencionadas.

Tabla 14. Turbiedad del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017

<b>TURBIEDAD EN EL AGUA DEL MANANTIAL LA SHITA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO, CAJABAMBA – 2017</b>									
	Unidad	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO	LD	ECA – D.S.N°015-201-MINAM D.S. N°031-2010-SA-MINSA					
				00P1Q	00P2Q	A1	A2	A3	D.S. N°031
Mar	Turbiedad	NTU	<1	<1	<0,1 NTU	5	100	**	5
Abr	Turbiedad	NTU	<1	<1	<0,1 NTU	5	100	**	5
May	Turbiedad	NTU	<0,1	<0,1	<0,1 NTU	5	100	**	5

**Fuente:** Laboratorio NKAP.



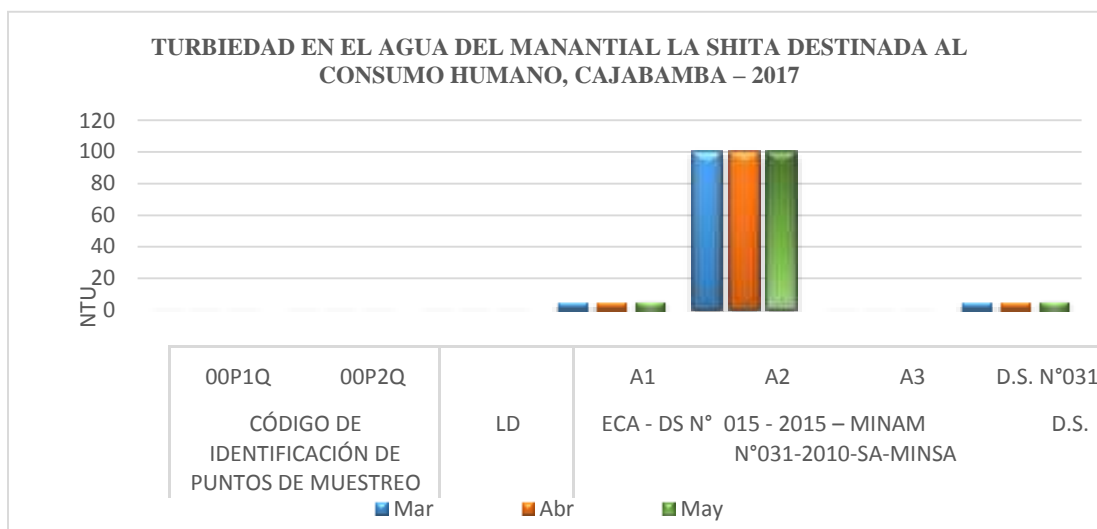


Gráfico 7. Resultados de la Turbiedad del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.

**Fuente:** Laboratorio NKAP.

Los valores de la turbiedad del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017, que se detallan en la tabla 8 y gráfico 5 en los periodos de monitoreo (marzo, abril y mayo del año 2017) se aprecia un valor menor a <0,1 NTU en el mes de mayo y puntos de monitoreo 00P1Q y 00P2Q y el valor máximo <1 NTU en los meses de marzo y abril, en los puntos de monitoreo 00P1Q y 00P2Q; que al ser comparados estos valores con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA – D.S N° 015 - 2015 - MINAM), Categoría A1, A2 y A3 y los Límites Máximos Permisibles (D.S N° 031-2010-SA-MINSA) se evidencia que en los puntos de muestreo y durante todo el periodo de muestreo se encuentran por debajo de los valores presentados en las normas antes mencionadas.

Es importante resaltar lo propuesto por Aguilar (2012) citado por Rodríguez y Silva (2015) quienes mencionan que la causa de la turbiedad del agua de consumo humano es

la presencia de partículas que puede deberse a que el tratamiento ha sido insuficiente o a que el sedimento ha vuelto a quedar en suspensión en el sistema de distribución.

Tabla 15. Cloro Libre en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.

CLORO LIBRE EN EL AGUA DEL MANANTIAL LA SHITA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO, CAJABAMBA – 2017								
	Unidad	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO		LD	ECA-D.S.N°015-2015- MINAM D.S N° 031-2010- SA-MINSA			
		00P1Q	00P2Q		A1	A2	D.S N° 031	
Mar	Cloro Libre	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010mg/L	**	**	5
Abr	Cloro Libre	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010mg/L	**	**	5
May	Cloro Libre	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010mg/L	**	**	5

**Fuente:** Laboratorio NKAP.

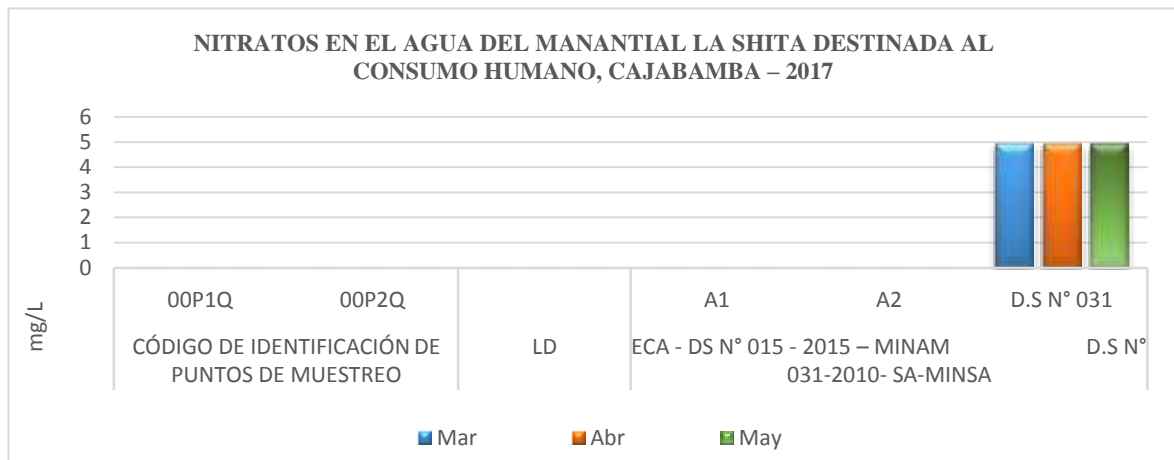


Gráfico 8. Resultados del Cloro Libre en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.

