

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL**



**EFICIENCIA DEL FILTRO DE ARCILLA PARA LA  
OBTENCIÓN DE AGUA DE CONSUMO HUMANO  
EN EL C.P. MACASHCA - HUARAZ, 2020-2021**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**Tesista: Br. MATJHORI KARINA CARRIÓN DOLMOS**

**Asesor: Dr. PEDRO LIBERATO VALLADARES JARA**

**Huaraz - Perú**

**Julio-2021**



FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A  
OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

**1. Datos del autor:**

Apellidos y Nombres: \_\_\_\_\_

Código de alumno: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

D.N.I. n°: \_\_\_\_\_

*(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)*

**2. Tipo de trabajo de investigación:**

Tesis

Trabajo de Suficiencia Profesional

Trabajo Académico

Trabajo de Investigación

Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014)

**3. Para optar el Título Profesional de:**

\_\_\_\_\_

**4. Título del trabajo de investigación:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**5. Facultad de:** \_\_\_\_\_

**6. Escuela o Carrera:** \_\_\_\_\_

**7. Línea de Investigación (\*):** \_\_\_\_\_

**8. Sub-línea de Investigación (\*):** \_\_\_\_\_

*(\*) Según resolución de aprobación del proyecto de tesis*

**9. Asesor:**

Apellidos y nombres \_\_\_\_\_ D.N.I n°: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_ ID ORCID: \_\_\_\_\_

**10. Referencia bibliográfica:** \_\_\_\_\_

**11. Tipo de acceso al Documento:**

Acceso público\* al contenido completo.

Acceso restringido\*\* al contenido completo

*Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.*

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## 12. Originalidad del archivo digital

*Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.*



Firma del autor

## 13. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

*Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia Creative Commons, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.*



*El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.*

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

## 14. Para ser verificado por la Dirección del Repositorio Institucional

Seleccione la  
Fecha de Acto de sustentación:

Huaraz,

Firma:



Varillas William Eduardo

Asistente en Informática y Sistemas

- UNASAM -

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

## ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS

Los miembros del Jurado Evaluador de Tesis, en pleno que suscriben, reunidos el 11 de febrero del dos mil veintidós, en la sala virtual de la Facultad de Ciencias del Ambiente (FCAM) en la plataforma de Microsoft Teams (MT) de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM), y en la sala virtual del Facebook Life, de conformidad a la normatividad vigente condujeron el acto académico público de sustentación y defensa virtual de la tesis **"EFICIENCIA DEL FILTRO DE ARCILLA PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA DE CONSUMO HUMANO EN EL C.P. MACASHCA - HUARAZ, 2020-2021"** que presenta **MATJHORI KARINA CARRIÓN DOLMOS** para optar el **Título Profesional de Ingeniero Ambiental**.

Después de haber atendido la sustentación y defensa oral, y haber escuchado las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

..... **APROBADO** .....

Con el calificativo de: **DIECISEIS** ..... ( **16** )

En consecuencia, **MATJHORI KARINA CARRIÓN DOLMOS** queda expedito para que el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" apruebe el otorgamiento de su **Título Profesional de Ingeniero Ambiental** de conformidad al Art. 113 numeral 113.9 del Reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario N° 399-2015-UNASAM), el Art. 48° y 4ta. disposición complementaria del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 761-2017-UNASAM y Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 211-2020-UNASAM que incorpora la sustentación virtual), el Art. 160° del Reglamento de Gestión de la Programación, Ejecución y Control de las Actividades Académicas (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 232-2017-UNASAM) y el Instructivo para sustentación virtual de tesis (Resolución de Consejo de Facultad N° 051-2020-UNASAM- FCAM del 24/octubre/2020).

Huaraz, 11 de Febrero del 2022

DR. MAXIMILIANO LOARTE RUBINA  
Presidente  
Jurado de sustentación

MSc. MARIO VLADIMIR LEYVA COLLAS  
Primer miembro  
Jurado de sustentación

MSc. MARTIN MIGUEL HUAMAN CARRANZA  
Segundo miembro  
Jurado de sustentación

Dr. PEDRO LIBERATO VALLADARES JARA  
Asesor de tesista



## DEDICATORIA

A Dios, por brindarme su amor incondicional y darme salud en los tiempos más difíciles para poder lograr mis metas propuestas.

A mis padres, por ser el motor de mi vida, por su apoyo, sus consejos, su motivación constante; su ejemplo de lucha y perseverancia que los caracteriza, su fuerza y valor mostrado para salir adelante, sobre todo por su amor infinito y lograr ser quien soy ahora. Este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

A mi hermana, Hellen Karina, por estar conmigo siempre apoyándome en todo momento.

A mi abuela, Norma Banate, quien fue mi motivación desde el cielo.

A Luis Maguiña, por su compañía, su paciencia y apoyo constante.

A mis mejores amigas, mis tíos y primas que, de una u otra forma, me apoyaron en la realización de esta tesis.

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Nuria y Rafael por su apoyo constante y ser mi guía en cada etapa de mi vida.

Al Dr. Pedro Valladares Jara, por su paciencia e incondicional apoyo de principio a fin para la elaboración de mi tesis.

A mi maestro, Quim. Mario Leyva, por orientarme con sus conocimientos y permitirme el acceso al Laboratorio de Calidad Ambiental, para poder realizar los análisis correspondientes.

Al Ing. Martín Huamán e Ing. Danny Robles Sánchez, quienes me brindaron el apoyo con sus conocimientos y experiencias.

## RESUMEN

El aporte de esta investigación es la demostración de que el sistema de tratamiento de agua con filtro de arcilla es eficiente desde la perspectiva de los tratamientos fisicoquímicos y microbiológicos, teniendo en cuenta que los parámetros analizados están dentro los LMP según el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA).

Esta investigación, se originó por la evidencia de observar, que en el conjunto de comunidades rurales se consume agua sin garantía sanitaria; por lo que, tomando como muestra la realidad del consumo de agua en el Centro Poblado (CP) Macashca se experimentó el uso de filtros de arcilla, para mejorar la calidad del agua de consumo humano. Siendo, el objetivo principal el de determinar la eficiencia del filtro de arcilla, para la obtención de agua para consumo humano.

Consecuentemente, la hipótesis de trabajo fue la presunción de que, la purificación del agua para consumo humano a través del filtro de arcilla generaba agua de mejor calidad y apta para consumo humano. La investigación, siendo experimental demostró que si es eficiente para revertir la calidad del agua de cruda a apta.

La metodología usada para el tratamiento se centró en la filtración del agua, con el filtro de arcilla revestida con plata coloidal. Se analizaron los siguientes parámetros: pH, turbiedad, color, conductividad eléctrica, sólidos totales, nitritos y metales pesados (aluminio total, arsénico total, hierro total, manganeso total) a través de los métodos APHA 4500-H\* B, APHA 2130 B, E. Merck 015, APHA 2510 B, APHA 2540 B, reacción griess y Cromoazurol S, DIN - 38 405, Triazina y Formaldoxina. El método de detección de microorganismos fue APHA 9222 B y D.

Los resultados evidenciados a través de los reportes del Laboratorio de Calidad Ambiental (LCA) y análisis estadístico t-student muestran que, se mejoró la calidad del agua en los parámetros, color, solidos totales, turbiedad y metales (Aluminio y manganeso).

**Palabras clave:** filtrón, agua para consumo humano, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

## ABSTRACT

The contribution of this research is the demonstration that the clay filter water treatment system is efficient from the perspective of physicochemical and microbiological treatments, taking into account that the parameters analyzed are within the LMP according to the Water Quality Regulation for Human Consumption (DS N ° 031-2010-SA).

This research originated from the evidence of observing that in the set of rural communities water is consumed without sanitary guarantee; Therefore, taking as a sample the reality of water consumption in the Macashca Town Center (CP), the use of clay filters was experimented with to improve the quality of water for human consumption. Being, the main objective is to determine the efficiency of the clay filter to obtain water for human consumption.

Consequently, the working hypothesis was the presumption that the purification of water for human consumption through the clay filter generated water of better quality and suitable for human consumption. The research, being experimental, showed that it is efficient to revert the quality of the water from raw to suitable.

The methodology used for the treatment focused on water filtration, with the clay filter coated with colloidal silver. The following parameters were analyzed: pH, turbidity, color, electrical conductivity, total solids, nitrites and heavy metals (total aluminum, total arsenic, total iron, total manganese) through the methods APHA 4500-H \* B, APHA 2130 B, E. Merck 015, APHA 2510 B, APHA 2540 B, gray reaction and Cromoazurol S, DIN-38 405, Triazine and Formaldoxin. The microorganism detection method was APHA 9222 B and D.

The results evidenced through the reports of the Environmental Quality Laboratory (LCA) and statistical analysis t-student show that, the quality of the water was improved in the parameters color, total solids, turbidity and metals (Aluminum and manganese).

**Keywords:** filter, water for human consumption, physicochemical and microbiological parameters.



## ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE GRAFICOS	ix
LISTA DE CUADROS	xi
LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE FOTOGRAFIAS	xv
ABREVIATURAS Y SIGLAS	xii
<b>CAPITULO I</b>	<b>1</b>
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	1
1.2. Hipótesis	1
1.3. Variables	1
<b>CAPITULO II</b>	<b>3</b>
MARCO TEORICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Bases teóricas	8
2.3. Definición de términos básicos	11
<b>CAPITULO III</b>	<b>20</b>
MARCO METODOLÓGICO	20
3.1. Tipo de Investigación	20
3.2. Diseño de Investigación	20
3.3. Métodos o técnicas	22
3.4. Población y muestra	23
3.5. Instrumentos validados de recolección de datos	24
3.6. Plan de procesamiento y análisis estadísticos de información	27
<b>CAPITULO IV</b>	<b>29</b>
RESULTADOS	29

<b>CAPITULO V</b>	<b>60</b>
DISCUSION DE RESULTADOS	60
<b>CAPITULO VI</b>	<b>64</b>
CONCLUSIONES	64
RECOMEDACIONES	65
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	66
ANEXOS	69

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos (Anexo I).	17
Tabla 2. Límites máximos permisibles de calidad organoléptica (Anexo II).	17
Tabla 3. Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos (anexo III).	18

## LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1. Resultado de pH en los puntos de muestreo comparado con los LMP.	30
Gráfico 2. Resultado de turbiedad en los puntos de muestreo comparado con los LMP.	31
Gráfico 3. Resultado de color en los puntos de muestreo comparado con los LMP.	33
Gráfico 4. Resultado de conductividad en los puntos de muestreo comparado con los LMP.	34
Gráfico 5. Resultado de solidos totales en los puntos de muestreo comparado con los LMP.	35
Gráfico 6. Resultado de nitritos en los puntos de muestreo comparado con los LMP.	36
Gráfico 7. Resultado de Aluminio total en los puntos de muestreo comparado con los LMP.	37
Gráfico 8. Resultado de Hierro total en los puntos de muestreo comparado con los LMP.	38
Gráfico 9. Resultado de Manganeso total en los puntos de muestreo comparado con los LMP.	39
Gráfico 9. Diagrama de caja para el parámetro pH.	42
Gráfico 10. Diagrama de caja para el parámetro turbidez.	44
Gráfico 11. Diagrama de caja para el parámetro color.	46
Gráfico 11. Diagrama de caja para el parámetro conductividad.	48
Gráfico 12. Diagrama de caja para el parámetro sólidos totales.	50

Gráfico 13. Diagrama de caja para el parámetro nitritos.	52
Gráfico 14. Diagrama de caja para el parámetro aluminio.	54
Gráfico 15. Diagrama de caja para el parámetro hierro.	56
Gráfico 16. Diagrama de caja para el parámetro Manganeseo.	58

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Operacionalización de variables de la investigación	2
Cuadro 2. Métodos estandarizados de análisis de laboratorio.	23
Cuadro 3. Resultados de pH comparado con el DS 031-2010 SA.	29
Cuadro 4. Resultados de turbiedad comparado con el DS 031-2010 SA.	30
Cuadro 5. Resultados de coliformes totales comparado con el DS 031-2010 SA.	31
Cuadro 6. Resultados de coliformes fecales comparado con el DS 031-2010 SA.	32
Cuadro 7. Resultados de color comparado con el DS 031-2010 SA.	32
Cuadro 8. Resultados de conductividad comparado con el DS 031-2010 SA.	33
Cuadro 9. Resultados de sólidos totales comparado con el DS 031-2010 SA.	34
Cuadro 10. Resultados de Nitritos comparado con el DS 031-2010 SA.	35
Cuadro 11. Resultados de Aluminio total comparado con el DS 031-2010 SA.	36
Cuadro 12. Resultados de Arsénico total comparado con el DS 031-2010 SA.	37
Cuadro 13. Resultados de Hierro total comparado con el DS 031-2010 SA.	38
Cuadro 14. Resultados de Manganeso total comparado con el DS 031-2010 SA.	39
Cuadro 15. Etapa pre y post tratamiento del agua.	40
Cuadro 16. Valores iniciales y finales de pH.	40
Cuadro 17. Estadísticos descriptivos para p H.	41

Cuadro 18. Prueba t para dos muestras relacionadas/prueba bilateral para p H.	41
Cuadro 19. Valores iniciales y finales de turbidez.	42
Cuadro 20. Estadísticos descriptivos para turbidez.	43
Cuadro 21. Prueba t para dos muestras relacionadas/prueba bilateral para turbidez.	43
Cuadro 22. Valores iniciales y finales del color.	44
Cuadro 23. Estadísticos descriptivos para color.	45
Cuadro 24. Prueba t para dos muestras relacionadas/prueba bilateral para color.	45
Cuadro 25. Valores iniciales y finales de conductividad.	46
Cuadro 26. Estadísticos descriptivos para conductividad.	47
Cuadro 27. Prueba t para dos muestras relacionadas/prueba bilateral para conductividad.	47
Cuadro 28. Valores iniciales y finales de sólidos totales.	48
Cuadro 29. Estadísticos descriptivos para sólidos totales.	49
Cuadro 30. Prueba t para dos muestras relacionadas/prueba bilateral para sólidos totales.	49
Cuadro 31. Valores iniciales y finales de nitritos.	50
Cuadro 32. Estadísticos descriptivos para nitritos.	51
Cuadro 33. Prueba t para dos muestras relacionadas/prueba bilateral para nitritos.	51
Cuadro 34. Valores iniciales y finales de aluminio.	52
Cuadro 35. Estadísticos descriptivos para aluminio.	53

Cuadro 36. Prueba t para dos muestras relacionadas/prueba bilateral para aluminio.	53
Cuadro 37. Valores iniciales y finales de hierro.	54
Cuadro 38. Estadísticos descriptivos para hierro.	55
Cuadro 39. Prueba t para dos muestras relacionadas/prueba bilateral para hierro.	55
Cuadro 40. Valores iniciales y finales de manganeso.	56
Cuadro 41. Estadísticos descriptivos para manganeso.	57
Cuadro 42. Prueba t para dos muestras relacionadas/prueba bilateral para manganeso.	57
Cuadro 43. Parámetros comparativos con la investigación de Lumba Idrogo & Orihuela Yapias, 2019.	61
Cuadro 44. Parámetros comparativos con la investigación de Cochachin Morales, 2018.	63
Cuadro 45. Parámetros comparativos con la investigación de Cornelio, 2018.	64



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del centro poblado de Macashca.	10
Figura 2. Poblador de Macashca haciendo uso del filtrón de arcilla.	11
Figura 3. Sistema de tratamiento de agua	21
Figura 4. Sub sistema de tratamiento de agua mediante el filtro de arcilla.	21
Figura 5. Diagrama de flujo del sistema de tratamiento de agua.	22

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Punto 1 (PR-01), reservorio de agua.	24
Fotografía 2. Punto 2 (PT-01), tanque rotoplas.	25
Fotografía 3. Punto 3 (PF-01), filtro de arcilla.	25
Fotografía 4. Punto 4 (PS-01), caño de vivienda.	26
Fotografía 5. Estado del tanque de rotoplas	59

## ABREVIATURAS Y SIGLAS

<b>C.P</b>	Centro poblado
<b>LCA</b>	Laboratorio Calidad Ambiental
<b>D.S</b>	Decreto Supremo
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>LMP</b>	Límite Máximo Permisible
<b>DBO</b>	Demanda Bioquímica de Oxígeno
<b>DQO</b>	Demanda Química de Oxígeno
<b>pH</b>	Potencial de Hidrogeno
<b>CE</b>	Conductividad Eléctrica
<b>UFC</b>	Unidad formadora de colonias
<b>UCV</b>	Unidad color verdadero
<b>UNT</b>	Unidad nefelométrica de turbiedad
<b>ST</b>	Sólidos totales

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Objetivos

#### General

Determinar la eficiencia del filtro de arcilla para la obtención de agua para consumo humano en el C.P. Macashca-Huaraz, 2020-2021.

#### Específicos

- Determinar la línea base ambiental del sistema de purificación de agua para consumo humano en el C.P. Macashca-Huaraz.
- Implementar el filtro de arcilla para la obtención de agua para consumo humano en el C.P. Macashca-Huaraz.
- Verificar normativamente la calidad física, química y biológica del agua de consumo humano con filtro de arcilla en el C.P. Macashca-Huaraz, antes y después del proceso de filtrado.
- Determinar normativamente la eficiencia del filtro de arcilla para la obtención de agua de consumo humano en el C.P. Macashca-Huaraz.

### 1.2. Hipótesis

**Hi:** El filtro de arcilla es eficiente normativamente en la purificación del agua para consumo humano en el Centro Poblado de Macashca-Huaraz.

### 1.3. Variables

**Variable independiente:** agua cruda o sin tratamiento.

**Variable dependiente:** agua tratada.

Cuadro 1.

*Operacionalización de variables de la investigación*

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Unidad de medida
<b>Agua sin tratar</b>	<b>Variable independiente</b> Es la variable que el investigador mide, manipula o selecciona para determinar su relación con el fenómeno o fenómenos observados.	Física	Color	TCU
			Turbiedad	UNT
			Conductividad	uS/cm
			Sólidos totales	mg/l
		Microbiológico	Coliformes totales	UFC/ml
			Coliformes fecales	UFC/ml
		Química	Nitritos	mg/l
			pH	Unid. de pH
		Metales	Aluminio total	mg/l Al
			Hierro total	mg/l As
			Arsénico total	mg/l Fe
			Manganeso total	mg/l Mn
<b>Agua tratada</b>	<b>Variable dependiente</b> Es el factor que el investigador observa o mide para determinar el efecto de la variable independiente.	Física	Color	TCU
			Turbiedad	UNT
			Conductividad	uS/cm
			Sólidos totales	mg/l
		Microbiológico	Coliformes totales	UFC/ml
			Coliformes fecales	UFC/ml
		Química	Nitritos	mg/l
			pH	Unid. de pH
		Metales	Aluminio total	mg/l Al
			Hierro total	mg/l As
			Arsénico total	mg/l Fe
			Manganeso total	mg/l Mn

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes

En el Perú, encontramos una amplia gama de proyectos relacionados al agua, y eso va motivando a municipalidades, empresas y organizaciones a dar mayor importancia a la temática del agua.

