



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO SHAULLO-
LLACANORA USANDO FILTRO DE FIBRAS DE
CABUYA Y CASCARILLA DE ARROZ, 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Richard Omar Jave Arteaga

Asesor:

Ing. Jane Álvarez Llanos

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, hermanos y demás familiares que me apoyaron incondicionalmente en el camino de formación como ingeniero civil, también a mis docentes que me brindaron sus conocimientos y experiencias para poder cumplir mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a Dios por bendecirme y guiarme por el buen camino para poder concluir esta etapa de mi vida.

A mis padres por su apoyo, paciencia y comprensión.

Finalmente, a mi asesor que me orientó constantemente para poder culminar satisfactoriamente este trabajo de investigación.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE GRÁFICOS	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.2. Formulación del problema.....	15
1.3. Objetivos	15
1.4. Hipótesis.....	16
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	17
2.1. Tipo de investigación	17
2.2. Población y muestra	17
2.3. Materiales instrumentos y métodos.....	18
2.3.3. Recolección y análisis de datos.....	19
2.3.4. Análisis de datos	21
2.4. Procedimiento.....	24
CAPÍTULO III. RESULTADOS	31
-Resultados fisicoquímicos y microbiológicos del informe de Laboratorio Regional del Agua	31
3.1. Resultados de turbidez del informe de Laboratorio Regional del Agua mediante gráfico de columnas.....	32
3.2. Resultado de pH a 25° C del informe de laboratorio Regional del Agua mediante grafico de columnas.....	32
3.3. Resultado de Color verdadero del informe de Laboratorio Regional del Agua mediante gráfico de columnas.....	33

3.4. Resultado de Coliformes Totales del informe de laboratorio Regional del Agua mediante grafico de columnas.....	34
3.5. Resultado de Coliformes Termotolerantes del informe de laboratorio Regional del Agua mediante gráfico de columnas.	35
3.6. Resultado de Residual desinfectante del informe de laboratorio Regional del Agua mediante gráfico de columnas.....	36
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	40
4.1 Limitaciones	40
4.2. Discusión	40
4.3. Implicancias.....	41
4.4 Conclusiones	41
4.5 Recomendaciones.....	42
- Para mejorar el indicador de turbidez previamente se debe realizar sedimentación primaria.	42
- Se recomienda aumentar los estratos para así tener mayor contacto con los filtros de cascarilla de arroz y fibras de cabuya.....	42
- Utilizar cloro para mejorar resultados de Coliformes totales y Termotolerantes..	42
REFERENCIAS	43
ANEXOS.....	45
Anexo 1.	46
Anexo 3. Panel Fotográfico.....	48
RESULTADOS DE LAS MUESTRAS M1(AFLUENTE) Y M2(EFLUENTE).....	49
RESULTADOS DE LAS MUESTRAS M3(AFLUENTE) Y M4(EFLUENTE).....	52
RESULTADOS DE LAS MUESTRAS M5(AFLUENTE) Y M6(EFLUENTE).....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites máximos permisibles	14
Tabla 2. Programación de toma de muestras	17
Tabla 3. Materiales y accesorios para filtro	18
Tabla 4. Técnica de recolección de datos para ensayos de Coliformes totales	19
Tabla 5. Técnica de recolección de datos para ensayo de Coliformes Termotolerantes	19
Tabla 6. Técnica de recolección de datos para ensayo de Color.....	19
Tabla 7. Técnica de recolección de datos para ensayo de Turbiedad.	20
Tabla 8. Técnica de recolección de datos para ensayo de Residual de desinfectante.	20
Tabla 9. Técnica de recolección de datos para ensayo de pH (Potencial de hidrógeno).....	20
Tabla 10. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos	21
Tabla 11. Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.	21
Tabla 12. Coordenadas UTM de filtro.....	24
Tabla 13. Resultados fisicoquímicos y microbiológicos	31
Tabla 14. Porcentaje de reducción de valores paramétricos por semanas	38
Tabla 15. Presupuesto.....	46
Tabla 16 Costo de filtro	46
Tabla 17. Cadena de custodia	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Formato de análisis de agua 1-2, emitido por el laboratorio Regional del agua.....	22
Figura 2. Formato de análisis de agua 2-2, emitido por el laboratorio Regional del agua.....	23
Figura 3. Filtro de cascarilla de arroz y fibras de cabuya	25
Figura 4. Excavación para instalación de filtro.....	26
Figura 5. Capa de 0.20m de grava de 3/4"	26
Figura 6. Capa de 0.10 m de confitillo.....	27
Figura 7. Capa de 0.10m de fibras de cabuya	27
Figura 8. Capa de 0.10m de cascarilla de arroz	28
Figura 9. Toma de Muestra 1 - Afluente.....	28
Figura 10. Muestra 1 - Afluente.....	29
Figura 11. Toma de Muestra 2 - Efluente	29
Figura 12. Muestra 2 - Efluente	29
Figura 13. Instalación de filtro.....	48
Figura 14. Filtro instalado y protegido.....	48

