

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



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

**ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE
POTABILIZACIÓN EN EL CASERÍO SHAHUINDO, CAJABAMBA – PERÚ**

Bach. Briones Tacilla, José Alexander

Bach. Castro Torres, Milser Melvin

Asesor:

Mg. Blgo. Sánchez Peña, Marco

Cajamarca- Perú

Setiembre - 2019

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



Facultad de ingeniería

Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

**ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE
POTABILIZACIÓN EN EL CASERÍO SHAHUINDO, CAJABAMBA – PERÚ**

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

Bach. Briones Tacilla, José Alexander

Bach. Castro Torres, Milser Melvin

Asesor:

Mg. Blgo. Sánchez Peña, Marco

Cajamarca- Perú

Setiembre - 2019

COPYRIGTH © 2019 by
BRIONES TACILLA JOSÉ ALEXANDER
CASTRO TORRES MILSER MELVIN
Todos los derechos reservados.

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

**FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL Y
PREVENCION DE RIESGOS.**

APROBACION DE TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL

“ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE
POTABILIZACIÓN EN EL CASERÍO SHAHUINDO, CAJABAMBA – PERÚ”

Presidente: _____

Secretario: _____

Vocal: _____

Asesor: _____

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedicamos a nuestros padres que son las personas que siempre han creído en nosotros y están a lado nuestro en los buenos y malos momentos, es así que este momento no es ajeno a ellos como lo es cumplir un sueño más que realizaremos a lo largo de la vida; gracias por inculcarnos la perseverancia, el esfuerzo y la valentía de nunca renunciar a nuestros sueños.

AGRADECIMIENTO

Nos gustaría agradecer a través de estas líneas a Dios por darnos la vida y orientarnos por el camino del conocimiento y la investigación. De igual manera agradecemos a la UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO por abrirnos las puertas del éxito, a los profesores y asesor, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo y amistad.

RESUMEN

La presente investigación que lleva como título Estudio de la calidad del agua del sistema de potabilización en el caserío Shahuindo, Cajabamba – Perú, fue realizado en el caserío Shahuindo distrito de Cachachi – provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca; y tiene como objetivo estudiar la calidad del agua potable del sistema de potabilización con la que se abastece a población del caserío Shahuindo a través de monitoreo a sus subsistemas de abastecimiento de agua.

En la investigación se realizaron trece muestreos de agua en el sistema de potabilización del caserío Shahuindo de Araqueda, incluyendo la toma preliminar. Estas se repartieron en una muestra de agua para cada estación de muestreo (captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento y vivienda), en tres campañas diferentes.

Para su respectivo análisis las muestras fueron trasladadas a dos laboratorios, laboratorio Regional del Agua de Cajamarca y laboratorio de la Universidad Nacional de Cajamarca. Los resultados obtenidos fueron comparados con los decretos supremos N° 004-2017 MINAM y N° 031-2010 SA utilizados como reguladores del agua en el Perú.

De esta manera se dio a conocer que la calidad de agua del sistema de potabilización se encuentra dentro de los valores establecidos por los decretos antes mencionados excepto por el parámetro sulfatos que excede los valores establecidos (310, 290, 410, 320, 350, 420, 250, 390, 410, 310 mg/l), a esto sumarle la falta de desinfección de agua convirtiéndolo en agua no apta para el consumo humano.

ABSTRACT

The present investigation that takes like title Study of the quality of the water of the system of potabilización in the farmhouse Shahuindo, Cajabamba - Peru, was realized in the Shahuindo farmhouse district of Cachachi - province of Cajabamba, department of Cajamarca; and aims to study the quality of drinking water in the water treatment system that supplies the population of the Shahuindo farm through monitoring their water supply subsystems. In the research, thirteen samples of water were made in the water treatment system of the Shahuindo farmhouse in Araqueda, including the preliminary intake. These were distributed in a sample of water for each sampling station (catchment, line of conduction, tank of storage and house), in three different campaigns. For their respective analysis, the samples were transferred to two laboratories, the Regional Water Laboratory of Cajamarca and the laboratory of the National University of Cajamarca. The results obtained were compared with the supreme decrees N ° 004-2017 MINAM and N ° 031-2010 SA used as water regulators in Peru. In this way it was announced that the water quality of the water treatment system is within the values established by the aforementioned decrees except for the sulphate parameter that exceeds the established values (310, 290, 410, 320, 350, 420, 250, 390, 410, 310 mg / l), to this add the lack of disinfection of water turning it into water unfit for human consumption.

INDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT	iv
INDICE	v
INDICE DE TABLAS.....	viii
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE ANEXOS.....	xii
CAPITULO I: INTRODUCCION	1
1. Planteamiento del problema.	1
1.1. Planteamiento del Problema de Investigación.....	1
1.2. Formulación del Problema	2
1.3. Objetivos de la investigación.....	2
1.4. Justificación de la Investigación.....	2
1.5. Hipótesis de la investigación.....	3
2. Fundamentos teóricos de la investigación.....	5
2.1. Teorías que sustentan la Investigación.	5

2.2.	Bases Teóricas.....	8
2.3.	Definición de Términos Básicos.....	30
2.4.	Marco Legal.....	33
CAPITULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....		37
3.1.	Tipo de investigación.....	37
3.2.	Diseño de Investigación.....	37
3.3.	Área de Investigación.....	40
3.4.	Población.....	40
3.5.	Muestra.....	40
3.6.	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	40
3.7.	Técnicas de análisis de datos.....	41
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION.....		43
4.1.	Valores de Potencial de Hidrogeno (pH).....	43
4.2.	Valores de Conductividad Eléctrica.....	45
4.3.	Valores de Turbidez.....	48
4.4.	Solidos Disueltos Totales (SDT).....	50
4.5.	Valores de Coliformes Termotolerantes.....	53
4.6.	Valores de Sulfatos (SO ₄).....	54
4.7.	Salinidad.....	57

4.8.	Cloro residual (Cl).....	58
4.9.	Dotación de agua	59
4.10.	Discusión	60
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		62
5.1.	Conclusiones.....	62
5.2.	Recomendaciones	63
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		64
ABREVIATURAS		73
ANEXOS		74

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables	4
Tabla 2: Dotación de agua por número de habitantes zona rural	25
Tabla 3: Valores para evaluar el riesgo en sistemas de agua potable.....	29
Tabla 4: Numero de muestras, frecuencias y parámetros a muestrear	37
Tabla 5: Valores del pH, obtenidos en cada muestreo	43
Tabla 6: Análisis de Varianza ANOVA en el parámetro pH	45
Tabla 7: Comparaciones en parejas de Tukey en el parámetro pH	45
Tabla 8: Valores de Conductividad obtenida de los muestreos realizados	45
Tabla 9: Análisis de Varianza ANOVA en el parámetro de Conductividad Eléctrica	47
Tabla 10: Comparaciones en parejas de Tukey en el parámetro de Conductividad Eléctrica.....	47
Tabla 11: Resultados de Turbidez.....	48
Tabla 12: Análisis de Varianza ANOVA en el parámetro Turbidez.....	49
Tabla 13: Comparaciones en parejas de Tukey en el parámetro Turbidez.....	50
Tabla 14: Valores de SDT	50
Tabla 15: Análisis de Varianza ANOVA en el parámetro SDT.....	52
Tabla 16: Comparaciones en parejas de Tukey en el parámetro SDT	52
Tabla 17: Valores de Coliformes Termotolerantes	53

Tabla 18: Análisis de Varianza ANOVA en el parámetro Coliformes Termotolerantes.....	54
Tabla 19: Comparaciones en parejas de Tukey en el parámetro Coliformes Termotolerantes.....	54
Tabla 20: Valores de Sulfatos	54
Tabla 21: Análisis de Varianza ANOVA en el parámetro Sulfatos	56
Tabla 22: Comparaciones en parejas de Tukey en el parámetro Sulfatos.....	56
Tabla 23: Valores de Salinidad	57
Tabla 24: Análisis de Varianza ANOVA en el parámetro Salinidad	58
Tabla 25: Comparaciones en parejas de Tukey en el parámetro Salinidad.....	58
Tabla 26: Valores de Cloro residual.....	58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Valores de pH de todas las estaciones de muestreo, en las 3 campañas realizadas comparadas con ECA y LMP	44
Figura 2: Valores de pH promedio de todas las estaciones de muestreo, en las 3 campañas realizadas comparadas con ECA y LMP	44
Figura 3: Valores de conductividad de todas las estaciones de muestreo, en las 3 campañas realizadas comparadas con ECA y LMP	46
Figura 4: Valores promedio de conductividad de todas las estaciones de muestreo, en las 3 campañas realizadas comparadas con ECA y LMP	46
Figura 5: Valores de turbidez de todas las estaciones de muestreo, en las 3 campañas realizadas comparadas con ECA y LMP	48
Figura 6: Valores promedio de turbidez de todas las estaciones de muestreo, en las 3 campañas realizadas comparadas con ECA y LMP	49
Figura 7: Valores de SDT de todas las estaciones de muestreo, en las 3 campañas realizadas comparadas con ECA y LMP	51
Figura 8: Valores promedio de SDT de todas las estaciones de muestreo, en las 3 campañas realizadas comparadas con ECA y LMP	51

Figura 9: Valores de Coliformes Termotolerantes de las estaciones de muestreo tanque y casa, en las 3 campañas realizadas comparadas con LMP53

Figura 10: Valores de Sulfatos de todas las estaciones de muestreo, en las 3 campañas realizadas comparadas con ECA y LMP55

Figura 11: Valores de Sulfatos promedio de todas las estaciones de muestreo, en las 3 campañas realizadas comparadas con ECA y LMP55

Figura 12: Valores de Salinidad de todas las estaciones de muestreo en las 3 campañas realizadas57

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa de Ubicación Geográfica	74
Anexo 2. Delimitación del Sistema de Potabilización	75
Anexo 3. Propuesta para tratamiento de reducción de sulfatos.....	76
Anexo 4. Dosis de cloración por goteo	77
Anexo 5. Calculo de la concentración de cloro.....	77
Anexo 6. Camino al caserío Shahuindo de Araqueda	78
Anexo 7. Sistema de agua potable Shahuindo de Araqueda	79
Anexo 8. Toma de muestras de agua.....	80
Anexo 9. Resultados de los análisis realizados	83
Anexo 10. Encuesta realizada	92
Anexo 11: Resultados de encuesta realizada.....	96
Anexo 12. Límites Máximos Permisibles	97
Anexo 13. Estándares de Calidad Ambiental.....	100

CAPITULO I: INTRODUCCION

1. Planteamiento del problema.

1.1. Planteamiento del Problema de Investigación

La calidad de vida de la población depende del acceso a los bienes necesarios para su supervivencia, el agua potable es una de ellas.

El agua potable debe ser segura para el consumo humano y no presentar riesgos para la salud. Se entiende que es apta para la alimentación y uso doméstico, no debe contener organismos patógenos, concentraciones químicas, impurezas que puedan provocar enfermedades o daños a la salud. Uno de los principales problemas del agua potable es su contaminación, pues en zonas rurales se encuentran ubicadas en el subsuelo a pocos metros de la superficie o en ríos y riachuelos. La mayor parte de estos acuíferos de agua dulce se alimentan por percolación y son muy susceptibles a la contaminación.

El ANA es el ente rector y máxima autoridad técnico, normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos y El OEFA, es el ente rector del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA) y tiene la responsabilidad de supervisar que los administrados bajo su ámbito de competencia cumplan las obligaciones ambientales derivadas de la normativa ambiental; ambas instituciones velan por la conservación y protección del agua, pero su deficiencia es el descuido de los recónditos lugares del Perú, reduciendo la calidad del agua a través de las actividades antropogénicas (minería informal, manejo inadecuado de productos agroquímicos, pasivos ambientales, etc.)

No es ajena a esta realidad por lo que pasa el caserío Shahuindo pues las actividades antropogénicas realizadas como la minería están reduciendo la calidad de agua de la población originando ciertos males a la comunidad como por ejemplo las enfermedades gastrointestinales que padecen la mayoría de los pobladores.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuál es la calidad del agua potable del sistema de potabilización en el caserío Shahuindo, Cajabamba-Perú?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

- Realizar el estudio de calidad del agua potable del sistema de potabilización en el caserío Shahuindo, Cajabamba-Perú.

1.3.2 Objetivo Específico

- Determinar si la calidad del agua cumple con los parámetros de las normas D.S N° 031-2010-SA y D.S N ° 004-2017 MINAM.
- Evaluar el riesgo de operación del sistema de potabilización.
- Determinar el caudal medio diario para verificar si se está satisfaciendo la demanda de agua por parte de la población.
- Proponer mejoras en el sistema de tratamiento de agua potable en el caserío Shahuindo, Cajabamba – Perú.

1.4. Justificación de la Investigación

Cada vez, la calidad del agua es más baja, lo que puede contribuir a transmitir gran cantidad de enfermedades diarreicas agudas (EDA). 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. (Aguilar Prieto, Cepero Martin, & Coutin Marie, 1997, p. 1)

Se realizo una encuestas a cuatro de los ultimas personas encargadas de velar por el cuidado, mantenimiento y conservacion del sistemas de potabilizacion, para determinar el riesgo en cada uno de los subsistemas del sistema de potabilizacion;

es decir evidenciar la integridad estructural del sistema y de la sensibilidad a las amenazas a la calidad del agua y se obtuvo el resultado de riesgo medio-alto, con lo que nos hace suponer que las poblacion esta expuesta a contaminacion y consigo a contraer enfermedades.

El presente trabajo de investigación se realizó a solicitud de la comunidad que ha visto la necesidad de determinar las condiciones de su agua, esto debido a que la comunidad se encuentra dentro del área de influencia directa de la empresa minera Shahuindo S.A.C. En la actualidad la empresa se encuentra trabajando ya 2 años en la zona y existe en un gran temor por parte de los comuneros que sus aguas se vean afectadas. Cabe resaltar que las nacientes del sistema de potabilización se encuentran dentro del área de influencia de la actividad minera.

Según lo conversado con los representantes de la comunidad, no se cuenta con datos históricos sobre la calidad de las aguas que abastecen el sistema de potabilización, así como tampoco información de la calidad del agua que se está consumiendo. Por esta razón la presente tesis no solo busca determinar las condiciones del servicio de potabilización si no también tiene como objetivo proponer sistemas de mejoras en el proceso para asegurar un agua segura para el consumo humano.

1.5. Hipótesis de la investigación

El sistema de potabilización de agua del centro poblado Shahuindo produce una calidad de agua apta para el consumo humano.

1.5.1. Operacionalización de las Variables

A. Variable dependiente

Calidad del agua potable.

B. Variable independiente

El sistema de potabilización de agua.

Tabla 1: *Operacionalización de variables*

VARIABLE	DEFINICION	INDICADORES	ITEM	INSTRUMENTO
INDEPENDIENTE: SISTEMA DE POTABILIZACION	Conjunto de procesos unitarios para purificar el agua y que tienen por objeto hacerla apta para el consumo humano.	El sistema de capacitación de agua. La línea de conducción. Tanque de almacenamiento y cloración. Red de distribución.	Análisis de la etapas del procesos de tratamiento de agua potable	Manual de operación del sistema de tratamiento de agua potable. Manual de procedimientos técnicos de saneamiento (MINSA)
DEPENDIENTE: CALIDAD DEL AGUA POTABLE	Concentración de parámetros fisicoquímicos, Metales pesados, Temperatura, conductividad, pH turbidez, coliformes fecales, nitratos, fosfatos, Sulfatos, cloro total, cloro residual.	°C, UNT, ppm, µS/cm, NMP/100ml, UFC/100 ml.	Concentración de sustancias inmersas en el agua	Cadena custodia. Ecas del DS. N° 031-2010-SA

Fuente: Elaborada por los autores.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2. Fundamentos teóricos de la investigación

2.1. Teorías que sustentan la Investigación.

2.1.1. Internacionales

❖ González (2013) “Evaluación del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y Disposición de Excretas de la Población del Corregimiento de Monterrey, Municipio de Simití, departamento de Bolívar, Proponiendo soluciones integrales al mejoramiento de los sistemas y la salud de la comunidad” En dicha investigación determinaron que efectivamente el agua no cumple con los criterios de calidad para consumo humano establecidos en la Resolución 2115 del 2007 de la Norma Colombiana (los datos obtenidos fueron 8.0×10^2 , 9.0×10^2 , 1.0×10^2 , 1.0×10^2 y < 1 en las 4 muestras para *Escherichia Coli*), debido a dos factores principales: el primero es que no existe un sistema adecuado de disposición de excretas en el corregimiento y segundo factor se debe a que se realizan actividades mineras ilegales aguas arriba del río Boque. Así mismo, el estado y las Corporaciones Autónomas Regionales competentes, incurren en el incumplimiento tanto de las normas del sector de agua potable y saneamiento básico, como las normas ambientales que protegen la cuenca del recurso hídrico (p. 58).

❖ Guevara & Orozco (2008) En su estudio “Calidad del agua de consumo en las comunidades rurales del occidente de Nicaragua” Una vez obtenidos los resultados se procedió a realizar los análisis estadísticos pertinentes para el estudio de las posibles asociaciones entre las diferentes variables. Los resultados principales del estudio han sido que el 97.1% de las muestras analizadas no cumplen los parámetros establecidos por el ministerio de salud, para consumo humano. La contaminación que predomina es la microbiana (97.1% de las muestras están contaminadas, según el análisis microbiológico), seguida de la contaminación físico-química (31.3%) y por último la contaminación con

plaguicidas (18.8%). Las pruebas estadísticas asociaron significativamente ($\Phi=0.580$ $p<0.05$) la contaminación microbiana con el tipo de pozo (artesanal, perforado o tanque de almacenamiento) y la forma de extracción de agua por bomba eléctrica, cuerda o tubería ($\Phi=0.599$ $p<0.05$). Existió un grado de asociación significativa entre la contaminación microbiana y la presencia de animales domésticos cerca del pozo. Los resultados sugieren que la contaminación se da fundamentalmente por introducción directa por la inmersión de cuerdas que son arrastrados por el suelo y contaminados con la carga fecal cercana a los pozos (p. 4).

2.1.2. Nacionales

❖ Hambi (2015) “Determinación de bacterias Coliformes y E coli en agua de consumo humano del centro poblado de Trapiche- Ananea - Puno” Los resultados de contaminación fue mayor en las piletas 70 %, pozos 54 % y acequias 40 %. Y el número más probable de *Escherichia coli* fue mayor en pozos 11.46 ± 3.36 comparado a la de acequias y piletas que tuvieron 7.75 ± 2.43 y 6.28 ± 2.21 NMP de *Escherichia coli*, respectivamente ($P \leq 0.05$); determinándose que las tres fuentes de abastecimiento de agua NO ES APTO para consumo humano, según el acuerdo a la Norma Técnica Sanitaria Nro. 071 MINSA/DIGESA-V.01, XVI.4 expuesto en la Resolución Ministerial Nro. 591-2008/MINSA (p. 68).

❖ Fabián (2016) “Análisis de la calidad del agua potable y estrategias de intervención para su mejor uso en el distrito de Huaura” El análisis del agua potable consistió en la medición de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, aplicando un protocolo validado por el Ministerio de Salud. Los resultados indican que algunos de estos componentes de la calidad del agua no cumplen con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el Reglamento de calidad de agua., para consumo, humano (D.S. N3 031-2010-SA) y los Valores Guía de la OMS 2004" como, por ejemplo, proporción de Boro y Cloro, Coliformes totales y termotolerantes (p. 59).