**Fuente:** Laboratorio NKAP.

Los valores de cloro libre del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017, que se detallan en la tabla 9 y gráfico 6 en los periodos de monitoreo (marzo, abril y mayo del año 2017) se aprecia un valor menor a  $<0,01\text{mg/L}$  en todo el periodo de monitoreo y puntos de monitoreo 00P1Q y 00P2Q, que al ser comparados estos valores con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA – D.S N° 015 - 2015 - MINAM), Categoría A1, A2 y A3 y los Límites Máximos Permisibles (D.S N° 031-2010-SA-MINSA) se evidencia que en los puntos de muestreo y durante todo el periodo de muestreo se encuentran por debajo de los valores presentados en las normas antes mencionadas.

La concentración de cloro libre se debe al tratamiento de desinfección realizado en la zona de estudio, por ser el proceso más difundido; así, además de desinfectar el agua, mejora el color, especialmente de aguas con complejos coloreados y hierro. Las ventajas que ofrece este tipo de desinfectante son la eliminación de bacterias patógenas para el hombre transmitidas por el agua, en tiempos cortos, su bajo costo, fácil de monitorear

Tabla 16. Dureza del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017

<b>DUREZA EN EL AGUA DEL MANANTIAL LA SHITA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO, CAJABAMBA – 2017</b>									
	Unidad	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO			LD	ECA - DS N°015-201-MINAM D.S. N° 031-2010- SA-MINSA			
		00P1Q	00P2Q			A1	A2	A3	D.S. N° 031
Mar	Dureza	mg/L	190,1	180,1	<0.99mg/L	500	**	**	500
Abr	Dureza	mg/L	186,3	117,6	<0.99mg /L	500	**	**	500
May	Dureza	mg/L	176,8	124,3	<0.99mg /L	500	**	**	500

**Fuente:** Laboratorio NKAP.

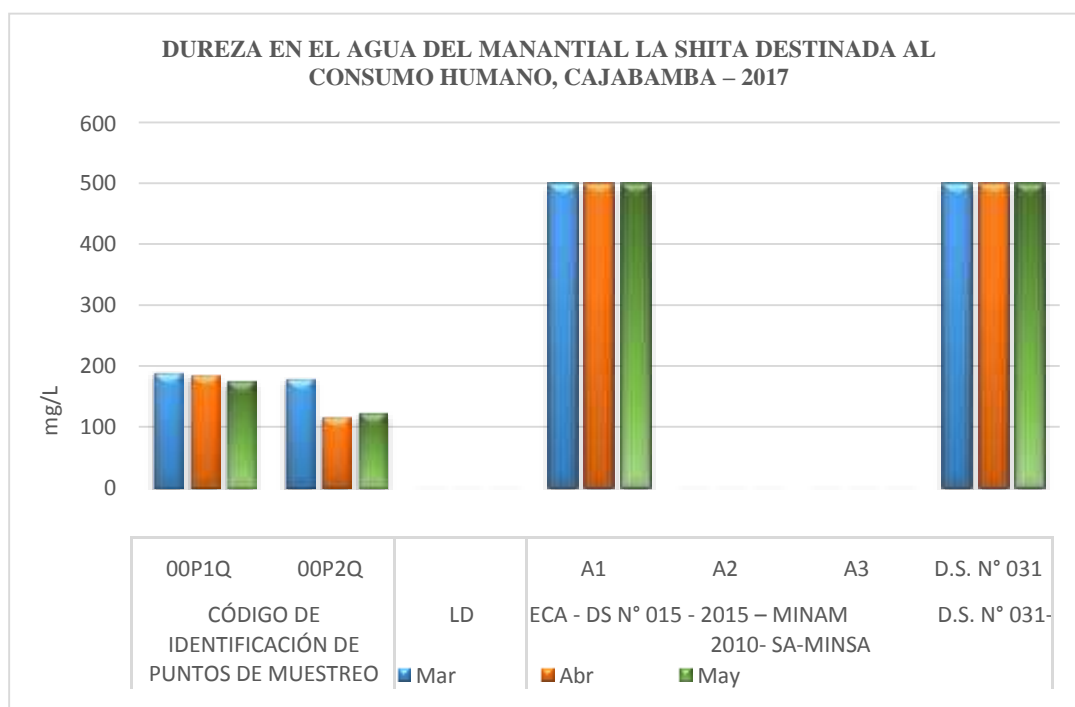


Gráfico 9. Resultados de la Dureza del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.

**Fuente:** Laboratorio NKAP.

Los valores de la dureza del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017, que se detallan en la tabla 10 y gráfico 7 en los periodos de monitoreo (marzo, abril y mayo del año 2017) se aprecia un valor mínimo de 117,6mg/L en el mes de abril del punto de muestreo 00P2Q y el valor máximo de 190,1mg/L en el mes de marzo del punto de muestreo 00P1Q.

Al comparar estos valores con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA – D.S N° 015 - 2015 - MINAM), Categoría A1, A2 y A3 y los Límites Máximos Permisibles (D.S N° 031-2010-SA-MINSA) se evidencia que en los puntos de muestreo y durante todo el periodo de muestreo se encuentran por debajo de los valores presentados en las normas antes mencionadas.

Los valores de la dureza en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017, no requieren tratamientos de ablandamiento lo que se condice con lo propuesto por Orellana (2005) quien menciona que las aguas con valores de dureza alta requieren procesos de ablandamiento previo al uso que se le dará al agua, es importante conocer los requisitos de calidad para cada uso a fin de determinar si se requiere tratamiento y qué procesos se deben aplicar para alcanzar la calidad deseada.

Es importante resaltar lo propuesto por Hernández, JG. (2009) citado por Rodríguez y Silva (2015) quienes mencionan que el problema de dureza del agua en humanos, diversos estudios han demostrado que hay una débil relación inversa entre la dureza

del agua y las enfermedades cardiovasculares en los hombres, por encima del nivel de 170mg de CaCO<sub>3</sub> /L en el agua.