En la tesis de grado “Filtros Cerámicos, Una Alternativa de Agua Segura”, de la Facultad de Ciencias Ambientales, en la Universidad Tecnológica de Pereira-Colombia; se demostró que los filtros de cerámica son una alternativa de tratamiento de agua al proporcionar filtración, y desinfección, añadiendo a este filtro nitrato de plata, obteniéndose los siguientes resultados: el pH del agua filtrada llegó a los límites permitidos debido a que las vasijas son hechas de barro y se comportan igualmente que el suelo, la turbiedad disminuye, y se le atribuye a la filtración y no a la plata, y las bacterias fueron removidas en un 96% por la vasijas, pero se llegó a un 100% con el nitrato de plata. Entonces esta agua tratada es apta para el consumo humano, ya que la totalidad de los indicadores cumplen con los parámetros de calidad de agua (Arias, 2010, pág. 39).

Los filtros cerámicos impregnados con plata coloidal producen agua sin riesgo para consumo humano, a bajo costo, lo que hace una alternativa de agua segura para las comunidades en zona rural y de bajos recursos que no están conectados a sistemas convencionales de acueducto de agua potable (Arias, 2010, pág. 40).

Se tiene otro referente, la “Eficiencia del filtro de arcilla para la purificación del agua para consumo humano en Cajamarca”. Esta tesis se desarrolló para obtener agua potable en el departamento de Cajamarca, en las zonas rurales donde el agua potable es de difícil acceso y la calidad de pésimas condiciones ya que suelen estar contaminadas además de presentar ciertos metales tóxicos (Ortiz Soriano, 2014, pág. 13).

Para llevar a cabo la investigación, acerca de la eficiencia de los filtros de arcilla en base a la purificación del agua, se consideró trabajar con diversos filtros. El tipo I, compuestos de arcilla, aserrín y plata coloidal al 3.2% con concentraciones de 17% de aserrín, 33% de agua y 50% de arcilla; y la plata coloidal 2ml en 250 ml. El filtro tipo II, eran los 5 restantes, en la cual dos contenían caolín, arena de río y aserrín y los tres últimos arcilla, arena de río, aserrín, en general estas tuvieron concentraciones de 70% caolín, 30% de arena de río, 80% de aserrín y aproximadamente 40% de agua.

Tras realizar análisis físico, químico y bacteriológico de la muestra de agua tomada en Río Grande tal como se encuentra antes de ser tratadas con los diferentes filtros para comparar el grado de eliminación de microorganismos y demás contaminantes en la muestra.

Finalmente se consideró que el más eficiente es del Filtro tipo II, que está en base a caolín de Namora, ya que cumplió la mayoría de los parámetros que se habían planteado, pero los filtros que tenían la composición de arcilla, aserrín y plata coloidal también dieron buenos resultados, y es en base a que se emplean los mismos elementos que será de guía en algunas consideraciones que se desarrollaran más adelante en la ejecución del trabajo de investigación (Ortiz Soriano, 2014, pág. 15).

Se tiene otro antecedente, la “Evaluación de los filtros cerámicos para mejorar la calidad del agua para consumo humano del sector San Mateo, Moyobamba”. Esta investigación, se desarrolló en la provincia de Moyobamba, cuyo objetivo fue evaluar los filtros, de 19 parámetros de calidad de agua analizados, una fracción de Coliformes totales y fecales fueron removidas en los tres sistemas de filtración con las siguientes proporciones, en una primera etapa se removió en un 48.33 % y 48.28%, en la segunda etapa en un 45.55 % y 50.00% y en la tercera etapa en un 48.33% y 52.50%. Por lo tanto, el uso de un elemento desinfectante se ve necesaria para completar la remoción e inactivación de las bacterias. No obstante, esto no amerita a que los filtros no actúen como elemento filtrante (Barrientos, 2015, pág. 10).

Según el investigador Mayhuay (2017), en su tesis titulada “Eficiencia de filtros a diferentes concentraciones tipo 1 y 2 de arcilla, aserrín y plata coloidal en aguas del canal de regadío Chuquitanta para recuperar agua categoría 3”, se basó en evaluar la eficiencia de filtros para la recuperación de agua que a diferencia de otros métodos, ésta es de bajo costo y sin empleo de tecnología a gran escala ya que se necesita sólo de materiales que son de fácil acceso como el aserrín, la arcilla y plata coloidal obtenida por electrolisis, que en una concentración de 80% con 20% de arcilla y aserrín respectivamente más la aplicación de plata coloidal a 25.6 ppm genera excelentes resultados en la recuperación de aguas del canal de regadío de Chuquitanta, reduciendo a gran escala la turbidez, DQO, DBO5, metales como Cd, Mn y Coliformes totales los cuales son parámetros que evalúan la calidad del agua para categoría 3.

Finalmente, los filtros logran recuperar aguas contaminadas la cual se podrían aplicar en otros sectores donde requieran aguas recuperadas para sus procesos como mecanismos de producción ecoeficiente (Mayhuay, 2017, pág. 10)

En la tesis de Cornelio (2018), “Potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal, para favorecer la economía de los pobladores del centro poblado de la Quinua-Pasco 2018”, nos indica que los resultados demuestran que los filtros de cerámica con plata coloidal permiten mantener la calidad microbiológica del agua de lluvia lo que determina su gran calidad como agua potable y pueden ser utilizados en las comunidades rurales. Así mismo los resultados de este estudio son preliminares, pero sugieren que la viabilidad técnica y económica del potencial de aprovechamiento de las aguas lluvias como alternativa para uso doméstico, implica evaluar el aporte en cantidad que pueda captarse en soluciones familiares individuales o colectivas en el centro poblado, y según la hipótesis planteada se logró potabilizar el agua de lluvia a través del método de filtrado cerámico con plata coloidal, llevando los valores iniciales a una óptima calidad y purificación del agua de lluvia quedando apto y seguro para el consumo humano.



El estudio recomienda que para mejorar la calidad de vida de la población rural, y reducir la brecha y la inequidad social que existe entre el sector rural y urbano, el gobierno nacional, departamental y municipal, debe anudar esfuerzos para garantizar el acceso y el aumento de la cobertura de agua potable para la población rural, que ayude a mejorar la calidad de vida de las personas, reduciendo el riesgo que existe de contraer enfermedades transmitidas por el consumo de agua contaminada, reducir los índices de morbilidad y mortalidad especialmente en población vulnerable como niños menores de 5 años y adultos mayores. A su vez se mejora la economía de las familias campesinas, ya que, al reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua, se reduce el número de horas que se dejan de laborar por las incapacidades que generan estas enfermedades. Igualmente se reducen los gastos médicos derivados de estas enfermedades (Cornelio, 2018, pág. 3).

En la tesis de título “Eficiencia del filtro a base de arcilla y plata coloidal en la potabilización de agua, medidas por pruebas fisicoquímicas y microbiológicas en el río Casca del distrito de Independencia”, tuvo como finalidad realizar el tratamiento del río Casca en el aspecto fisicoquímico y microbiológico con pruebas de filtración por medio de los filtros de arcilla mezclado con aserrín y plata coloidal en 03 puntos del Río Casca (Cochachin Morales, 2018, pág. 10).

En los resultados obtenidos del tratamiento de la muestra 3 para turbiedad ningún resultado excede los límites máximos estipulados en el D.S. N°031-2010-SA., la remoción de turbiedad fue del 81,17% del filtro sin plata coloidal y entre los filtros impregnados con plata se obtuvo una remoción de turbiedad de 88,14% (Cochachin Morales, 2018, pág. 102).

En cuanto a calidad microbiológica los filtros impregnados de plata tuvieron 99,99% de remoción en coliformes totales y 100 % de remoción en coliformes fecales. (Cochachin Morales, 2018, pág. 103).

En la investigación “Desinfección del agua para consumo humano mediante el uso de filtro de arcilla y plata coloidal en sector urbano de Lurigancho-Chosica”, Nos indica que la importancia de la desinfección del agua

potable es esencial para prevenir brotes de enfermedades infecciosas y parasitarias. Un método comúnmente utilizado para potabilizar agua es por aplicación de filtros de arcilla, cuyo uso es común en zonas desprovistas de red de agua potable. En consideración de ello, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la desinfección del agua en un sector de Carapongo (Luriganchos-Chosica) con el uso del filtro de arcilla con aserrín y plata coloidal. Se elaboraron modelos de filtro de arcilla prototipo de distintos tamaños con aserrín a un 50%, después se le añadió plata coloidal. En total, se diseñaron 5 filtros de diferentes tamaños y grosores, utilizando en 3 de ellas arcilla de cerámica y en 2 arcilla natural; luego del moldeamiento de los filtros, se llevaron a altas temperaturas para que se formen membranas microporosas que cumplan la función de filtros, para aumentar el poder de filtración se impregnó solución de plata coloidal, esta última para inhibir el paso de bacterias. El experimento cumplió con el proceso de desinfección, potabilización y remoción. Los resultados de las muestras de agua analizadas se compararon con los estándares de calidad ambiental y los análisis estadísticos mostraron resultados favorables tanto en los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, y evidenciaron que el filtro mejoró la temperatura en 2 °C, favoreció el aumento el pH en 0.15 unidades, ayudó a disminuir de 1979.44 a 1333.55 mg/L los Solidos Disueltos Totales (disminuyendo el nivel de turbiedad del agua), y los coliformes totales y *Escherichia coli* (E.C); los resultados muestran que el método de tratamiento es efectivo, de bajo costo y fácil accesibilidad para viviendas. (Lumba Idrogo & Orihuela Yapias, 2019, pág. 19)

En la investigación de título "Elaboración de un filtro de barro compuesto de arcilla roja, óxido de grafeno y nano partículas de plata para el tratamiento de aguas del río Chimbo", esta investigación se basa en la obtención de un filtro de barro con óxido de grafeno y nano partículas de plata que permitan el tratamiento de agua cruda. Para la experimentación elaboró dos filtros recubiertos de nano partículas de plata con concentraciones de 0.3% y 0.5% de óxido de grafeno. Las pruebas de filtración se llevaron a cabo con muestras de agua procedentes del río Chimbo (Lara Romero & Mejillon Salinas, 2018).

## 2.2. Bases teóricas

La eficiencia es una expresión que tiene como “primer requisito de la que se produzca el máximo con una cantidad determinada de recursos” (Pinto Prades, 1992, pág. 80).

En este sentido, la eficiencia de un filtro de arcilla, que convierte el agua sin tratar en agua tratada para consumo humano, que es aquella que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes vulnerabilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su vida; además es importante señalar que es un sistema económico con un empleo mínimo de recursos.

El agua es una necesidad vital que influye de forma directa en la salud. La calidad del agua de consumo humano se ha asociado con diversas enfermedades. Un gran número de enfermedades infecciosas y parasitarias en el mundo se debe a la falta de acceso adecuado a fuentes de agua y a condiciones de saneamiento, y la Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que 2,9 millones de personas mueren cada año por estas causas

En consecuencia, es fundamental garantizar el acceso a agua potable para mejorar las condiciones de salud de las poblaciones y evitar la transmisión de enfermedades. Cuando las personas consumen agua que no es apta para consumo humano, hay mayor riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua; en el centro poblado de Macashca no existe un sistema de agua apta para consumo, lo cual no garantiza una buena condición de salud.

La buena condición de salud se logrará, con el tratamiento del agua mediante el filtro de arcilla, que consiste en dotar de agua apta para consumo humano. Debe entenderse que la purificación es el proceso, en tanto que la desinfección es una parte de dicho proceso, pues en ella se refiere a la inactivación de los microorganismos presentes en el agua, a través de un agente químico, que en este caso es la plata coloidal a un nivel que no represente peligro para la salud humana.

En la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua demostró que el filtro de cerámica remueve en un 100% los coliformes totales y fecales, los estreptococos fecales y la Escherichea coli (Baide Cartagena, 2001, pág. 10).

El filtro de cerámica impregnado con plata coloidal que actúa como desinfectante desconocido desde 1930. El primer filtro de bajo costo, hecho por artesanos con la tecnología apropiada, fue desarrollado y probado en 1981 por los químicos Fernando Mazariegos y Julia Alicia Amado de Zeissig del ICAITI (Baide Cartagena, 2001, pág. 2).

Para realizar el tratamiento de agua, se realiza el proceso de filtración de agua, que consiste en la remoción de partículas suspendidas y coloidales presentes en una suspensión acuosa que escurre a través de un medio poroso (Yactayo, pág. 2). Este medio filtrante en nuestro caso es la arcilla con plata coloidal, este filtro es una unidad de tratamiento y almacenamiento seguro de agua a escala familiar, la plata coloidal en su elemento filtrante provoca una reacción que desactiva agentes dañinos para el organismo humano que pueden atravesar el filtro, siendo completamente inofensivo para el ser humano (Rivera, 2007, pág. 3).

Una de sus cualidades del filtro de arcilla también consiste en que garantiza almacenamiento seguro para el agua tratada en casa. Al pasar por el filtro, el agua se deposita en un recipiente en el que no es necesario introducir ningún objeto para extraer el agua, sino que la misma se obtiene a través de un grifo, con el que garantiza el mantenimiento de su calidad. Se considera un material no tóxico.

Este filtro, filtra el agua eliminando su turbiedad y, gracias a la plata coloidal, la desinfecta al desactivar las bacterias que puedan colarse por sus microporos, logrando tratar exitosamente el agua contaminada (Rivera, 2007, pág. 2). (véase **figura 2**).

El Centro Poblado de Macashca se encuentra ubicado geográficamente en la parte media y alta de la subcuenca del río Páriac, cuenca hidrográfica del río Santa, provincia fisiográfica sierra y flanco occidental de la Cordillera Blanca,

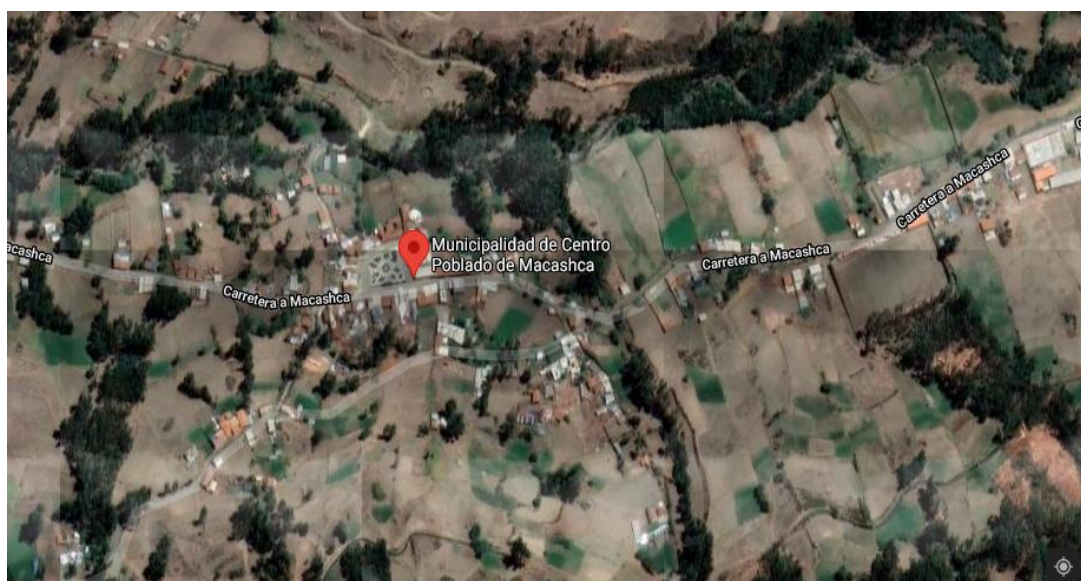
extendiéndose desde los 3250 m.s.n.m., altitud inferior y los 6369 m.s.n.m. máxima altitud en la cumbre del nevado Tunsho y entre las coordenadas geográficas 09° 29' 47" y 09° 35' 14" Latitud Sur y 77° 18' 12" y 77° 31' 05 Longitud Oeste. Política y administrativamente pertenece a la jurisdicción del Distrito y Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash (Proyecto de Ley N°4489, 2018) (véase en la **figura 1**).

El Centro Poblado de Macashca, carece de los servicios básicos de agua y desagüe, la dotación de agua para la población no es de buena calidad, es por ello que elegí esta zona para realizar mi investigación, para contribuir con la mejora de la calidad de vida de las personas sin alterar los componentes del ambiente con una alternativa económicamente viable.

Las familias consumen agua contaminada debido a que captan de canales de riego abiertos, expuestos a la contaminación generado por diversos agentes como el hombre, animales y fuentes naturales, pues no tienen sistemas que les permite tratar el agua, carecen de infraestructura que dote de agua de buena calidad para su consumo.

### Figura 1.

*Ubicación geográfica del centro poblado de Macashca.*



**Nota.** Centro poblado de Macashca, Huaraz, Ancash. Pertenece a este sitio: *Google Maps*, 23 agosto 2021.

## Figura 2.

*Pobladora de Macashca haciendo uso del filtrón de arcilla.*



**Nota:** Poblador haciendo uso del filtro de arcilla. Pertenecer a este sitio: [deperu.com/centros-poblados/macashca-5939](http://deperu.com/centros-poblados/macashca-5939),

El incremento de Morbilidad y Mortalidad de la población infantil, según las estadísticas que maneja el Ministerio de Salud de Huaraz, la segunda causa de morbilidad de los niños es por enfermedades digestivas que se deriva por la mala calidad del agua que consumen para el uso doméstico. Las principales causas de morbilidad identificadas en la zona inciden en una alta prevalencia de infecciones respiratorias, enfermedades diarreicas (Proyecto de Ley N°4489, 2018).

### 2.3. Definición de términos básicos

**Filtro:** material poroso o dispositivo a través del cual se hace pasar un fluido para limpiarlo de impurezas o separar ciertas sustancias (Fernández Chiti, 2005).