❖ Tarqui & Alvarez (2016) “Calidad bacteriológica del agua para consumo en tres regiones del Perú” Del total de muestras evaluadas, 78,6 % tuvieron Coliformes totales en Cajamarca, 65,5 % en Huancavelica y 64,1 % en Huánuco, El 72,0 % tuvieron E coli en Cajamarca, 37,4 % en Huancavelica y 17,5 % Huánuco. En Cajamarca, el 8,6 % de las muestras de agua fueron de buena calidad bacteriológica, mientras que en Huancavelica fue 4,3% y en Huánuco, 7,2 %. La mayoría de las muestras de agua tuvieron mala calidad bacteriológica evidenciándose Coliformes totales. Las 3/4 partes de los hogares de Cajamarca, la tercera parte de Huancavelica y casi la quinta parte de Huánuco tuvieron E coli en el agua de consumo humano (p. 904).

2.1.3. Locales

❖ Cacho (2014) “Calidad de agua de consumo humano en la ciudad de Cajamarca, Región Cajamarca - 2014” El presente estudio tuvo como objetivo determinar la calidad el agua de consumo humano en la ciudad de Cajamarca, Región Cajamarca - Perú, en 28 puntos de muestreo, llevado a cabo en cuatro meses, se colectaron muestras de agua potable con una frecuencia quincenal. El agua potable de la ciudad de Cajamarca presento una elevada fluctuación en la cantidad de Cloro Libre residual. En algunos casos se encontró que los valores no alcanzaban los Límites Mínimos Permisibles por lo que se llevó a cabo Análisis Microbiológicos en los que se encontraron para todos los valores <1 tanto para Coliformes totales como para Coliformes termotolerantes. La temperatura oscilo entre los valores de 12.7°C y 23.7 °C. Los Valores de Conductividad Eléctrica y Solidos Totales Disueltos se mantuvieron estables entre los rangos de 231 – 405 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 147.5 – 186.7 UNT respectivamente. Los valores de pH oscilaron entre 6.19 y 8.50. Los valores de Turbiedad oscilaron entre 0.35 y 3.51 UNT. Ninguno excede los límites Máximos Permisibles del D.S. 002 – 2008 – MINAM. Los análisis de correlación indican que los valores de la Conductividad y Sólidos Totales Disueltos tienen la mayor afinidad,

muestras que los valores de pH y Turbiedad tienen la menor afinidad. Concluyendo, el agua potable que se consume en la ciudad de Cajamarca está dentro de los estándares de calidad según el D.S 002 – 2008 – MINAM (p. 12).

❖ Castillo (2016) En su estudio: “Control fisicoquímico del sistema de tratamiento de agua potable en el distrito de Sucre” realizado en el distrito de Sucre, los resultados del análisis fisicoquímico de la calidad de agua de la planta de tratamiento, demuestran que se encuentran dentro de los valores establecidos por el DS N° 015-2015-MINAM y Límites Máximos Permisibles según la Norma Peruana. Sin embargo, al realizar un análisis bacteriológico se observa que posee valores que exceden los límites establecidos por la Norma Peruana, haciéndola no recomendable para el consumo humano, la causa fue por una inadecuada dosificación del hipoclorito de calcio en el tanque de cloración en la planta de tratamiento (p. 8).

2.2. Bases Teóricas.

2.2.1. Shahuindo de Araqueda.

El caserío de Shahuindo se encuentra a 10.5 km del cruce de Malcas de la carretera Cajamarca- Cajabamba, se llega por la carretera afirmada hasta tabacal de allí se llega por trocha. Las precipitaciones en la zona son típicas de una localidad de sierra, empezando en septiembre y terminando en abril, la temperatura en la zona es templada durante todo el año, llegando en los meses de verano hasta 20°C y la temperatura mínima es de 10° C.

La localidad se encuentra a 2450 msnm aprox, el clima de la zona es templado a cálido en toda la época del año, en el ámbito de la localidad de Shahuindo se encuentra irrigado por la microcuenca del río San José, su volumen de agua es variable en las estaciones del año, presenta una zona agrícola, destinada a los cultivos de trigo, cebada, papa, maíz y en la parte baja se siembra frutos propios del valle, palta, lima, naranja.

En el aspecto poblacional, se registra una población de 265 habitantes con un crecimiento poblacional de 1.8% anual. (Municipalidad Distrital de Cachachi, 2004)

2.2.2. El agua

El agua es una sustancia de capital importancia para la vida con excepcionales propiedades consecuencia de su composición y estructura. Es una molécula sencilla formada por tres pequeños átomos, uno de oxígeno y dos de hidrógeno, con enlaces polares que permiten establecer puentes de hidrógeno entre moléculas adyacentes. Este enlace tiene una gran importancia porque confiere al agua propiedades que se corresponden con mayor masa molecular. De ahí sus elevados puntos de fusión y ebullición, imprescindibles para que el agua se encuentre en estado líquido a la temperatura de la Tierra. Su alto calor específico la convierte en un excepcional amortiguador y regulador de los cambios térmicos, manteniendo la temperatura corporal constante. (Azcona, 2012, p. 63)

2.2.3. Agua potable

“El agua potable, también llamada agua para consumo humano, es el agua que por su calidad química, física, bacteriológica y organoléptica es apta para el consumo humano”. (SUNASS, 2004, p. 252)

En el Perú para que el agua se considere potable, es decir apta para el consumo humano, debe cumplir con los rangos para los aspectos fisicoquímicos y microbiológicos, establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental para el agua (ECA) y el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. (DIGESA, 2006)

Se denomina agua potable al agua "bebible" en el sentido que puede ser consumida por personas y animales sin riesgo de contraer enfermedades. El término se aplica al agua que ha sido tratada para el consumo humano, según las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales. El

agua potable es aquella que debe cumplir las características físicas, químicas y microbiológicas, es apta para consumo humano se utiliza en bebidas directa, en la preparación de alimentos o en la higiene personal (OMS, 2010)

2.2.4. Sistema de potabilización de agua

“Es la operación de las obras necesarias que tienen por objetivo proporcionar un abastecimiento de agua apropiada en cantidad y calidad a las comunidades”. (Jiménez, 2012, p. 16) Un sistema de agua potable se establece de forma siguiente:

- ❖ Fuente de abastecimiento o captación: “es la parte del sistema que proporciona el agua a la comunidad y puede ser superficial como ríos, presas de almacenamiento o subterránea como pozos, galerías filtrantes y manantiales”. (Jiménez, 2012, p. 17)
- ❖ Línea de conducción: es la parte del sistema constituida por el conjunto de conductos y estructuras especiales y accesorios que tienen por objetivo transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento desde el lugar de captación hasta el punto que puede ser el tanque de regularización, planta potabilizadora o a la red de distribución. (Jiménez, 2012, p. 19)
- ❖ Planta de tratamiento: “es el elemento que transforma la calidad del agua potable mediante pruebas químicas y bacteriológicas para que pueda ser usada por la comunidad sin riesgo para la salud”. (Jiménez, 2012, p. 20)
- ❖ Tanque de almacenamiento: “Tiene por finalidad almacenar suficiente agua para hacer frente a las necesidades críticas que ocurren por tiempo limitado como sequías”. (Jiménez, 2012, p. 20)
- ❖ Red de distribución: “Es el conjunto de tuberías y piezas especiales que tienen por objetivo proporcionar el agua al usuario en cantidad y calidad adecuada”. (Jiménez, 2012, p. 21)

2.2.5. Abastecimiento de agua en zonas rurales

“El abastecimiento del agua consiste en el suministro en forma individual o colectiva de agua, requerida para satisfacer las necesidades de las personas que integran una localidad, evitando que puedan afectarse en su salud”. (MINSA, 1999, p. 18)

Para efectuar el abastecimiento de agua, se debe seguir los siguientes pasos:

- ❖ Ir a la fuente y captar el agua.
- ❖ Transportarlo a la casa.
- ❖ Pasarlo por un filtro casero.
- ❖ Depositarlo en un recipiente.
- ❖ Llevarlo a los diferentes sitios de consumo.
- ❖ Utilizarlo para satisfacer sus necesidades.

2.2.6. Sistemas convencionales de abastecimiento de agua

Son sistemas que son diseñados y construidos a partir de criterios de ingeniería claramente definidos y tradicionalmente aceptados, con un resultado preciso para el nivel de servicio establecido por el proyecto, ya sea a nivel de vivienda mediante conexiones domiciliarias o a nivel comunitario con piletas públicas. (MINSA, 1999). Los sistemas convencionales están conformados por una combinación de unidades, de acuerdo a las características de la fuente de abastecimiento y de la población que se va abastecer. (MINSA, 1999) Las unidades son:

- ❖ Captación.
- ❖ Línea de conducción o impulsión.
- ❖ Estación de bombeo de agua.
- ❖ Planta de tratamiento de agua.
- ❖ Reservorio.
- ❖ Línea de aducción.
- ❖ Red de distribución.

❖ **Conexiones domiciliarias y/o piletas públicas.**

La estación de bombeo de agua y planta de tratamiento de agua se tendrán según el requerimiento. Para zonas rurales, es usual denominar los “sistemas por gravedad”, cuando la fuente de agua se encuentra a más altitud que los usuarios; y “sistemas por bombeo”, cuando la fuente se encuentra más abajo y se requiere el uso de bombas para entregar el agua a los usuarios. (MINSA, 1999)

2.2.6.1. Tratamiento de agua en los sistemas convencionales.

Cuando el agua presenta impurezas que impiden su consumo directo deberá ser previamente tratada. Los procesos de tratamiento deben ser definidos de acuerdo a la calidad del agua cruda y al tipo de impureza que se quiere remover. Para ello, deberán realizarse los análisis físico-químicos y bacteriológicos correspondientes. El diseño de una instalación de tratamiento de agua debe efectuarse de la manera más simplificada posible, evitándose equipamientos mecanizados o controles especializados. (OPS, 2009, p. 43)
Para el tratamiento en la localidad se recomienda el uso de:

A. Filtro lento de arena

El filtro lento de arena es el sistema de tratamiento de agua más antiguo del mundo. De acuerdo a las características del agua puede requerir de acondicionamiento previo mediante pre filtración y sedimentación.

Se produce en la naturaleza cuando el agua de lluvia y las aguas superficiales atraviesan los estratos de la corteza terrestre y forma los acuíferos o ríos subterráneos. El agua cruda que ingresa a la unidad permanece sobre el medio filtrante tres a doce horas, dependiendo de las velocidades de filtración adoptadas. En ese tiempo, las partículas más pesadas que se encuentran en suspensión se sedimentan y las partículas más ligeras se pueden juntar, lo que facilita su remoción posterior. Comparado con el filtro rápido, requiere de áreas más grandes para tratar el mismo

caudal y, por lo tanto, tiene mayor costo inicial. Sin embargo, su simplicidad y bajo costo de operación y mantenimiento lo convierte en un sistema ideal para zonas rurales y pequeñas comunidades. (OPS, 2009, p. 44)

B. Filtro rápido

Los filtros de gravedad están constituidos por un lecho filtrante de arena con un espesor de 0.6 m a 2.0 m. El agua fluye a través de la arena y en ese recorrido los sólidos se quedan atrapados en la arena. El agua filtrada es recogida en el fondo del filtro a través de un sistema de recolección. Los sólidos retenidos deben ser periódicamente removidos invirtiendo el flujo de agua. El lavado se realiza a intervalos de uno a dos días. La operación de estos filtros es más sensible, siendo necesario contar con atención permanente por operadores capacitados. (OPS, 2009, p. 44)

C. Tratamiento Químico

La cloración es el método más ampliamente utilizado para desinfectar el agua. La fuente de cloro puede ser el hipoclorito de sodio (tal como blanqueador casero o electrolíticamente generado a partir de una solución de sal y agua), la cal clorada o el hipoclorito hiperconcentrado (comprimidos de cloro). El yodo es otro desinfectante químico excelente, pero no debería utilizarse por períodos prolongados (más de unas cuantas semanas). Tanto el cloro como el yodo deben agregarse en cantidades suficientes para destruir todos los patógenos, pero no tanto que el sabor se vea adversamente afectado. (OPS, 2009, p. 45)

2.2.7. Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento

Son sistemas donde la fuente de abastecimiento de agua es de buena calidad y no requiere tratamiento complementario previo a su distribución, salvo la cloración; adicionalmente, no requieren ningún tipo de bombeo para que el agua llegue hasta los usuarios. Las fuentes de abastecimiento son aguas subterráneas o subálveas. Las primeras afloran a la superficie como manantiales y la segunda es captada a través de galerías filtrantes. En estos sistemas, la desinfección no es muy exigente, ya que el agua que ha sido filtrada en los estratos porosos del subsuelo, presenta buena calidad bacteriológica. Los sistemas por gravedad sin tratamiento tienen una operación bastante simple, sin embargo, requieren un mantenimiento mínimo para garantizar el buen funcionamiento. (OPS, 2009, p. 39)

Sus componentes son:

- ❖ Captación
- ❖ Línea de conducción
- ❖ Reservorio
- ❖ Línea de aducción.
- ❖ Red de distribución
- ❖ Conexión domiciliaria y/o pileta pública.

2.2.8. 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 un fuerte talud y la pendiente del valle pequeña. Los almacenamientos deben estar alejadas de lugares poblados o de sitios donde se crían animales, para evitar la contaminación. (OPS, 2009)

2.2.9. 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 los mayores gastos de la población 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. (OPS, 2009)

2.2.10. Conexión domiciliaria o familiar

Reciben el servicio individualmente en sus viviendas, por medio de conexiones domiciliarias conectadas a una red pública. Ésta puede estar ubicada:

- ❖ Fuera de la vivienda (un punto de agua al exterior de la vivienda) o
- ❖ Dentro de la vivienda (conexión con módulos sanitarios).

El nivel de servicio debe ser de acuerdo a las necesidades de las familias, pero se ve influenciado por la capacidad de la fuente, el monto de la inversión disponible, los costos de operación y mantenimiento y la capacidad técnica y económica de los usuarios. El nivel de servicio con conexión domiciliaria dentro de la vivienda es el que proporciona mayor garantía sanitaria al usuario, ya que disminuye el requerimiento de almacenamiento intradomiciliario del agua y los riesgos de contaminación asociados a esa práctica. (OPS, 2009)

2.2.11. Desinfección con cloro

Es el proceso de desinfección más popular y el que hasta el momento reúne las mayores ventajas, puesto que es eficiente, de fácil aplicación, económico, se encuentra disponible en estado gaseoso, líquido y sólido (forma granular), deja efecto residual, tiene alta toxicidad para los microorganismos causantes de enfermedades hídricas y es un oxidante poderoso; una desventaja es que es altamente corrosivo, en algunos casos produce un sabor desagradable en el agua

y puede llegar a ocasionar serios problemas de olores debido a la capacidad que tiene de formar clorofenoles. (CORTES, 2015, p. 49)

El cloro es usado en forma de gas generado a partir de la vaporización de cloro líquido almacenado bajo presión en un cilindro; en forma líquida, usualmente el hipoclorito de sodio y sólido, comúnmente hipoclorito de alto grado o hipoclorito de calcio. Al adicionarle cloro al agua, ya sea en cualquiera de sus formas, este se hidroliza reaccionando con el agua (H_2O), luego se combina con el amoníaco presente y con la materia orgánica, así como con otras sustancias químicas para producir gran diversidad de compuestos, que pueden ser desinfectantes o no. (CORTES, 2015, p. 49)

2.2.12. Parámetros de la calidad del agua.

2.2.12.1. Parámetros físicos-químicos

A. Potencial de hidrogeno:

El pH es la medida de la concentración de iones de hidrógeno [H^+], o en su defecto de los iones hidroxilo [OH^-], en el agua. Cuando proliferan los iones de hidrógeno el valor del pH se ubica entre 0 y 7, y se dice que es ácido. Por otra parte, cuando los iones hidroxilo son los que abundan, el valor del pH se sitúa entre 7 y 14, y se dice que el agua es básica o alcalina. (Hernández, 2015, p. 39)

El valor establecido de pH según para ambas normas tanto para el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) como para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable son entre 6.5 y 8.5.

B. Temperatura:

La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua

para ciertos usos útiles. La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras. (DIGESA, 2006)

C. Turbidez:

Es un estimador simple de los sólidos en suspensión. Se aplica a las aguas que contienen materia en suspensión en tal medida que interfiere con el paso de la luz a través del agua. A mayor penetración de la luz solar en la columna de agua, es menor la cantidad de sólidos o partículas en suspensión en la columna de agua y viceversa. Esto relacionado con el uso del suelo, tipo de suelos, cobertura del suelo, y periodos de muestreos, entre otros. (Mejía , 2005, p. 20)

El valor establecido de Turbidez según para ambas normas tanto para el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) como para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable es de 5 UNT.

D. Conductividad eléctrica:

La conductividad de una muestra de agua es una medida de la capacidad que tiene la solución para transmitir corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia, movilidad, valencia y concentración de iones, así como de la temperatura del agua. Se debe tener en cuenta que las sales minerales son buenas conductoras y que las materias orgánicas y coloidales tienen poca conductividad. (Barreto, 2010, p. 4)

El valor establecido de Conductividad eléctrica según para ambas normas tanto para el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) como para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable es de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

E. Sólidos totales:

“El agua puede contener tanto partículas en suspensión como compuestos solubilizados, definiéndose la suma de ambos como Sólidos Totales (ST)”. (Jímenez, 2000, p. 2)

El valor establecido de Sólidos totales según para ambas normas tanto para el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) como para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable es de 1000 mg/lm.

F. Sulfatos:

Los sulfatos están presentes en forma natural en numerosos minerales y se utilizan comercialmente, sobre todo en las industrias químicas. Se descargan a través de los desechos industriales y de los depósitos atmosféricos; no obstante, las mayores concentraciones se dan, por lo común, en las aguas subterráneas estas se forman al moverse el agua a través de formaciones rocosas y suelos que contienen minerales sulfatados, una parte del sulfato se disuelve en las aguas subterráneas. El sulfato $[(SO_4)^{-2}]$ se distribuye ampliamente en la naturaleza y puede presentarse en aguas naturales en concentraciones que van desde unos pocos a varios miles de miligramos por litro. Los residuos del drenado de minas pueden aportar grandes cantidades de SO_4^{-2} debido a la oxidación de la pirita. (DIGESA, 2006, p. 16)

El valor establecido de Sulfatos según para ambas normas tanto para el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) como para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable es de 250 mg/l.

G. Nitratos:

Los nitritos (NO_2) son oxidados por el grupo de nitro bacterias para formar (NO_3) Los nitratos formados pueden servir como fertilizante para las plantas. Los nitratos producidos en exceso para las necesidades de la vida

vegetal, son transportados por el agua, luego estas se filtran a través del suelo, debido a que el suelo no tiene la capacidad de retenerlos pudiendo encontrarse en concentraciones superiores en aguas subterráneas. (DIGESA, 2006, p. 34)

El valor establecido de Nitratos eléctrica según para ambas normas tanto para el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) como para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable es de 50 mg/l.

I. Cloruros:

Los cloruros son aniones que generalmente se encuentran contenidos en aguas naturales. La magnitud de su concentración es muy variable. Los cloruros son muy fácilmente solubles, no participan en los procesos biológicos, no desempeñan ningún papel en los fenómenos de descomposición y no sufren modificaciones. Cuando se comprueba que hay un incremento del porcentaje de cloruros, hay que pensar que hay contaminación de origen humano. (Pérez C. , 2013, p. 113)

El valor establecido de Cloruros según para ambas normas tanto para el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) como para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable es de 250 mg/l.