Además la organización mundial de la salud ha revisado las evidencias y concluyó que los datos eran inadecuados para permitir una recomendación acerca de un nivel de dureza. Una revisión posterior por el Instituto Nacional de la Salud Pública, República Checa da una buena descripción del asunto, e inversamente a la OMS, da algunas recomendaciones para los niveles máximos y mínimos el calcio (40-80mg/L) y el magnesio (20-30mg/L) en agua potable, y de una dureza total expresada como la suma de las concentraciones del calcio y del magnesio de 2-4mmol/L (Hernández, JG. 2009 citado por Rodríguez & Silva, 2015).

Tabla 17. Nitratos en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.

<b>NITRATOS EN EL AGUA DEL MANANTIAL LA SHITA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO, CAJABAMBA – 2017</b>									
Unidad	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO		LD	ECA - DS N° 015 - 2015 – MINAM D.S N° 031-2010- SA-MINSA					
	00P1Q	00P2Q		A1	A2	A3	D.S N° 031		
Mar (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	0,402	0,439	<0,040mg/L	50	50	50	50	
Abr (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	0,441	0,479	<0,040mg/L	50	50	50	50	
May (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	0,483	0,533	<0,040mg/L	50	50	50	50	

**Fuente:** Laboratorio NKAP.

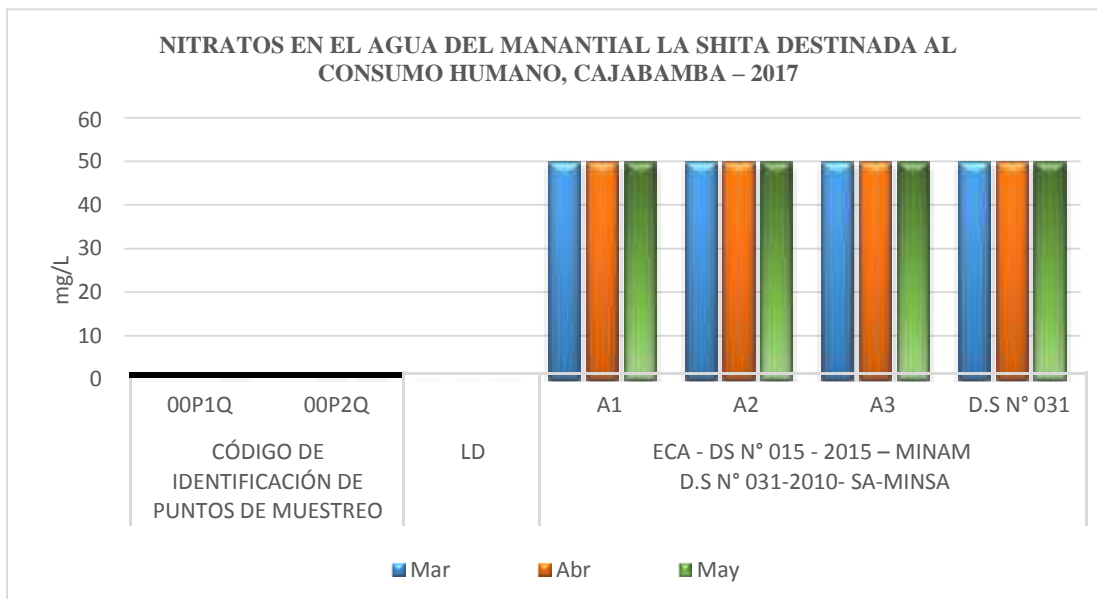


Gráfico 10. Resultados de Nitratos en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.

**Fuente:** Laboratorio NKAP.

Los valores de nitratos en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017, que se detallan en la tabla 11 y gráfico 8 en los periodos de monitoreo (marzo, abril y mayo del año 2017) se aprecia un valor mínimo de 0,402mg/L en el mes de marzo del punto de muestreo 00P1Q y el valor máximo de 0,533mg/L en el mes de mayo del punto de muestreo 00P2Q.

Al comparar estos valores con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA – D.S N° 015 - 2015 - MINAM), Categoría A1, A2 y A3 y los Límites Máximos Permisibles (D.S N° 031-2010-SA-MINSA) se evidencia que en los puntos de muestreo y durante todo el periodo de muestreo se encuentran por debajo de los valores presentados en las normas antes mencionadas.

Los valores de nitratos encontrados en el agua de manantial La Shita, se condicen con lo propuesto por Cardona (2011) quien describe que las aguas superficiales, como los ríos y lagos, la concentración de nitratos es habitualmente baja, de algunos mg/L (excepto que exista un nivel importante de contaminación). En los acuíferos profundos también suele ser baja, aunque superior a la que encontramos en aguas superficiales. Concentraciones de nitratos que no sobrepasan las 5 a 10mg/L es posible encontrarlas tanto en ríos como en acuíferos no contaminados.

Tabla 18. Nitritos en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.

<b>NITRITOS EN EL AGUA DEL MANANTIAL LA SHITA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO, CAJABAMBA – 2017</b>												
		Unidad	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO				LD	ECA-D.S.N°015-201-MINAM D.S N° 031-2010- SA-MINSA				
			00P1Q		00P2Q			A1	A2	A3	(E.C)	(E.L)
Mar	(NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	<0,004		<0,004		<0,004					
Abr	(NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	<0,004		<0,004		<0,004					
May	(NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	<0,004		<0,004		<0,004					
3	3	**	3	0,2								
3	3	**	3	0,2								
3	3	**	3	0,2								