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Resultados de Turbidez	32
Gráfico 2. Resultados de Ph Fuente: Elaboración propia	32
Gráfico 3. Resultados de color verdadero.....	33
Gráfico 4. Resultados de Coliformes Totales	34
Gráfico 5. Resultados de Coliformes Termotolerantes.....	35
Gráfico 6. Resultados de residual desinfectante	36

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito analizar y comprobar si el uso de fibras de cabuya y la cascarilla de arroz mejora la calidad del agua del río Shaullo, en el distrito de Llacanora, provincia de Cajamarca para lo cual primeramente se construyó un filtro en base a fibras de cabuya, cascarilla de arroz y materiales locales el cual tiene la siguiente composición: 0.20 m de canto rodado de 3/4", 0.10 m de confitillo (agregado de 1/4"- 3/8"), 0.10 m de fibras de cabuya, 0.10 m de confitillo, 0.10 m de cascarilla de arroz y 0.10 m de grava de 3/4". Se tomó 2 muestras de agua, una vez por semana, una del afluente y otra del efluente durante 3 semanas, en los cuales se evaluaron los parámetros de control obligatorio establecidos en el Reglamento de la calidad del agua 2011 y el Laboratorio Regional del agua. Se concluyó que los resultados obtenidos de las muestras del efluente lograron validar la hipótesis parcialmente de los parámetros analizados con respecto a las muestras del afluente, en turbidez se observó una mejora de la calidad del agua del 26.10% y en color se observó una mejora del 31.25%, en cuanto a pH se obtuvo valores que oscilan entre los límites permisibles los cuales son evidentes al ser agua superficial y en cloro residual no hubo presencia ya que los resultados son menores al límite máximo(<LCM). Finalmente, las propiedades biológicas no se obtuvieron resultados esperados observándose un aumento en 167.56% en Coliformes totales y un 38.93% en Coliformes Termotolerantes del usando filtro de fibras de cabuya y cascarilla de arroz durante las tres semanas.

Palabras clave: calidad, filtro, fibras de cabuya, cascarilla de arroz

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En busca de nuevas alternativas biodegradables y el uso material de fácil acceso para las poblaciones rurales se optó por la construcción de un filtro a base de fibras de cabuya y cascarilla de arroz para la mejora de la calidad de agua.

El agua es imprescindible para que los seres humanos puedan suplir sus necesidades tanto de alimentación y producción, por lo cual es necesaria una alta demanda de este recurso que pueda cubrir estas actividades cotidianas. (Organización de la Naciones Unidas, 2018).

Para el 2050 se proyecta que la demanda de agua aumenta en un 55% debido al crecimiento poblacional relacionada con la urbanización en los países en desarrollo haciendo cada vez más difícil el acceso al agua por ello es necesario plantear nuevas soluciones tecnológicas que satisfagan las necesidades hídricas. (Franek, Koncagul, Connor, & Hunziker, 2015), aunado al “marcado deterioro de los cuerpos de agua superficial que hace prioritaria su evaluación con el fin de tomar acciones de control y mitigación del nivel de riesgo” (Torres, Cruz, & Paola, 2008).