**Filtración:** La filtración es el mecanismo en el cual se realiza la separación de un componente en estado sólido que se logra separar del líquido en el que se encuentra suspendido, mediante el cual logra pasar por un medio poroso que 19 viene hacer un filtro cuyas características permiten retener al sólido

impidiendo su paso, con el líquido sucede lo contrario puesto que se filtra y pasa. El tipo de filtro puede estar en base a diversos elementos como arena, carbón, u algún material que presente porosidad, teniendo como función la separación de algún tipo de sólido en suspensión, agentes patógenos, al igual que eliminar malos olores, sabores hasta productos tóxicos que puedan estar en el medio líquido que se quiera filtrar. Para determinar el grado de filtración, que es la eficiencia con la que un líquido es filtrado, donde el coeficiente del mismo está en función de la pérdida de carga con respecto a lo que se filtra, y el índice tomando en cuenta que es para un determinado volumen de agua estará en base a la variación de velocidad de la filtración (Vidal Henao, 2010).

**Purificación del Agua:** El agua necesaria para usos domésticos, agrícolas e industriales procede de lagos, ríos y otras fuentes subterráneas. Gran parte de esta agua debe ser tratada para eliminar bacterias y otras impurezas peligrosas (Guillespie Humphreys, 1990).

**Arcilla:** Las arcillas son aquellas partículas cuyas fracciones presentan un tamaño menor a  $2\mu\text{m}$ . Las arcillas forman parte esencial de los suelos ya que lo constituyen y que son procedentes finales del producto de algún proceso de meteorización de los silicatos. Para tener conocimiento de la calidad, la granulometría, características como plasticidad, esta última realizada por la relación que existe entre el límite líquido y el índice de plasticidad, será necesario tener conocimiento de sus propiedades.

**Plasticidad:** Es la propiedad que presenta la arcilla combinada con una cierta cantidad de agua, además esta se debe a la estructura laminar que presenta por lo que la arcilla puede adquirir cierta flexibilidad y dependiendo del grado de plasticidad que se quiera obtener es que se dispondrá de la cantidad de agua a utilizar, y las partículas cuanto más pequeñas y deformes sean presentan alta plasticidad (Aguirre Gaspar, 2004).

- **Límite plástico:** es el contenido de humedad cuando la arcilla pasa de un estado plástico a uno semisólido que se convierte en un material disgregable.

- **Límite líquido:** Es el contenido que presenta de agua la arcilla cuando pasa del estado líquido al lograr su plasticidad.
- **Índice de plasticidad:** es el cálculo entre el límite plástico y el límite líquido donde se realiza la diferencia entre ambos valores.
- **Contracción:** Este se manifiesta cuando se da el proceso de secado, ya que la arcilla combinada con agua a temperatura ambiente aumenta su volumen, pero su constante ventilación o llevado a secar a temperaturas altas, hace que esta se contraiga perdiendo el volumen inicial.
- **Porosidad:** Las arcillas por presentar partículas menores de  $2\mu\text{m}$  presentan poros pequeños por lo que el agua puede pasar lentamente, lo cual no es muy impermeable (Aguirre Gaspar, 2004).

**Plata coloidal:** La plata coloidal se compone de partículas de plata muy pequeñas cargadas eléctricamente, que varían de 1 a 10 nm de diámetro y están suspendidas en agua destilada. La estabilización de las cargas en presentaciones comerciales se ha hecho con albúmina y gnetina vegetal; actualmente, se utilizan otros compuestos para estabilizar el coloide, la carga y el tamaño, conocidas como nano partículas de plata (AgNPs). Uno de los usos de los coloides de plata es el combate contra las bacterias (Coutiño Rodríguez, 2015).

La plata al igual que otros metales se halló que tiene propiedades que eliminan a los microorganismos siendo está en estado coloidal más efectiva ya que pierde propiedades tóxicas como la cáustica y su aplicación en pequeñas cantidades resultaba ser efectiva. La plata coloidal es un conjunto de macromoléculas cuyo valor oscila de 0.005 a 0.015  $\mu\text{m}$  siendo inferior al tamaño de un virus, formado por electrolisis en la cual la barra de plata pura al tener carga positiva llevado a un medio con agua destilada se une con el oxígeno, formando otra molécula de carga positiva cuya reacción produce que ambas moléculas se dispersen unas entre otras formando el medio acuoso con partículas microscópicas (Donachy, 2004, pág. 15).



**Agua Potable:** es toda agua que, empleada para ingesta humana, no causa daño a la salud y cumple con las disposiciones de valores guías estéticos, organolépticos, físicos, químicos, biológicos y microbiológicos (DS.031-2010-SA).

**Eficiencia:** se define eficiencia como el grado en que se cumplen los objetivos de una iniciativa al menor costo posible. El no cumplir cabalmente los objetivos y/o el desperdicio de recursos o insumos hacen que la iniciativa resulta ineficiente (o menos eficiente) (INDES, 2000).

**Reglamento de la calidad de agua para consumo humano:** 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, que son los siguientes:

#### **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.

#### **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:

1. Bacterias coliformes totales, termotolerantes y Escherichia coli,
2. Virus;
3. Huevos y larvas de helmintos, quistes y/o quistes de protozoarios patógenos;
4. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos; y
5. Para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°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 estética y organoléptica del agua para consumo humano, no deben exceder las concentraciones o valores.

### **Artículo 62° . - Parámetros inorgánicos y orgánicos**

Toda agua destinada para el consumo humano, no deberá exceder los límites máximos permisibles para los parámetros inorgánicos y orgánicos.

### **Artículo 63° . - Parámetros de control obligatorio (PCO)**

Son parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, los

siguientes:

1. Coliformes totales;
2. Coliformes termotolerantes;
3. Color;
4. Turbiedad;
5. Residual de desinfectante; y
6. pH.

### **Artículo 64° . - Parámetros adicionales de control obligatorio (PACO)**

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.

### **1. Parámetros microbiológicos**

Bacterias heterotróficas; virus; huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos; y organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos.

### **2. Parámetros organolépticos**

Sólidos totales disueltos, amoníaco, cloruros, sulfatos, dureza total, hierro, manganeso, aluminio, cobre, sodio y zinc, conductividad;

### **3. Parámetros inorgánicos**

Plomo, arsénico, mercurio, cadmio, cromo total, antimonio, níquel, selenio, bario, flúor y cianuros, nitratos, boro, clorito clorato, molibdeno y uranio.

### **4. Parámetros radiactivos**

Esta condición permanecerá hasta que el proveedor demuestre que dichos parámetros cumplen con los límites establecidos en la presente norma, en un plazo que la Autoridad de Salud de la jurisdicción determine.

**Tabla 1.**

*Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos (Anexo I).*

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

**Tabla 2.**

*Límites máximos permisibles de calidad organoléptica (Anexo II).*

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 <sup>-1</sup>	1 000
8. Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
9. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> L <sup>-1</sup>	250
10. Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
11. Amoniacó	mg N L <sup>-1</sup>	1,5
12. Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0,3
13. Manganeso	mg Mn L <sup>-1</sup>	0,4
14. Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0,2
15. Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2,0
16. Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3,0
17. Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

A  
VI

**Tabla 3.**

*Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos (anexo III).*

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

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Trihalometanos totales (nota 3)		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL <sup>-1</sup>	0,01
3. Aceites y grasas	mgL <sup>-1</sup>	0,5
4. Alacloro	mgL <sup>-1</sup>	0,020
5. Aldicarb	mgL <sup>-1</sup>	0,010
6. Aldrin y dieldrin	mgL <sup>-1</sup>	0,00003
7. Benceno	mgL <sup>-1</sup>	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL <sup>-1</sup>	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL <sup>-1</sup>	0,001
10. Endrin	mgL <sup>-1</sup>	0,0005
11. Gamma HCH (lindano)	mgL <sup>-1</sup>	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL <sup>-1</sup>	0,001
13. Heptacloro y heptacloropóxido	mgL <sup>-1</sup>	0,00003
14. Metaxicloro	mgL <sup>-1</sup>	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL <sup>-1</sup>	0,009
16. 2,4-D	mgL <sup>-1</sup>	0,030
17. Aclamida	mgL <sup>-1</sup>	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL <sup>-1</sup>	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL <sup>-1</sup>	0,0003
20. Benzopireno	mgL <sup>-1</sup>	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL <sup>-1</sup>	0,03
22. Tetracloroetano	mgL <sup>-1</sup>	0,04

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
23. Monocloramina	mgL <sup>-1</sup>	3
24. Tricloroetano	mgL <sup>-1</sup>	0,07
25. Tetracloruro de carbono	mgL <sup>-1</sup>	0,004
26. Ftalato de di (2-etilhexilo)	mgL <sup>-1</sup>	0,008
27. 1,2- Diclorobenceno	mgL <sup>-1</sup>	1
28. 1,4- Diclorobenceno	mgL <sup>-1</sup>	0,3
29. 1,1- Dicloroetano	mgL <sup>-1</sup>	0,03
30. 1,2- Dicloroetano	mgL <sup>-1</sup>	0,05
31. Diclorometano	mgL <sup>-1</sup>	0,02
32. Ácido edético (EDTA)	mgL <sup>-1</sup>	0,6
33. Etilbenceno	mgL <sup>-1</sup>	0,3
34. Hexaclorobutadieno	mgL <sup>-1</sup>	0,0006
35. Acido Nitrilotriacético	mgL <sup>-1</sup>	0,2
36. Estireno	mgL <sup>-1</sup>	0,02
37. Tolueno	mgL <sup>-1</sup>	0,7
38. Xileno	mgL <sup>-1</sup>	0,5
39. Atrazina	mgL <sup>-1</sup>	0,002
40. Carbofurano	mgL <sup>-1</sup>	0,007
41. Clorotoluron	mgL <sup>-1</sup>	0,03
42. Cianazina	mgL <sup>-1</sup>	0,0006
43. 2,4- DB	mgL <sup>-1</sup>	0,09
44. 1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mgL <sup>-1</sup>	0,001
45. 1,2- Dibromoetano	mgL <sup>-1</sup>	0,0004
46. 1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mgL <sup>-1</sup>	0,04
47. 1,3- Dicloropropeno	mgL <sup>-1</sup>	0,02
48. Dicloroprop	mgL <sup>-1</sup>	0,1
49. Dimetato	mgL <sup>-1</sup>	0,006
50. Fenoprop	mgL <sup>-1</sup>	0,009
51. Isoproturon	mgL <sup>-1</sup>	0,009
52. MCPA	mgL <sup>-1</sup>	0,002
53. Mecoprop	mgL <sup>-1</sup>	0,01
54. Metolacoloro	mgL <sup>-1</sup>	0,01
55. Molinato	mgL <sup>-1</sup>	0,006
56. Pendimetalina	mgL <sup>-1</sup>	0,02
57. Simazina	mgL <sup>-1</sup>	0,002
58. 2,4,5- T	mgL <sup>-1</sup>	0,009
59. Terbutilazina	mgL <sup>-1</sup>	0,007
60. Trifluralina	mgL <sup>-1</sup>	0,02
61. Clorpirifos	mgL <sup>-1</sup>	0,03
62. Piriproxifeno	mgL <sup>-1</sup>	0,3
63. Microcistin-LR	mgL <sup>-1</sup>	0,001

64. Bromato	mgL <sup>-1</sup>	0,01
65. Bromodiclorometano	mgL <sup>-1</sup>	0,06
66. Bromoformo	mgL <sup>-1</sup>	0,1
67. Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído)	mgL <sup>-1</sup>	0,01
68. Cloroformo	mgL <sup>-1</sup>	0,2
69. Cloruro de cianógeno (como CN)	mgL <sup>-1</sup>	0,07
70. Dibromoacetónitrilo	mgL <sup>-1</sup>	0,1
71. Dibromoclorometano	mgL <sup>-1</sup>	0,05
72. Dicloroacetato	mgL <sup>-1</sup>	0,02
73. Dicloroacetónitrilo	mgL <sup>-1</sup>	0,9
74. Formaldehído	mgL <sup>-1</sup>	0,02
75. Monocloroacetato	mgL <sup>-1</sup>	0,2
76. Tricloroacetato	mgL <sup>-1</sup>	0,2
77. 2,4,6- Triclorofenol		

**Nota 1:** En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mgL<sup>-1</sup>.

**Nota 2:** Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL<sup>-1</sup>.

**Nota 3:** La suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Cloroformo, Dibromoclorometano, Bromodiclorometano y Bromoformo) con respecto a sus límites máximos permisibles no deberá exceder el valor de 1,00 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{cloroformo}}}{LMP_{\text{cloroformo}}} + \frac{C_{\text{dibromoclorometano}}}{LMP_{\text{dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{bromodichlorometano}}}{LMP_{\text{bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{bromoformo}}}{LMP_{\text{bromoformo}}} \leq 1$$

donde, C: concentración en mg/L, y LMP: límite máximo permisible en mg/L

## CAPITULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo de Investigación

**Experimental:** fue una investigación experimental porque, se participó activamente en las observaciones del diseño y aplicación del uso del filtro.

La investigación se efectuó a través de la manipulación de los componentes del sistema de tratamiento, en condiciones controladas, para describir las causas o formas en que se produce el tratamiento de agua con el filtro de arcilla y verificar cambios notables entre el agua cruda y agua tratada.

**Aplicada:** con la Implementación del sistema de tratamiento de agua para consumo humano con filtro de arcilla, nos centramos en la resolución de un problema de carácter social para beneficio de la población.

La presente investigación tiene como fin la búsqueda y consolidación del saber, y la aplicación de los conocimientos para el enriquecimiento del acervo cultural, científico y tecnológico que permita la adaptación al cambio climático a través de la implementación de los servicios básicos ecológicos.

**Explicativa:** a través de la Implementación del sistema de tratamiento de agua para consumo humano con filtro de arcilla, podremos determinar y dar detalles del problema hallado, identificando las circunstancias.

#### 3.2. Diseño de Investigación

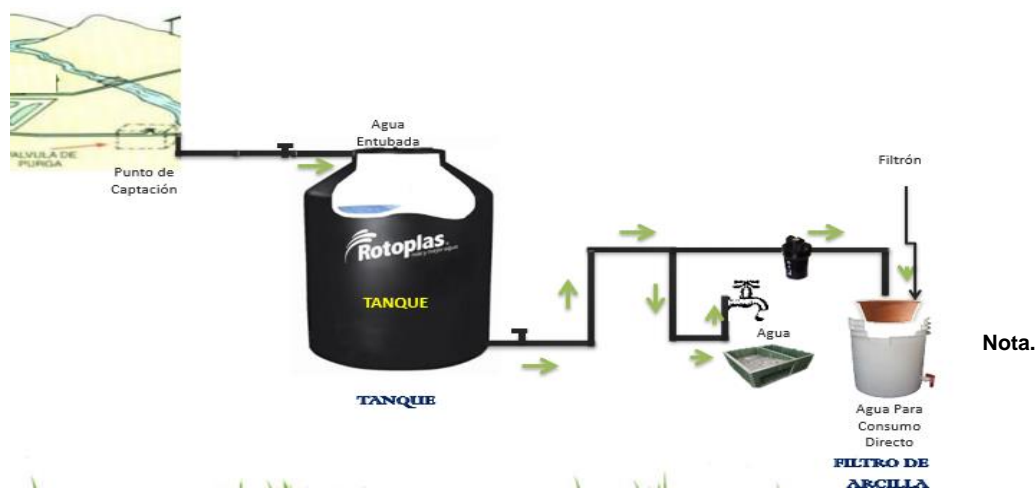
La presente investigación obedece a un diseño de tipo experimental, debido a que se manipula una y más variables dependientes, realizándose mediciones de las variables antes y después de la filtración; es decir, que, a través del experimento del filtro de arcilla, se sometió el agua del centro poblado de Macashca a influencia del filtro y así determinar la causa de la remoción de los parámetros dependientes.

Se tiene el siguiente esquema para detallar el funcionamiento del sistema de tratamiento de agua:

### SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA

Figura 3.

*Sistema de tratamiento de agua*



Esquema del sistema de tratamiento de agua. Fuente: Plan de trabajo del proyecto "Implementación de las viviendas con un sistema de potabilización del agua y un humedal artificial en el Centro Poblado de Macashca – Huaraz", 2012- 2014.

Figura 4.

*Sub sistema de tratamiento de agua mediante el filtro de arcilla.*

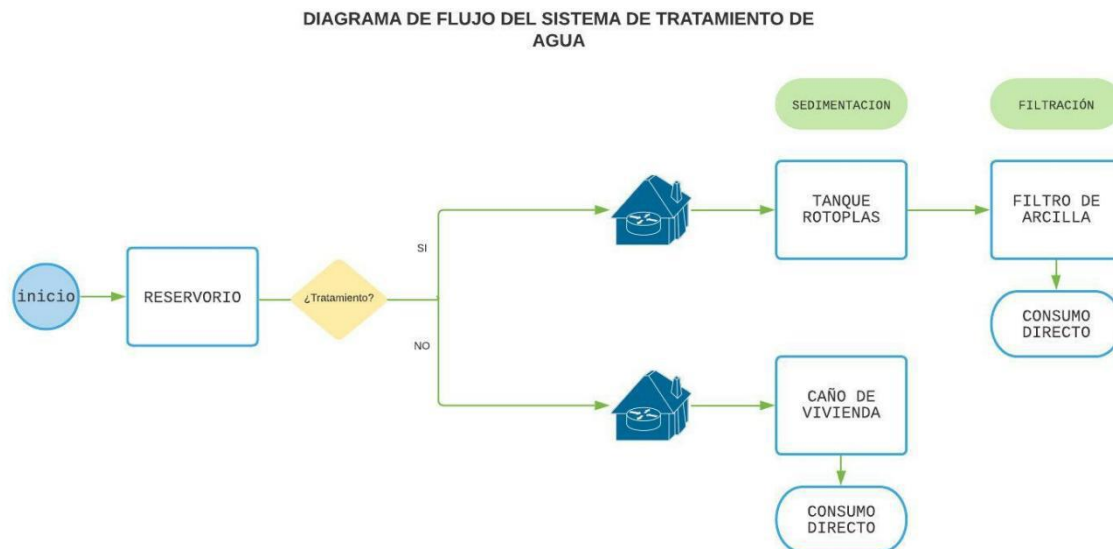


**Nota.** Sub sistema de tratamiento de agua mediante el filtro de arcilla (filtrón). Fuente: Plan de trabajo del proyecto "Implementación de las viviendas con un sistema de potabilización del agua y un humedal artificial en el Centro Poblado de Macashca – Huaraz", 2012-2014.