J. Plomo:

El plomo que se encuentra en el agua de grifo rara vez procede de la disolución de fuentes naturales, sino que proviene principalmente de instalaciones de fontanería domésticas que contienen plomo en las tuberías, las soldaduras, los accesorios o las conexiones de servicio a las casas. La cantidad de plomo que se disuelve de las instalaciones de fontanería depende de varios factores como el pH, la temperatura, la dureza del agua y el tiempo de permanencia del agua en la instalación. El plomo es más soluble en aguas blandas y ácidas. (Ecofluidos ingenieros s.a, 2012, p. 18)

El valor establecido de Plomo según para ambas normas tanto para el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) como para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable es de 0.01 mg/l.

L. Aluminio (Al)

El aluminio soluble e insoluble puede encontrarse también en aguas tratadas o en aguas residuales como residuo de la coagulación con el material que contiene aluminio. El aluminio puede estar presente en aguas naturales como consecuencia de la lixiviación del suelo y de las rocas.

En la presencia de aluminio, baja concentraciones de hierro podría producir problemas de decoloración en los sistemas de agua, este problema se incrementa cuando la concentración de aluminio excede cerca de 0,1 – 0,2 mg/L en el agua final. (APHA, 2017)

El valor establecido de Aluminio según el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) es de 0.9 mg/l y para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable es de 0.2 mg/l.

M. Arsénico (As)

El arsénico llega al agua a través de la disolución de minerales, desde efluentes industriales y vía deposición atmosférica. En aguas superficiales bien oxigenadas, el arsénico (V) es generalmente la especie más común; bajo condiciones de reducción tales como las que se presentan en sedimentos de lagos profundos o aguas subterráneas, la forma más predominante es el arsénico (III). Un incremento del pH puede incrementar la concentración de arsénico disuelto en el agua (APHA, 2017).

“Otro aporte del arsénico es a la dieta principalmente a los alimentos de origen marino, pues los crustáceos y peces marinos comestibles tienen las concentraciones más altas de arsénico (0.1 a 90µg/L). Sin embargo, el

arsénico presente en este tipo de alimentos es arsénico orgánico, que es considerado como menos toxico”. (APHA, 2017)

El valor establecido de Arsenico según para ambas normas tanto para el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) como para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable es de 0.01 mg/l.

N. Cadmio (Cd)

“Los fertilizantes producidos a partir de fosfatos constituyen una fuente de la difusión de la contaminación por cadmio. La solubilidad del cadmio en el agua es influencia por el grado de su acidez. Los compuestos sedimentados o suspendidos de cadmio pueden ser disueltos en un incremento de acidez”. (APHA, 2017)

El valor establecido de Cadmio según para ambas normas tanto para el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) como para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable es de 0.003 mg/l.

Ñ. Cobre (Cu)

Las concentraciones de cobre natural en agua de bebida están alrededor de unos pocos mg/l dependiendo de propiedades tales como dureza, pH, concentración de aniones, concentración de oxígeno, temperatura y condiciones técnicas del sistema de distribución, el agua de envases de cobre puede contener varios mg/L. (APHA, 2017)

El cobre disuelto imparte un color y un sabor astringente, desagradable al agua de consumo, la coloración del agua ocurre cuando las concentraciones de cobre exceden 1mg/L. El umbral del sabor está por encima de 5mg/L, aunque el sabor es detectable en agua destilada a 2,6mg/L. (APHA, 2017)

El valor establecido de Cobre según para ambas normas tanto para el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) como para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable es de 2 mg/l.

O. Hierro (Fe)

El hierro es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre (5%). Es un metal maleable, tenaz, de color gris plateado y magnético. Los cuatro isótopos estables, que se encuentran en la naturaleza, tienen las masas 54, 56, 57 y 58. Los dos minerales principales son la hematita, Fe_2O_3 , y la limonita, $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$. (APHA, 2017)

El valor establecido de Hierro según para ambas normas tanto para el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) como para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable es de 0.3 mg/l.

2.2.12.2. Parámetros Microbiológicos

A. Bacterias Coliformes Totales: Los Coliformes totales se definen como bacilos Gram negativos, aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados que pueden desarrollarse en presencia de sales biliares y otros agentes tensoactivos con propiedades similares de inhibición del crecimiento, no tienen citocromo oxidasa y son capaces de fermentar la lactosa con producción de ácido, gas y aldehído a 35 °C o 37 °C, en un período de 24 a 48 horas. (Mora, 2003, p. 12)

El valor establecido de Coliformes totales según el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) es de 50 NMP/100 ml y para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable es de < 1.8 NMP/100 ml.

B. Bacterias Coliformes Fecales o Termotolerantes: Los coliformes fecales también denominados coliformes termotolerantes, llamados así porque soportan temperaturas hasta de 45°, comprenden un grupo muy reducido de microorganismos los cuales son indicadores de calidad, ya que son de origen fecal. En su mayoría están representados por microorganismos *E Coli*, pero se pueden encontrar, entre otros menos

frecuentes, *citrobacter freundii* y *klebsiella pneumoniae* estos últimos hacen parte de los coliformes termotolerantes, pero su origen se asocia normalmente con la vegetación y solo ocasionalmente aparecen en el intestino. (Elisa, 2008)

El valor establecido de Coliformes termotolerantes según el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) es de 50 NMP/100 ml y para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable es de < 1.8 NMP/100 ml.

2.2.13. Impacto de la calidad del agua en la salud

El agua de consumo humano ha sido definida en las Guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS), como aquella “adecuada para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal”. En esta definición está implícito (OPS, 2007, p. 13)

Desde hace tiempo se reconoce que existe una correlación entre la calidad y cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento con la calidad de vida y la salud de la población. La deficiencia de cobertura del agua potable y la desinfección inadecuada de los sistemas de abastecimiento de agua, aunada a una vigilancia sanitaria limitada, son factores que generan problemas de salud que requieren atención médica para combatirlos. (OPS, 2007, p. 13)

Las infecciones respiratorias y las enfermedades diarreicas continúan siendo la causa de enfermedades y muertes de niños menores de cinco años. Estas enfermedades son causas principales de morbilidad durante los cinco primeros años de vida y en conjunto constituyen el principal motivo de consultas ambulatorias en los servicios de salud y hospitalización. La mayor parte de las defunciones se han debido a enfermedades infecciosas y parasitarias, las que junto con las infecciones intestinales constituyeron el grupo más importante. (OPS, 2007, p. 13)

2.2.14. Enfermedades Transmitidas por el Agua

Las enfermedades transmitidas por el agua son producidas por la contaminación con desechos humanos, animales o químicos. Son enfermedades transmitidas por el agua: el cólera, la fiebre tifoidea, la disentería, la poliomielitis, la meningitis y las hepatitis A y B. Los lugares que carecen de instalaciones de saneamiento apropiadas favorecen la rápida propagación de estas enfermedades debido a que las heces expuestas “a cielo abierto” contienen organismos infecciosos que contaminan el agua y los alimentos. (OPS, 2007, p. 15)

2.2.15. Efectos a la salud a causa de sulfatos

El sulfato es uno de los aniones menos tóxicos, sin embargo, altas concentraciones provocan catarsis, deshidratación e irritación gastrointestinal. También imparten sabor al agua y cuando se combinan con el magnesio (sulfato de magnesio-sal de Glauber) o sodio (sulfato de sodio-sal de Epsom) tienen un efecto laxativo. Por lo anterior la OMS sugiere no exceder o vigilar fuentes con más de 500 mg/L, con fines estéticos. (Comision Nacional del agua, 2015, p. 44)

2.2.16. Control de la Calidad del Agua en Localidades Rurales

Las intervenciones en las localidades rurales son más complejas que en el medio urbano, principalmente por la inexistencia o debilidad del abastecedor responsable, como son las JASS, y por la ausencia de un ente fiscalizador de la calidad del servicio. Por ello, en cada visita de inspección es necesario obtener la mayor cantidad de información relacionada con la calidad del servicio de agua, la forma de disposición de excretas y residuos sólidos y los hábitos de higiene, entre otros, para calificar el estado sanitario de los mismos e identificar los principales defectos a fin de introducir las mejoras correspondientes. (OPS, 2007, p. 24)

2.2.17. Demanda del agua

2.2.17.1. Factores que afectan su consumo

Los principales factores que afectan el consumo de agua son: el tipo de comunidad, factores económicos y sociales, factores climáticos y tamaño de la comunidad. Independientemente que la población sea rural o urbana, se debe considerar el consumo doméstico, el industrial, el comercial, el público y el consumo por pérdidas. Las características económicas y sociales de una población pueden evidenciarse a través del tipo de vivienda, siendo importante la variación de consumo por el tipo y tamaño de la construcción. El consumo de agua varía también en función al clima, de acuerdo a la temperatura y a la distribución de las lluvias; mientras que el consumo per cápita, varía en relación directa al tamaño de la comunidad. (Servicios Educativos Rurales, 1997, p. 23)

2.2.17.2. Demanda de Dotaciones

Considerando los factores que determinan la variación de la demanda de consumo de agua en las diferentes localidades rurales; se asigna las dotaciones en base al número de habitantes y a las diferentes regiones del país. (Servicios Educativos Rurales, 1997, p. 23)

Tabla 2: *Dotación de agua por número de habitantes zona rural*

Dotación por número de habitantes	
Población (Hab)	Dotación (l/hab/día)
Hasta 500	60
500-1000	60-80
1000-2000	80-100

Fuente: (Servicios Educativos Rurales, 1997)

2.2.17.3. Variaciones Periódicas

Para suministrar eficientemente agua a la comunidad, es necesario que cada una de las partes que constituyen el sistema satisfaga las necesidades reales de la población; diseñando cada estructura de tal forma que las cifras de consumo y variaciones de las mismas, no desarticulen todo el sistema, sino que permitan un servicio de agua eficiente y continuo. La variación del consumo está influenciada por diversos factores tales como: tipo de actividad, hábitos de la población, condiciones de clima, etc. (Servicios Educativos Rurales, 1997, p. 24)

A. Consumo promedio diario anual (Qm)

El consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresada en litros por segundo (Vs) y se determina mediante la siguiente relación:

$$Qm = \frac{Px D}{86400 \text{ s/día}}$$

Donde:

Qm= Consumo promedio diario (l/s)

P= Población (hab)

D= dotación (l/hab/día)

Con la finalidad de calcular el consumo promedio diario anual (Qm). (Servicios Educativos Rurales, 1997, p. 24)

B. Consumo máximo diario (Qmd) y horario (Qmh)

El consumo máximo diario se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año; mientras que el consumo máximo horario, se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo. Para el consumo máximo diario (Qmd) se considerará entre el 120% y 150% del consumo promedio diario anual

(Qm), recomendándose el valor promedio de 130%. (Servicios Educativos Rurales, 1997, p. 24)

En el caso del consumo máximo horario (Qmh) se considerará como el 100% del promedio diario (Qm). Para poblaciones concentradas o cercanas a poblaciones urbanas se recomienda tomar valores no superiores al 150%. Los coeficientes recomendados y más utilizados son del 130% para el consumo máximo diario (Qmd) y del 150%, para el consumo máximo horario (Qmh). (Servicios Educativos Rurales, 1997, p. 25)

Consumo máximo diario (Qmd) = 1.3 Qm (l/s).

Consumo máximo horario (Qmh)= 2 Qm (l/s).

2.2.18. Vulnerabilidad de los Sistemas

El objetivo de un sistema de abastecimiento de agua potable es entregar la cantidad de agua necesaria en el lugar y momento adecuados y con la calidad requerida. Cabe mencionar que no es sino hasta recientemente, que los aspectos de calidad han empezado a ser considerados y a tomar relevancia donde anteriormente el objetivo operativo era únicamente hacer llegar el agua a su destino. En parte, esta evolución obedece a la adquisición de un mejor entendimiento de que las formas de operar un sistema tienen, de una u otra manera, efectos en la calidad del agua que se distribuye. (Barrios, 2003, p. 88)

Los sistemas de abastecimiento son complejos. Comprenden una fuente de abastecimiento sujeta a presiones de contaminación y una serie de estructuras que funcionan como reactores, ya sea como tanques o tuberías, en los que se llevan a cabo reacciones químicas y biológicas, que modifican la calidad del agua. Los principales factores que afectan esta calidad, ya en un sistema de distribución son los siguientes. (Barrios, 2003, p. 88)

- ❖ La calidad del agua que entra al sistema
- ❖ El material y condiciones de la tubería, válvulas y tanques de almacenamiento

- ❖ El tiempo que el agua permanece en el sistema

Estos tres aspectos presentan interacciones complejas que hacen que el manejo de la calidad del agua sea un asunto complicado. De esta forma, la vulnerabilidad de un sistema al deterioro de la calidad del agua dependerá inicialmente de estas condiciones, y de todas aquellas que se relacionan con estas y las modifican.

A. Amenazas

De esta forma, una amenaza a la calidad del agua en un sistema de abastecimiento se relaciona a los contaminantes que puedan llegar a ella y se definirá como la peligrosidad del contaminante en sí mismo y su probabilidad de liberación o de traspasar las barreras que se implementen o existan para su control. La peligrosidad está directamente relacionada con los efectos a la salud de la población. Las principales amenazas para un sistema de abastecimiento y que ya han sido mencionadas son: (Barrios, 2003, p. 90)

- ❖ Contaminación de la fuente de abastecimiento
- ❖ Pérdida de la concentración residual de desinfectante
- ❖ Generación de subproductos de la desinfección
- ❖ Corrosión interna del sistema de distribución
- ❖ Desarrollo de biopelícula en el sistema de distribución y almacenamiento
- ❖ Interconexiones

B. Riesgos

El riesgo o escenarios de riesgo en un sistema de abastecimiento se definirán a partir de la integridad estructural de los sistemas y de la sensibilidad a la amenaza. La integridad estructural estará dada por la robustez del sistema, es decir por su diseño, vida útil, operación y mantenimiento. Un sistema en buenas condiciones de operación será menos riesgoso a cualquier amenaza a la calidad del agua, que un sistema con problemas de operación y mantenimiento, por ejemplo.

El aspecto de sensibilidad se refiere a las condiciones que presenta un sistema ante una amenaza que puede surgir en diferentes partes del proceso y que pueden ser una barrera o por el contrario ser condiciones favorables para el transporte del contaminante. Por ejemplo, en términos de la protección de fuentes, la presencia de un contaminante en las zonas cercanas a la obra de toma, hacen que el sistema sea más sensible; en el caso de una red de distribución con presencia de interconexiones, también hacen de un sistema más sensible. Las principales condiciones de riesgo que se presentan en un sistema de abastecimiento son: (Barrios, 2003, p. 91)

- ❖ La proximidad de la contaminación a la fuente de abastecimiento
- ❖ La integridad estructural de la captación
- ❖ La confiabilidad del sistema de tratamiento
- ❖ La calidad del agua que entra al sistema
- ❖ El material y condiciones de la tubería, válvulas del sistema de distribución y tanques de almacenamiento
- ❖ El control que se tenga del sistema de distribución
- ❖ El tiempo que el agua permanece en el sistema
- ❖ Las condiciones de los almacenamientos domésticos

Tabla 3: *Valores para evaluar el riesgo en sistemas de agua potable*

Tazas de Riesgo	
1	Riesgo bajo
0.5	Riesgo medio
0	Riesgo alto

Fuente: Diseño de un sistema de vigilancia de la calidad del agua potable urbano

2.3. Definición de Términos Básicos.

2.3.1. Calidad del agua

La calidad del agua se define en función de un conjunto de características variables físico-químicas o microbiológicas, así como de sus valores de aceptación o de rechazo. La calidad físico-química del agua se basa en la determinación de sustancias químicas específicas que pueden afectar a la salud (OMS, 2010).

2.3.2. Calidad microbiológica del agua.

La verificación de la calidad microbiológica del agua por lo general incluye análisis microbiológicos. En la mayoría de los casos, conllevará el análisis de microorganismos indicadores de contaminación fecal, pero también puede incluir, en algunas circunstancias, la determinación de las concentraciones de patógenos específicos. La verificación de la calidad microbiológica del agua de consumo puede realizarla el proveedor, los organismos responsables de la vigilancia o una combinación de ambos. (OMS, 2010, p. 32)

2.3.3. Calidad química del agua

La evaluación de la idoneidad de la calidad química del agua de consumo se basa en la comparación de los resultados de los análisis con los valores de referencia. En el caso de los aditivos (sustancias procedentes en su mayoría de los materiales y productos químicos utilizados en la producción y distribución del agua de consumo), la atención se centra en el control directo de la calidad de estos productos. Los procedimientos de análisis cuyo objeto es controlar la presencia de aditivos en el agua de consumo suelen determinar sus concentraciones en el agua y tener en cuenta su evolución para calcular un valor que puede compararse con el valor de referencia. (OMS, 2010, p. 33)

2.3.4. 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. (Minam, 2010, p. 7)

2.3.5. Límite máximo permisible (LMP)

Es la medida de la concentración o del 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. (MINAM, 2010, p. 8)

2.3.6. Monitoreo de la calidad del agua

“Es el proceso que permite obtener como resultado la medición de la calidad de agua, con el objeto de realizar el seguimiento sobre la exposición de contaminantes a los usos de agua y el control a las fuentes de contaminación”. (OEFA, 2015, p. 16)

2.3.7. Muestreo de agua

“Es una herramienta del monitoreo. Su función básica es la extracción de una parte del cuerpo de agua para determinar sus características y condiciones actuales”. (OEFA, 2015, p. 16)

2.3.8. Muestra simple o puntual

A esta muestra también se le denomina discreta. Consiste en la toma de una porción de agua en un punto o lugar determinado para su análisis individual. Representa las condiciones y características de la composición original del cuerpo de agua para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en el instante en el que se realizó su recolección.

Cuando la composición de una fuente es relativamente constante a través de un tiempo prolongado o a lo largo de áreas sustanciales, puede decirse que la muestra simple es representativa de un intervalo de tiempo o un volumen extenso. En tales circunstancias, las características de un cuerpo de agua pueden estar adecuadamente representada por muestras simples, como es el caso de agua de suministro, aguas subterráneas, algunos casos de aguas superficiales y de manera extraordinaria en algunas corrientes de aguas residuales. (ANA, 2016, p. 13)

2.3.9. Muestra compuesta

Son las mezclas de muestras simples recogidas en el mismo punto en distintos momentos. También se suelen denominar muestras “compuestas tiempo” para distinguirlas de las que podríamos considerar “compuesta-espacio”. Para determinar las concentraciones medias estas muestras compuestas son muy útiles. También suponen un ahorro de trabajo y gasto, como se puede evidenciar si en lugar de preparar y analizar esta muestra compuesta, hubiese que analizar por separado un gran número de muestras y llegar posteriormente, mediante procesamiento de datos, a resultados medios y totales. (Ramirez, 2007, p. 3).

2.3.10. Muestra integrada

Consiste en la homogenización de muestras puntuales tomadas en diferentes puntos simultáneamente, con la finalidad de conocer las condiciones de calidad de agua promedio en los cuerpos de agua.

Dentro de esta clasificación, se ubican las muestras integrales de área que comprenden varias muestras simples tomadas en varios puntos de una

determinada área acuática (ancho de un río) y las muestras integradas de profundidad, que abarcan muestras simples o compuestas tomadas a lo largo de la columna de agua. (ANA, 2016, p. 14)

2.3.11. Cloro residual

“Este término se refiere al cloro presente en agua, cuando ha sido adicionado durante el proceso de cloración”. (Comisión Nacional del Agua, 2007, p. 28)

2.3.12. Cloro total

“Es el cloro presente en formas libre y combinada”. (Comisión Nacional del Agua, 2007, p. 28)

2.4. Marco Legal

La presente investigación se basa en el siguiente marco legal que define las reglas de juego para que todos los interesados y usuarios del agua desempeñen su rol, buscando estimular la inversión en la conservación y el uso eficiente de un recurso que cada vez se torna más escaso, no por falta de él, sino por un mal uso

2.4.1. La Constitución Política

La Constitución Política del Perú es la norma suprema que regula la sociedad y organiza el Estado peruano. Es en la Constitución donde se establecen las reglas fundamentales que guían a los ciudadanos y funcionarios sobre los diversos temas de su actuar diario, incluido el tema de la gestión del agua. Sin embargo, sobre este tema, la Constitución Política del Perú tiene limitadas normas. (Peña Jumpa, 2015, p. 233)

2.4.2. Ley 28611 - Ley General Del Ambiente

La Ley General del Ambiente es el marco normativo legal para la gestión ambiental que establece principios y normas básicas para asegurar el efectivo

ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país. (ANA, s.f.)