**E.C:** Exposición corta (D.S N°031-2010 - MINSА).

**E.L:** Exposición larga (D.S N°031-2010 - MINSА).

**Fuente:** Laboratorio NKAP.



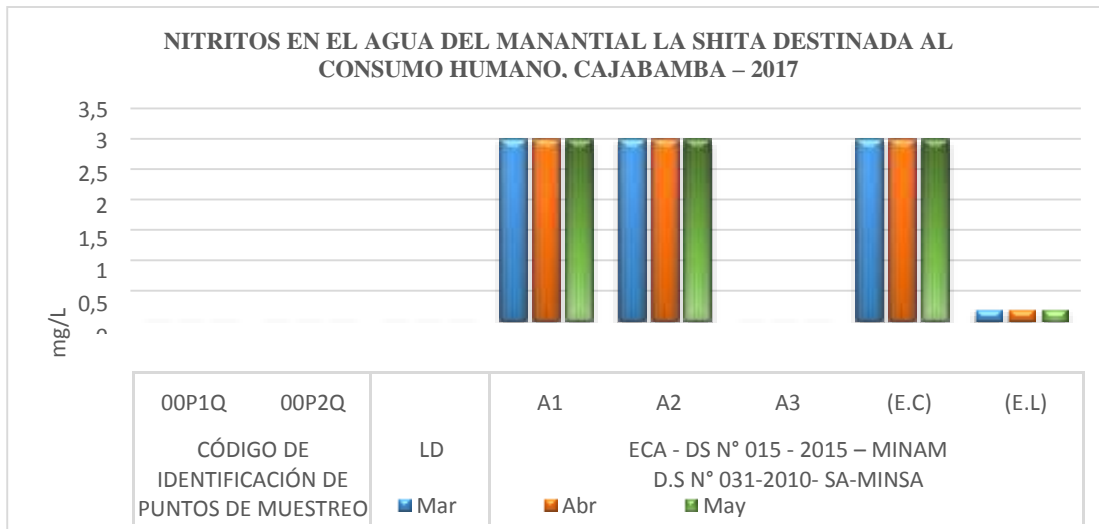


Gráfico 11. Resultados de Nitritos en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.

**Fuente:** Laboratorio NKAP.

Los valores de nitritos del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017, que se detallan en la tabla 12 y gráfico 10 en los periodos de monitoreo (marzo, abril y mayo del año 2017) se aprecia un valor menor a  $<0,004\text{mg/L}$  en todo el periodo de monitoreo y puntos de monitoreo 00P1Q y 00P2Q, que al ser comparados estos valores con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA – D.S N° 015 - 2015 - MINAM), Categoría A1, A2 y A3 y los Límites Máximos Permisibles (D.S N° 031-2010-SA-MINSA) se evidencia que en los puntos de muestreo y durante todo el periodo de muestreo se encuentran por debajo de los valores presentados en las normas antes mencionadas.

Los valores de nitritos encontrados en el agua de manantial La Shita, se condicen con lo propuesto por Romero (2002) citado por Cardona (2011) quien describe que es poco común en aguas por su facilidad de oxidación en nitrato.

Tabla 19. Sulfatos en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017

SULFATOS EN EL AGUA DEL MANANTIAL LA SHITA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO, CAJABAMBA – 2017									
	Unidad	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO		LD	ECA - DS N° 015 - 2015 – MINAM D.S. N°031-2010-MINSA				
		00P1Q	00P2Q		A1	A2	A3	D.S. N°031	
Mar	(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) mg/L	15.66	16.04	<0.84	250	500	**	250	
Abr	(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) mg/L	54.36	52.48	<0.84	250	500	**	250	
May	(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) mg/L	109.1	105.7	<0.84	250	500	**	250	

**Fuente:** Laboratorio NKAP.

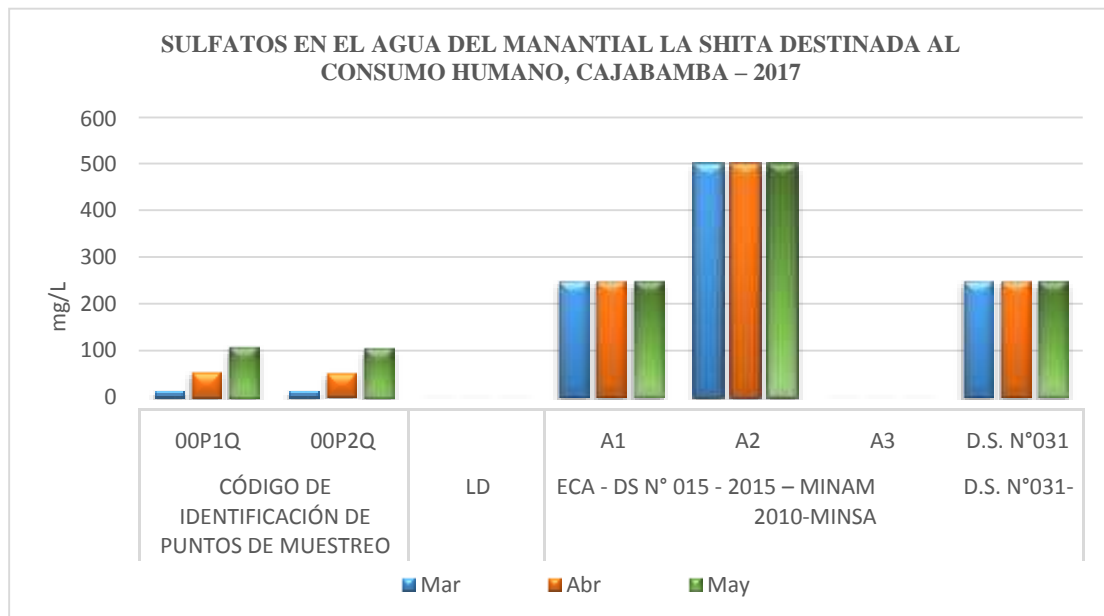


Gráfico 12. Resultados de Sulfatos en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017.

**Fuente:** Laboratorio NKAP.

Los valores de sulfatos en el agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017, que se detallan en la tabla 13 y gráfico 10 en los periodos de monitoreo (marzo, abril y mayo del año 2017) se aprecia un valor mínimo de 15,66mg/L en el mes de marzo del punto de muestreo 00P1Q y el valor máximo de 109,1mg/L en el mes de marzo del punto de muestreo 00P1Q.

Sin embargo al comparar estos valores con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA – D.S N° 015 - 2015 - MINAM), Categoría A1, A2 y A3 y los Límites Máximos Permisibles (D.S N° 031-2010-SA-MINSA) se evidencia que en los puntos de muestreo y durante todo el periodo de muestreo se encuentran por debajo de los valores presentados en las normas antes mencionadas.