**Figura 5.**

*Diagrama de flujo del sistema de tratamiento de agua.*



**Nota.** Diagrama de flujo del sistema de tratamiento de agua. Fuente: Propia.

### 3.3. Métodos o técnicas

#### **Tratamiento mediante filtración del agua por medios porosos revestido con plata coloidal**

Mediante este método, las bacterias y algunos virus se atrapan en los poros del filtro, y por efecto de la plata coloidal las bacterias se desactivan al contacto y son incapaces de reproducirse, previniendo el crecimiento del mismo elemento.

Éste actúa por gravedad. Simplemente se vierte agua de cualquier fuente dentro del filtro. El tamaño del poro del purificador de agua permite filtrar el agua atrapando las bacterias, quistes de parásitos y residuos fecales, las cuales causan diarrea, cólera y otras enfermedades vinculadas al consumo de agua contaminada. Elimina el mal olor, la turbidez del agua manteniéndola siempre fresca (Ventura, 2014).

## Métodos de Análisis de laboratorio

### Cuadro 2.

*Métodos estandarizados de análisis de laboratorio.*

PARÁMETRO	METODO
pH	APHA 4500-H* B, versión 2017
Turbiedad	APHA 2130 B
Coliformes totales	APHA 9222 B
Coliformes fecales	APHA 9222 D
Color	E. Merk 015
Conductividad	APHA 2510 - B, versión 2017
Sólidos Totales	APHA 2540 B
Nitritos	Reacción Griess
Aluminio Total	Cromoazurol S
Arsénico Total	DIN – 38 405
Hierro total	Triazina
Manganeso Total	Formaloxina

### 3.4. Población y muestra

#### **Población:**

Usuarios de cualquier zona rural de la Cordillera Blanca que no cuenten con el sistema de tratamiento de agua potable.

#### **Muestra:**

Instalaciones de agua en una vivienda de una familia del C.P. Macashca, en la subcuenca del río Paria distrito y provincia de Huaraz-Perú.

### 3.5. Instrumentos validados de recolección de datos

#### Acción y observación directa:

Se realizó la observación directa de la situación inicial de consumo de agua cruda sin tratamiento, en una familia. Luego, durante la instalación y proceso de filtrado se observaron los cambios de calidad del agua. Durante todas estas actividades, se registraron los datos pertinentes a la investigación.

Para ello se tomó en cuenta la hoja de datos de campo, el cual nos permitió registrar datos puntuales de la toma de muestra de cada uno de los puntos.

#### Muestreo de agua

Se tomó las muestras de agua de 3 puntos antes del filtrado (reservorio tanque Rotoplas y caño de vivienda) y 1 punto después del filtrado (filtro de arcilla), para seguir con el análisis comparativo con la norma vigente que es el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano (DS N°031-2010-SA) y determinar la eficiencia del filtro de arcilla.

#### PUNTO 01:

El primer punto a tomar la muestra fue el reservorio de agua, ubicado en la zona alta del centro poblado de Macashca. De este reservorio se abastece la zona del margen derecho de la población de Macashca.

#### Fotografía 1.

*Punto 1 (PR-01), reservorio de agua.*



## PUNTO 02:

Este punto se ubicó en un domicilio de los beneficiarios, se tomó la muestra del tanque rotoplas.

### Fotografía 2.

*Punto 2 (PT-01), tanque rotoplas.*



## PUNTO 03:

Este punto fue tomado posterior al proceso de filtrado del filtrón de arcilla, ubicado en el domicilio del beneficiario.

### Fotografía 3.

*Punto 3 (PF-01), filtro de arcilla.*



#### **PUNTO 04:**

Este punto fue tomado en el caño de la vivienda, es la muestra de agua sin tratar en el domicilio del beneficiario.

#### **Fotografía 4.**

*Punto 4 (PS-01), caño de vivienda.*



#### **Análisis fisicoquímico y microbiológico**

El instrumento validado para la investigación, son los reportes del Laboratorio de Calidad Ambiental (LCA) de la FCAM, con los resultados de las concentraciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las muestras de agua del proceso del filtrado.

Se realizó el análisis de laboratorio de los siguientes parámetros de control:

- **Parámetros Físicos:**

- Color
- Conductividad
- Sólidos Totales
- Turbiedad

- **Parámetros Químicos**

pH  
Nitritos

- **Parámetros Microbiológicos**

Coliformes totales  
Coliformes fecales o termotolerantes

- **Metales Pesados**

Aluminio  
Arsénico  
Manganeso  
Hierro

Se reportaron los resultados de la presencia o ausencia de los siguientes parámetros de la calidad del agua: pH, turbiedad, color aparente, nitritos, conductividad, sólidos totales disueltos, coliformes totales, y coliformes fecales.

La metodología usada para el tratamiento se centró en la filtración del agua a través del filtrón, que es un medio poroso revestido con plata coloidal. Luego, se midieron los valores de pH, turbiedad, color, conductividad eléctrica, sólidos totales, nitritos y metales pesados (aluminio total, arsénico total, hierro total, manganeso total) a través de los métodos APHA 4500-H\* B, versión 2017, APHA 2130 B, E. Merck 015, APHA 2510 B, versión 2017, APHA 2540 B, reacción griess y Cromoazurol S, DIN - 38 405, Triazina y Formaldoxina.

### **3.6. Plan de procesamiento y análisis estadísticos de información**

Los datos obtenidos de la investigación fueron procesados haciendo uso de la estadística descriptiva del conjunto de datos de la calidad del agua en todas las etapas de la investigación.

Los reportes de los resultados de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos fueron analizados comparativamente con el reglamento vigente de calidad del agua para el agua de consumo humano, el DS N°031-2010-SA.

Así mismo, se hizo uso de la prueba t-student para muestras relacionadas, considerando los datos sobre el límite de detección del método (análisis de laboratorio) y tomándolos como valores de 0.000, esto para ver las diferencias significativas de la relación entre las muestras.



## CAPITULO IV

### RESULTADOS

4.1. A continuación, se muestra el análisis comparativo de los valores de la calidad del agua sin tratar, que discurre a través de una tubería de PVC y del agua tratada a través del filtrón, aplicando valores de las concentraciones de los parámetros evaluados con los estándares de calidad del agua, tomando como referente normativo el Decreto Supremo 031-2010 SA, en los cuatro puntos evaluados de la presente investigación.

#### PARAMETRO: pH

#### Cuadro 3.

*Resultados de pH comparado con el DS 031-2010 SA.*

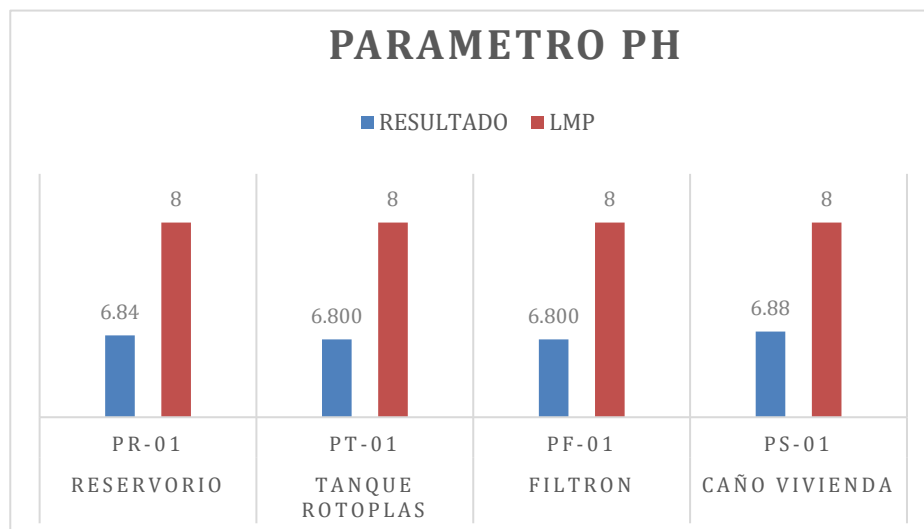
Parámetro: pH (Valor de pH)			
PUNTO	CODIGO	RESULTAD O	LMP
Reservorio	PR-01	6.84	6.5 a 8.5
Tanque Rotoplas	PT-01	6.800	6.5 a 8.5
Caño vivienda	PS-01	6.88	6.5 a 8.5
<b>Filtrón</b>	<b>PF-01</b>	<b>6.800</b>	<b>6.5 a 8.5</b>

En el cuadro 3, se observa que, al comparar los valores de la concentración de hidrogeniones, en todos los puntos muestreados con el LMP para pH, se puede notar, que en ninguno de los puntos muestreados supera el valor del rango del pH 6.5 a 8.5; pero, existe una pequeña variación decimal entre el primer punto (reservorio) y el ultimo (caño de vivienda) con respecto a los dos puntos que pertenecen al sistema de tratamiento, mejorando la calidad del agua a partir de su paso por el filtrón.



### Gráfico 1.

Resultado de pH en los puntos de muestreo comparado con los LMP.



### PARAMETRO: Turbiedad

#### Cuadro 4.

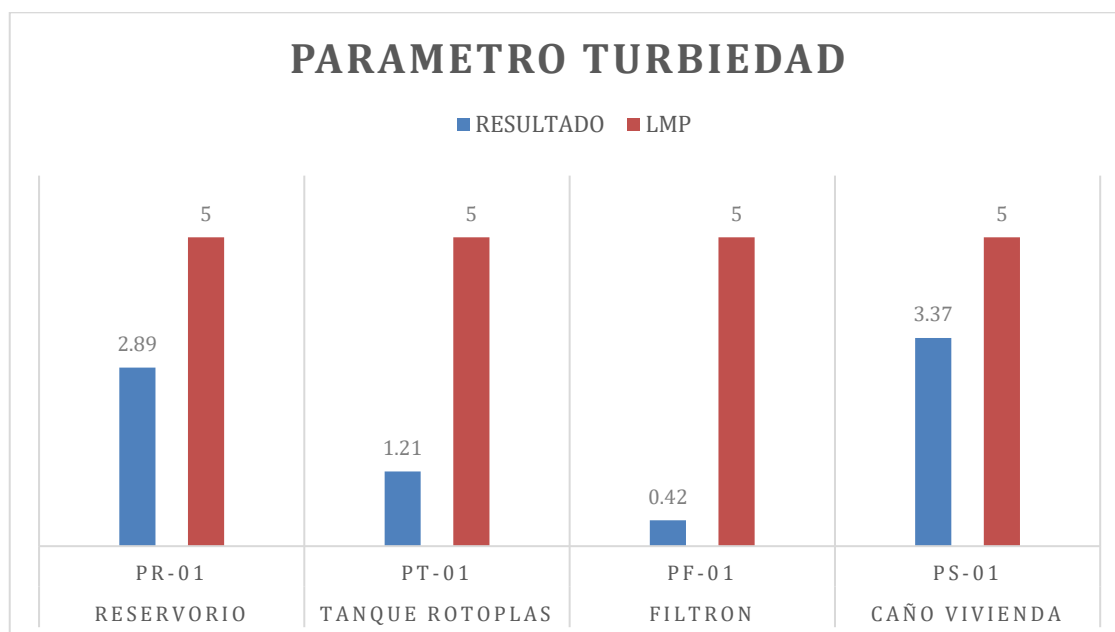
Resultados de turbiedad comparado con el DS 031-2010 SA.

Parámetro: Turbiedad (UNT)			
PUNTO	CODIGO	RESULTADO	LMP
Reservorio	PR-01	2.89	5
Tanque Rotoplas	PT-01	1.21	5
Caño vivienda	PS-01	3.37	5
Filtrón	PF-01	0.42	5

En el cuadro 4, podemos observar que los dos puntos que no pertenecen al sistema de tratamiento de agua potable (Reservorio y Caño de la vivienda), tienen valores más elevados en turbiedad, los cuales se van acercando al LMP de turbiedad, mientras que los puntos que pertenecen al sistema de tratamiento disminuyen en turbiedad, teniendo un valor mínimo en el agua filtrada (PF-01).

## Gráfico 2.

Resultado de turbiedad en los puntos de muestreo comparado con los LMP.



## PARAMETRO: COLIFORMES TOTALES

### Cuadro 5.

Resultados de coliformes totales comparado con el DS 031-2010 SA.

Parámetro: Coliformes totales (UFC/100 ml a 35°)			
PUNTO	CODIGO	RESULTADO	LMP
Reservorio	PR-01	< 1.0	0 (*)
Tanque Rotoplas	PT-01	< 1.0	0 (*)
<b>Filtrón</b>	<b>PF-01</b>	<b>&lt; 1.0</b>	<b>0 (*)</b>
Caño vivienda	PS-01	< 1.0	0 (*)

## PARAMETRO: COLIFORMES FECALES

### Cuadro 6.

*Resultados de coliformes fecales comparado con el DS 031-2010 SA.*

Parámetro: Coliformes fecales (UFC/100 mL a 44.5°)			
PUNTO	CODIGO	RESULTADO	LMP
Reservorio	PR-01	<1.0	0 (*)
Tanque Rotoplas	PT-01	<1.0	0 (*)
Caño vivienda	PS-01	<1.0	0 (*)
Filtrón	PF-01	<1.0	0 (*)

## PARAMETRO: COLOR

### Cuadro 7.

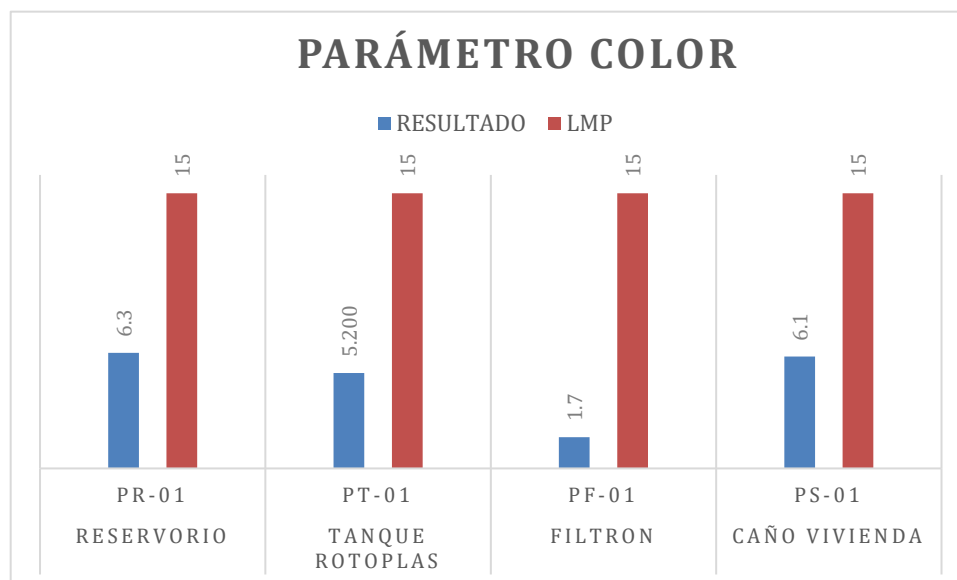
*Resultados de color comparado con el DS 031-2010 SA.*

Parámetro: Color (UCV escala Pt/Co)			
PUNTO	CODIGO	MUESTRA	LMP
Reservorio	PR-01	6.3	15
Tanque Rotoplas	PT-01	5.20	15
Caño vivienda	PS-01	6.1	15
Filtrón	PF-01	1.7	15

En el cuadro 7, se puede observar que los valores más bajos en parámetro color, son los que pertenecen al sistema de tratamiento de agua (Tanque rotoplas y filtrón), mientras que, en el reservorio y caño de vivienda, los valores se acercan más al LMP de color.

### Gráfico 3.

Resultado de color en los puntos de muestreo comparado con los LMP.



### PARAMETRO: CONDUCTIVIDAD

#### Cuadro 8.

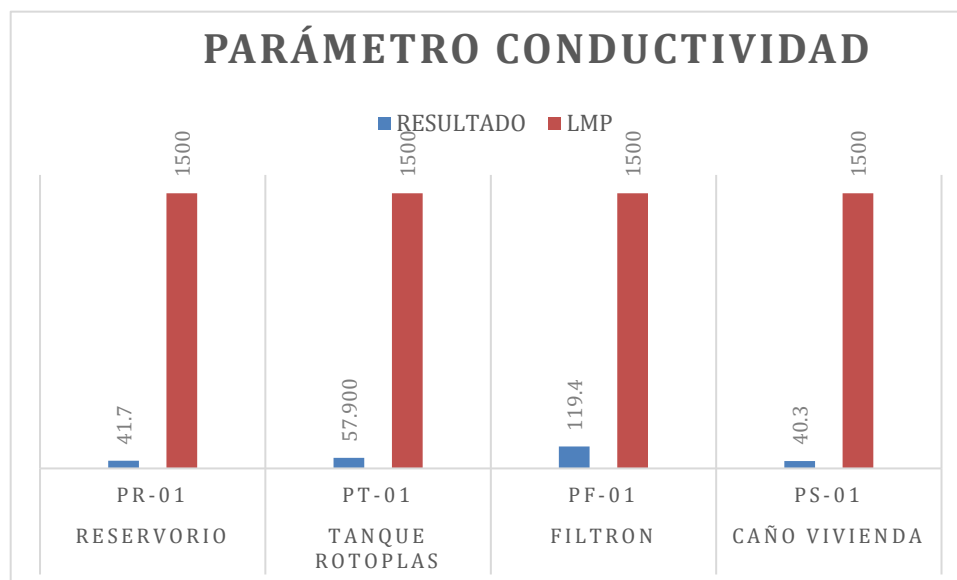
Resultados de conductividad comparado con el DS 031-2010 SA.

Parámetro: Conductividad ( $\mu\text{S.cm-1}$ )			
PUNTO	CODIGO	RESULTADO	LMP
Reservorio	PR-01	41.7	1500
Tanque Rotoplas	PT-01	57.900	1500
Caño vivienda	PS-01	40.3	1500
<b>Filtrón</b>	<b>PF-01</b>	<b>119.4</b>	<b>1500</b>

Para el cuadro 8, el punto con mayor conductividad fue el filtrón, debido al aumento de electrolitos (iones), los demás se encuentran en un rango similar, sin embargo, ninguno supera el LMP para conductividad.