El agua, así como es un líquido de vital importancia también puede contener sustancias nocivas que produzcan daños a la salud de las personas por ello es importante el control de la calidad del agua. (Chulluncuy Camacho, 2011), “los agentes patógenos de mayor representatividad y que pueden estar presentes en el

agua, se tiene a las bacterias, virus y, en menor cuantía, a los protozoos y helmintos”.

(Rojas, 2002)

La calidad del agua depende del uso a la cual se va a destinar, la cual depende de sus características físicas químicas y biológicas en su estado natural lo cual están normados de acuerdo a los parámetros establecidos en cada nación. (Palomino Avellaneda, 2018)

La filtración a través de arena se ha dejado de lado por la llegada de los suministros masivos de sistemas de agua por tubería, sin embargo pueden ser una solución económica para una población de baja densidad (Witt & Reiff, 1993). “En el tratamiento del agua para consumo humano se emplean diferentes procesos, uno de ellos es la filtración, el cual consiste en la separación de partículas y pequeñas cantidades de microorganismos (bacterias, virus) a través de un medio poroso” el que también indica que “desde el punto de vista bacteriológico los filtros tienen una eficiencia de remoción superior a 99%.” (Chulluncuy Camacho, 2011)

Buscando nuevas alternativas de filtración se ha optado por agregar a los filtros tradicionales (compuestos por grava y arena) tanto por economía y por disponibilidad de material optar por fibras de cabuya y la cascarilla de arroz.

En cuanto a las fibras de cabuya, Mohanty & Hinrichsen, (2000) afirman que: “Es un elemento muy importante que caracteriza a la mayoría de las fibras es la lignina, que es un polímero natural cuya estructura es muy compleja, tridimensional y presenta varias ramificaciones de grupos hidroxilo. A pesar de que tiene un

relativamente bajo peso molecular, la lignina no es soluble en agua, tiene una fuerte resistencia a las reacciones químicas. Las propiedades de este compuesto revelan que tiene un buen potencial para ser utilizado como un medio de absorción para la eliminación de metales pesados de las aguas residuales”. (Mohanty & Hinrichsen, 2000).

Además, sobre la interacción entre los metales pesados y las fibras naturales mostró que la lignina de las fibras tiene un papel importante en el proceso de adsorción de cationes metálicos. Otros estudios científicos muestran además que, si bien la lignina juega un papel fundamental papel en el proceso de adsorción de metales pesados, es importante considerar otros factores como la concentración de cationes metálicos en solución. (Baldeon Cajo, 2013).

Así también, Doria, Hormaza y Gallego, 2011 señalan que “la cascarilla de arroz tiene una alta capacidad adsorbente debido a la presencia de celulosa, hemicelulosa, lignina y algunas proteínas”.

En la siguiente investigación se analizará el efecto que genera en la calidad del agua de río Shaullo, Llacanora al usar un filtro elaborado con fibras de cabuya y cascarilla de arroz debido a sus propiedades adsorbentes, para ello es necesario conocer algunas definiciones para poder desarrollar la investigación.

Agua para consumo humano: Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal. (Ministerio de Salud, 2011)

Parámetros de control obligatorio: Son los parámetros que todo proveedor debe realizar obligatoriamente al agua para consumo humano. (Ministerio de Salud, 2011)

Análisis físico químico del agua: Son aquellos procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar características físicas, químicas o ambas. (Ministerio de Salud, 2011)

Muestra de agua: Volumen de agua repetitiva para ser analizada según el requerimiento del laboratorio o el método de ensayo, en forma aleatoria. (Ministerio de Salud, 2011)

Limita máximo permisible: Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua para consumo humano. (Ministerio de Salud, 2011)