Los valores de sulfatos encontrados en el agua de manantial La Shita, se condicen con lo propuesto por Romero (2002) citado por Cardona (2011) quien describe que el ion sulfato, uno de los aniones más comunes en las aguas naturales, se encuentra en concentraciones que varían desde unos pocos hasta unos miles de mg/L, se recomienda un límite superior en aguas potables de 250mg/L de sulfatos. El contenido también es importante, porque las aguas con alto contenido de sulfatos tienden a formar incrustaciones en las calderas y en los intercambiadores de calor.

## CAPÍTULO V:

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones:

Luego de obtener, procesar, discutir y evaluar los resultados de los parámetros de campo y de laboratorio, concluyo que:

- Se revisó la normatividad vigente que aplica para el análisis de aguas de fuentes superficiales para consumo humano y se utilizó para fundamentar el presente trabajo.
- Los valores de los parámetros evaluados no superan los valores establecidos en ECA – D.S. N°015-2015–MINAM Categoría 1 y D.S. N°031-2010- MINSAs; catalogándose como agua de categoría A1, por lo que pueden ser potabilizadas con desinfección.
- En relación a la hipótesis planteada en esta investigación, se concluye en la aceptación de la  $H_1$  y el rechazo de la  $H_0$  por lo tanto, la calidad del agua del manantial “La Shita”, destinada al consumo humano en la provincia de Cajabamba, están dentro de los parámetros de agua superficial del D.S. N°015-2015–MINAM Categoría 1 y D.S. N°031-2010-MINSAs.
- La normativa (ECA - DS N° 015-2015–MINAM Categoría 1 y D.S. N°031-2010-MINSAs), presentan valores similares de sus parámetros (conductividad eléctrica, color, pH, sólidos disueltos totales, turbiedad, dureza, nitratos, nitritos (E.C) y sulfatos.

## **5.2. Recomendaciones**

- Se recomienda a las autoridades de las diferentes facultades de ingeniería del Perú plantear líneas de investigación y continuar con la realización de investigaciones similares.
- A las autoridades universitarias generar vínculos con autoridades regionales y locales, a fin promover plataformas de análisis y desarrollo de propuestas para el desarrollo sustentable de Cajamarca, mediante la realización de investigaciones de carácter científico.
- A la Municipalidad Provincial de Cajabamba realizar monitoreos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para garantizar la calidad del agua de consumo humano.

## REFERENCIAS

- Aguilar Zamora, ND. (2012). Determinación de parámetros fisicoquímicos para agua apta para consumo humano de Concepción Quezaltepeque, Chalatenango. San Salvador, El Salvador - Centroamérica: Universidad de El Salvador. Facultad de Química y Farmacia.
- APRISABAC (Atención Primaria y Saneamiento Básico Cajamarca). Se publica dentro del Convenio Multilateral Perú - Holanda - Suiza y la Dirección Regional de Salud Cajamarca en el período 1993 - 1997. Manual de Procedimientos Técnicos en Saneamiento. Consultado el 26 de febrero de 2017. Disponible en: [www.minsa.gob.pe/publicaciones/aprisabac/44.pdf](http://www.minsa.gob.pe/publicaciones/aprisabac/44.pdf)
- Barrera, H. Birgüez, M. Camacho, E. Freites, Y. Hernández, E. Manzol, E. Marcano,
- N. Ojeda, M. Paravacuto, K. Pérez, N. Salazar, N. Trias, I. (2010). Análisis de las propiedades Físico-químicas del agua de consumo En el sector ii de la urbanización 23 De enero (la charneca), municipio Simón Rodríguez, El Tigre – estado Anzoátegui. Universidad Nacional Abierta Coordinación De Servicio Comunitario Centro Local Anzoategui Unidad De Apoyo El Tigre. Obtenido en [https://docs.google.com/document/d/1hERLuhHiGMQN7cDHxHR5FgRKdsR\\_EJgC4NA4gR2erJM/edit?hl=en\\_US](https://docs.google.com/document/d/1hERLuhHiGMQN7cDHxHR5FgRKdsR_EJgC4NA4gR2erJM/edit?hl=en_US)
- Bermúdez, M. (2010). Contaminación y turismo sostenible. CETD SA. Consultado el 26 de febrero de 2017. Disponible en: <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj3jOnvyrnSAhXD4iYKHaTsCJAQFgglMAE&url>

=[http%3A%2F%2Fgaleon.com%2Fmauriciobermudez%2Fcontaminacion.pdf&usg=AFQjCNHMiQ4WBCyej2FpdIal2zWzvfjpcA&bvm=bv.148747831,d.eWE](http://3A%2F%2Fgaleon.com%2Fmauriciobermudez%2Fcontaminacion.pdf&usg=AFQjCNHMiQ4WBCyej2FpdIal2zWzvfjpcA&bvm=bv.148747831,d.eWE)

- Cardona, D. (2011). Caracterización del agua cruda del río la Vieja como fuente superficial para el proceso de potabilización de Emcartago S.A. E.S.P. Universidad Tecnológica De Pereira. Pereira.
- Cec.org. (2011). El mosaico de América del Norte: panorama de los problemas ambientales más relevantes. Consultado 23 mar. 2011. Disponible en [http://www.cec.org/Storage/35/2631\\_SOE\\_WaterQuality\\_es.pdf](http://www.cec.org/Storage/35/2631_SOE_WaterQuality_es.pdf). citado por Cuenca y Pazuña, (2011).
- Chiriboga, R. (1999). Guía Metodológica de Inventarios de los Recursos Hídricos.
- Juliette Mac Aleese (CID - CAMAREN).
- Cuenca, ME. Pazuña, AM. (2011). Evaluación ambiental de los recursos hídricos de la microcuenca Tzunantza, abastecedora de agua para consumo doméstico, Cantón Zamora.
- Dourojeanni, A. Jouravlev, A. y Chávez, G. (2002). Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. "Recursos Naturales e Infraestructura". No. 47. Santiago de Chile: CEPAL y Naciones Unidas. Consultado el 26 de febrero de 2017. Disponible en:
  - <http://www.eclac.org/drni/publicaciones/xml/5/11195/lc11777-P-E.pdf>
- GESTA (Grupo de Estudio Técnico Ambiental) - AGUA- DEGESA - MINSA. (2010). Abastecimiento de poblaciones y uso recreacional-parámetro a evaluar: organoléptico. Lima: DIGESA.