#### Gráfico 4.

Resultado de conductividad en los puntos de muestreo comparado con los LMP.



#### PARAMETRO: SOLIDOS TOTALES

#### Cuadro 9.

Resultados de sólidos totales comparado con el DS 031-2010 SA.

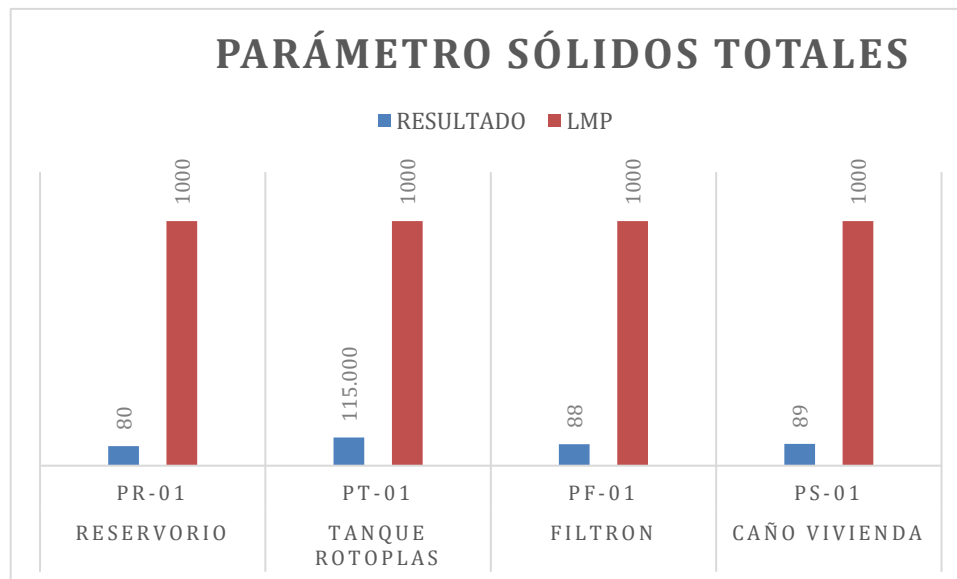
Parámetro: Sólidos totales (mg/L-1)			
PUNTO	CODIGO	RESULTADO	LMP
Reservorio	PR-01	80.0	1000
Tanque Rotoplas	PT-01	115.000	1000
Caño vivienda	PS-01	89.0	1000
Filtrón	PF-01	88.0	1000

Para el cuadro 9, el punto con mayor concentración en sólidos totales, es el tanque rotoplas, que almacena el agua y cumple la función de sedimentar los sólidos del agua; en el caso del filtrón, el resultado puede presumirse al desprendimiento de

las partículas de arcilla; sin embargo, ninguno de los puntos supera el LMP para sólidos totales.

### Gráfico 5.

*Resultado de sólidos totales en los puntos de muestreo comparado con los LMP.*



### PARAMETRO: NITRITOS

#### Cuadro 10.

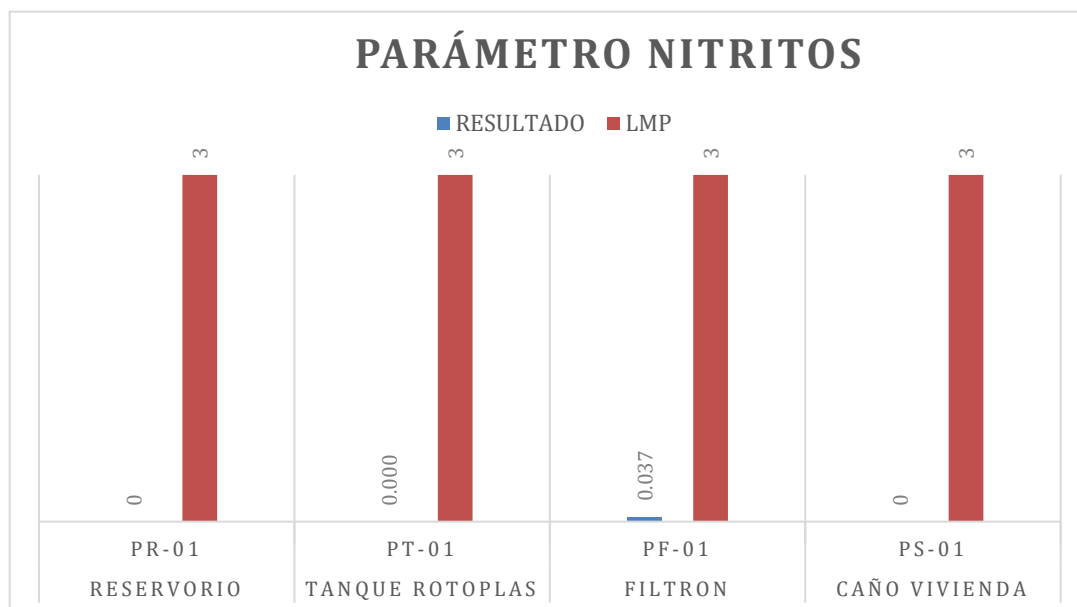
*Resultados de Nitritos comparado con el DS 031-2010 SA.*

Parámetro: Nitritos (mg NO <sub>2</sub> /L-1)			
PUNTO	CODIGO	RESULTADO	LMP
Reservorio	PR-01	<0.007	3
Tanque Rotoplas	PT-01	<0.007	3
Caño vivienda	PS-01	<0.007	3
Filtrón	PF-01	0.037	3

En el cuadro 10, se tiene una alteración en el filtrón, el cual tiene un mayor valor con respecto a los demás resultados de los 3 puntos.

## Gráfico 6.

Resultado de nitritos en los puntos de muestreo comparado con los LMP.



## METALES PESADOS

### Cuadro 11.

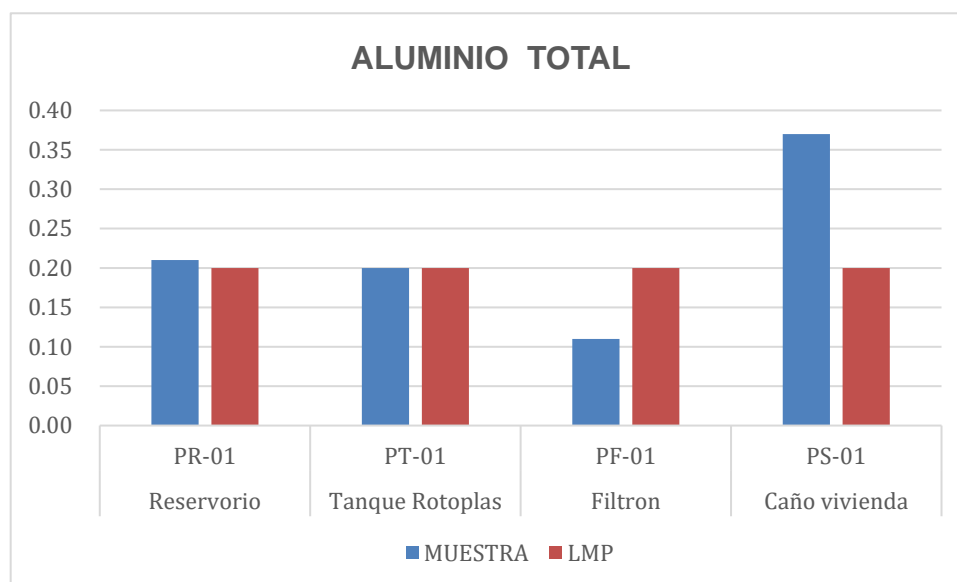
Resultados de Aluminio total comparado con el DS 031-2010 SA.

Aluminio total (mg/l Al L-1)			
PUNTO	CODIGO	MUESTRA	LMP
Reservorio	PR-01	0.21	0.20
Tanque Rotoplas	PT-01	0.20	0.20
Caño vivienda	PS-01	0.37	0.20
Filtrón	PF-01	0.11	0.20

En el cuadro 11, se puede observar que el punto PF-01 (Filtrón), presenta mayor remoción con respecto al metal aluminio.

### Gráfico 7.

Resultado de Aluminio total en los puntos de muestreo comparado con los LMP.



### Cuadro 12.

Resultados de Arsénico total comparado con el DS 031-2010 SA.

Arsénico total (mg/l As L-1)			
PUNTO	CODIGO	RESULTADO	LMP
Reservorio	PR-01	<0.010	0.01
Tanque Rotoplas	PT-01	<0.010	0.01
Caño vivienda	PS-01	<0.010	0.01
Filtrón	PF-01	<0.010	0.01

En el cuadro 12, ningún punto contiene el metal arsénico que pueda superar el LMP según la normativa vigente.



### Cuadro 13.

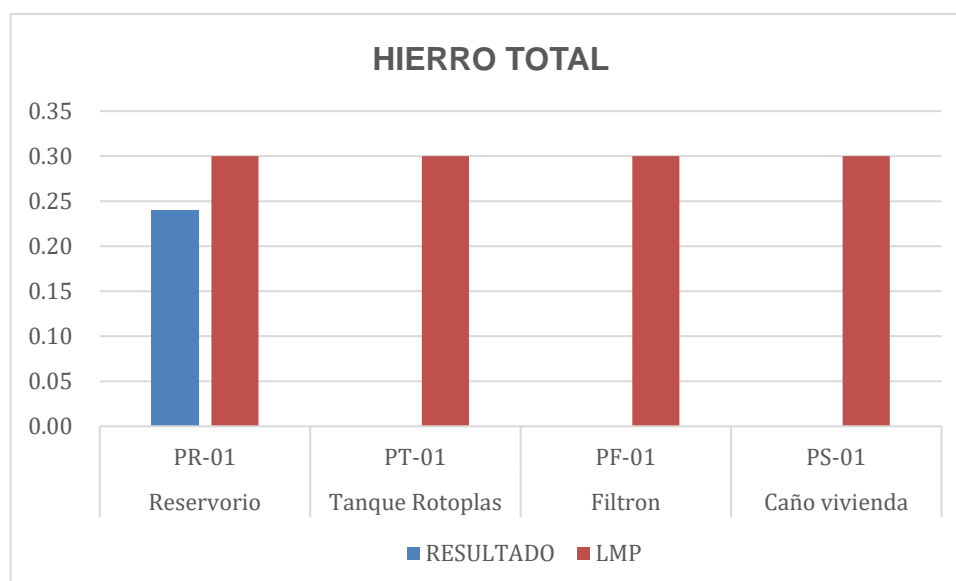
*Resultados de Hierro total comparado con el DS 031-2010 SA.*

Hierro total (mg/l Fe L-1)			
PUNTO	CODIGO	RESULTADO	LMP
Reservorio	PR-01	0.24	0.30
Tanque Rotoplas	PT-01	<0.005	0.30
Caño vivienda	PS-01	<0.005	0.30
Filtrón	PF-01	<0.005	0.30

En el cuadro 13, el punto PR-01 (Reservorio), es donde se encontró mayor cantidad de Hierro, valor muy cercano al LMP para este metal; el hierro es encontrado o acumulado en los tanques, tubos de cañería y es probable que la falta de mantenimiento y limpieza genere el aumento de ello.

### Gráfico 8.

*Resultado de Hierro total en los puntos de muestreo comparado con los LMP.*



#### Cuadro 14.

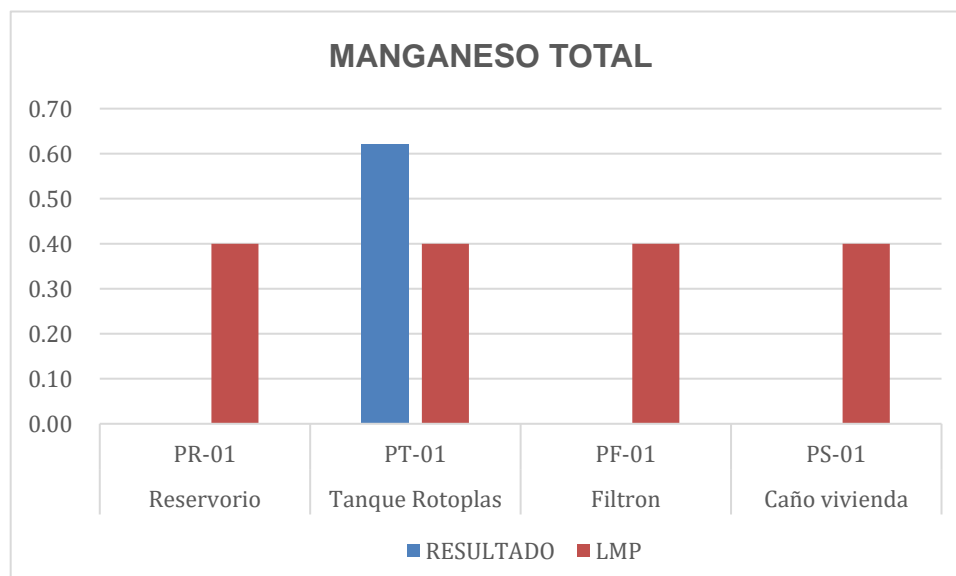
Resultados de Manganeso total comparado con el DS 031-2010 SA.

Manganeso total (mg/l Mn L-1)			
PUNTO	CODIGO	RESULTADO	LMP
Reservorio	PR-01	<0.010	0.40
Tanque Rotoplas	PT-01	0.62	0.40
Caño vivienda	PS-01	<0.010	0.40
Filtrón	PF-01	<0.010	0.40

En el cuadro 14, el metal manganeso (Mn) es encontrado en mayor concentración en el tanque rotoplas, esto es probable que se deba a la falta de mantenimiento y limpieza del tanque rotoplas, en este punto se supera el LMP según la normativa. Esta situación, es corregida por el filtrón que retorna a sus valores originales la concentración de Mn.

#### Gráfico 8.

Resultado de Manganeso total en los puntos de muestreo comparado con los LMP.



**4.2.** Los datos obtenidos mediante el proceso de laboratorio, fueron analizados mediante la prueba t – student para muestras relacionadas, considerando los datos sobre el límite de detección del método (análisis de laboratorio) y tomándolos como valores de 0.000.

Dada la cantidad de datos, se procedió a definir las mediciones correspondientes, a las etapas pre y post tratamiento los cuales se muestran en el cuadro 15, para el caso posterior al tratamiento se repitieron los mismos valores obtenidos.

**Cuadro 15.**

*Etapas pre y post tratamiento del agua.*

Antes (Pi)		Después (Pf)
Muestra en el reservorio	<b>Tratamiento - filtro de arcilla</b>	Muestra en el filtro de arcilla
Muestra en el tanque		Muestra en el filtro de arcilla
Muestra en el grifo de agua		Muestra en el filtro de arcilla

**ANALISIS ESTADISTICO DEL PARÁMETRO pH (6.85 - 8.5)**

**Cuadro 16.**

*Valores iniciales y finales de pH.*

pH i	pH f
6.800	6.800
6.840	6.800
6.880	6.800

### Cuadro 17.

*Estadísticos descriptivos para p H.*

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
pH i	3	0	3	6.800	6.880	6.840	0.040
pH f	3	0	3	6.800	6.800	6.800	0.000

### Cuadro 18.

*Prueba t para dos muestras relacionadas/prueba bilateral para p H.*

Diferencia	0.040
t (Valor observado)	1.732
Valor crítico	1.732
GL	2
<b>valor-p</b> (bilateral)	<0.0001
alfa	0.050

#### **Interpretación de la prueba:**

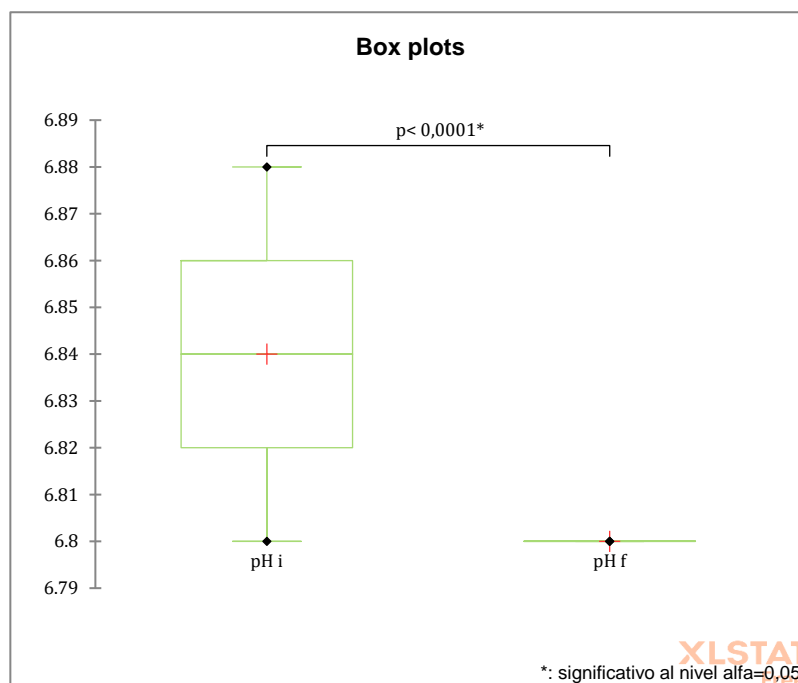
**H0:** La diferencia entre las medias es igual a 0.

**Ha:** La diferencia entre las medias es diferente de 0.

Puesto que el valor-p computado es menor que el nivel de significación  $\alpha=0,05$ , se debe rechazar la hipótesis nula  $H_0$ , y aceptar la hipótesis alternativa  $H_a$ .

### Gráfico 9.

Diagrama de caja para el parámetro pH.



La ligera diferencia entre el promedio del pH final e inicial es estadísticamente significativa, por lo cual se observa un decremento en este parámetro después del tratamiento. Para la prueba se consideró como hipótesis alterna que la diferencia de medias es distinta de cero, tomando como referencia que los valores se encuentran en el rango del reglamento de agua para consumo humano, sin embargo, el valor final está a solo 0.3 unidades de pH por encima del límite inferior.

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PARÁMETRO TURBIDEZ (<5)

#### Cuadro 18.

Valores iniciales y finales de turbidez.