2.4.3. Ley 2933 - Ley De Los Recursos Hídricos

La norma legal principal vigente sobre gestión de los recursos hídricos corresponde a la Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos, promulgada el 30 de marzo de 2009. En dicha Ley se regula la Gestión del Agua bajo dos ejes principales: (Peña Jumpa, 2015, p. 235)

- ❖ Un sistema nacional denominado “sistema nacional de gestión de los recursos hídricos” que tiene como ente rector y máxima autoridad técnico normativa a la Autoridad Nacional del Agua (ANA).
- ❖ Un sistema local – regional, ubicado en cada cuenca o inter cuenca, que actúa como parte del sistema nacional, pero también con un grado de autonomía en determinadas situaciones.

2.4.4. Reglamento De Calidad De Agua Para Consumo – D.S N° 031-2010-SA

Normas sobre la calidad del agua para consumo humano en el Perú. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano Los requisitos establecidos en este Reglamento, del Ministerio de Salud, DS N°031-2010-SA, en el Título IX, nos señala los requisitos de calidad del agua para consumo humano (MINSa, 2011):

- A. Artículo 59°:** Agua apta para el consumo humano Es toda agua inocua para la salud que cumple los requisitos de calidad establecidos en el presente Reglamento. (MINSa, 2011)

B. Artículo 60°: Parámetros microbiológicos y otros organismos Toda agua destinada para el consumo humano, como se indica en el Anexo I, debe estar exenta de:

- ❖ Bacterias Coliformes totales, termo tolerantes y Escherichia coli,
- ❖ Virus
- ❖ Huevos y larvas de helmintos, quistes yquistes de protozoarios patógenos
- ❖ Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos en todos sus estadios evolutivos; y
- ❖ Para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C. (MINSAs, 2011)

C. Artículo 61°: Parámetros de calidad organoléptica El noventa por ciento (90%) de las muestras tomadas en la red de distribución en cada monitoreo establecido en el plan de control, correspondientes a los parámetros químicos que afectan la calidad. (MINSAs, 2011)

D. Artículo 64°: Parámetros adicionales de control obligatorio, de comprobarse en los resultados de la caracterización del agua la presencia de los parámetros señalados en los numerales del presente artículo, en los diferentes puntos críticos de control o muestreo del plan de control de calidad (PCC) que exceden los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en el presente Reglamento, o a través de la acción de vigilancia y supervisión y de las actividades de la cuenca, se incorporarán éstos como parámetros adicionales de control (PACO) obligatorio a los indicados en el artículo precedente. (MINSAs, 2011)

En el Perú el agua es categorizada según el tipo de uso, en el presente proyecto se tomará solo la categoría 1 pues está referida a agua potable.

2.4.5. D.S N° 007-2017 MINAM - Estándares De Calidad Ambiental Para Agua (ECA).

El 31 de julio de 2008 se aprobó los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en cuyos niveles de concentración no deberán representar riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente, además de incluir categorías y subcategorías teniendo en cuenta el tipo de uso del agua. (SINIA, s.f.)

La presente investigación se basa en la categoría la categoría 1 (Población y recreacional), subcategoría A1 por tratarse de aguas subterráneas de manantial, que describiremos a continuación.

2.4.6. Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable(A)

Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

- ❖ Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección (A1).
- ❖ Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional. (A2)
- ❖ Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado (A3).

CAPITULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

En el presente trabajo de Investigación, se ha planteado una investigación descriptiva, analítica y comparativa.

3.2. Diseño de Investigación

Se establecieron 4 estaciones de monitoreo en el sistema de potabilización de Shahuindo, las que se describen en la tabla N° 4, donde se recolectaron muestras en cuatro campañas. En la primera campaña solamente se realizó la toma de muestra en el tanque de almacenamiento, para determinar parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. De esta forma se establecieron los parámetros que se encontraban por encima de las normas. Para las tres campañas restantes se realizó el muestreo en las cuatro estaciones, para determinar la variabilidad de la calidad del agua en el tiempo desde la captación a la red de distribución.

Se analizaron los siguientes parámetros en la primera campaña: Metales pesados, temperatura, conductividad, pH, turbidez, Coliformes fecales, Coliformes totales, nitratos, fosfatos, sulfatos, cloro total, cloro residual.

De los resultados obtenidos en la primera muestra se decidió realizar tres muestras más, pero solo con los siguientes parámetros: Sulfatos, cloro residual, Coliformes fecales, T°, turbidez, pH, conductividad, solidos disueltos totales.

Tabla 4: *Numero de muestras, frecuencias y parámetros a muestrear*

Puntos de muestreo	Numero de colectas realizadas	Metales pesados	Aniones (SO ₄) ⁻²	Coliformes fecales	Cloro residual
Captación	3	-	3	3	3
Línea de conducción	3	-	3	3	3
Tanque de almacenamiento	4	1	4	4	4
Red de distribución	3	-	3	3	3

Fuente: Elaborada por los autores.

Nota: La recolección de las muestras se realizó en 3 días diferentes.

La recolección de muestras en los respectivos puntos de muestreo, se realizó siguiendo los siguientes pasos:

- ❖ Colocarse los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestra de agua.
- ❖ Tomar un recipiente, tirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna del frasco.
- ❖ Antes de coleccionar las muestras, los frascos deben enjuagar como mínimo tres veces, a excepción de los frascos para análisis de los parámetros microbiológicos.
- ❖ Considerar un espacio de alrededor de 1% aproximadamente de la capacidad del envase.
- ❖ Para muestras microbiológicas dejar un espacio de 10% del volumen del recipiente para asegurar adecuado suministro de oxígeno para las bacterias.

Recolección de muestras en puntos domiciliarios:

- ❖ Flamear el grifo durante 30 segundos.
- ❖ Abrir el grifo dejando correr el agua abundantemente con el fin de renovar toda el agua contenida en la tubería.
- ❖ Destapar el primer frasco de vidrio sin tocar la boca del mismo ni el interior del tapón.
- ❖ Sujetar con una mano el tapón cuidando de que no toque ninguna superficie.
- ❖ Con la otra mano tomar la muestra de agua llenado completamente el frasco.
- ❖ Cerrar inmediatamente el frasco comprobando que se ha hecho correctamente.
- ❖ Medir los parámetros de campo tomando un volumen adecuado de agua en un balde limpio.

- ❖ Cerrar el grifo
- ❖ Tomar la segunda muestra en el frasco de plástico procediendo de la misma manera.

Los análisis de agua del sistema de potabilización de Shahuindo, se realizaron en el laboratorio regional del agua (parámetros microbiológicos y cloro residual), los parámetros químicos y sulfatos con un equipo DR 900, fueron analizados en el laboratorio de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Los pasos para analizar sulfatos con el equipo DR 900 son los siguientes:

- ❖ Primero: Pulsamos el botón “PRGM” para programar el parámetro que deseamos.
- ❖ Segundo: Ingresamos el número 128 para el parámetro sulfato, a continuación, seleccionamos las unidades de medida (mg/l).
- ❖ Tercero: Presionar “CONC” para seleccionar el rango de prueba el cual será 0-700 mg/l
- ❖ Cuarto: Con ayuda de una pipeta agregar 1.0 ml a una de las celdas
- ❖ Quinto: Colocar la celda de muestra en el soporte de la celda, luego cubrir del instrumento sobre el Célula de muestra.
- ❖ Sexto: Pulsar cero para calibrar la medida
- ❖ Séptimo: Retire la tapa y agrega el contenido el reactivo (SulfaVer) en polvo a la celda de muestra.
- ❖ Octavo: Pulsar “TIMER y ENTER”, esperar unos minutos.
- ❖ Noveno: Finalmente luego de 5 minutos pulsar “READ” para determinar la lectura de la muestra. (HACH COMPANY, 2012)

Además, se realizó una encuesta para observar la calidad de operación del sistema de potabilización de agua en centro poblado de Shahuindo, la encuesta se realizó a cuatro personas las cuales fueron encargadas de velar por el adecuado funcionamiento del sistema de tratamiento de agua potable. (*Ver anexo 9*).

Se realizaron los cálculos para determinación de caudal del sistema de potabilización para determinar si el volumen de agua que abastece el sistema satisface las necesidades de agua de toda la población. La medición se realizó mediante el control del tiempo de llenado de un depósito de 9 litros (Medición de caudal por el método volumétrico).

La determinación del área de influencia se realizó con ayuda de un GPS y un guía propio de la zona quien nos condujo a todos los puntos de monitoreo, luego de ser tomados los puntos se descargó al computador y con ayuda del software ArcGIS se determinó 7.85 km² de área de influencia del sistema de potabilización.

3.3. Área de Investigación

Agua y saneamiento.

3.4. Población

La población estará dada por:

N° muestras x N° campañas x N° parámetros analizados.

$$P = 4 \times 3 \times 8$$

$$P = 96$$

3.5. Muestra

La muestra consiste en el agua del sistema de potabilización.

3.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

Las técnicas aplicadas se basarán en el uso de los informes de laboratorio, recopilación bibliografía y encuestas a los operadores del sistema de potabilización miembros de las Jass. (Ver anexo 1, 2, 9 y 10)

3.6.1. Instrumentos.

Se aplicaron los siguientes documentos técnicos:

- ❖ Manual de operación del sistema de tratamiento de agua potable.
- ❖ Cadena custodia, el reporte de laboratorio.
- ❖ Ecas del decreto supremo N° 004-2017-MINAM
- ❖ Reglamento de la calidad del agua para consumo humano, Decreto supremo N° 031-2010-SA
- ❖ Manual de Procedimientos Técnicos en Saneamiento (MINSa)
- ❖ Encuestas

3.7. Técnicas de análisis de datos.

Se aplicarán las siguientes técnicas de análisis de datos.

3.7.1. Varianza

La varianza es una medida de dispersión que representa la variabilidad de una serie de datos respecto a su media. Formalmente se calcula como la suma de los residuos al cuadrado divididos entre el total de observaciones.

También se puede calcular como la desviación típica al cuadrado. Dicho sea de paso, entendemos como residuo a la diferencia entre el valor de una variable en un momento y el valor medio de toda la variable. (Francisco López , 2019)

3.7.2. Covarianza

La covarianza mide la relación lineal entre dos variables. Aunque la covarianza es similar a la correlación entre dos variables, difieren de las siguientes maneras:

- ❖ Los coeficientes de correlación están estandarizados. Por lo tanto, una relación lineal perfecta da como resultado un coeficiente de 1. La correlación mide tanto la fuerza como la dirección de la relación lineal entre dos variables.
- ❖ Los valores de covarianza no están estandarizados. Por consiguiente, la covarianza puede ir desde infinito negativo hasta infinito positivo. Por lo tanto, el valor de una relación lineal perfecta depende de los datos. Puesto que

los datos no están estandarizados, es difícil determinar la fuerza de la relación entre las variables. (Martines Estrada, 2017)

3.7.3. Desviación estándar

La desviación estándar es un índice numérico de la dispersión de un conjunto de datos (o población). Mientras mayor es la desviación estándar, mayor es la dispersión de la población. La desviación estándar es un promedio de las desviaciones individuales de cada observación con respecto a la media de una distribución. Así, la desviación estándar mide el grado de dispersión o variabilidad. En primer lugar, midiendo la diferencia entre cada valor del conjunto de datos y la media del conjunto de datos. Luego, sumando todas estas diferencias individuales para dar el total de todas las diferencias. Por último, dividiendo el resultado por el número total de observaciones (normalmente representado por la letra “n”) para llegar a un promedio de las distancias entre cada observación individual y la media. Este promedio de las distancias es la desviación estándar y de esta manera representa dispersión. (Martínez Estrada, 2006)

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION

Para la interpretación de resultados se aplicaron las siguientes normas:

- ECA D.S N° 004-2017 MINAM categoría 1 subcategoría A1. Para el agua cruda que entra al proceso de tratamiento en la captación, línea de conducción.
- D.S N° 031- 2010 SA. Para el tanque de almacenamiento y las líneas de distribución.

Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.1. Valores de Potencial de Hidrogeno (pH)

Tabla 5: Valores del pH, obtenidos en cada muestreo

	Potencial de Hidrogeno (pH)				Desviación Estándar	Coeficiente de Variación
	Campaña 1	Campaña 2	Campaña 3	Varianza		
Captación	7.9	7.4	7.7	0.063	0.252	0.033
Línea de conducción	7.6	7.5	7.4	0.003	0.058	0.007
Tanque	7.5	7.5	7.3	0.013	0.115	0.016
Casa	7.8	7.8	7.6	0.013	0.115	0.015

Fuente: Elaborada por los autores.

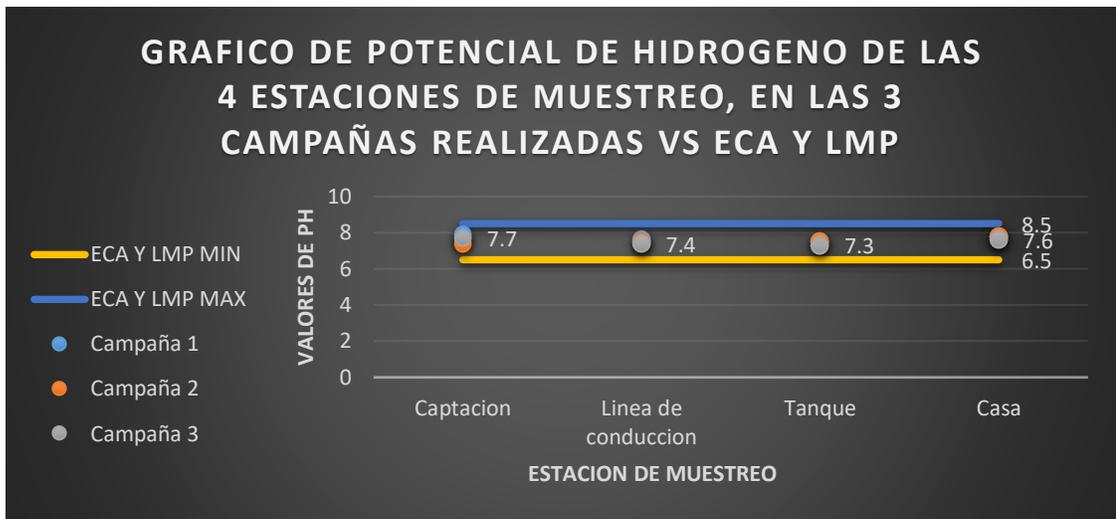


Figura 1: Valores de pH de todas las estaciones de muestreo, en las 3 campañas realizadas comparadas con ECA y LMP

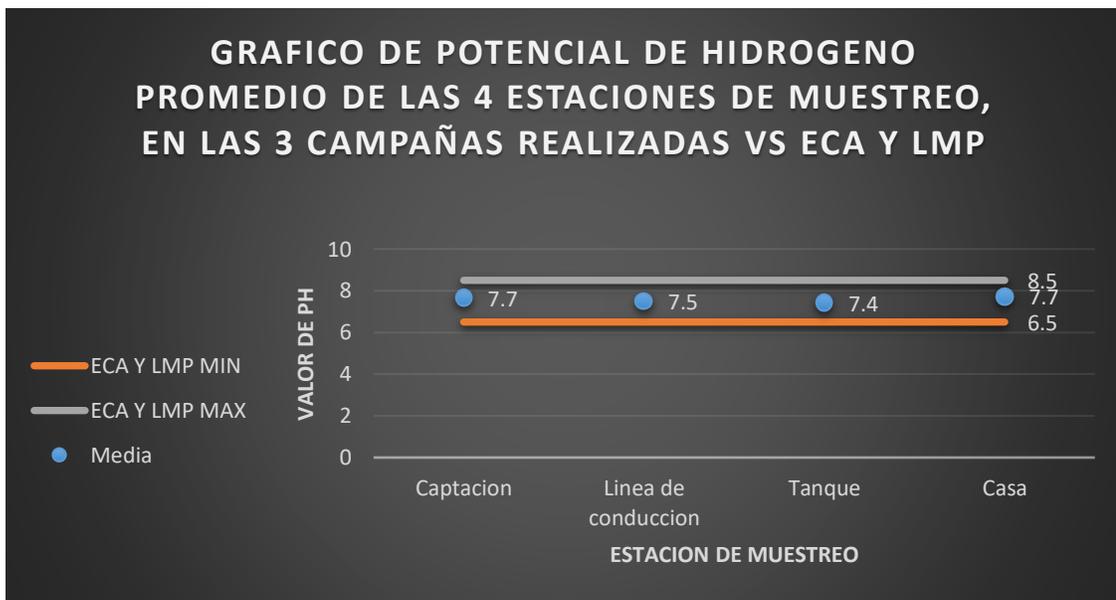


Figura 2: Valores de pH promedio de todas las estaciones de muestreo, en las 3 campañas realizadas comparadas con ECA y LMP

En el parámetro pH los rangos obtenidos se encuentran entre 6.5 y 8.5 para ambas normas tanto para el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) como para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable. Todos los resultados obtenidos no superan las normas establecidas por la legislación nacional.

Tabla 6: Análisis de Varianza ANOVA en el parámetro pH

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Lugar	3	0.1767	0.05889	2.36	0.148
Error	8	0.2000	0.02500		
Total	11	0.3767			

Fuente: Elaborada por los autores

Como consecuencia de obtener el valor P mayor a 0.05, se concluye que las medias son significativamente iguales.

Tabla 7: Comparaciones en parejas de Tukey en el parámetro pH

Lugar	N	Media	Agrupación
Casa	3	7.7333	A
Captación	3	7.667	A
Línea de conducción	3	7.5000	A
Tanque	3	7.4333	A

Fuente: Elaborada por los autores

Las medias que comparten una letra son significativamente iguales como se ven reflejados en la presente tabla.

4.2. Valores de Conductividad Eléctrica

Tabla 8: Valores de Conductividad obtenida de los muestreos realizados

	Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S/cm}$)					
	Campañ a 1	Campañ a 2	Campañ a 3	Varian za	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
Captación	664	625	683	874.33	29.569	0.045
Línea de conducción	670	657	660	46.33	6.807	0.010
Tanque	666	628	623	553	23.516	0.037
Casa	660	589	661	1704.33	41.284	0.065

Fuente: Elaborada por los autores.