- Giannuzzo A.; Rodríguez, V. y Viana, M. (2004). Los conceptos de ecología y ambiente y la relación entre ecología y ciencia ambiental. Actas de la II Reunión Binacional de Ecología argentino chilena, Mendoza, Argentina.
- González, E. (2009). Las concepciones del medioambiente en estudiantes. Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653). Consultado el 22 de febrero de 2017. Disponible en: [rieoei.org/deloslectores/602Gonzalez.PDF](http://rieoei.org/deloslectores/602Gonzalez.PDF)
- Hernández, JG. (2009). Análisis fisicoquímico y microbiológico de agua para uso humano de las instalaciones de la universidad autónoma agraria Antonio Narro. Buenavista - México: Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). (2004). Guía técnica científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia. Bogotá D.C.
- Instituto Nacional De Salud (INS). (2005). Octavo Curso - Taller Validación de Métodos Analíticos, Enfermedades Asociadas a la Calidad del Agua, Memorias. Bogotá.
- Jarabo Friedrich, F. Elortigui Escartín, N. Jarabo Uzcátegui, J. (2000). Fundamentos de Tecnología Ambiental. 1era Ed. Impreso en España. España. 69 p.
- Jiménez, B. & Galizia, J. (2012). "Diagnóstico del Agua en las Américas", 1º Edición, Editorial Imagen Maestra, México.
- Ley N°. 28611. (2005). Ley General del Ambiente 15.
- Londoño Carvajal, A. (2008). Línea de Profundización Ambiental. Manizales, Colombia. Universidad de Colombia.



- Méndez, A. (2011). La Guía de Química, Obtenido en: <http://quimica.laguia2000.com/general/analito#ixzz4mH57nMc3>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). Resolución Número 2115. Bogotá: Ministerio de la Protección Social.
- Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 2115 de 2007, Junio 22. Bogotá, 2007.
- Oficina Técnica Municipal de Saneamiento Rural - Gerencia de Gestión Ambiental y Saneamiento - MPC, Trabajo de Campo (2015). Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Cajabamba. (Capítulo IV). (2016). Preliminar D.S 004–2011 – Vivienda- Art. 42.
- OMS. (2008) Guías para la calidad del agua potable. Tercera Edición. Ginebra. [Citado el: 17 de Octubre de 2015]. Disponible en: <https://www.google.com.pe/#q=Gu%C3%ADas+para+la+calidad+del+agua+potable++PRIMER+AP%C3%89NDICE+A+LA+TERCERA+EDICI%C3%93N++Volumen+1>.
- Ongley, ED. (1997). Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos Hídricos En estudios FAO: Riego y Drenaje. Canadá, Departamento de agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/W2598S/w2598s05.htm>.
- ONU. (2014). Decenio Internacional para la Acción " El Agua Fuente de Vida". Obtenido: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml> REVISTA CENIC. (2013).

- Orellana, J. (2005). Características del agua potable. Ingeniería Sanitaria - UTN – FRRO. Consultado el 22 de febrero de 2017, disponible en: <https://www.google.com.pe/#q=caracteristicas+del+agua+potable+tematica>
- Organización Mundial De La Salud. (2006). Guías para la Calidad del agua potable. Citado por Cardona, D. (2011). Caracterización del agua cruda del río La Vieja como fuente superficial para el proceso de potabilización de Emcartago S.A.E.S.P. Universidad Tecnológica de Pereira.
- PAT (Plan de acondicionamiento territorial provincia de Cajabamba), (2016). Capítulo I: consideraciones generales de la provincia. (2016 - 2026)
- Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Cajabamba. (2016). (Capítulo IV) Preliminar
- D.S 004–2011 – Vivienda-Art. 42.
- PNUMA. (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE). (2005). Manual de Ciudadanía Ambiental Global, Consumo Sustentable, El Agua es Vida. México, 2005. Citado por Cardona, D. (2011). Caracterización del agua cruda del río La Vieja como fuente superficial para el proceso de potabilización de Emcartago S.A. E.S.P. Universidad Tecnológica de Pereira.
- PROREGIÓN. (2016). Nota informativa N° 029 - 2016 - GR. CAJ – PROREGION.
- Gobierno regional Cajamarca unidad ejecutora de PROREGION. Cajamarca, 27 de setiembre del 2016.
- Reascos Chamorro, B y Saavedra Ibarra, BY. (2010). Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del Cantón Cotacachi y propuesta de medidas

- correctivas. Tesis Ing. Agropecuaria. Canton, Ecuador. Escuela de ingeniería en ciencias agropecuarias y ambientales. 90 p.
- Resolución 2115, (2007). MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 2115, de Junio 22. Bogotá.
  - Rodríguez, H. y Silva, F. (2015). Caracterización Físicoquímica Y Bacteriológica De La Calidad De Agua Del Manantial “Churumayo” - Bambamarca – 2015. Universidad Cesar Vallejo.
  - Rodríguez, LA. (2015). Parámetros físicoquímico del agua para consumo humano en el manantial Peña Blanca – Pauca – Paccha – Chota 2015. Universidad Cesar Vallejo.
  - Rojas, R. (2002). Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Lima.
  - Romero, JA. (2002). Calidad del Agua. Edit. Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá. ISBN 958-8060-32-X.
  - Tirado, A. (2013). Caracterización físicoquímica y microbiológica de la calidad de agua que accede a la Planta de Tratamiento Casigana EP EMAPA-A y estrategias para evitar su contaminación. Ambato. Ecuador: Universidad técnica de Ambato.
  - Yupanqui, (2006). Análisis Físicoquímico de Fuentes de Aguas Termominerales del Callejón de Huaylas. Lima – Perú Pontificia Universidad Católica del Perú.