Turb. i	Turb. f
1.210	0.420
2.890	0.420
3.370	0.420

### Cuadro 19.

*Estadísticos descriptivos para turbidez.*

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Turb. i	3	0	3	1.210	3.370	2.490	1.134
Turb. f	3	0	3	0.420	0.420	0.420	0.000

### Cuadro 20.

*Prueba t para dos muestras relacionadas/prueba bilateral para turbidez.*

Diferencia	2.070
t (Valor observado)	3.161
Valor crítico	3.161
GL	2
valor-p (bilateral)	<0.0001
alfa	0.050

### Interpretación de la prueba:

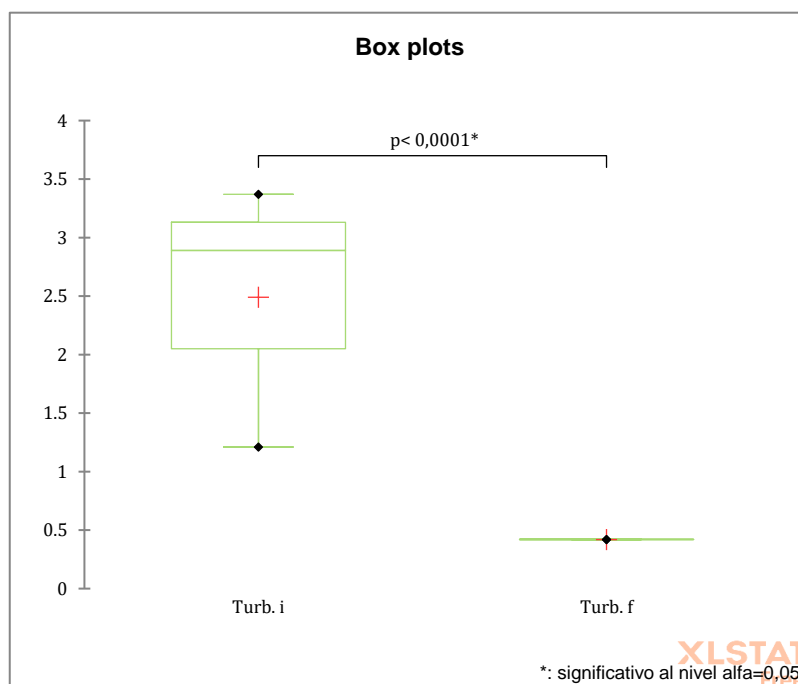
**H0:** La diferencia entre las medias es igual a 0.

**Ha:** La diferencia entre las medias es diferente de 0.

Puesto que el valor-p computado es menor que el nivel de significación  $\alpha=0.05$ , se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

### Gráfico 10.

*Diagrama de caja para el parámetro turbidez.*



La diferencia entre el promedio de turbidez final e inicial es estadísticamente significativa, por lo cual se observa un decremento en este parámetro después del tratamiento. Para la prueba se consideró como hipótesis alterna que la diferencia de medias es distinta de cero tomando como referencia que los valores se encuentran en el rango del reglamento de agua para consumo humano.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PARÁMETRO COLOR (<15)

### Cuadro 20.

Valores iniciales y finales del color.

Color i	Color f
5.200	1.700
6.300	1.700
6.100	1.700

### Cuadro 23.

Estadísticos descriptivos para color.

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Mediana	Desv. típica
Color i	3	0	3	5.200	6.300	5.867	0.586
Color f	3	0	3	1.700	1.700	1.700	0.000

### Cuadro 24.

Prueba t para dos muestras relacionadas/prueba bilateral para color.

Diferencia	4.167
t (Valor observado)	12.317
Valor crítico	12.317
GL	2
valor-p (bilateral)	<0.0001
alfa	0.050

#### Interpretación de la prueba:

**H<sub>0</sub>:** La diferencia entre las medias es igual a 0.

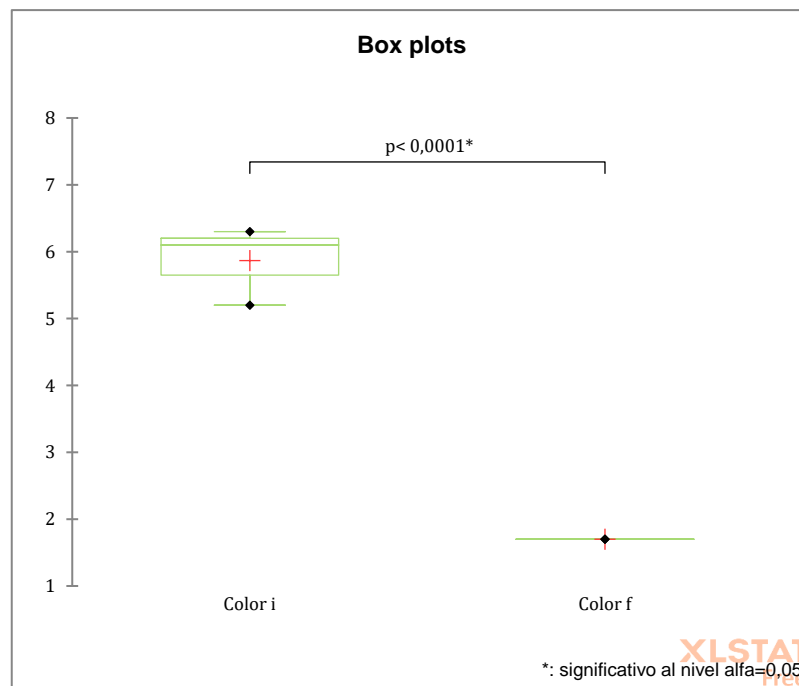
**H<sub>a</sub>:** La diferencia entre las medias es diferente de 0.



Puesto que el valor-p computado es menor que el nivel de significación  $\alpha=0.05$ , se debe rechazar la hipótesis nula  $H_0$ , y aceptar la hipótesis alternativa  $H_a$ .

### Gráfico 11.

Diagrama de caja para el parámetro color.



La diferencia entre el promedio del color final e inicial es estadísticamente significativa, por lo cual se observa un incremento en este parámetro después del tratamiento. Para la prueba se consideró como hipótesis alterna que la diferencia de medias es distinta de cero, tomando como referencia que los valores se encuentra en el rango del reglamento de agua para consumo humano.

## ANÁLISIS DEL PARÁMETRO CONDUCTIVIDAD (<1500)

### Cuadro 25.

Valores iniciales y finales de conductividad.

Cond. i	Cond. f
57.900	119.400
41.700	119.400
40.300	119.400

### Cuadro 26.

Estadísticos descriptivos para conductividad.

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Cond. i	3	0	3	40.300	57.900	46.633	9.782
Cond. f	3	0	3	119.400	119.400	119.400	0.000

### Cuadro 27.

Prueba t para dos muestras relacionadas/prueba bilateral para conductividad.

Diferencia	-72.767
t (Valor observado)	-12.884
Valor crítico	12.884
GL	2
valor-p (bilateral)	<0.000
alfa	0.050

### Interpretación de la prueba:

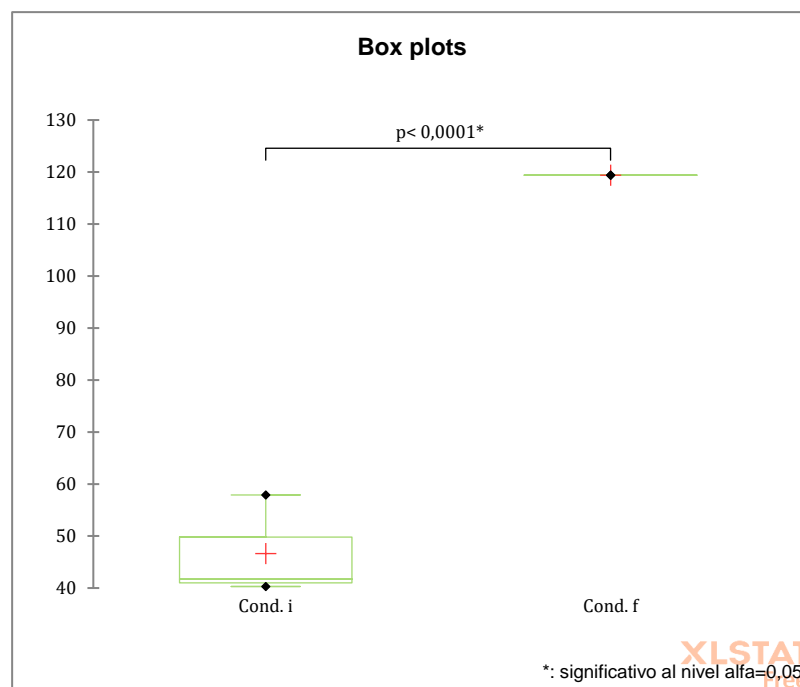
**H0:** La diferencia entre las medias es igual a 0.

**Ha:** La diferencia entre las medias es diferente de 0.

Puesto que el valor-p computado es menor que el nivel de significación  $\alpha=0.05$ , se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

### Gráfico 11.

*Diagrama de caja para el parámetro conductividad.*



La diferencia entre el promedio de la Conductividad final e inicial es estadísticamente significativa, por lo cual se observa un incremento en este parámetro después del tratamiento. Para la prueba se consideró como hipótesis alterna que la diferencia de medias es distinta de cero tomando como referencia que los valores se encuentran en el rango del reglamento de agua para consumo humano.

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PARÁMETRO SÓLIDOS TOTALES (<math>< 1000</math>)

### Cuadro 28.

Valores iniciales y finales de sólidos totales.

ST i	ST f
115.000	88.000
80.000	88.000
89.000	88.000

### Cuadro 29.

Estadísticos descriptivos para sólidos totales.

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
ST i	3	0	3	80.00 0	115.00 0	94.66 7	18.17 5
ST f	3	0	3	88.00 0	88.000	88.00 0	0.000

### Cuadro 30.

Prueba t para dos muestras relacionadas/prueba bilateral para sólidos totales.

Diferencia	6.667
t (Valor observado)	0.635
Valor crítico	1.545
GL	2
valor-p (bilateral)	0.503
alfa	0.050

### Interpretación de la prueba:

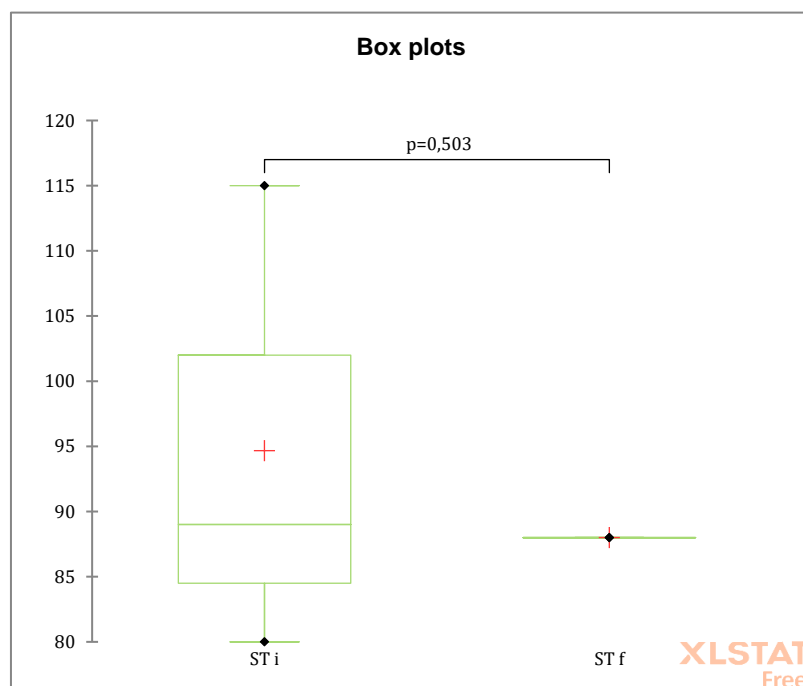
**H<sub>0</sub>:** La diferencia entre las medias es igual a 0.

**H<sub>a</sub>:** La diferencia entre las medias es diferente de 0.

Puesto que el valor-p calculado es mayor que el nivel de significación  $\alpha=0.05$ . no se puede rechazar la hipótesis nula H<sub>0</sub>.

### Gráfico 12.

*Diagrama de caja para el parámetro sólidos totales.*



La diferencia entre el promedio de sólidos totales final e inicial no es estadísticamente significativa, a pesar de que haya una diferencia. no hay mayor evidencia. Para la prueba se consideró como hipótesis alterna que la diferencia de medias es distinta de cero. tomando como referencia que los valores se encuentra en el rango del reglamento de agua para consumo humano.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PARÁMETRO NITRITOS (<u>0.2 exposición larga</u>)

### Cuadro 31.

Valores iniciales y finales de nitritos.

Nitritos i	Nitritos f
0.000	0.037
0.000	0.037
0.000	0.037

### Cuadro 32.

Estadísticos descriptivos para nitritos.

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Nitritos i	3	0	3	0.000	0.000	0.000	0.000
Nitritos f	3	0	3	0.000	0.037	0.012	0.000

### Cuadro 33.

Prueba t para dos muestras relacionadas/prueba bilateral para nitritos.

Diferencia	<b>-0.037</b>
t (Valor observado)	-Inf
Valor crítico	1.80E+308
GL	2
valor-p (bilateral)	<0.0001
alfa	0.050

### Interpretación de la prueba:

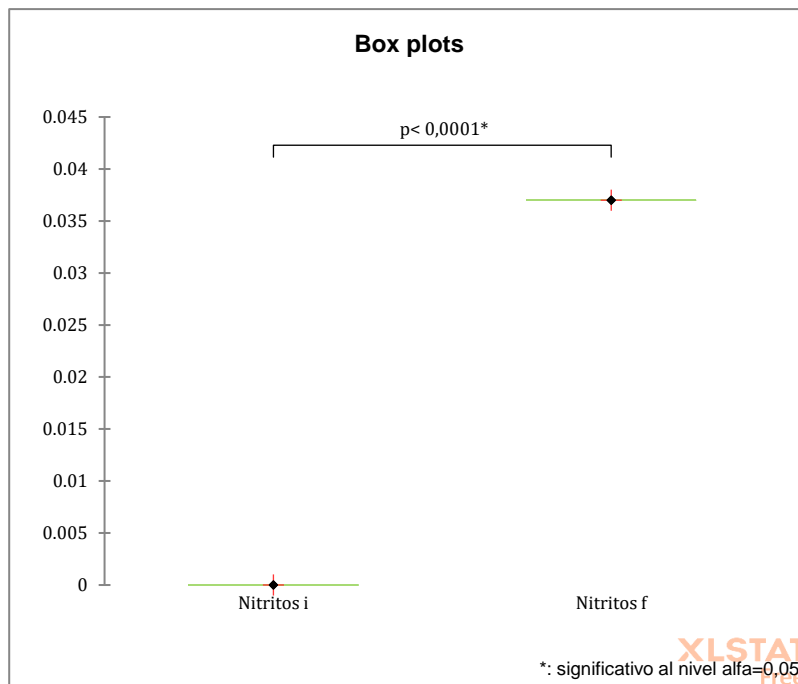
**H0:** La diferencia entre las medias es igual a 0.

**Ha:** La diferencia entre las medias es diferente de 0.

Puesto que el valor-p computado es menor que el nivel de significación  $\alpha=0.05$ , se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

### Gráfico 13.

*Diagrama de caja para el parámetro nitritos.*



La diferencia entre el promedio de la nitritos final e inicial es estadísticamente significativa, por lo cual se observa un incremento en este parámetro después del tratamiento. Para la prueba se consideró como hipótesis alterna que la diferencia de medias es distinta de cero, tomando como referencia que los valores se encuentran en el rango del reglamento de agua para consumo humano.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PARÁMETRO ALUMINIO (<0.2)

### Cuadro 34.

*Valores iniciales y finales de aluminio.*

Al i	Al f
0.200	0.110
0.210	0.110
0.370	0.110

### Cuadro 35.

*Estadísticos descriptivos para aluminio.*

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Al i	3	0	3	0.200	0.370	0.260	0.095
Al f	3	0	3	0.110	0.110	0.110	0.000

### Cuadro 36.

*Prueba t para dos muestras relacionadas/prueba bilateral para aluminio.*

Diferencia	0.150
t (Valor observado)	2.724
Valor crítico	2.724
GL	2
valor-p (unilateral)	<0.0001
alfa	0.050



### Interpretación de la prueba:

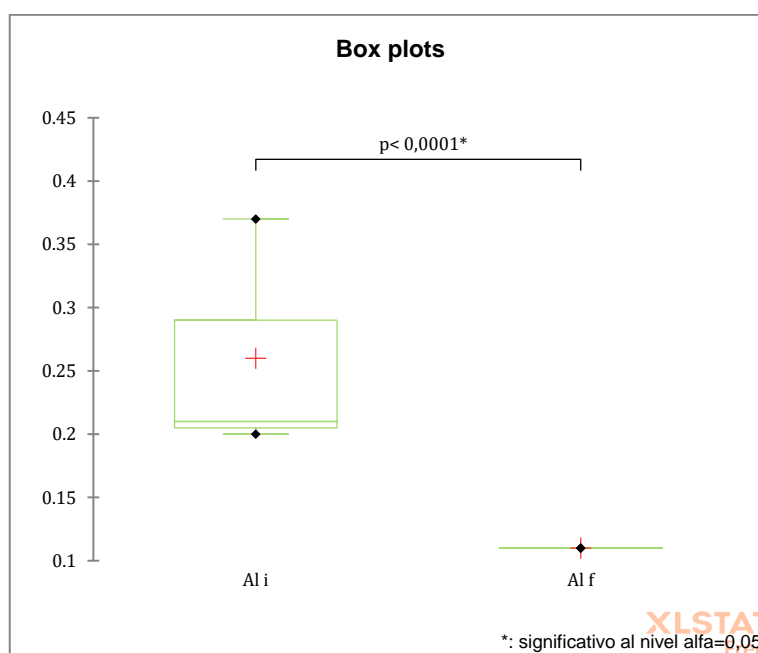
**H0:** La diferencia entre las medias es igual a 0.

**Ha:** La diferencia entre las medias es superior a 0.

Puesto que el valor-p computado es menor que el nivel de significación  $\alpha=0.05$ , se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

### Gráfico 14.

Diagrama de caja para el parámetro aluminio.



La diferencia entre el promedio de Aluminio final e inicial es estadísticamente significativa, por lo cual se observa un decremento en este parámetro después del tratamiento. Para la prueba se consideró como hipótesis alterna que la diferencia de medias es superior a cero tomando como referencia que uno de los valores antes del tratamiento se encuentra sobre el LMP del reglamento de agua para consumo humano.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PARÁMETRO HIERRO (<0.3)

### Cuadro 37.

Valores iniciales y finales de hierro.