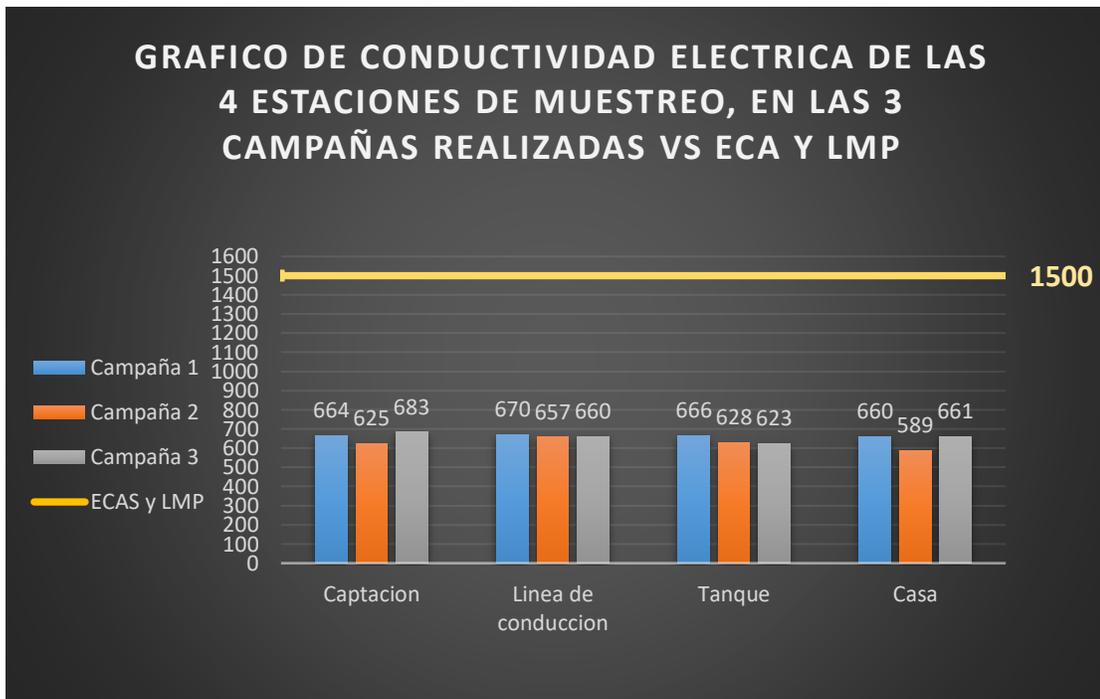


Figura 3: Valores de conductividad de todas las estaciones de muestreo, en las 3 campañas realizadas comparadas con ECA y LMP

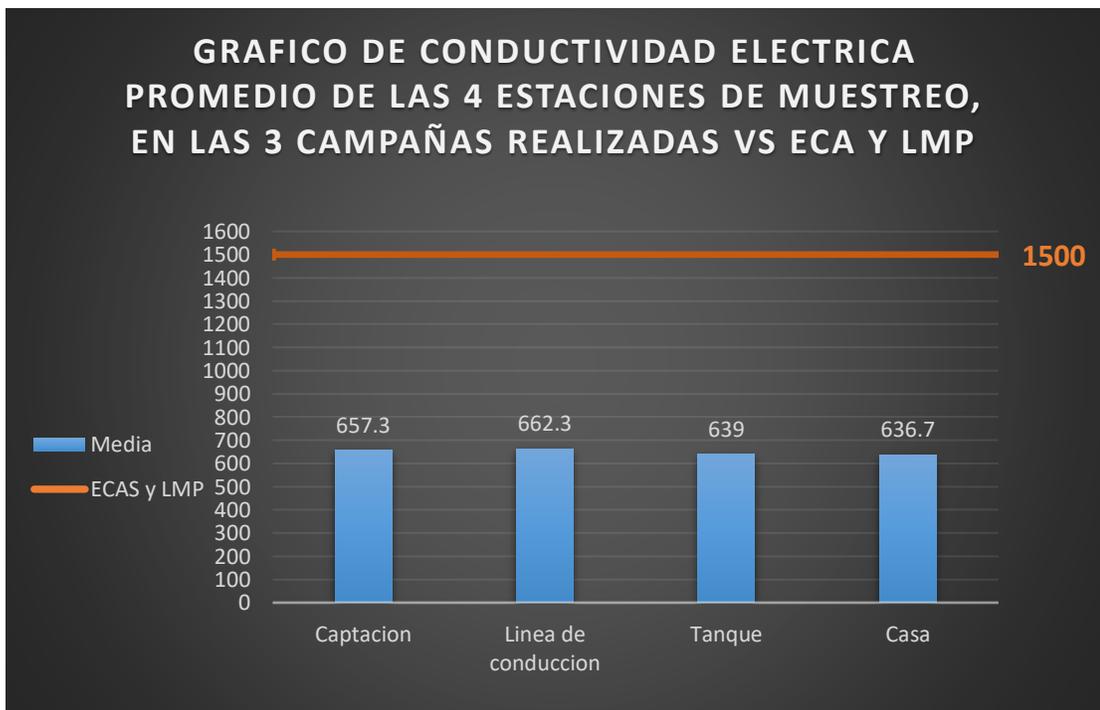


Figura 4: Valores promedio de conductividad de todas las estaciones de muestreo, en las 3 campañas realizadas comparadas con ECA y LMP

En el parámetro conductividad el valor establecido es de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para ambas normas tanto para el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) como para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable.

Los valores obtenidos de conductividad se encuentran entre el rango de la norma, como se observa en los gráficos anteriores.

Tabla 9: Análisis de Varianza ANOVA en el parámetro de Conductividad Eléctrica

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Lugar	3	1498	499.2	0.63	0.617
Error	8	6356	794.5		
Total	11	7854			

Fuente: Elaborado por los autores

Como consecuencia de obtener el valor P mayor a 0.05, se concluye que las medias son significativamente iguales.

Tabla 10: Comparaciones en parejas de Tukey en el parámetro de Conductividad Eléctrica

Lugar	N	Media	Agrupación
Línea de conducción	3	662.33	A
Captación	3	657.3	A
Tanque	3	639.0	A
Casa	3	636.7	A

Fuente: Elaborado por los autores

Las medias que comparten una letra son significativamente iguales como se ven reflejados en la presente tabla.

4.3. Valores de Turbidez

Tabla 11: *Resultados de Turbidez*

	Turbidez (NTU)					
	Campaña 1	Campaña 2	Campaña 3	Varianza	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
Captación	1.79	1.25	2.32	0.286	0.535	0.299
Línea de conducción	0.99	1.34	0.63	0.126	0.355	0.360
Tanque	0.97	0.94	1	0.001	0.030	0.031
Casa	0.9	1.52	0.28	0.384	0.620	0.689

Fuente: Elaborada por los autores.

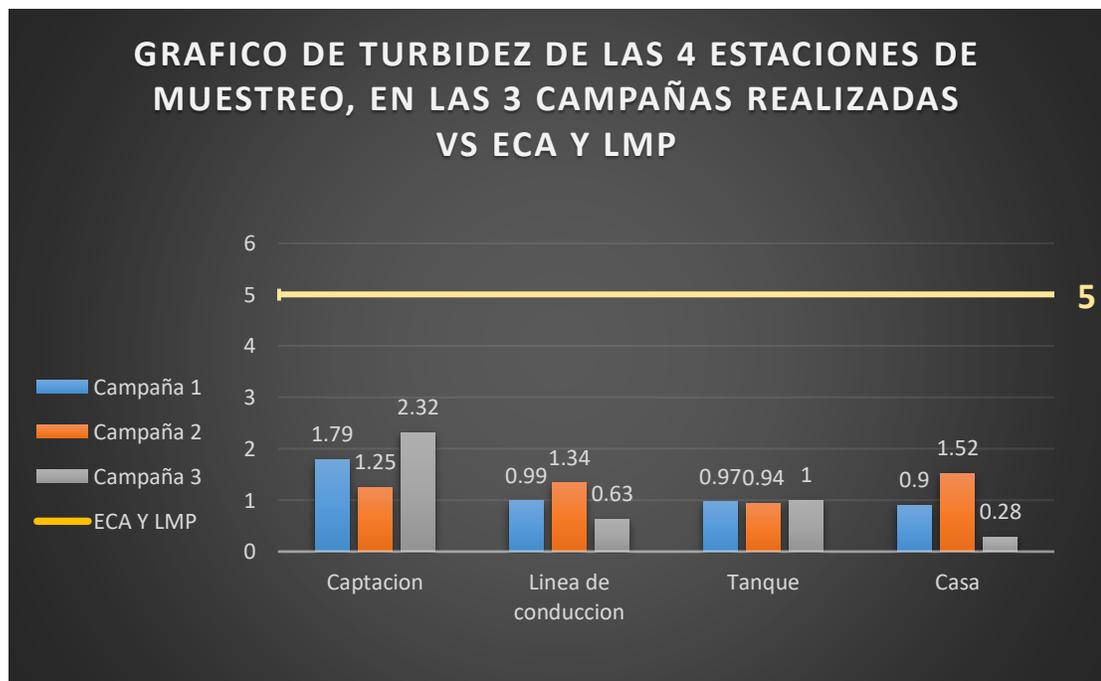


Figura 5: Valores de turbidez de todas las estaciones de muestreo, en las 3 campañas realizadas comparadas con ECA y LMP

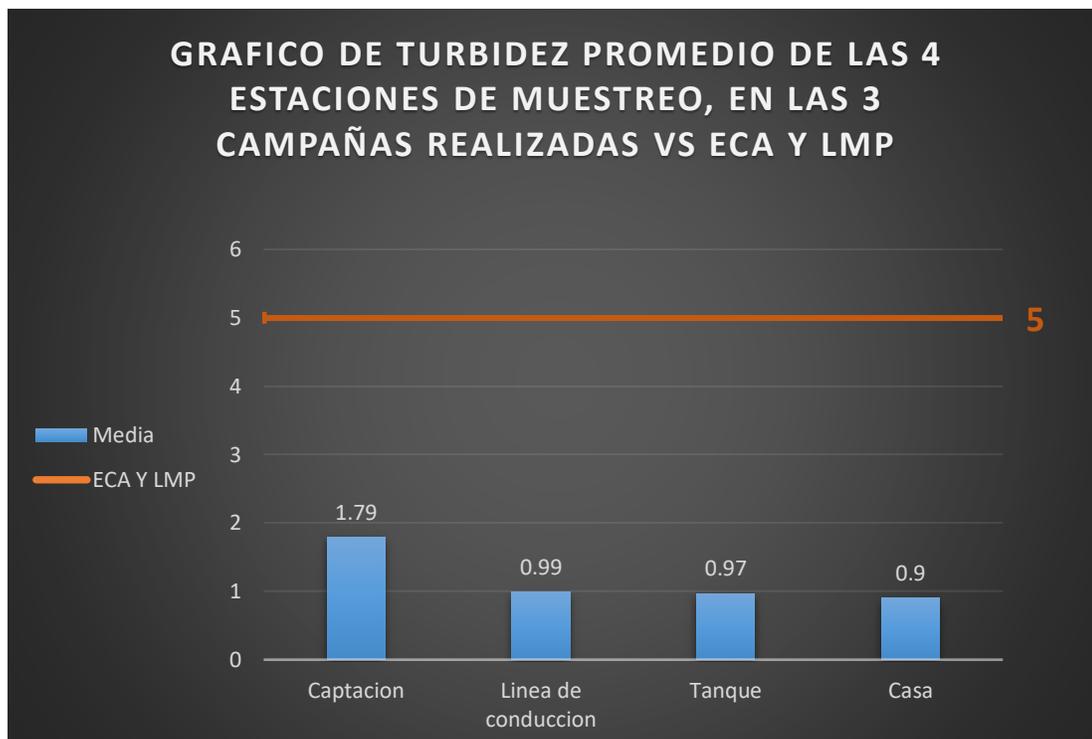


Figura 6: Valores promedio de turbidez de todas las estaciones de muestreo, en las 3 campañas realizadas comparadas con ECA y LMP

En el parámetro turbidez el valor establecido es de 5 NTU tanto para el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) como para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable. Los valores obtenidos de turbidez se encuentran entre el rango de la norma, como se observa en los gráficos anteriores

Tabla 12: Análisis de Varianza ANOVA en el parámetro Turbidez

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Lugar	3	1.579	0.5265	2.64	0.121
Error	8	1.595	0.1994		
Total	11	3.174			

Fuente: Elaborada por los autores

Como consecuencia de obtener el valor P mayor a 0.05, se concluye que las medias son significativamente iguales.

Tabla 13: Comparaciones en parejas de Tukey en el parámetro Turbidez

Lugar	N	Media	Agrupación
Captación	3	1.787	A
Línea de conducción	3	0.987	A
Tanque	3	0.9700	A
Casa	3	0.900	A

Fuente: Elaborada por los autores

Las medias que comparten una letra son significativamente iguales como se ven reflejados en la presente tabla.

4.4. Sólidos Disueltos Totales (SDT)

Tabla 14: Valores de SDT

Sólidos Disueltos Totales mg/l						
	Campaña 1	Campaña 2	Campaña 3	Varianza	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
Captación	323	304	333	217	14.731	0.046
Línea de conducción	326	320	321	10.333	3.215	0.010
Tanque	325	305	303	148	12.166	0.039
Casa	321	286	322	420.333	20.502	0.066

Fuente: Elaborada por los autores.

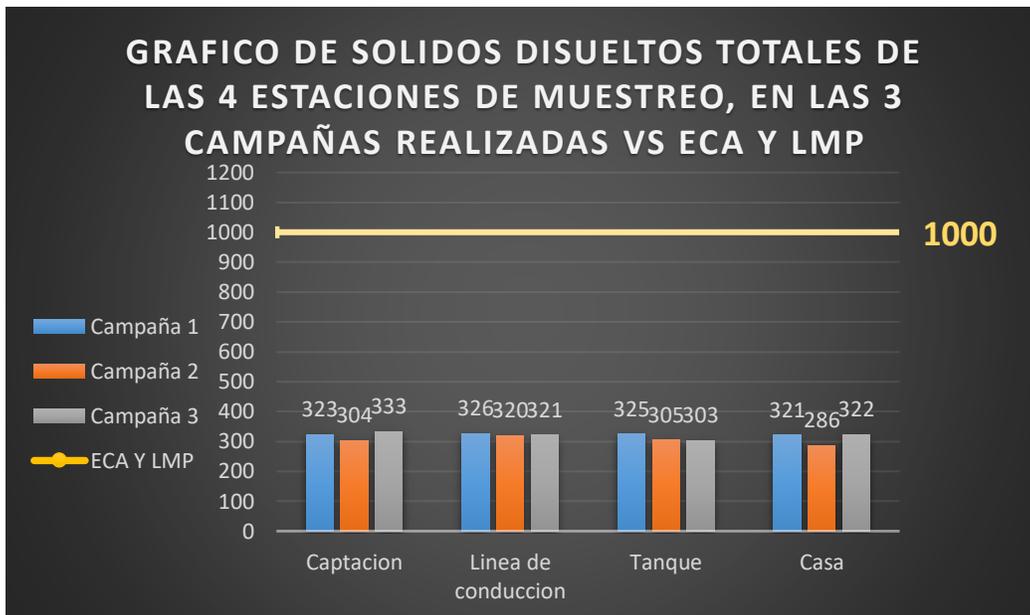


Figura 7: Valores de SDT de todas las estaciones de muestreo, en las 3 campañas realizadas comparadas con ECA y LMP

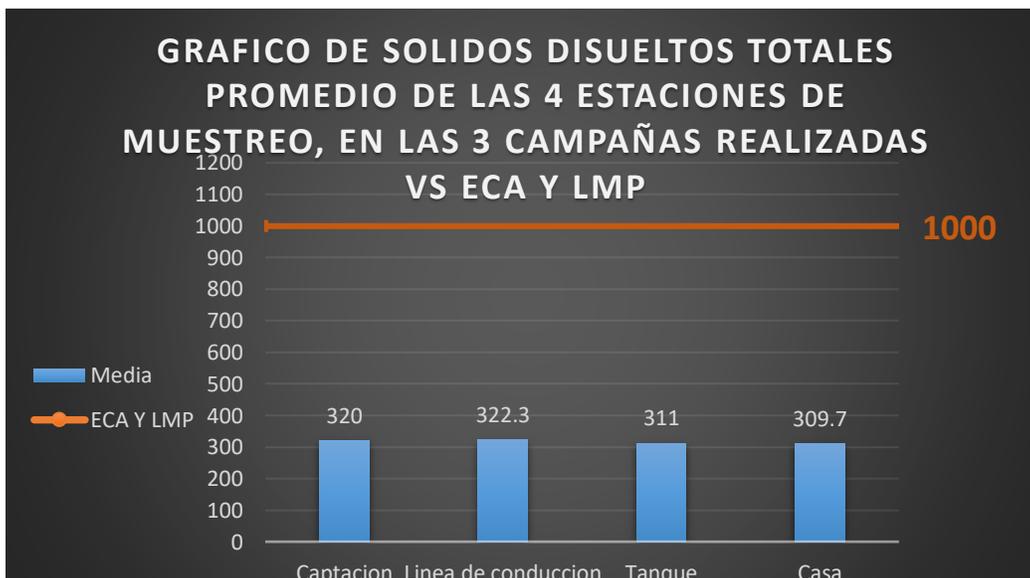


Figura 8: Valores promedio de SDT de todas las estaciones de muestreo, en las 3 campañas realizadas comparadas con ECA y LMP

En el parámetro sólidos disueltos totales el valor establecido es de 1000 mg/l para ambas normas tanto para el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) como para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable.

Los valores obtenidos de turbidez se encuentran entre el rango de la norma, como se observa en los gráficos anteriores.

Tabla 15: Análisis de Varianza ANOVA en el parámetro SDT

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Lugar	3	362.9	121.0	0.61	0.628
Error	8	1591.3	198.9		
Total	11	1954.2			

Fuente: Elaborada por los autores

Como consecuencia de obtener el valor P mayor a 0.05, se concluye que las medias son significativamente iguales.

Tabla 16: Comparaciones en parejas de Tukey en el parámetro SDT

Lugar	N	Media	Agrupación
Línea de conducción	3	322.33	A
Captación	3	320.00	A
Tanque	3	311.00	A
Casa	3	309.7	A

Fuente: Elaborada por los autores

Las medias que comparten una letra son significativamente iguales como se ven reflejados en la presente tabla.

4.5. Valores de Coliformes Termotolerantes.

Tabla 17: *Valores de Coliformes Termotolerantes*

Coliformes Termotolerantes NMP/100 ml						
	Campaña 1	Campaña 2	Campaña 3	Varianza	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
Captación	<1.8	<1.8	<1.8	-	-	-
Línea de conducción	<1.8	<1.8	<1.8	-	-	-
Tanque	4	21	9.3	75.663	8.698	0.761
Casa	<1.1	<1.1	<1.1	-	-	-

Fuente: Elaborada por los autores.

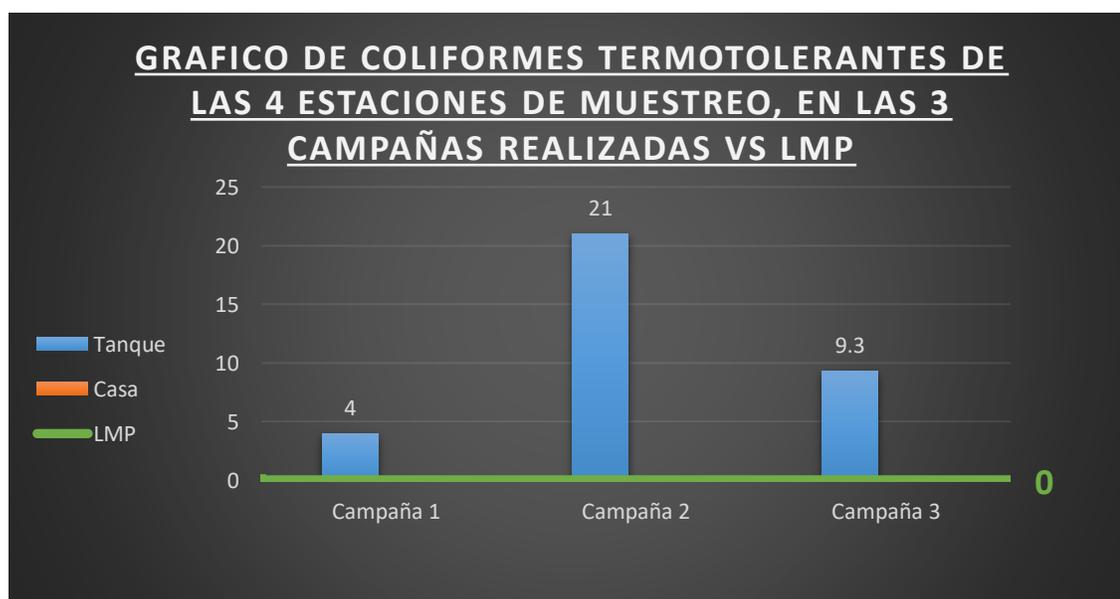


Figura 9: Valores de Coliformes Termotolerantes de las estaciones de muestreo tanque y casa, en las 3 campañas realizadas comparadas con LMP

En el parámetro Coliformes Termotolerantes el valor establecido es de 20 NMP/100 ml para el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) y 0 NMP/100 ML para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable.