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ANA:	Autoridad Nacional del Agua.
CEDEPAS:	Centro Ecuménico de Promoción y Acción Social.
D.S.:	Decreto Supremo.
ECA:	Estándar De Calidad Ambiental.
EPA:	Agencia de Protección Ambiental.
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
JASS:	Junta Administradora de Servicios de Saneamiento.
LMP:	Límite Máximo Permisible.
MINEM:	Ministerio de Energía y Minas.
MINSA:	Ministerio de Salud del Perú.
OMS:	Organización Mundial de la Salud.
ONU:	Organización de las Naciones Unidas.
PNUD:	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
R.J:	Resolución Jefatural.
GESTA:	Grupo de Estudio Técnico Ambiental

# ANEXOS

## ANEXO N° 01: INFORME DE MONITOREO MARZO-2017.



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POREL  
ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO No LE 026



### INFORME DE ENSAYO

C-257-C217-SVC

Pág. 01 de 02

CLIENTE : VASQUEZ CABALLERO SAUL ORLANDO  
JR. LEGUIA NRO. 239 BAR. SAN JOSE (PARQUE LAS FLORES) CAJAMARCA

ITEM DE ENSAYO : Agua Superficial

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico y vidrio  
Preservadas

MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Cajamarca, 8 de Marzo de 2017  
Hora: 10:00

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Cajamarca, 8 de Marzo de 2017

#### MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección	Tiempo máximo de conservación (reservado/total)
Conductividad*	SM2911-APHA-AWWA-WEF Part 2510 A, B, 22nd Ed. 2012	- uS/cm	0.25h
Color*	APHA-2100 A, C 22nd Ed. 2012	<1 Unid Pt Co	48h
pH*	SM2911-APHA-AWWA-WEF Part 4500-10 A, B, 22nd Ed. 2012	- Unids pH	0.25h
Sólidos Disueltos Totales	SM2911-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, C, 22nd Ed. 2012	<1.24 mg/L	7d
Turbiedad*	APHA-2150 A,B, 22nd Ed. 2012	<0.1 NTU	48h
Cloro Libre*	APHA-4500 A,B, 22nd Ed. 2012	<0.10 mg/L	0.25h
Dureza*	SM2911-APHA-AWWA-WEF Part 2340 A, C, 22nd Ed. 2012	<0.99 mg/L	30d
Nitratos**	SM2911-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO <sub>3</sub> A, B, 22nd Ed. 2012	<0.040 mg/L	48h
Nitritos**	SM2911-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO <sub>2</sub> A, B, 22nd Ed. 2012	<0.004 mg/L	48h
Sulfatos	SM2911-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO <sub>4</sub> A, E, 22nd Ed. 2012	<0.84 mg/L	28d

Sello Fecha Emisión Jefe Administrativo Jefe del Laboratorio de Química

17/03/2017 Alexandra Aurazo Rodríguez Edder Neyra Jalco CIP 147028

Los resultados del informe corresponden a los ensayos solicitados para los ítems indicados.

Prohibida la reproducción total o parcial sin el permiso de NKAP S.R.L.

\*\*Todos los resultados de los ensayos son confidenciales.

\*Las muestras serán almacenadas al interior del laboratorio de almacenamiento, salvo especificación expresa del cliente.

\*\*Informes de ensayos a 8 días: los resultados serán los obtenidos por el laboratorio con normalidad con normas de precisión o con certificación del sistema de calidad de la entidad que los produce.

Sede Principal: Av. 02 Mz. C. Lot. 5 Parque Industrial - La Esperanza - Trujillo - Perú

Sede Cajamarca: Libre Para Campo Real - Cajamarca - Perú

Central 51 - 44 - 280426

www.nkap.com.pe

## INFORME DE ENSAYO

C-257-C217-SVC

Pág. 02 de 02

Código de Laboratorio			C-257-01	C-257-02
Código de Cliente			COP1.1 Quillorco	COP1.1 Quillorco
Item de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			07/03/2017	08/03/2017
Hora de Muestreo			11:40	12:40
Parámetro	Símbolo	Unidad		
Conductividad*	CE	uS/cm	335	333
Color*		Unid Pt Co	<1	<1
pH*		Units pH	7.24	7.29
Sólidos Disueltos Totales	TDS	mg/L	120.00	118.33
Turbiedad*	-	NTU	<1	<1
Cloro Libre*	Cl2	mg/L	<0.10	<0.10
Dureza*	DT	mg/L	190.1	180.1
Nitratos**	NO3-N	mg/L	0.402	0.439
Nitritos**	NO2-N	mg/L	<0.004	<0.004
Sulfatos	SO42-	mg/L	15.66	16.04

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

(\*\*) Los métodos indicados serán ejecutados en la sede trujillo



Los resultados del informe corresponden a los ensayos solicitados para los items recibidos.

Prohibida la reproducción total o parcial sin el permiso de NKAP S.R.L.

\*Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

Las muestras serán eliminadas al término del tiempo de almacenamiento, salvo disposición expresa del cliente.

Este informe de ensayo es del tipo verificado como servicio de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Sede Principal: Av. 02 Mz. C, Lot. 5 Parque Industrial - La Esperanza - Trujillo - Perú

Sede Cajamarca: Libre Paro, C-257-C217-SVC, Campo Real - Cajamarca - Perú

Central 51 - 44 - 280426

www.nkap.com.pe



## INFORME DE ENSAYO

C-419-D217-SVC

Pág. 02 de 02

Código de Laboratorio			C-419-01	C-419-02
Código de Cliente			COP1.2 Quillarco	COP1.2 Quillarco
Item de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			07/04/2017	07/04/2017
Hora de Muestreo			14:40	14:50
Parámetro	Símbolo	Unidad		
Conductividad*	CE	uS/cm	294	304
Color*	Unid Pt Co		<1	<1
pH*	Units pH		7.32	7.22
Sólidos Disueltos Totales	TDS	mg/L	124.20	138.28
Turbiedad*	-	NTU	<1	<1
Cloro Libre*	Cl <sub>2</sub>	mg/L	<0.10	<0.10
Dureza*	DT	mg/L	186.3	117.6
Nitratos**	NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.441	0.479
Nitritos**	NO <sub>2</sub> -N	mg/L	<0.004	<0.004
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	54.36	52.46

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

(\*\*) Los métodos indicados serán ejecutados en la sede trujillo



Los resultados del informe corresponden a los ensayos solicitados para los ítems recibidos.  
Prohíbe la reproducción total o parcial sin el permiso de NKAP S.A.S.

\*Todos los resultados de los ensayos son confidenciales.

\*\*Las muestras serán firmadas al término del tiempo de almacenamiento, según requiera el cliente.