Fe i	Fe f
0.000	0.000
0.240	0.000
0.000	0.000

### Cuadro 38.

Estadísticos descriptivos para hierro.

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Fe i	3	0	3	0.000	0.240	0.089	0.13
Fe f	3	0	3	0.000	0.000	0.000	0.00

### Cuadro 39.

Prueba t para dos muestras relacionadas/prueba bilateral para hierro.

Diferencia	0.080
t (Valor observado)	1.000
Valor crítico	1.000
GL	2
valor-p (bilateral)	<0.0001
alfa	0.050

### Interpretación de la prueba:

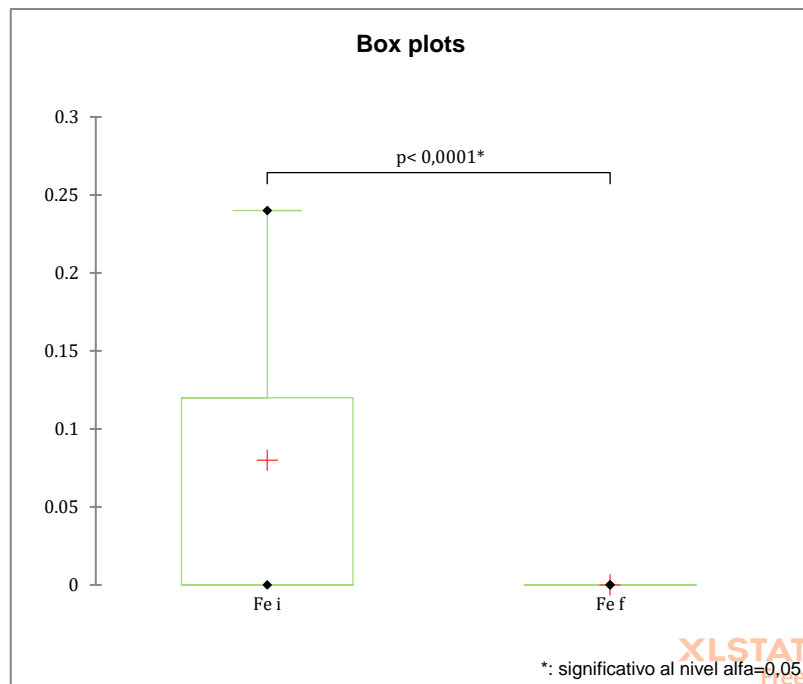
**H0:** La diferencia entre las medias es igual a 0.

**Ha:** La diferencia entre las medias es diferente de 0.

Puesto que el valor-p computado es menor que el nivel de significación  $\alpha=0.05$ , se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

### Gráfico 15.

*Diagrama de caja para el parámetro hierro.*



La diferencia entre el promedio de Hierro final e inicial es estadísticamente significativa, por lo cual se observa un decremento en este parámetro después del tratamiento. Para la prueba se consideró como hipótesis alterna que la diferencia de medias es distinta de cero tomando como referencia que los valores se encuentra en el rango del reglamento de agua para consumo humano.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PARÁMETRO MANGANESO (<0.4)

### Cuadro 40.

Valores iniciales y finales de manganeso.

Mn i	Mn f
0.620	0.000
0.000	0.000
0.000	0.000

### Cuadro 41.

Estadísticos descriptivos para manganeso.

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Mn i	3	0	3	0.000	0.620	0.207	0.358
Mn f	3	0	3	0.000	0.000	0.000	0.000

### Cuadro 42.

Prueba t para dos muestras relacionadas/prueba bilateral para manganeso.

Diferencia	0.207
t (Valor observado)	1.000
Valor crítico	1.000
GL	2
valor-p (unilateral)	<0.0001
alfa	0.050

### Interpretación de la prueba:

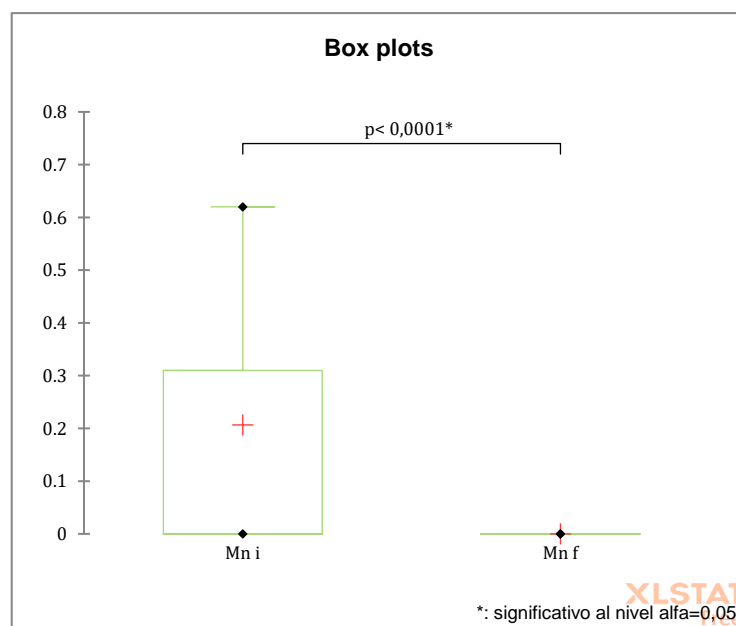
**H0:** La diferencia entre las medias es igual a 0.

**Ha:** La diferencia entre las medias es superior a 0.

Puesto que el valor-p computado es menor que el nivel de significación  $\alpha=0.05$ , se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

### Gráfico 16.

*Diagrama de caja para el parámetro Manganeseo.*



La diferencia entre el promedio de Manganeseo final e inicial es estadísticamente significativa, por lo que se observa un decremento en este parámetro después del tratamiento. Para la prueba se consideró como hipótesis alterna que la diferencia de medias es superior de cero tomando como referencia que un valor es superior al LMP del reglamento de agua para consumo humano.

**4.3.** La limpieza y desinfección del tanque de rotoplas en el momento del muestreo se encontraba en condiciones inadecuadas. teniendo sedimentos al fondo del tanque. lo cual nos dio un resultado final elevado en sólidos totales. teniendo como resultado 115 mgL-1. (véase **fotografía 5**).

#### **Fotografía 5.**

*Estado del tanque de rotoplas*



**4.4.** Se tiene como resultado que el filtro de arcilla debe ser sometido a la limpieza y desinfección según el manual de limpieza y desinfección (véase en el anexo N°03) de lo contrario se altera el tiempo de filtración y la calidad de agua. así como la vida útil de filtrón.

**4.5.** El tiempo de filtración se da en relación de 2 litros en un tiempo de 1 hora.

## CAPITULO V

### DISCUSION DE RESULTADOS

- En la investigación de (Lumba Idrogo & Orihuela Yapias. 2019). “Desinfección del agua para consumo humano mediante el uso de filtro de arcilla y plata coloidal en sector urbano de Luriganchos-Chosica”, tal como se observa en el cuadro 43, existen cambios en los sólidos totales, así como en la turbiedad.

En esta investigación, se tiene una ligera variación en el pH, mientras que en la presente investigación no existe variación; ningún parámetro supera los LMP, teniendo como agua apta para consumo humano.

Ambas investigaciones coinciden en la importancia de la desinfección de agua para prevenir enfermedades y en este caso el método aplicado fue el del filtro de arcilla revestido con plata coloidal.

Los resultados de las muestras de agua analizadas se compararon con los límites máximos permisibles, los análisis estadísticos mostraron resultados favorables tanto en los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos. Estos muestran que el método de tratamiento es efectivo, de bajo costo y de fácil accesibilidad para viviendas.

#### **Cuadro 43.**

*Parámetros comparativos con la investigación de Lumba Idrogo & Orihuela Yapias. 2019.*

PARÁMETRO	<i>Lumba Idrogo &amp; Orihuela Yapias.</i>		Investigación	
	PRE-TRATAMIENTO	POST TRATAMIENT	PRE-TRATAMIENTO	POST TRATAMIENTO
pH (Unid. pH)	7.09	6.90	6.8	6.8
Sólidos Totales (mg/l)	1979.44	1333.5	115.0	88.0
Turbiedad (UNT)	3.36	2.33	1.21	0.42

- En la tesis de título “Eficiencia del filtro a base de arcilla y plata coloidal en la potabilización de agua. medidas por pruebas fisicoquímicas y microbiológicas en el rio Casca del distrito de Independencia” (Cochachin Morales. 2018), tuvo como finalidad realizar el tratamiento del rio Casca en el aspecto fisicoquímico y microbiológico con pruebas de filtración por medio de los filtros de arcilla.

Al hacer el análisis comparativo con la presente investigación se obtuvo como resultado que para el parámetro turbiedad hubo una disminución para ambas investigaciones, en el caso del parámetro pH hubo disminución para el antecedente, pero en la presente investigación no se dieron variaciones, para sólidos totales se dio un aumento en el antecedente, pero en la investigación existe disminución en el post tratamiento, así mismo para el color en el antecedente no hubo variación alguna, pero si una variación considerable para la investigación presente, para los parámetros microbiológicos la presente investigación no muestra variación a diferencia del antecedente, en el cual hay un notable cambio.

La presente investigación se relaciona de manera positiva, teniendo que la muestra obtenida luego del filtrado de agua no excede ningún límite, en este caso se analizó estadísticamente con la prueba t-student para poder ver si existe diferencia significativa entre el pre filtrado y el post filtrado, lo cual nos indicó que si existe esa diferencia en los parámetros analizados, haciéndolo apta para consumo humano y según la naturaleza del filtro accesible económicamente para la implementación de esta.



#### Cuadro 44.

Parámetros comparativos con la investigación de Cochachin Morales. 2018.

PARÁMETRO	Cochachin Morales		Investigación	
	PRE-TRATAMIENTO	POST TRATAMIENT	PRE-TRATAMIENTO	POST TRATAMIENTO
pH (Unid. pH)	6.12	7.82	6.8	6.8
Sólidos Totales (mg/l)	17.80	59.0	115.0	88.0
Turbiedad (UNT)	8.26	7.82	1.21	0.42
Color (TCU)	0.5	0.5	5.20	1.7
Conductividad ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	29.60	465.00	57.9	119.4
Coliformes fecales (UFC/ml)	26.0	2	<1.0	<1.0
Coliformes totales (UFC/ml)	26.0	2	<1.0	<1.0
Nitritos (mg/l NO <sub>2</sub> )	0.330	0.0070	<0.007	0.037

- En la tesis de (Cornelio. 2018). “Potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal. para favorecer la economía de los pobladores del centro poblado de la Quinua-Pasco 2018”, al ser comparado con los parámetros analizados con la presente investigación, puedo decir que para el antecedente hubo cambios en el pH, mientras que en el caso de esta investigación no se dio una variación en este parámetro; en sólidos totales, ambos tienen una variación después del filtrado así como con la turbiedad, en el caso de la conductividad hubo un incremento en el post tratamiento en la presente investigación, lo cual se asume que se debe al aumento de los electrolitos (iones).

Estos resultados demuestran que los filtros de cerámica con plata coloidal permiten mantener la calidad como agua potable y pueden ser utilizados en las comunidades rurales. Cornelio en su investigación hace uso de agua de lluvia para el filtrado; para la presente investigación se usó agua sin tratamiento del reservorio, así se tiene que el filtro de arcilla revestida con plata coloidal mejora

los parámetros para tener agua apta para consumo humano, del mismo modo coincide en la viabilidad económica y técnica para ser implementada en centros poblados donde los accesos a los servicios básicos son nulos.

**Cuadro 45.**

*Parámetros comparativos con la investigación de Cornelio. 2018.*

PARÁMETRO	Cornelio. 2018		Investigación	
	PRE-TRATAMIENTO	POST TRATAMIENT	PRE-TRATAMIENTO	POST TRATAMIENTO
pH (Unid. pH)	6	6.7	6.8	6.8
Sólidos Totales (mg/l)	120	68	115.0	88.0
Turbiedad (UNT)	5.8	2.5	1.21	0.42
Conductividad ( $\mu\text{S.cm-1}$ )	20	20	57.9	119.4

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES

- Se analizaron cada uno de los parámetros, tomando como valores iniciales el punto previo al filtrado (tanque rotoplas) cuyos resultados fueron: pH (6.8 Unid. pH), turbiedad (1.210 UNT), coliformes totales (<1 UFC/ml), coliformes fecales (<1 UFC/ml), color (5.2 TCU), conductividad (57.9  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ), solidos totales (115 mg/l), nitritos (<0.007 mg/l  $\text{NO}_2$ ) y en caso de los metales se encontraron: aluminio (0.2 mg/l Al), hierro (<0.005 mg/l Al), arsénico (<0.010 mg/l As) y manganeso (0.62 mg/l Mn).
- El proceso de filtración mejoró la calidad de los siguientes parámetros: turbiedad (0.42 UNT), color (1.7 TCU), solidos totales (88 mg/l) y en metales los siguientes; aluminio (0.11 mg/l Al), y manganeso (<0.010 mg/l Mn).
- Haciendo un análisis comparativo de las condiciones del agua antes y después del filtrado, el proceso de filtrado mejoró la calidad de agua en turbiedad, color, solidos totales, aluminio y manganeso; para el caso del pH, coliformes totales, coliformes fecales y hierro no hubo alteración alguna.
- Según los análisis de laboratorio de los parámetros metales totales del agua de los 4 puntos analizados, el uso del filtro revestido con plata coloidal redujo el nivel de metales como aluminio, hierro y manganeso.
- Ningún valor de los parámetros analizados después del filtrado del agua superó los valores estándar establecidos en el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA). Los valores obtenidos lo llevaron a una calidad óptima en el tratamiento del agua.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, se demuestra que el uso del filtrón de arcilla en el sistema de tratamiento de agua es eficiente, porque la potabiliza garantizando agua apta para consumo humano.

## RECOMEDACIONES

- Es importante que los recipientes del filtro de arcilla y del tanque rotoplas tengan una limpieza y mantenimiento constante, así evitaremos la disminución de la calidad del agua.
- Para tener una mayor eficiencia en la salubridad del agua se recomienda una permanente capacitación y educación ambiental a la población.
- Para poder dar una mejor calidad de vida a las poblaciones con difícil acceso a los servicios básicos, es importante que se anuden esfuerzos del gobierno para poder permitir el acceso al agua potable a la población rural. lo cual permitiría una disminución de enfermedades gastrointestinales y mejores prácticas de higiene.
- Es importante que se implementen sistemas caseros para el tratamiento de agua potable con bajo presupuesto y de alta eficiencia, para evitar la propagación de enfermedades tal como la COVID 19.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Aguirre Gaspar. D. (2004). *Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la región central Junín*. Lima. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Arias. D. L. (2010). *Filtros cerámicos. una alternativa de agua segura*. Colombia.
- Baide Cartagena. J. M. (2001). *Prueba de aceptación del filtro de cerámica impregnado con plata coloidal en el barrio El Ocotol*. Honduras.
- Barrientos. J. K. (2015). *Evaluación de los filtros cerámicos para mejorar la calidad del agua para consumo humano del sector San Mateo*. Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín.
- Bruni. M. Shrestha. R. & Spuhler. D. (02 de diciembre de 2018). *BID mejorando vidas*. Obtenido de Gestión de agua y saneamiento sostenible: <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/sedimentaci%C3%B3n->
- Calderón Cockburn. J. (2004). *Agua y saneamiento: El caso del Perú rural*. Lima: ITDG.
- Cartagena Bayde. J. M. (2001). *Prueba de la aceptación del filtro de cerámica impregnado con plata coloidal en el Barrio el Ocotol*. Honduras.
- Casassola. L. (2011). *Turismo y ambiente*. México: Trillas.
- Cochachin Morales. J. M. (2018). *Eficiencia del filtro a base de arcilla y plata coloidal en la potabilización de agua. medidas por pruebas fisicoquímicas y microbiológicas en el río Casca del distrito de Independencia*. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Cornelio. J. C. (2018). *Potabilización de agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal. para favorecer a la economía de los pobladores del centro poblado de la Quinua*. Pasco. Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Coutiño Rodríguez. E. M. (2015). *Plata coloidal: Xenobiótico. Antígeno y Disruptor Hormonal*. México: Instituto de Salud Pública y Facultad de Biología - Universidad Veracruzana.

- Donachy. B. (2004). *Manual/Guía para instructores de salud y otros involucrados en monitoreo de filtro de cerámica con plata coloidal para purificación del agua.*
- DS.031-2010-SA. (s.f.). *REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.*
- Fernández Chiti. J. (2005). *Filtro cerámico Condorhuasi: Descontaminante de aguas.* Condorhuasi. Buenos Aires.
- Gillespie Humphreys. B. R. (1990). *Química.* Barcelona: Reverté.
- Henao Vidal. S. (2010). *Evaluación de la efectividad del filtro a base de arcilla y plata coloidal en la potabilización de agua. medida por pruebas fisicoquímicas y microbiológicas.* Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.
- INDES. (2000). *Diseño y gerencia de políticas y programas sociales.*
- Lara Romero. J. & Mejillon Salinas. M. (2018). *Elaboración de un filtro de barro compuesto por arcilla roja. oxido de grafeno y nanopartículas de plata para el tratamiento de aguas del rio Chimbo.* Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Lumba Idrogo. N. & Orihuela Yapias. S. (s.f.). *Desinfección del agua para consumo humano mediante el uso de filtro de arcilla y plata coloidal en el sector urbano.* Lima. Perú: Universidad Peruana Unión.
- Mayhuay. Y. (2017). *Eficiencia de filtros a diferentes concentraciones tipo 1 y 2 de arcilla. aserrín y plata coloidal en aguas del canal de regadío Chuquitanta para recuperar agua categoría 3".* Lima. Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- Municipalidad de Macashca. (2007). *Cuadro Consolidado de Beneficiarios de Agua y Desagüe.* Huaraz: Editorial Huaraz.
- Oliveira Da Silva. R. (2002). *Teorías de la Administración.* International Thomson.
- Ortiz Soriano. F. (2014). *Eficiencia del filtro de arcilla en la purificación del agua para consumo humano en Cajamarca.* Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Pinto Prades. J. (1992). *Una aplicación del análisis coste-eficiencia.*

- (2008). *Plan de desarrollo concertado del centro poblado "Macashca"*. Lima: ADRA Perú.
- Proyecto de Ley N°4489. (2018). *Ley que declara de interés nacional y necesidad pública la instalación de los servicios de agua potable y desagüe en el centro poblado de Macashca. distrito de Huaraz. provincia de Huaraz - Ancash.*
- Rivera. R. (2007). *El Filtrón*. Nicaragua: IDEASS.
- Roig. F. (2003). *Análisis de la relación entre Capacidad de Carga Física y Capacidad de Carga Porcentual en Playas Naturales de la Isla Menorca*. Universidad de Alicante.
- Ventura. (2014). *Diseño para la optimización de la fase de triturado de arcilla en el proceso de purificadores de agua Eco filtro*. Asunción. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
- Vidal Henao. S. M. (2010). *Evaluación de la efectividad del filtro a base de arcilla y plata coloidal en la potabilización de agua. medida por pruebas fisicoquímicas y microbiológicas*. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Yactayo. V. M. (s.f.). *Ingeniero ambiental*.