Conforme a los resultados obtenidos del muestreo del tanque de almacenamiento, el agua no cumple con los valores establecidos en la norma del D.S 031-2010 SA.

Tabla 18: Análisis de Varianza ANOVA en el parámetro Coliformes Termotolerantes

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Lugar	3	220.0	73.34	3.88	0.056
Error	8	151.3	18.92		
Total	11	371.3			

Fuente: Elaborada por los autores

Como consecuencia de obtener el valor P mayor a 0.05, se concluye que al menos una media es significativamente igual.

Tabla 19: Comparaciones en parejas de Tukey en el parámetro Coliformes Termotolerantes

Lugar	N	Media	Agrupación
Tanque	3	11.43	A
Línea de conducción	3	1.800	B
Captación	3	1.800	B
Casa	3	1.100	A

Fuente: Elaborada por los autores

Las medias que comparten una letra son significativamente iguales como se ven reflejados en la presente tabla.

4.6. Valores de Sulfatos (SO₄)

Tabla 20: Valores de Sulfatos

	Sulfatos mg/l			Varianza	Desviación Estándar	Coeficiente de Variación
	Campañ a 1	Campañ a 2	Campañ a 3			
Captación	240	310	290	1300	36.056	0.129
Línea de conducción	410	320	350	2100	45.826	0.127
Tanque	420	250	390	8233.333	90.738	0.257
Casa	410	310	230	8133.333	90.185	0.285

Fuente: Elaborada por los autores.

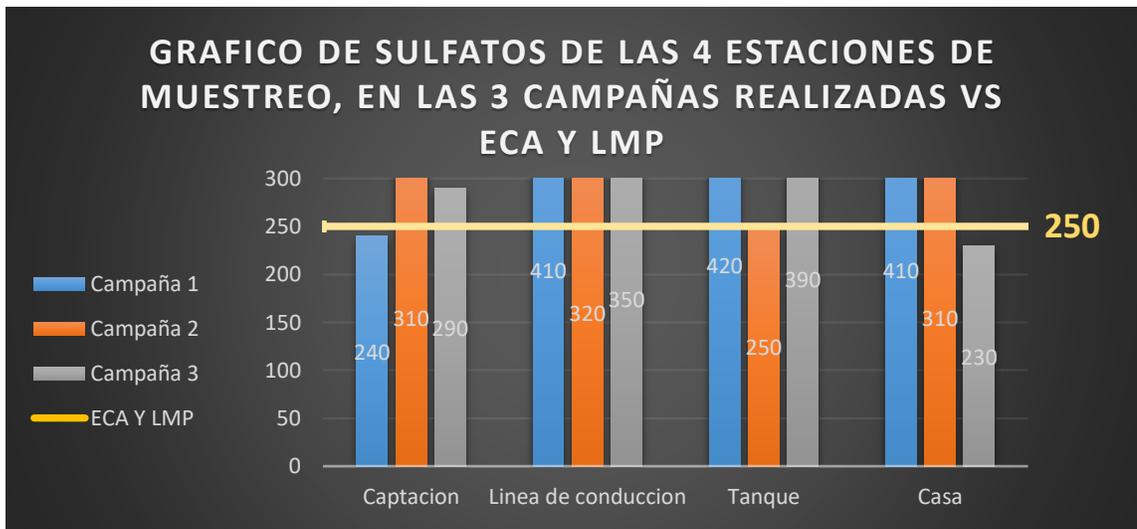


Figura 10: Valores de Sulfatos de todas las estaciones de muestreo, en las 3 campañas realizadas comparadas con ECA y LMP



Figura 11: Valores de Sulfatos promedio de todas las estaciones de muestreo, en las 3 campañas realizadas comparadas con ECA y LMP

En el parámetro sulfatos el valor establecido es de 250 mg/l para ambas normas tanto para el D.S N° 004-2017 MINAM (ECA) como para el D.S N° 031-2010 SA (LMP) de agua potable.

Como observa, los valores obtenidos del parámetro sulfato se encuentra fuera del rango de las normas mencionadas.

Tabla 21: Análisis de Varianza ANOVA en el parámetro Sulfatos

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Lugar	3	12292	4097	0.83	0.514
Error	8	39533	4942		
Total	11	51825			

Fuente: Elaborada por los autores

Como consecuencia de obtener el valor P mayor a 0.05, se concluye que las medias son significativamente iguales

Tabla 22: Comparaciones en parejas de Tukey en el parámetro Sulfatos

Lugar	N	Media	Agrupación
Línea de conducción	3	360.0	A
Tanque	3	353.3	A
Casa	3	316.7	A
Captación	3	280.0	A

Fuente: Elaborada por los autores

Las medias que comparten una letra son significativamente iguales como se ven reflejados en la presente tabla.

4.7. Salinidad

Tabla 23: Valores de Salinidad

	Salinidad (%)			Varianza	Desviación Estándar	Coeficiente De Variación
	campañ a 1	campañ a 2	campañ a 3			
Captación	0.32	0.30	0.33	0.00023	0.0153	0.0482
Línea de conducción	0.33	0.32	0.32	3.3333	0.0058	0.0179
Tanque	0.32	0.30	0.30	0.000133	0.0115	0.0377
Casa	0.32	0.28	0.32	5.3333	0.0231	0.0753

Fuente: Elaborada por los autores.



Figura 12: Valores de Salinidad de todas las estaciones de muestreo en las 3 campañas realizadas

La salinidad es un parámetro que no tiene valores límites en la norma peruana de agua de consumo, pero es importante tomarlo en cuenta en esta investigación.

Tabla 24: Análisis de Varianza ANOVA en el parámetro Salinidad

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Lugar	3	0.000600	0.000200	0.86	0.501
Error	8	0.001867	0.000233		
Total	11	0.002467			

Fuente: Elaborada por los autores

Como consecuencia de obtener el valor P mayor a 0.05, se concluye que las medias son significativamente iguales

Tabla 25: Comparaciones en parejas de Tukey en el parámetro Salinidad

Lugar	N	Media	Agrupación
Línea de conducción	3	0.32333	A
Captación	3	0.31667	A
Casa	3	0.3067	A
Tanque	3	0.30667	A

Fuente: Elaborada por los autores

Las medias que comparten una letra son significativamente iguales como se ven reflejados en la presente tabla.

4.8. Cloro residual (Cl)

Tabla 26: Valores de Cloro residual

	Cloro Residual mg /L		
	Campaña 1	Campaña 2	Campaña 3
Captación	-	-	-
Línea de conducción	-	-	-
Tanque	-	-	-
Casa	<0.1	<0.1	<0.1

Fuente: Elaborada por los autores.

El cloro residual según el D.S N° 031-2010 SA los límites máximos permisibles es de 1 mg/l, como se observa las concentraciones de cloro está por debajo de la norma.

4.9. Dotación de agua

4.9.1. Caudal de entrada al tanque (Q)

Se realizó la medición de caudal de entrada al tanque, para eso se recogieron los siguientes datos.

Volumen (V): 9 litros

Tiempo (T): 31.36 seg

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

$$Q = \frac{9}{31.36}$$

$$Q = 0.286 \text{ l/s}$$

4.9.2. Calculo de caudal medio

Habitantes: 265 hab

Dotación de agua: 60 l/hab.dia

Qm: Caudal medio

$$Q_m = \frac{265 \times 60}{86400}$$

$$Q_m = 0.184 \text{ l/s}$$

4.9.3. Calculo de caudal máximo diario (Qmd)

$$Q_{md} = 1.3 \times Q_m$$

$$Q_{md} = 1.3 \times 0.184$$

$$Q_{md} = 0.239 \text{ l/s}$$

4.9.4. Cálculo de caudal máximo horario

$$Q_{mh} = 2xQ_m$$

$$Q_{mh} = 2x0.184$$

$$Q_{mh} = 0.368 \text{ l/s}$$

4.9.5. Determinación de tiempo de llenado del tanque (T)

V: 10000 litros

Q: 0.286 l/s

$$T = \frac{10000 \text{ l}}{0.286 \text{ l/s}}$$

$$T = 34965.03 \text{ seg}$$

$$T = 9.92 \text{ h}$$

Según lo conversado con la población el agua que llega al tanque de almacenamiento no es suficiente para satisfacer sus necesidades.

4.10. Discusión

- ❖ En los resultados de nuestro estudio los sulfatos superan los valores establecidos en la norma nacional la cual establece 250 mg/l, evidenciando una contaminación natural, en el estudio de Guevara 2008, indica que las contaminaciones fisicoquímicas en los sistemas analizados son del 31.3% lo que nos indica que este problema también se evidencia en nuestro país, lo mismo ocurre en el estudio de Hambi 2015.
- ❖ De los valores obtenidos, las concentraciones de sulfatos al encontrarse en alta concentración causan enfermedades gastrointestinales como diarreas y trastornos digestivos, según conversaciones con la población del área de influencia del sistema de agua potable, estas son las enfermedades que predominan en la zona por lo que es necesario implementar un sistema de

tratamiento adicional que elimine esta sustancia para reducir el riesgo en la salud de las personas.

- ❖ Según los resultados obtenidos de los análisis del cloro no se está realizando el proceso de cloración por lo que, en el tanque de almacenamiento, la concentración de Coliformes Termotolerantes y debido al tiempo de retención está aumentando, en el estudio de Fabián 2016, Alvares 2016, evidencia que la presencia de Coliformes se debe al mal funcionamiento del sistema de agua potable.
- ❖ Según datos proporcionados por la municipalidad distrital de Cachachi, del estudio realizado por el ministerio de vivienda y saneamiento, el sistema de potabilización del caserío de Shahuindo se clasifica en un estado regular (PNSR, 2019), por esta razón el sistema debe ser mejorado, implementando sistemas de cloración adecuados e incrementando los caudales de agua del sistema de potabilización.
- ❖ Es probable que la elevada concentración de sulfatos sea debido a que el sulfato es uno de los iones que se encuentran presentes casi siempre en el agua subterránea de manera natural, debido a la elevada solubilidad de sus sales como se indica en el marco teórico de la presente investigación.
- ❖ De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) la cantidad de cloro residual en agua potable apta para consumo humano debe de ser 5 mg/l, lo cual se puede corroborar que esta agua no cumple con los parámetros establecidos. (Agbar agua, 2011)
- ❖ De acuerdo a la encuesta realizada se evidencio que el sistema de potabilización se encuentra en riesgo medio alto debido a la deficiencia de sus subsistemas y a la poca capacitación que reciben el personal encargado del sistema de potabilización, por parte de las autoridades.
- ❖ Conforme a los cálculos realizados el caudal de agua que ingresa al tanque de almacenamiento debería ser suficiente para cubrir con las necesidades de la población.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos:

- ❖ Se determinó que la calidad del agua no cumple con los parámetros de las normas D.S N° 031-2010-SA y D.S N ° 004-2017 MINAM.
- ❖ Los parámetros que no cumplen con las normas establecidas son sulfatos y Coliformes Termotolerantes. En el caso de sulfatos 10 de 12 muestras superan los 250 mg/l, con concentraciones que van entre 250 a 420 mg/l. Y para el caso de Coliformes Termotolerantes supera en el muestreo del tanque de almacenamiento de la segunda campaña con la concentración de 21 NMP/100 ml.
- ❖ Al realizar la evaluación de riesgo del sistema dió como resultado la presencia de riesgo en los subsistemas (captación, tratamiento, almacenamiento y distribución), este se ve evidenciado en los resultados de evaluación de riesgo realizada obteniendo un valor de 0.38.
- ❖ Se verificó que el caudal de entrada al tanque de almacenamiento es de 0.286 l/s, ración suficiente para satisfacer la demanda de agua de la población.
- ❖ Implementar un sistema de cloración por goteo. (*Ver anexo 4 y 5*)
- ❖ Instaurar filtros de resina anicónica de base débil como medida de reducción de sulfatos, por ser el método más realista y factible de acuerdo al sistema de potabilización estudiado. (*Ver anexo 3*)
- ❖ No se evidenció la presencia de sustancias toxicas en el sistema de potabilización de agua del centro poblado Shahuindo de Araqueda.

5.2. Recomendaciones

- ❖ Establecer un plan de gestión en las partes altas de las captaciones de agua, promoviendo la reforestación para incrementar los volúmenes de agua.
- ❖ Realizar un estudio periódico del estado de la calidad de agua del sistema de tratamiento de agua potable del caserío Shahuindo y mantener un registro actualizado del estado actual.
- ❖ Implementar una nueva línea de aducción incluyendo válvulas de purga para mantener un caudal constante de agua que satisfaga las necesidades de la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Agbar agua. (2011). *Calidad del agua*.

Aguilar Prieto, P., Cepero Martin, J., & Coutin Marie, G. (1997). La calidad del agua de consumo y las enfermedades diarreicas en cuba. Cuba. Obtenido de <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/8823/2363.pdf?sequence=1>

Alibaba. (2019). *Alibaba*. Obtenido de https://spanish.alibaba.com/p-detail/resina-de-intercambio-i%C3%B3nico-de-cati%C3%B3n-de-%C3%A1cido-d%C3%A9bil300004078290.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.134.7dc9128d1M0woj&fbclid=IwAR2ivCbvkEwkOQ5C7i7Tlk_w3NfVp0OmQ7cEriR-vWP2ICHoiP7dxhqHTxg

ANA. (2016). *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*. LIMA. Obtenido de http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._010-2016-ana_0.pdf

ANA. (s.f.). *Autoridad Nacional del Agua*. Obtenido de <http://www.ana.gob.pe/portal/gestion-del-conocimiento-girh/marco-legal>

APHA, .. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition*. Diaz de Santos S.A.

Azcona, A. C. (2012). *Propiedades y funciones biológicas del agua*. Madrid.

- Barreto, P. (2010). *Protocolo de monitoreo del agua*. Áncash. Obtenido de http://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_biorem/education/research/protocols/Protocolo_Agua.pdf
- Barrios, J. E. (2003). *Diseño de un sistema de vigilancia de la calidad del agua potable urbano*. Panama: TDS Consulting.
- Cacho, G. (2014). *Calidad de agua de consumo humano en la ciudad de Cajamarca, región Cajamarca - 2014*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4841/Cacho%20Gutierrez%2c%20Gabriela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castillo, T. (2016). Control fisicoquímico del sistema de tratamiento de agua potable en el distrito de Sucre. (*Tesis de Grado*). Universidad Nacional de Cajamarca, CAJAMARCA. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1758/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chambi, G. (2015). Determinación de bacterias coliformes y E.coli en agua de consumo humano del centro poblado Trapiche - Ananea - Puno. (*tesis de grado*). Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1922/Chambi_Choque_Guido.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Comisión Nacional del Agua. (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Tlapan: Secretaría del Medio Ambiente. Obtenido de

<ftp://ftp.conagua.gob.mx/Mapas/libros%20pdf%202007/Desinfecci%F3n%20para%20Sistemas%20de%20Agua%20Potable%20y%20Saneamiento.pdf>

Comision Nacional del agua. (2015). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento* . Tlalpan, Mexico. Obtenido de <http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-Libro24.pdf>

Cortes, H. (2015). Diseño de un sistema compacto de potabilizacion de agua para consumo humano en la granja la fortaleza ubicada en el municipio de Melgar - Tolima. *Trabajo de Grado - Tesis*. Universidad de Ingenieria Ambiental, Bogota, COLOMBIA. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11285/INFORME%2021.101.023.pdf?sequence=1>

DIGESA. (17 de Abril de 2006). *Minsa*. Obtenido de http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf

Ecofluidos ingenieros s.a. (2012). *Estudios de la calidad de fuentes utilizadas para consumo humano y plan de mitigación por contaminación por uso doméstico y agroquímicos en Apurímac y cusco*. LIMA. Obtenido de <http://www1.paho.org/per/images/stories/PyP/PER37/15.pdf>

Elisa, a. (Diciembre de 2008). *Validacion del Metodo de Deteccion de Coliformes Totales y Fecales en Agua Potable Utilizando Agar Chromocult*. Obtenido de <http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis203.pdf>

- Espinoza, V. (2014). Parámetros físico-químicos y microbiológicos como indicadores de la calidad de las aguas de la subcuenca baja del río David, provincia de Chiriquí, Panamá. (*Tesis de grado*). Universidad Tecnológica Oteima, Chiriquí. Obtenido de <http://www.oteima.ac.pa/nueva/investigaciones/Par%C3%A1metros%20F%C3%ADsico-quimico%20listo.pdf>
- Fabián, L. (2016). Análisis de la calidad del agua potable y estrategias de intervención para su mejor uso en el distrito de Huaura. (*tesis de Grado*). Universidad Nacional Faustino Sanchez Carrion, Huacho. Obtenido de http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/129/TFCAIA_TI-AM20.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Francisco López, J. (2019). Varianza. *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/varianza.html>
- Franco, A. (20 de Abril de 2011). *EcuRed*. Obtenido de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cursoJava/numerico/regresion/regresion.htm>
- González, T. (2013). Evaluación del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y Disposición de Excretas de la Población del Corregimiento de Monterrey, Municipio de Simití, departamento de Bolívar. (*tesis de grado*). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12488/GonzalezScancellaTerry2013.pdf?sequence=1>

Guevara, O., & Orozco, L. (2008). Calidad del agua de consumo en las comunidades rurales del occidente de Nicaragua. *Expozaragoza*, 4. Obtenido de <https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/cajaAzul/20A-S3-P1-Octavio%20GuevaraACC.pdf>

HACH COMPANY. (2012). *Manual de análisis de agua*. Loveland.

Hernández, S. (2015). Evaluación de la calidad físico-química y bacteriológica del arroyo Coyopolan del municipio de Ixhuatán de los reyes, Veracruz. (*Tesis de grado*). Universidad Veracruzana, Xalapa. Obtenido de <https://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/42105/2/HernandezGonzalezSandra.pdf>

Jímenez, A. (2000). Determinación de los parámetros físico-químicos de la calidad de las aguas. (*Monografía*). Instituto Tecnológico de química y materiales, Madrid. Obtenido de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>

Jiménez, J. M. (2012). *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado*. Universidad Veracruzana, Xalapa, Mexico. Obtenido de <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>

Martines Estrada, C. L. (26 de septiembre de 2017). *blogspot*. Obtenido de <http://af2clalizme.blogspot.com/2017/09/que-es-covarianza-mas-informacion-sobre.html>

Martínez Estrada, A. G. (15 de Agosto de 2006). Obtenido de <http://www.spssfree.com/curso-de-spss/analisis-descriptivo/varianza-desviacion-medidas-de-dispersion.html>

Martinez, D. (2014). Evaluación del agua para consumo humano en las veredas calabazas y san José de la selva, rio frio - valle del cauca: aplicación de las metodologías radaq y análisis de los factores de riesgo en el agua para consumo humano en el área rural. (*tesis de grafo*). Universidad del Valle, Santiago de Cali. Obtenido de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/7702/1/3754-0446259.pdf>

Mejía , M. (2005). Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca el limón, san jerónimo, Honduras. (*Tesis de grado*). Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza, Turrialba. Obtenido de http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/302/Analisis_de_la_calidad_del_agua_para_consumo_humano.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MINAM. (2010). *Calidad ambiental*. LIMA. Obtenido de http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/compendio_05_-_calidad_ambiental_2.pdf

MINAM. (2017). Aprueban estándares de calidad ambiental (eca) para agua. pág. 10.

Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

MINSA. (1999). *Procedimientos Tecnicos en Saneamiento*. Cajamarca.

MINSA. (febrero de 2011). Reglamento de la Calidad del Agua para. Obtenido de

http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf

Mora, D. (2003). *Conceptos básicos de aguas para consumo humano y disposición de*

aguas residuales. San José: INSTITUTO COSTARRICENSE. Obtenido de

<https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Conceptos%20b%C3%A1sicos%20de%20aguas%20para%20consumo%20humano%20y%20disposici%C3%B3n%20de%20aguas%20residuales.pdf>

Municipalidad Distrital de Cachachi. (2004). *Sistema de agua potable Shahuindo de*

Araqueda. Cajabamba.

OEFA. (2015). Instrumentos básicos para la fiscalización del ambiental. Obtenido de

https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13978

OMS. (2010). *Guias para la calidad del agua potable*. Obtenido de

https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf

OPS. (2007). *Guía para mejorar la calidad del agua ámbito rural y pequeñas ciudades*.

Lima.

Obtenido

de

<http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/guiacalidadaguarural.pdf>

OPS. (2009). *Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades*. Washintong: Edicion multimedia. Obtenido de

http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guiacalde/0gral/078_guia_alcaldes_SB/Guia_alcaldes_2009.pdf

Peña Jumpa, A. (2015). Marco constitucional, legal, jurisprudencial y consuetudinario para la gestion del agua en las cuencas peruanas. *Circulo de Derecho Administrativo*.

Pérez, C. (2013). *Tratamiento de aguas*. Mexico: universidad autonoma nacional de Mexico. Obtenido de http://asesorias.cuautitlan2.unam.mx/fondo_editorial/comite_editorial/manual/es/tratamientodeaguas_manualprac.pdf

Pérez, E., & Medrano, L. (2013). El Path Analysis. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento* , 66.

PNSR, P. N. (2019). *Programa Nacional de Saneameinto Rural*. Obtenido de <http://pnsr.vivienda.gob.pe/portal/programa-de-incentivos-pnsr-2019/>

Programa nacional de riesgos químicos. (2007). *Mercurio: cartilla de información*. BUENOS AIRES: Movimiento mundial para el cuidado de la salud libre de mercurio. Obtenido de <http://www.fmed.uba.ar/depto/toxico1/mercurio.pdf>

QuestionPro. (2017). Obtenido de <https://www.questionpro.com/es/que-es-spss.html>

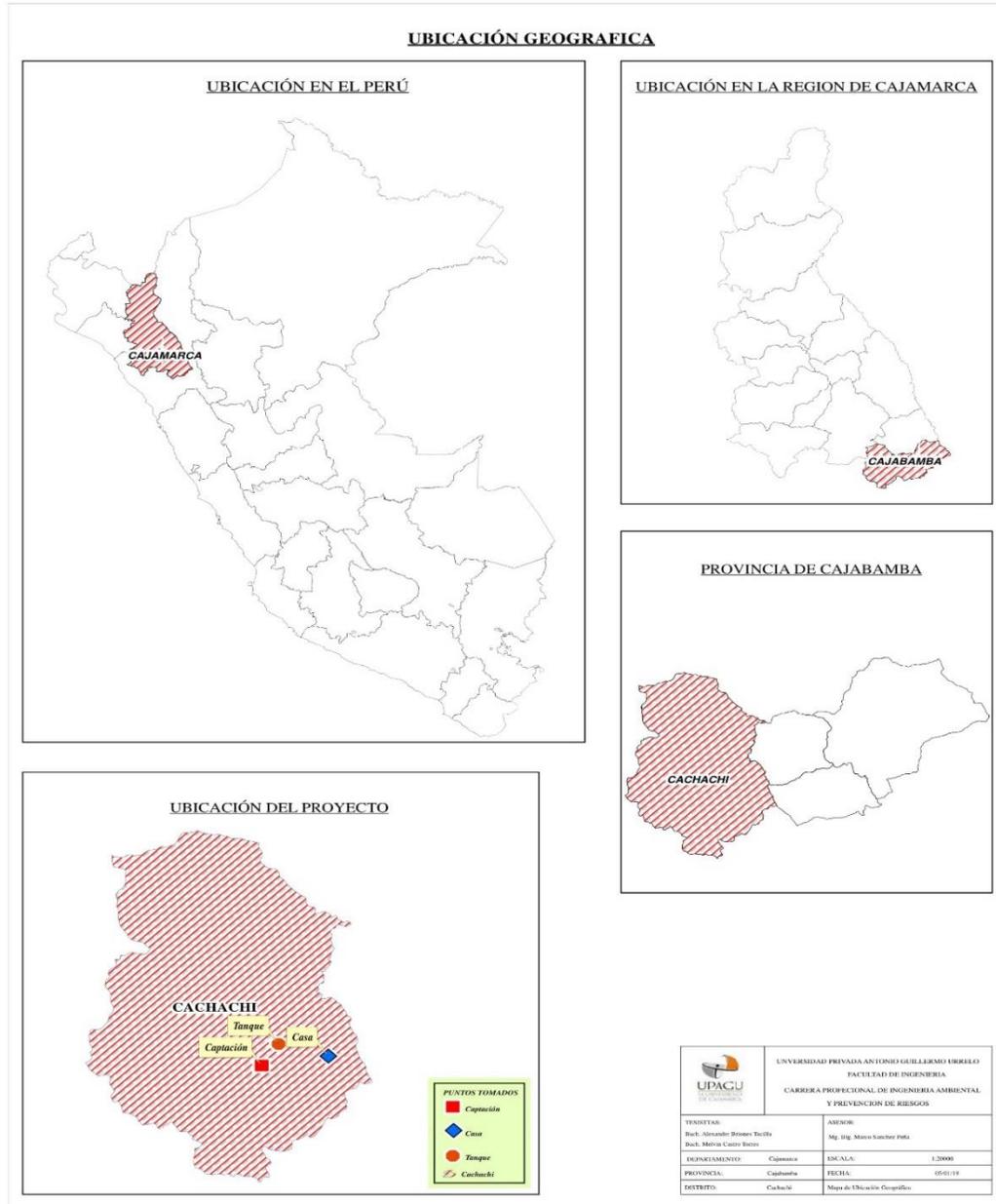
- Ramirez, F. (2007). *El muestreo del agua. Toma y conservación de muestras*.
- Servicios Educativos Rurales. (1997). Agua Potable para Poblaciones Rurales. En *Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento*. LIMA, PERU. Obtenido de <https://www.ircwash.org/sites/default/files/221-16989.pdf>
- SINIA. (s.f.). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/estandares-nacionales-calidad-ambiental-agua>
- SUNASS. (2004). *La calidad del agua potable en el Peru*. Lima: Sunass.
- Tarqui, C., & Alvarez, D. (2016). Calidad bacteriológica del agua para consumo en tres regiones del Perú. *Salud Pública*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v18n6/0124-0064-rsap-18-06-00904.pdf>

ABREVIATURAS

ANA:	Autoridad Nacional del Agua
DIGESA:	Dirección General de Salud Ambiental
OEFA:	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
OMS:	Organización Mundial de la Salud
OPS:	Organización Panamericana de la Salud
MINAM:	Ministerio del Ambiente
MINSA:	Ministerio de Salud
PNSR:	Programa Nacional de Saneamiento Rural.
SINIA:	Sistema Nacional de Información Ambiental
SUNASS:	Superintendencia Nacional de servicios y Saneamiento

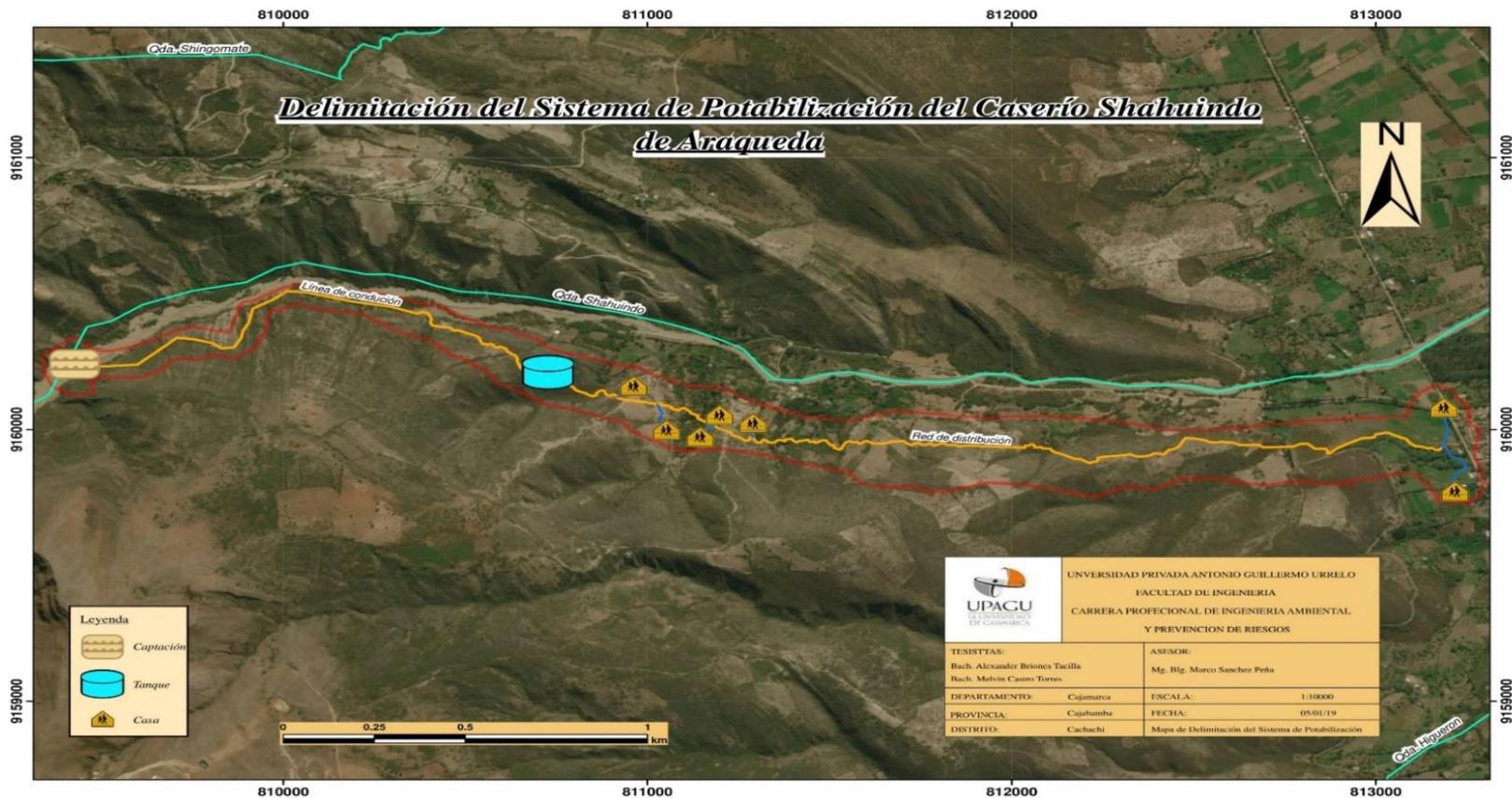
ANEXOS

Anexo 1. Mapa de Ubicación Geográfica



Fuente: Elaborada por los autores

Anexo 2. Delimitación del Sistema de Potabilización



Fuente: Elaborada por los autores

Anexo 3. Propuesta para tratamiento de reducción de sulfatos

Se realizó las propuestas para el sistema de tratamiento de sulfatos, según la bibliografía los sistemas que aplican sulfato de bario para precipitar sulfatos de calcio reacciona solamente en muestras acidas, por lo cual tendría que aplicarse una solución de ácido sulfúrico u otro acido ya que estos reaccionan en ph ácidos.

Al ser una sustancia controlada y de alto riesgo no sería factible la utilización de este producto.

Según describe la página especializada (LENNTECH) existen dos opciones las cuales podría reducir sulfatos en agua.

- Utilización de filtros de osmosis inversa
- La aplicación de resinas catiónicas

De acuerdo a la zona donde se realizó el estudio (zona rural) no sería factible la utilización de filtros de osmosis inversa pues requiere de una mayor inversión de dinero y de capacitación a los pobladores de la zona, además de su alto costo. Consideraríamos que la opción más factible seria el uso de resinas aniónicas.

- ❖ Resinas de Intercambio anionico de base débil, fijan los aniones de los ácidos fuertes como sulfatos, nitratos y cloruros.
- ❖ Precio, \$ 2.5 por Kilogramo (Alibaba, 2019)



Fuente: Lenntech

Anexo 4. Dosis de cloración por goteo

CLORACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO: SIERRA RURAL

Desinfectante: 70 % hipoclorito de calcio Recarga (T): 7 días SABA

FORMULAS USADAS:

Ejemplo para TABLA I: Máxima demanda de agua para una determina población rural

$$Q_{\text{máx}} = (\text{Población}) \times (\text{Dotación}) \times (\text{Coef. Variación diaria})$$

$$Q_{\text{máx}} = 56,400$$

Población actual: 500 habitantes
 Eliminación de areolets con arrastre hidráulico
 Consumo promedio: 80 l/h/d (ver cuadro adjunto)
 Coef. Var. diaria (K1): 1.3
 Qmáx = 0.60 l/s

Dotación de agua según forma de disposición de estrechas

REGIÓN	UBS SIN ARRASTRE HIDRÁULICO	UBS CON ARRASTRE HIDRÁULICO
Costa	60 l/h/d	90 l/h/d
Sierra	50 l/h/d	80 l/h/d
Selva	70 l/h/d	100 l/h/d

Nota: Norma Técnica - Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural - RM. N° 192-2018-Vivienda

Ejemplo para TABLA II:

$$P(\text{gr}) = V(\text{Litros}) \times \text{Concentración}(\text{mg/l}) \times \% \text{Cloro} \times 10$$

$$P(\text{gr}) = Q(\text{l/s}) \times T(\text{segundos}) \times \text{Concentración}(\text{mg/l}) \times \% \text{Cloro} \times 10$$

Q ingreso reservorio: 0.60 l/s
 Tiempo de recarga: 7 días
 Si concentración (C2) = 1.2 mg/l
 Cantidad de hipoclorito: 622 gr

Si requiere concentración mayor:
 Si concentración (C2) = 1.5 mg/l
 Cantidad de hipoclorito: 778 gr

Ejemplo para TABLA III:

- Un dosador que tiene un caudal de goteo de 45 ml/min requiere 454 litros de solución madre para 7 días
- Un dosador que tiene un caudal de goteo de 58 ml/min requiere 585 litros de solución madre para 7 días

Nota 1: C, máximo de 5000 ppm en zonas frías (para goteo)

Nota 2: Población de 500 habitantes, con saneamiento húmedo (baños con arrastre hidráulico, requiere un caudal máximo diario de 0.60 l/s. Regulemos el ingreso de agua al reservorio a 0.6 l/s (cercano al Qmáx) y hacemos los cálculos usando la tabla, para 7 días:
 - Para una concentración de 1.2 mg/l, necesitaremos 622 gramos de hipoclorito de calcio al 70%, equivalente a 41 cucharadas soperas.
 - Para una concentración de 1.5 mg/l, necesitaremos 778 gramos de hipoclorito de calcio al 70%, equivalente a 52 cucharadas soperas.
 - Para una concentración de 1.7 mg/l, necesitaremos 881 gramos de hipoclorito de calcio al 70%, equivalente a 59 cucharadas soperas.

TABLA I : Máxima demanda de agua (actual)

POBLACIÓN (habitantes)	Qmáx (L/s) (UBS con arrastre hidráulico)	
	50 L/h/d	80 L/h/d
100	0.08	0.12
150	0.12	0.18
200	0.15	0.24
250	0.19	0.30
300	0.23	0.36
350	0.26	0.42
400	0.30	0.48
450	0.34	0.54
500	0.38	0.60
550	0.41	0.66
600	0.45	0.72
650	0.49	0.78
700	0.53	0.84
750	0.56	0.90
800	0.60	0.96
850	0.64	1.02
900	0.68	1.08
950	0.71	1.14
1000	0.75	1.20
1050	0.79	1.26
1100	0.83	1.32
1150	0.87	1.38
1200	0.90	1.44
1250	0.94	1.50
1300	0.98	1.56
1350	1.02	1.63
1400	1.05	1.69
1450	1.09	1.75
1500	1.13	1.81
1550	1.17	1.87
1600	1.20	1.93
1650	1.24	1.99
1700	1.28	2.05
1750	1.32	2.11
1800	1.35	2.17
1850	1.39	2.23
1900	1.43	2.29
1950	1.47	2.35
2000	1.50	2.41

TABLA II : Cantidad de hipoclorito en función de caudal de ingreso a reservorio

Ql (L/s) (Caudal de ingreso al reservorio)	Peso de hipoclorito de calcio al 70%, en gramos (para 7 días)			Volúmenes en litros del tanque solución madre	Caudal de goteo (ml/min)
	1.2 mg/l	1.5 mg/l	1.7 mg/l		
0.10	104	130	147	600	60
0.20	207	259	294	600	60
0.30	311	389	441	600	60
0.40	415	518	588	600	60
0.50	518	648	734	600	60
0.60	622	778	881	600	60
0.70	726	907	1028	600	60
0.80	829	1037	1175	600	60
0.90	933	1166	1322	600	60
1.00	1037	1296	1469	600	60
1.10	1140	1426	1616	600	60
1.20	1244	1555	1763	600	60
1.30	1348	1685	1909	600	60
1.40	1452	1814	2056	600	60
1.50	1555	1944	2203	600	60
1.60	1659	2074	2350	600	60
1.70	1763	2203	2497	600	60
1.80	1866	2333	2644	600	60
1.90	1970	2462	2791	600	60
2.00	2074	2592	2938	600	60
2.10	2177	2722	3084	600	60
2.20	2281	2851	3231	600	60
2.30	2385	2981	3378	600	60
2.40	2488	3110	3525	600	60
2.50	2592	3240	3672	600	60
2.60	2696	3370	3819	600	60
2.70	2799	3499	3966	600	60
2.80	2903	3629	4113	600	60
2.90	3007	3758	4260	600	60
3.00	3110	3888	4406	600	60
3.10	3214	4018	4553	600	60
3.20	3318	4147	4700	600	60
3.30	3421	4277	4847	600	60
3.40	3525	4406	4994	750	74
3.50	3629	4536	5141	750	74
3.60	3732	4666	5288	750	74
3.70	3836	4795	5435	750	74
3.80	3940	4925	5582	750	74
3.90	4044	5054	5728	750	74

TABLA III : Goteo Clifastor

Caudal de goteo (ml/min)	Volúmenes solución madre (L) 7 días recarga
45	454
46	464
47	474
48	484
49	494
50	504
51	514
52	524
53	534
54	544
55	554
56	564
57	575
58	585
59	595
60	605
61	615
62	625
63	635
64	645
65	655
66	665
67	675
68	685
69	696
70	706
71	716
72	726
73	736
74	746
75	756

Usar esta tabla de acuerdo al goteo del sistema para calcular la cantidad de agua a usar en la solución madre.