Los informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.


Sede Principal: Av. 02 Mz. C, Lot. 5 Parque Industrial - La Esperanza - Trujillo - Perú  
Sede Cajamarca: Libre Para Calle Mz. F, Lot. 16 Campo Real - Cajamarca - Perú

C-419-D217-SVC  
www.nkap.com.pe





**ANEXO N° 04: FORMATO QUE SE UTILIZO PARA REGISTRAR DATOS EN CAMPO**



**REGISTRO DE CAMPO**

SGC - NKAP  
 P-17-02. Ver. 01

Nombre de la Empresa :	Unidad Operativa	
<b>UBICACIÓN</b>		
Distrito	Provincia	Departamento
Cuerpo receptor	Cuenca	
Condiciones ambientales		
Muestreadores		

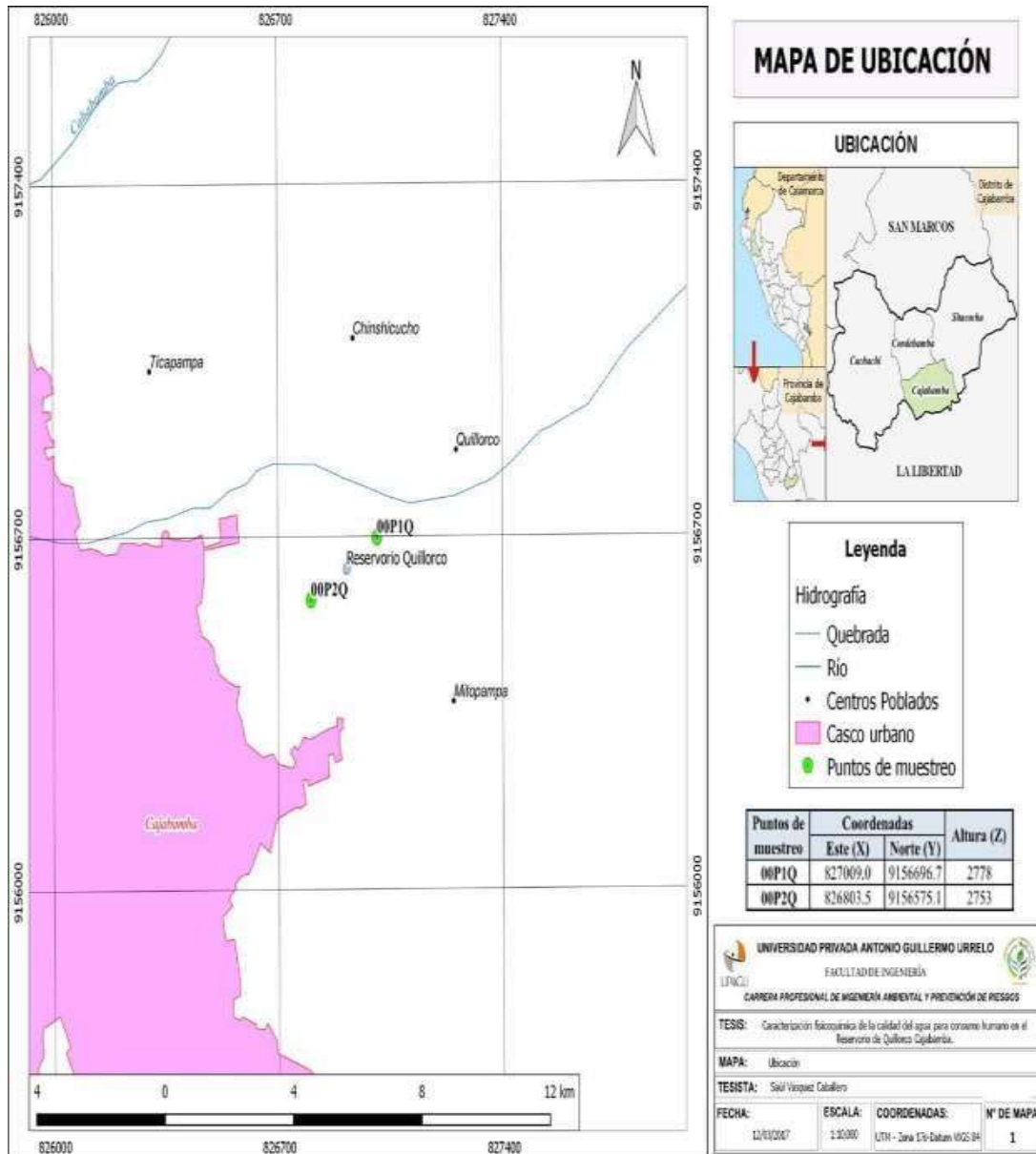
Punto de muestreo		Descripción	Ubicación / Referencia	ENSAYOS EN CAMPO			
				Fecha / hora	pH	Temperatura, °C	Conductividad uS/cm
GPS	Norte						
	Este						
	Altitud msnm						
Caudal (l/s)= $A(m)*H(m)*V(m/s)*1000$				Ancho (m)	Altura (m)	Vel (m/s)	Caudal, l/s

Punto de muestreo		Descripción	Ubicación / Referencia	ENSAYOS EN CAMPO			
				Fecha / hora	pH	Temperatura, °C	Conductividad uS/cm
GPS	Norte						
	Este						
	Altitud msnm						
Caudal (l/s)= $A(m)*H(m)*V(m/s)*1000$				Ancho (m)	Altura (m)	Vel (m/s)	Caudal, l/s

1/1

## ANEXO N° 05: UBICACIÓN Y PUNTOS DE MUESTREO DEL AGUA DEL MANANTIAL “LA SHITA”.



**FOTOGRAFIA 01: REVISION Y PREPARACION DE EQUIPO DE MEDICION Y MATERIALES CLORIMETRO. INDICADOR Y MUESTRA.**



**FOTOGRAFIA 02: MEDICION DE CLORO RESIDUAL – CLORIMETRO, EL CUAL TIENE QUE SER MENOR A 0.5**



**FOTOGRAFIA 03: RESERVORIO DE AGUA POTABLE – DESTINADA PARA CONSUMO HUMANO.**