# ANEXOS

**ANEXO 01: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LABORATORIO**







**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



**INFORME DE ENSAYO AG210028**

**CLIENTE** Razón Social : KARINA CARRIÓN DOLMOS  
Dirección : Huaraz  
Atención : Karina Carrión Dolmos

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Reservorio  
Matriz : Aguas para Uso y Consumo Humano - Agua de bebida  
Procedencia : Reservorio del Centro Poblado de Macashca, Distrito de Huaraz, Huaraz, Ancash  
Coordenadas : 0227892 E 8941859 N 3454 msnm  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC210015

**MUESTREO** Responsable : Área de Monitoreo Ambiental de la UNASAM<sup>1</sup>  
Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 10/Marzo/2021  
Fecha de análisis : 10 de Marzo al 17 de Marzo/2021  
Cotización N° : CO210037

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PR
					10/03/2021	
					09:09	
					AG210028	
<b>SM</b>	<b>SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN</b>					
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B.-Versión 2017 (*)	.....		6.84
SM17	Turbiedad (en campo)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		2.89
<b>CM</b>	<b>INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS</b>					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	1		< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	1		< 1
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		6.3
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B -Versión 2017	.....		41.7
FQ27	Sólidos totales	mg/l	APHA 2540 B (*)	1		80
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU05	Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Reacción Griess (*)	0.007		< 0.007
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.21
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.240
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		< 0.010

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA  
<sup>1</sup> El muestreo No se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental-FCAM-UNASAM  
<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.  
 Leyenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017  
 NOTA:  
 I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:  
 a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 17 de Marzo de 2021

"Fin del Informe de Ensayo"



*Mario Leyva Collas*  
 MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

**INFORME DE ENSAYO AG210029**

**CLIENTE** Razón Social : KARINA CARRIÓN DOLMOS  
Dirección : Huaraz  
Atención : Karina Carrión Dolmos

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Caño  
Matriz : Aguas para Uso y Consumo Humano - Agua de bebida  
Procedencia : Casa 2 del Centro Poblado de Macashca, Distrito de Huaraz, Huaraz, Ancash  
Coordenadas : 0227807 E 8941602 N 3366 msnm  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC210015

**MUESTREO** Responsable : Área de Monitoreo Ambiental de la UNASAM<sup>1</sup>  
Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 10/Marzo/2021  
Fecha de análisis : 10 de Marzo al 17 de Marzo/2021  
Colización N° : CO210037

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PS
					Fecha de muestreo	10/03/2021
					Hora de muestreo	09:55
					Código del Laboratorio	AG210029
<b>SM</b>	<b>SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN</b>					
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B.-Versión 2017 (*)	.....		6.88
SM17	Turbiedad (en campo)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		3.37
<b>CM</b>	<b>INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATÓGENOS</b>					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	1		< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	1		< 1
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		6.1
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B -Versión 2017	.....		40.3
FQ27	Sólidos totales	mg/l	APHA 2540 B (*)	1		89
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU05	Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Reacción Griess (*)	0.007		< 0.007
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.37
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		< 0.005
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		< 0.010

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

<sup>1</sup> El muestreo No se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental-FCAM-UNASAM

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

Legenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

\*Fin del Informe de Ensayo\*

Huaraz, 17 de Marzo de 2021



*Mario Leyva Collas*  
**MSc. Quím. Mario Leyva Collas**  
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

**INFORME DE ENSAYO AG210030**

**CLIENTE** Razón Social : KARINA CARRIÓN DOLMOS  
Dirección : Huaraz  
Atención : Karina Carrión Dolmos

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Tanque Rotoplas  
Matriz : Aguas para Uso y Consumo Humano - Agua de bebida  
Procedencia : Tanque Rotoplas del Centro Poblado de Macashca, Distrito de Huaraz, Huaraz, Ancash  
Coordenadas : 0226300 E 8941450 N 3388 msnm  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC210015

**MUESTREO** Responsable : Área de Monitoreo Ambiental de la UNASAM<sup>1</sup>  
Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 10/Marzo/2021  
Fecha de análisis : 10 de Marzo al 17 de Marzo/2021  
Cotización N° : CO210037

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PT
					Fecha de muestreo	10/03/2021
					Hora de muestreo	10:08
					Código del Laboratorio	AG210030
<b>SM</b>	<b>SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN</b>					
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B-Versión 2017 (*)	.....		6.8
SM17	Turbiedad (en campo)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		1.21
<b>CM</b>	<b>INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS</b>					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	1		< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	1		< 1
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		5.2
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B -Versión 2017	.....		57.9
FQ27	Sólidos totales	mg/l	APHA 2540 B (*)	1		115
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU05	Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Reacción Griess (*)	0.007		< 0.007
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.200
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		< 0.005
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.620

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

<sup>1</sup> El muestreo No se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental-FCAM-UNASAM

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



\*Fin del Informe de Ensayo\*

Huaraz, 17 de Marzo de 2021

*Mario Leyva Collas*  
MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

**INFORME DE ENSAYO AG210031**

**CLIENTE** Razón Social : KARINA CARRIÓN DOLMOS  
Dirección : Huaraz  
Atención : Karina Carrión Dolmos

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de caño con filtro  
Matriz : Aguas para Uso y Consumo Humano - Agua de bebida  
Procedencia : Filtro de Arcilla de la casa del Sr. Alejandro Rodríguez Azaña  
Coordenadas : 0227881 E 8941879 N 3385 msnm  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC210015

**MUESTREO** Responsable : Área de Monitoreo Ambiental de la UNASAM<sup>1</sup>  
Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 10/Marzo/2021  
Fecha de análisis : 10 de Marzo al 17 de Marzo/2021  
Cotización N° : CO210037

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PF
					Fecha de muestreo	10/03/2021
					Hora de muestreo	10:25
					Código del Laboratorio	AG210031
<b>SM</b>	<b>SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN</b>					
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B.-Versión 2017 (*)	.....		6.80
SM17	Turbiedad (en campo)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		0.42
<b>CM</b>	<b>INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS</b>					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	1		< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	1		< 1
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		1.7
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B -Versión 2017	.....		119.4
FQ27	Sólidos totales	mg/l	APHA 2540 B (*)	1		88
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU05	Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Reacción Griess (*)	0.007		0.037
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.110
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		< 0.005
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		< 0.010

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

<sup>1</sup> El muestreo No se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental-FCAM-UNASAM

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

\*Fin del Informe de Ensayo\*

Huaraz, 17 de Marzo de 2021



*Mario Leyva Collas*  
MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

## ANEXO 02: PRESUPUESTO PARA EL SISTEMA DE TRATAMIENTO

SISTEMA DE POTABILIZACION DE AGUA					
Materiales	Unidad	Cantidad parcial	Precio unitario s/.	Precio total s/.	Descripción
TANQUE DOMÉSTICO NEGRO DE 600L	u	1	300	300	600 L
REDUCCION PVC 3/4" a 1/2"	u	2	2	4	Con rosca para agua.
CODO DE 90 PVC 1/2"	u	12	1	12	Con rosca para agua.
TUBERIA DE PVC AGUA 1/2"	u	10	15	150	Para agua.
TEE PVC 1/2"	u	2	1	2	Para agua.
BIDON CON GRIFO DE 60L	m3	1	20	20	
CINTA TEFLON	u	4	1	4	
PEGAMENTO PARA PVC	L	3	7.5	22.5	
GRIFO PARA AGUA	u	1	15	15	
HOJA DE CIERRA	u	1	5	5	
LLAVE PARA AGUA DE 1/2'	u	2	15	30	
ADAPTADOR DE ROSCA PVC 1/2'	U	2	2	4	Para agua.
LIJA	m2	1	4	4	Para tubería
FILTRO DE ARCILLA (FILTRON)	u	1	135	135	Incluye todos sus accesorios: Balde de 20L. Grifo. Tapa y Filtro de Arcilla recubierto con Plata Coloidal
SUBTOTAL S/.				<b>995.5</b>	....

ANALISIS DE AGUA					
ANALISIS DE AGUA	UNIDAD	CANTIDAD PARCIAL	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.	DESCRIPCIÓN
Color	TCU	2	11.76	23.52	
Conductividad	Us.cm	2	7.56	15.12	
pH	Unid. pH	2	7.56	15.12	
Sólidos Totales disueltos	mg.l	2	16.81	33.62	
Turbiedad	UNT	2	7.56	15.12	
Nitritos	mg/l. NO2	2	16.81	33.62	
Coliformes totales	UFC/ml	2	23	46	
Coliformes fecales	UFC/ml	2	23	46	
SUBTOTAL				252.62	

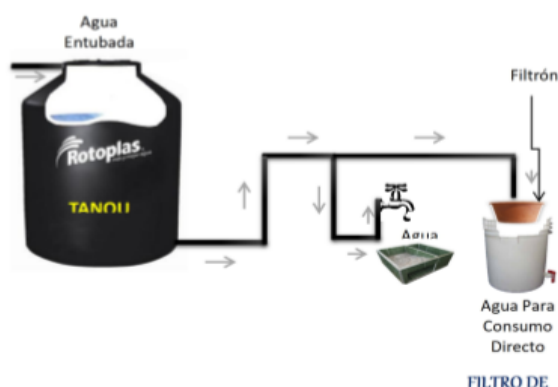
ELEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.	DESCRIPCIÓN
<b>PERSONAL</b>					
Honorarios del muestreador	Jornal	2	100.00	200.00	
Honorarios del asistente	Jornal	2	100.00	200.00	
<b>EQUIPOS</b>					
Internet	unidad	1	30.00	30.00	
Laptop	unidad	1	50.00	50.00	
Impresora	unidad	1	30.00	30.00	
<b>VIAJES</b>					
Viáticos	menú	6	20.00	120.00	
Transporte	día	6	10.00	60.00	
<b>MATERIALES</b>					
Fotocopias	unidad	100	0.10	10.00	
Hojas bond	unidad	200	0.10	20.00	
Mascarillas	unidad	10	1.00	10.00	
Guantes	par	10	1.00	10.00	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>740.00</b>	
<b>TOTAL</b>				<b>1988.12</b>	

## ANEXO 03: FOLLETO INFORMATIVO DE LIMPIEZA Y DESINFECCION



PROYECTO: IMPLEMENTACION DE LAS VIVIENDAS CON UN SISTEMA DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA, EN EL CENTRO POBLADO DE MACASHCA-HUARAZ.

### SISTEMA DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA



1. Tener en cuenta que los tanques se encuentran ubicados en zonas elevadas (altura aproximada de 3 metros a más).
2. Hay que vaciar parcialmente el tanque, y dejar una cierta cantidad de agua (unos 15 a 20 cm). Luego hay que proceder a lavar las paredes, el fondo y la tapa con un cepillo, agua y lejía. Para vaciarlo, cerrar el paso de agua entrante. También se debe cerrar el paso de agua del tanque hacia las cañerías de la casa, para evitar que se ensucien durante la limpieza.
3. Vaciarlo completamente y enjuagar varias veces hasta que no queden más residuos. Eliminar el agua y los residuos por el desagüe del fondo del tanque y no por las cañerías, para que éstas no se llenen de residuos.
4. Ya vacío y bien limpio, hay que llenar hasta la mitad con agua y agregar un 1 litro de lejía por cada mil litros aproximadamente. Luego, habilitar la llave de paso de agua entrante.
5. Llenar completamente el tanque, mezclar bien y dejar actuar unas horas (2 horas aproximadamente). Abrir las llaves de los lavaderos para dejar circular el agua con lejía para que se laven y desinfecten las mismas.
6. Vaciar el tanque y las cañerías. Proceder a llenar nuevamente para comenzar a usarlo normalmente.

El tanque ya está limpio y desinfectado. Esta limpieza se debe realizar cada 12 meses en los tanques de plástico o acero inoxidable



PROYECTO: IMPLEMENTACION DE LAS VIVIENDAS CON UN SISTEMA DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA, EN EL CENTRO POBLADO DE MACASHCA-HUARAZ.



El funcionamiento es similar al filtro de arena, el agua pasa a través de la arcilla bañada en plata coloidal, quedando el agua libre de turbidez, bacterias y sustancias tóxicas, a diferencia del filtro de arena en este caso si se puede beber el agua, con el filtro de arena no, al tener una eficiencia mucho menor.

#### Ventajas:

- Elimina las bacteria
- No cambia de sabor el agua
- Mantiene el agua fresca
- Quita toda la turbidez
- Bajo costo
- Funciona en todo momento

#### Inconvenientes

- Frágil
- Requiere mantenimiento periódico

- Se debe de reemplazar cada año

#### RECOMENDACIONES

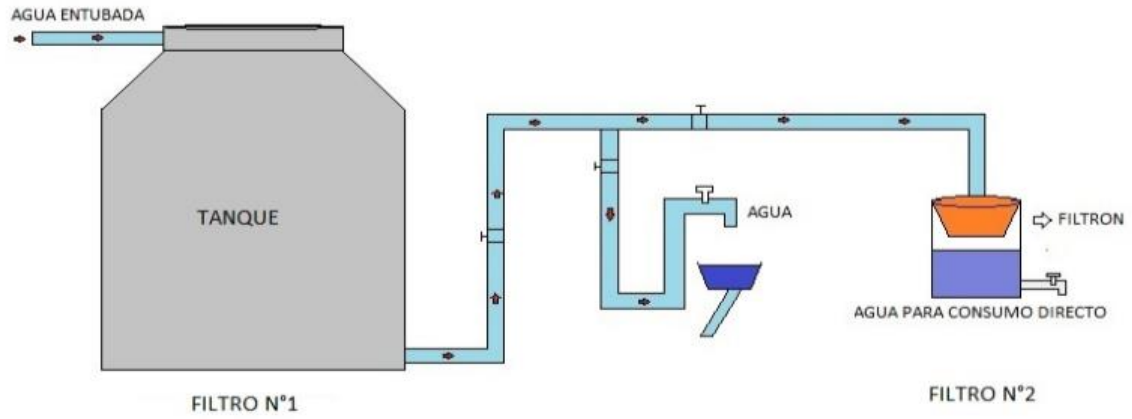
- La primera vez que se usa el filtro, se debe llenar de agua varias veces y botar el agua filtrada para quitarle el sabor amargo de tinaja nueva.
- Antes de usar el filtro, lavar con agua limpia el balde plástico o tinaja que recoge el agua filtrada.
- Si el agua del río o pozo trae mucha suciedad, está verdosa o turbia, se debe colar el agua con un pedazo de tela fina y limpia antes de echarlo al filtro.
- Siempre hay que mantener el filtro tapado y cada vez que desee agua para beber, abra la llave de agua y sírvase el agua potable en un vaso limpio.

#### PASOS A SEGUIR PARA EL MANTENIMIENTO DEL FILTRO

- Se saca el filtro (sin agua) de la tinaja o balde plástico. Se recomienda colocar el filtro sobre un plato o trapo limpio mientras limpia y enjuaga la tinaja o balde plástico.
- Si el filtro se ve sucio, se puede utilizar un trapo limpio o una tusa limpia para desalojar cualquier material que tapa los poros del filtro. El uso de un cepillo suave sirve también para lavar el filtro.
- Después de su limpieza debe enjuagar el filtro y la tinaja con agua limpia (sin cloro) y volver a colocar el filtro en su lugar.
- La duración del Microdyn es de un año, al cabo de este tiempo hay que curar el filtro de nuevo, es decir, aplicar el Microdyn de nuevo sobre el elemento filtrante.



PROYECTO: IMPLEMENTACION DE LAS VIVIENDAS CON UN SISTEMA DE POTABILIZACION DEL AGUA, EN EL CENTRO POBLADO DE MACASHCA-HUARAZ.



UNASAM – FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE

DUKE ENERGY





#### ANEXO 04: HOJAS DE DATOS DE CAMPO

HOJA DE DATOS	
DIA	10/03/2021
HORA	09:09 am.
PUNTO	Punto reservorio. (PR-01).
DESCRIPCIÓN DE LO OBSERVADO	
<p>→ El reservorio es de fácil acceso, se levanta la tapa fácilmente.</p> <p>→ Se encuentra gran cantidad de agua.</p> <p>→ El agua se nota un un poco de turbiedad.</p>	
INVESTIGADOR	
Janina Aricón Dolmas	

HOJA DE DATOS	
DIA	10/03/2021
HORA	10:08 am.
PUNTO	Tanque Rotoplas (PT-01), Familia Rosas
DESCRIPCIÓN DE LO OBSERVADO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>-&gt; Tanque en la zona alta de fácil accesibilidad.</li> <li>-&gt; Fondo del tanque con arcilla y sedimentos.</li> <li>-&gt; Tapa del tanque rotoplas de fácil acceso.</li> </ul>	
INVESTIGADOR	
Karina Camión Dolmos	

HOJA DE DATOS	
DIA	10/03/2021
HORA	10:25 am.
PUNTO	Filtro arcilla (PF-01).
Familia Rosas.	
DESCRIPCIÓN DE LO OBSERVADO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Se encuentra un agua.</li> <li>→ Se encuentra limpio.</li> <li>→ La velocidad de filtrado es un poco lenta. (Se toma los tiempos).</li> <li>→ El balde del filtro se encuentra limpio, sin sólidos.</li> </ul>	
INVESTIGADOR	
Janina Camón Dolmas.	

HOJA DE DATOS	
DIA	10/03/2021.
HORA	09:15 am.
PUNTO	Agua de caño. (PS-01).
Familia Rosas.	
DESCRIPCIÓN DE LO OBSERVADO	
<p>→ Accesibilidad del caño es buena pero es precaria la instalación.</p> <p>→ Tiene bastante presión y caudal.</p> <p>→ Indican que días previos llovió y el agua bajo un poco turbio.</p>	
INVESTIGADOR	
Karina Carrion Dolmos	