Nota 3: Al llenarse el reservorio (en las noches u horas de menor consumo) y suspenderse el goteo, el período de recarga será menor a 7 días.

Nota 4: Caudal máximo diario calculado con Norma Técnica - Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

Funete: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Anexo 5. Cálculo de la concentración de cloro

- QI: 0.286 l/s

$$P = \frac{V \times C}{10 \times \% \text{Cl}}$$

- Qm: 0.184 l/s

$$P = \frac{0.286 \times 7 \times (86400) \times 1.5}{10 \times 70}$$

- C: 1.5 ppm

$$P = \frac{172972.8 \times 1.5}{700}$$

- T: 7 días

$$P = 370.656 \text{ g/l}$$

- VT (Tanque): 250 l

Concentración

$$C1 = \frac{370.656 \times 1000 \text{ mg/l}}{250 \text{ l}}$$

$$C1 = 1482.6 \text{ mg/l}$$

Goteo

$$Qg = \frac{VT}{T} = \frac{250000 \text{ ml}}{7 \times 1440 \text{ min}}$$

$$Qg = 24.80 \text{ ml/min}$$

Anexo 6. Camino al caserío Shahuindo de Araqueda



Fuente: Propia

Anexo 7. Sistema de agua potable Shahuindo de Araqueda



Fuente: Propia

Anexo 8. Toma de muestras de agua



Fuente: Propia



Fuente: Propia



Fuente: Propia



Fuente: Propia



Fuente: Propia

Anexo 9. Resultados de los análisis realizados



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA, Perú
Organismo de Ensayos
Acreditado
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0918509

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario: **ALEX BRIONES TACILLA**

Dirección: **Av. Martires de Uchuracay N°637**

Persona de contacto: **-** Correo electrónico: **kin_alex_92@hotmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo: **05.09.18** Hora: **12:00**

Tipo de Muestreo: **Puntual**

Número de Muestras: **01 Muestra** N° Frascos x muestra: **03**

Ensayos solicitados: **Fisicoquímicos y Microbiológicos**

Breve descripción del estado de la muestra: **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**

Responsable de la toma de muestra: **Las muestras fueron tomadas por el personal usuario**

Procedencia de la Muestra: **CAJABAMBA**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato: **SC - 578A** Cadena de Custodia: **CC - 509 - 18**

N° Orden de Trabajo: **0918509**

Fecha y Hora de Recepción: **06.09.18 11:00** Inicio de Ensayo: **06.09.18 11.30**

Reporte Resultado: **13.09.18 09:00**



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
Bigo. Juan V. Díaz Saenz
RESPONSABLE
CSP 7265

Cajamarca, 13 de Septiembre de 2018.

1 de 4

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N, URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratorio@regcajamarca.gob.pe FON: 59900 anexo 114

Fuente: Laboratorio regional del agua



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
 GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0918509

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código Cliente	Manantial		-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	0918509-01		-	-	-	-	-	-
Matriz de Agua	NATURAL		-	-	-	-	-	-
Descripción	Subterránea		-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Shahuindo		-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Plata (Ag)	mg/L	0.017	<LCM	-	-	-	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	<LCM	-	-	-	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.003	<LCM	-	-	-	-	-
Boro (B)	mg/L	0.021	0.119	-	-	-	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.002	0.010	-	-	-	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.002	<LCM	-	-	-	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	-	-	-	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.070	106.0	-	-	-	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	-	-	-	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	-	-	-	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	<LCM	-	-	-	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	<LCM	-	-	-	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.019	<LCM	-	-	-	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.049	2.643	-	-	-	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.004	0.028	-	-	-	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.017	32.86	-	-	-	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	<LCM	-	-	-	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	-	-	-	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.018	26.95	-	-	-	-	-
Niquel (Ni)	mg/L	0.002	<LCM	-	-	-	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.020	0.038	-	-	-	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.003	<LCM	-	-	-	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.085	95.33	-	-	-	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	0.005	-	-	-	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.017	0.040	-	-	-	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.085	5.677	-	-	-	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.002	0.996	-	-	-	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	-	-	-	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.003	<LCM	-	-	-	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	-	-	-	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.003	<LCM	-	-	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.016	<LCM	-	-	-	-	-

Cajamarca, 13 de Septiembre de 2018.

2 de 4

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
 JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
 e-mail: laboratorio@legua@reg-cajamarca.gob.pe FOND: 599500 anexo 1140

Fuente: Laboratorio regional del agua



INFORME DE ENSAYO N° IE 0918509

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente			Manantial	-	-	-	-	-
Código Laboratorio			0918509-01	-	-	-	-	-
Matriz de Agua			NATURAL	-	-	-	-	-
Descripción			Subterránea	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra			Shahuindo	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Fluoruro (F ⁻)	mg/L	0.038	0.681	-	-	-	-	-
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.065	2.036	-	-	-	-	-
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.050	<LCM	-	-	-	-	-
Bromuro (Br ⁻)	mg/L	0.035	<LCM	-	-	-	-	-
Nitrato (NO ₂ ⁻)	mg/L	0.064	1.485	-	-	-	-	-
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.070	296.1	-	-	-	-	-
Fosfato (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0.032	<LCM	-	-	-	-	-
Turbidez	NTU	0.09	<LCM	-	-	-	-	-
* pH a 25°C	pH	NA	7.65	-	-	-	-	-
Conductividad a 25°C	uS cm	NA	933.3	-	-	-	-	-
(*) Cloro Residual	mg Cl ₂ /L	0.5	<LCM	-	-	-	-	-

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	2.0	-	-	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	<1.8	-	-	-	-	-



LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 13 de Septiembre de 2018.

Fuente: Laboratorio regional del agua



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



19

INFORME DE ENSAYO N° IE 1018621

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario: **ALEX BRIONES TACILLA**
Dirección: **Av. Martires de Uchuracay N° 637**
Persona de contacto: **Teofilo P. Alata San Miguel** Correo electrónico: **kin_alex_92@hotmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo: **25.10.18** Hora: **09:55 a 11:33**
Tipo de Muestreo: **Puntual**
Número de Muestras: **04** N° Frascos x muestra: **01**
Ensayos solicitados: **Fisicoquímicos y Microbiológicos**
Breve descripción del estado de la muestra: **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
Responsable de la toma de muestra: **Las muestras fueron tomadas por el personal usuario**
Procedencia de la Muestra: **CAJABAMBA - CACHACHI**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato: **SC - 713** Cadena de Custodia: **CC - 621 - 18**
N° Orden de Trabajo: **1018621**
Fecha y Hora de Recepción: **25.10.18** Inicio de Ensayo: **25.10.18** **17:10**
Reporte Resultado: **01.11.18** **10:20**

Blgo. Enver Zulueta Santa Cruz
Responsable Técnico (e)
CBP: 9778

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 05 de Noviembre de 2018.

1 de 2

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratorio@regionalcajamarca.gob.pe FONC: 095000 anexo 1140

Fuente: Laboratorio regional del agua



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084

INFORME DE ENSAYO N° IE 1018621

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código Cliente	T.A.	L.C.	C.A.	CASA	-	-	-	
Código Laboratorio	1018621-01	1018621-02	1018621-03	1018621-04	-	-	-	
Matriz de Agua	NATURAL	NATURAL	NATURAL	USO Y CONSUMO	-	-	-	
Descripción	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Potable	-	-	-	
Localización de la Muestra	Cs. Shahuindo-Araqueda	Cs. Shahuindo-Araqueda	Cs. Shahuindo-Araqueda	Cs. Shahuindo-Araqueda	-	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
(*) Cloro Residual	mg Cl ₂ /L	0.1	-	-	-	<LCM	-	

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	21	<1.8	<1.8	<1.1	-	

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Cloro Residual	mg Cl ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl G, 23rd Ed. 2017 : DPD Colorimetric Method.
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

OBSERVACIONES

LCM: Límite de cuantificación del métodos. VE: Valor Estimado
Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.
Los Resultados Microbiológicos <1.8, 1.1, <1.0; significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecia crecimiento bacteriano en la muestra.
(* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado
(* Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.
Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev.N°05 Fecha : 06/06/2017

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
Ing. Qca. Mariño de la Cruz Sarmiento
Analista Responsable de Química
CIP: 119544

Cajamarca, 05 de Noviembre de 2018.

2 de 2

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
JR. LLIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe FONOS: 599000 anexo 1140

Fuente: Laboratorio regional del agua



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084



3

INFORME DE ENSAYO N° IE 1118698

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **ALEX BRIONES TACILLA**
 Dirección **Av. Martires de Uchuracay N° 637**
 Persona de contacto **Teofilo P. Alata San Miguel** Correo electrónico **kin_alex_92@hotmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **27.11.18** Hora: **08:55 a 10:32**
 Tipo de Muestreo **Puntual**
 Número de Muestras **04** N° Frascos x muestra **01**
 Ensayos solicitados **Fisicoquímicos y Microbiológicos**
 Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
 Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal usuario**
 Procedencia de la Muestra: **CASERIO SHAHUINDO DE ARAQUEDA**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 769** Cadena de Custodia **CC - 698 - 18**
 N° Orden de Trabajo **1118698**
 Fecha y Hora de Recepción **27.11.18** 16:12 Inicio de Ensayo **27.11.18** 16:40
 Reporte Resultado **04.12.18** 16:20

Bigo. Enver Zulueta Santa Cruz
 Responsable Técnico (e)
 CBP: 9778

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 04 de Diciembre de 2018.

1 de 2

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
 JR. LUIS ALBERTO SANCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERU
 e-mail: laboratorio@regionalcajamarca.gob.pe FONDO: 599000 anexo 1140

Fuente: Laboratorio regional del agua



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 1118698

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código Cliente	Tanque Almacenamiento		Línea Conducción	Captación	Domicilio	-	-	
Código Laboratorio	1118698-01		1118698-02	1118698-03	1118698-04	-	-	
Matriz de Agua	NATURAL		NATURAL	NATURAL	USO Y CONSUMO	-	-	
Descripción	Subterránea		Subterránea	Subterránea	Potable	-	-	
Localización de la Muestra	Cs. Shahuindo-Araqueda		Cs. Shahuindo-Araqueda	Cs. Shahuindo-Araqueda	Cs. Shahuindo-Araqueda	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
(*) Cloro Residual	mg Cl ₂ /L	0.1	-	-	-	<LCM	-	

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8/1.1	9.3	<1.8	<1.8	<1.1	-	

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Cloro Residual	mg Cl ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl ₂ G, 23rd Ed. 2017 DPD Colorimetric Method.
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E, 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

OBSERVACIONES

LCM: Límite de cuantificación de los métodos, VE: Valor Estimado
 Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.
 Los Resultados Microbiológicos <1.8, 1.1, <1.0; significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecia crecimiento bacteriano en la muestra.
 (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado
 (*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.
 Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev.N°05 Fecha: 06/06/2017

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Ing. Ofo. Marijo de la Cruz Sarmiento
Analista Responsable de Química
CIP: 119544

Cajamarca, 04 de Diciembre de 2018.

2 de 2

Fuente: Laboratorio regional del agua



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 1018594

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **ALEX BRIONES TACILLA**
 Dirección **Av. Martires de Uchuracay N° 637**
 Persona de contacto **Teofilo P. Alata San Miguel** Correo electrónico **kin_alex_92@hotmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **15.10.18** Hora: **10:51 a 13:14**
 Tipo de Muestreo **Puntual**
 Número de Muestras **04** N° Frascos x muestra **01**
 Ensayos solicitados **Fisicoquimicos y Microbiológicos**
 Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
 Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal usuario**
 Procedencia de la Muestra: **SHAHUINDO - ARAQUEDA**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 578** Cadena de Custodia **CC - 594 - 18**
 N° Orden de Trabajo **1018594**
 Fecha y Hora de Recepción **16.10.18** **10:14** Inicio de Ensayo **16.10.18** **11:00**
 Reporte Resultado **22.10.18** **10:20**

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
 LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
Bigo. Juan V. Díaz Saenz
 RESPONSABLE
 C.B.P. 7395

Cajamarca, 22 de Octubre de 2018.

1 de 2

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA - ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
 JR. LUIS ALBERTO SANCHEZ S/N. URB. EL BONOLIE, CAJAMARCA - PERU
 e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe FONDO: 599000 anexo 1140

Fuente: Laboratorio regional del agua



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 1018594

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código Cliente	tanque Almacenamiento		Línea Conducción	Captación	Domicilio	-	-	
Código Laboratorio	1018594-01		1018594-02	1018594-03	1018594-04	-	-	
Matriz de Agua	NATURAL		NATURAL	NATURAL	USO Y CONSUMO	-	-	
Descripción	Subterránea		Subterránea	Subterránea	Potable	-	-	
Localización de la Muestra	Cs. Shahuindo-Araqueda		Cs. Shahuindo-Araqueda	Cs. Shahuindo-Araqueda	Cs. Shahuindo-Araqueda	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
(*) Cloro Residual	mg Cl ₂ /L	0.1	-	-	-	<LCM	-	-

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	4.0	<1.8	<1.8	<1.1	-	-

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Cloro Residual	mg Cl ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl G, 23rd Ed. 2017 : DPD Colorimetric Method.
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E, 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

OBSERVACIONES

LCM: Limite de cuantificación del métodos, VE: Valor Estimado
 Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.
 Los Resultados Microbiológicos <1.8, 1.1, <1.0; significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecia crecimiento bacteriano en la muestra.
 (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado
 (**) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.
 Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev.N°05 Fecha : 06/06/2017

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditacion otorgada por INACAL-DA.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 22 de Octubre de 2018.

2 de 2

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
 JR. LUIS ALBERTO SANCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
 e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe FONC: 599000 anexo 1140

Fuente: Laboratorio regional del agua

Anexo 10. Encuesta realizada

ENCUESTA SOBRE EL SISTEMA DE POTABILIZACION DE AGUA

Esta es una encuesta con la finalidad determinar la calidad del agua del caserío de "Shahuindo de Araqueda" a partir de la evaluación del sistema de abastecimiento en sus diferentes subsistemas.

Nombre: A.N.C.E.L.M.O. GILMER...CERNA CASTILLO DNI: 41242777

Instrucciones: Marca en el recuadro con una cruz o aspa la respuesta que creas conveniente.

Pregunta	Si (1)	No (0)
Sistema de captación (IRC)		
¿Falta un reservorio (lago, represa) previo a la bocanoma que permita la sedimentación de sólidos suspendidos?	X	
¿Se presenta obstrucción de la bocanoma, ya sea por basura o por crecimiento de maleza?		X
¿La toma se encuentra libre, sin rejillas?	X	
¿Se han observado fracturas en la línea de aducción?		X
¿Se observa un desgaste evidente de las flechas u otros componentes del sistema de bombeo?		X
Suma	2	
IRC = suma/número de preguntas	0.4	

Fuente: Sistema de Vigilancia de la Calidad del Agua Potable Urbana

Sistema de tratamiento (IRT)		
¿Han faltado químicos para el tratamiento en los pasados seis meses de operación de la planta?	X	
¿El nivel de turbiedad a la salida de la filtración o antes de la desinfección ha sido mayor que 0.5 UNT, en los últimos seis meses?	X	
¿Se aplica una dosis promedio de cloro menor a 1.0 mg/L al efluente de la planta?		X
¿Se han obtenido mediciones positivas de análisis de coliformes totales o fecales en el efluente de la planta?		X
¿Se tiene un tiempo de contacto menor a 30 minutos desde la aplicación de cloro hasta la primera toma del sistema de distribución?		X
suma	2	
IRT = suma/número de preguntas	0.4	

Fuente: Sistema de Vigilancia de la Calidad del Agua Potable Urbana

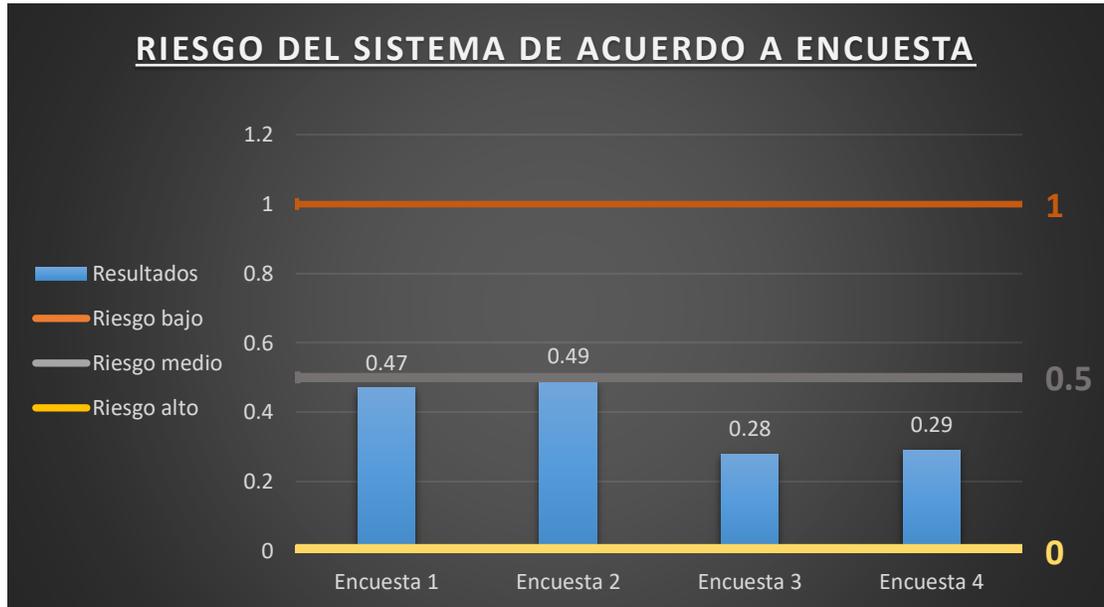
Sistema de almacenamiento (IRA)		
¿La última inspección de los tanques se realizó hace un año o más?		X
¿Es necesario limpiar los tanques y darles mantenimiento más de una vez al año?	X	
¿Los tanques se encuentran destapados o sin protecciones en los respiraderos?		X
¿Se ha observado acumulación de material en el fondo de los tanques?	X	
¿Se vacían y llenan los tanques menos de una vez cada tres días?		X
suma	2	
IRA = suma/número de preguntas	0.4	

Fuente: Sistema de Vigilancia de la Calidad del Agua Potable Urbana

Sistema de distribución (IRD)		
¿Dentro del sector, se ha dejado de cumplir la Meta No. 3 en alguna ocasión en el último año?	X	
¿Dentro del sector, se ha dejado de cumplir la Meta No. 4 ó 5 en alguna ocasión en el último año?	X	
¿En las partes más alejadas de la entrada de agua al sector el nivel de cloro residual es inferior a 0.2 mg/L?	X	
¿Los operadores accionan válvulas de seccionamiento para controlar la presión en el sector?		X
¿La tubería y válvulas del sector son viejas y requieren sustitución?	X	
¿Se han detectado conexiones cruzadas o fugas en el sector que contaminan el agua?		X
suma	4	
IRD = suma/número de preguntas	0,67	
IRSA = bIRC + cIRT + dIRA + eIRD	0.47	

Fuente: Sistema de Vigilancia de la Calidad del Agua Potable Urbana

Anexo 11: Resultados de encuesta realizada



Fuente: Elaborada por los autores

Anexo 12. Límites Máximos Permisibles

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS		
Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias
 (*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

Fuente: MINSA

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	--	Aceptable
2. Sabor	--	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoniaco	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: MINSA

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS**

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Niquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

Fuente: MINSA

Anexo 13. Estándares de Calidad Ambiental

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**

Fuente: MINAM