Solicitud de ensayo: Documento mediante el cual se solicita al laboratorio, los parámetros a analizar en las muestras de agua para consumo humano. (Ministerio de Salud, 2011)

La calidad del agua: Condición general que permite que el agua se emplee para usos concretos, esta depende directamente de la utilización que se le vaya a dar a dicha agua. Muchas de las características físico – químicas y bacteriológicas requeridas para determinado uso son características adoptadas para propósitos generales. (Tenelanda & Muyulema, 2013)

Propiedades del agua: El agua potable o destinada a bebida es un producto que comprende parámetros físicos, químicos, bacteriológicos y radiológicos del agua en el origen, y de la distribuida después de someterla a procesos de tratamiento y desinfección para satisfacer la sed sin amenazar la salud ni la vida. (Carrillo & Sanchez, 2013)

Parámetros de control obligatorio(PCO).

Son parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, los siguientes Coliformes totales, Coliformes Termotolerantes, color, turbiedad, Residual desinfectante, pH. (Ministerio de Salud, 2011)

Tabla 1.

Límites máximos permisibles

Ensayo	Límite Máximo Permisible
Color Verdadero (UCV)	15
Turbidez (UNT)	5
PH	6.5 a 8.5
Coliformes Totales (NMP/100 mL)	50
Coliformes Termotolerantes(NMP/100 mL)	20

Fuente: Ministerio de Salud, 2011

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye la incorporación de las fibras de cabuya y la cascarilla de arroz como filtro en la calidad del agua del río Shaullo-Llacanora?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la calidad del agua del río Shaullo usando filtro de fibras de cabuya y cascarilla de arroz, 2019.

1.3.2. Objetivos específicos

- Elaborar un filtro en base a fibras de cabuya y cascarilla de arroz y materiales locales.
- Determinar el efecto en las propiedades físicas (turbiedad y color), propiedades químicas (pH y residual de desinfectante) en el afluente y el efluente del filtro de fibras de cabuya y cascarilla de arroz.
- Determinar el efecto en las propiedades biológicas (bacterias Coliformes totales y bacterias Termotolerantes) del agua del río Shaullo, en el afluente y el efluente del filtro de fibras de cabuya y cascarilla de arroz.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La incorporación de las fibras cabuya y cascarilla de arroz en el filtro mejora la calidad del agua del río Shaullo.

1.4.2. Hipótesis específicas

- El filtro se elabora y funciona correctamente.
- Las propiedades físicas y químicas del agua del río Shaullo mejoran con un tratamiento empleando el filtro de fibras de cabuya y cascarilla de arroz.
- Las propiedades biológicas del agua del río Shaullo mejoran con un tratamiento empleando el filtro de fibras de cabuya y cascarilla de arroz.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

- Según su propósito: Es aplicada porque brinda una alternativa en la mejora de los procesos para obtener una mejor calidad de agua.
- Según su profundidad: Es descriptiva al analizar y comparar los resultados con los indicadores para el uso de agua de consumo humano.
- Según la naturaleza de datos: Es cualitativa debido a la comparación de los parámetros establecidos para el uso de consumo humano con el uso de un filtro elaborado con fibras de cabuya y cascarilla de arroz.
- Según la manipulación de variable: Es experimental porque se construyó un filtro de fibras de cabuya y cascarilla de arroz para obtener resultados referidos a la mejora de la calidad del agua.
- Según el periodo: Es una investigación transversal

2.2. Población y muestra

Población: Agua proveniente del río Shaullo filtrada a través de Fibras de cabuya y cascarilla de arroz.

Muestra: 3 muestras de agua de 500 ml sin filtrar (Afluente) + 3 muestras de 500 ml de agua filtrada (Efluente).

Tabla 2.

Programación de toma de muestras

ORIGEN	FECHA DE TOMA DE MUESTRAS		
	MUESTRA 1 y 2	MUESTRA 3 y 4	MUESTRA 5 y 6
AFLUENTE	15/11/2019	21/11//2019	29/11/2019
EFLUENTE	15/11/2019	21/11/2019	29/11/2019

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Materiales

2.3.1. Materiales

Tabla 3.

Materiales y accesorios para filtro

MATERIALES Y ACCESORIOS PARA FILTRO	
Tubería PVC SAP 2" 5 metros	3
Abrazadera	2
Tapón macho \varnothing 1/2" c1-10	2
Union PVC c/r \varnothing 1/2" c1-10	2
Adaptador \varnothing 2" c1-10	2
Kit de rebose	2
Tanque de plástico 170 litros	1
Cinta teflón	1
Grava de 3/4"	0.013 m ³
Canto rodado 3/4"	0.025 m ³
Confitillo	0.025 m ³
Cascarilla de arroz	0.013 m ³
Fibras de cabuya	0.013 m ³

Fuente: Elaboración propia

2.3.2. Instrumentos y métodos.

El Ministerio de Salud, 2011, menciona que las pruebas analíticas deben realizarse en laboratorios que tengan como responsables de los análisis a profesionales colegiados habilitados de ciencias e ingeniería, además deben contar con métodos, procedimientos y técnicas debidamente confiables y basados en métodos normalizados para el análisis de agua para consumo humano de reconocimiento internacional, en donde aseguren que los límites de detección del métodos para cada parámetro a analizar estén por debajo de los límites máximos permisibles señalados en el presente reglamento, el laboratorio en el que se realizaron los ensayos cuenta con certificación **NTP-ISO/IEC 17025**.

Todos los ensayos se realizaron, 3 veces con agua del afluente y 3 veces con agua del efluente en un total de 6 ensayos durante tres semanas.

2.3.3. Recolección y análisis de datos.

2.3.3.1. Coliformes totales

Tabla 4.

Técnica de recolección de datos para ensayos de Coliformes totales

Ensayos	Fuente	Análisis	Instrumento
Coliformes totales.	Muestras obtenidas en campo.	Análisis en laboratorio regional del agua.	Protocolo establecido por laboratorio regional del agua.

Fuente: Infante, 2017

2.3.3.2. Coliformes Termotolerantes

Tabla 5.

Técnica de recolección de datos para ensayo de Coliformes Termotolerantes

Ensayos	Fuente	Análisis	Instrumento
Coliformes Termotolerantes.	Muestras obtenidas en campo.	Análisis en laboratorio regional del agua.	Protocolo establecido por laboratorio regional del agua.

Fuente: Infante, 2017

2.3.3.3. Color

Tabla 6.

Técnica de recolección de datos para ensayo de Color.

Ensayos	Fuente	Análisis	Instrumento
Color.	Muestras obtenidas en campo.	Análisis en laboratorio regional del agua.	Protocolo establecido por laboratorio regional del agua.

Fuente: Infantes, 2017

2.3.3.4. Turbiedad

Tabla 7.

Técnica de recolección de datos para ensayo de Turbiedad.

Ensayos	Fuente	Análisis	Instrumento
Turbiedad.	Muestras obtenidas en campo.	Análisis en laboratorio regional del agua.	Protocolo establecido por laboratorio regional del agua.

Fuente: Infantes, 2017

2.3.3.5. Residual de desinfectante

Tabla 8.

Técnica de recolección de datos para ensayo de Residual de desinfectante.

Ensayos	Fuente	Análisis	Instrumento
Residual de desinfectante.	Muestras obtenidas en campo.	Análisis en laboratorio regional del agua.	Protocolo establecido por laboratorio regional del

Fuente: Infantes, 2017

2.3.3.6. pH

Tabla 9.

Técnica de recolección de datos para ensayo de pH (Potencial de hidrógeno).

Ensayos	Fuente	Análisis	Instrumento
pH.	Muestras obtenidas en campo.	Análisis en laboratorio regional del agua.	Protocolo establecido por laboratorio regional del

Fuente: (Infante, 2017)

2.3.4. Análisis de datos

Tabla 10.

Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
1. Bacterias Coliformes Totales	UFC/100mL a 35°C	0(*)
2. E. Coli	UFC/100mL a 44.5°C	0(*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o fecales	UFC/100mL a 35°C	0(*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/100mL a 44.5°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, nematodos en todos sus estados evolutivos	N° org/L	0

UFC= Unidad formadora de colonias

Fuente: Ministerio de Salud, 2011

Tabla 11.

Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
1. Olor	-----	Aceptable
2. Sabor	-----	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Umho/cm	6.5 a 8.5
6. Conductividad (25°C)	mgL ⁻¹	1500
7. Solidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1000
8. Cloruros	Mg Cl L ⁻¹	250
9. Sulfatos	Mg SO ₄ L ⁻¹	250
10. Dureza total	Mg Caco ₃ L ⁻¹	500
11. Amoniaco	Mg Fe L ⁻¹	1.5
12. Hierro	Mg Fe L ⁻¹	0.3
13. Manganeso	Mg Al L ⁻¹	0.4
14. Aluminio	Mg Al L ⁻¹	0.2
15. Cobre	Mg Cu L ⁻¹	2.0
16. Zinc	Mg Zn L ⁻¹	3.0

17. Sodio

Mg Na L⁻¹

200

UCV=Unidad de color verdadero

UNT=Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente. Ministerio de Salud, 2011



**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

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



INACAL
DA-Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0518257

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario

Dirección

Persona de contacto - Correo electrónico

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo Hora:

Tipo de Muestreo **Puntual**

Número de Muestra N° Frascos x muestra **02**

Ensayos solicitados **Fisicoquímicos y Microbiológicos**

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

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

Procedencia de la Muestra:

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato Cadena de Custodia

N° Orden de Trabajo

Fecha y Hora de Recepción Inicio de Ensayo

Reporte Resultado

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

Figura 1. Formato de análisis de agua 1-2, emitido por el laboratorio Regional del agua

Fuente: Laboratorio Regional del Agua 2019



LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

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



INACAL
DA-Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0518257

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS			
Código Cliente						
Código Laboratorio						
Matriz de Agua						
Descripción		Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	
Localización de la Muestra						
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados			
Turbidez	NTU	0.09				
° pH a 25°C	pH	NA				
(*) Color Verdadero	UC	4.0				

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

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130. B. 23 rd Ed 2017. Turbidity. Nephelometric Method
pH a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B. 23 rd Ed 2017. pH Value. Electrometric Method
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C. 22 nd Ed. 2012. Color. Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 22 nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 22 nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006.
- ✓ La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

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

Figura 2. Formato de análisis de agua 2-2, emitido por el laboratorio Regional del agua

Fuente: Laboratorio Regional del Agua, 2019

2.4. Procedimiento

2.4.1. Ubicación de filtro

Se hizo un recorrido aguas arriba y aguas abajo del río Shaullo en el distrito de Llacanora - Cajamarca - Cajamarca, hasta lograr encontrar la caída adecuada para la ubicación del filtro. El filtro se ubicó en las siguientes coordenadas.

Tabla 12.

Coordenadas UTM de filtro

NORTE	9204307.02 m
ESTE	784385.72 m
COTA	2633 m

Fuente: Elaboración propia

2.4.2. Diseño de filtro

Según Infante en su tesis de pregrado “Carbón Activo Granular, en la Mejora de la Calidad del Agua Potable”, utiliza espesores definidos por Aqueous, 2017. De igual manera Chiclote, en su tesis de pregrado “Mejora de la Calidad Del Río Cumbe Empleando Filtro de Carbón activado” diseña su filtro con el mismo principio solo cambiando materiales de los estratos respecto a Chipile, 2017. En tal sentido para esta presente investigación se reemplazará algunos materiales por fibras de cabuya y cascarilla de arroz.

Se propuso el diseño de un filtro lento conformado por capas de grava 3/4”, canto rodado 3/4”, confitillo (agregado 1/4”-3/8”), fibras de cabuya y cascarilla de arroz.

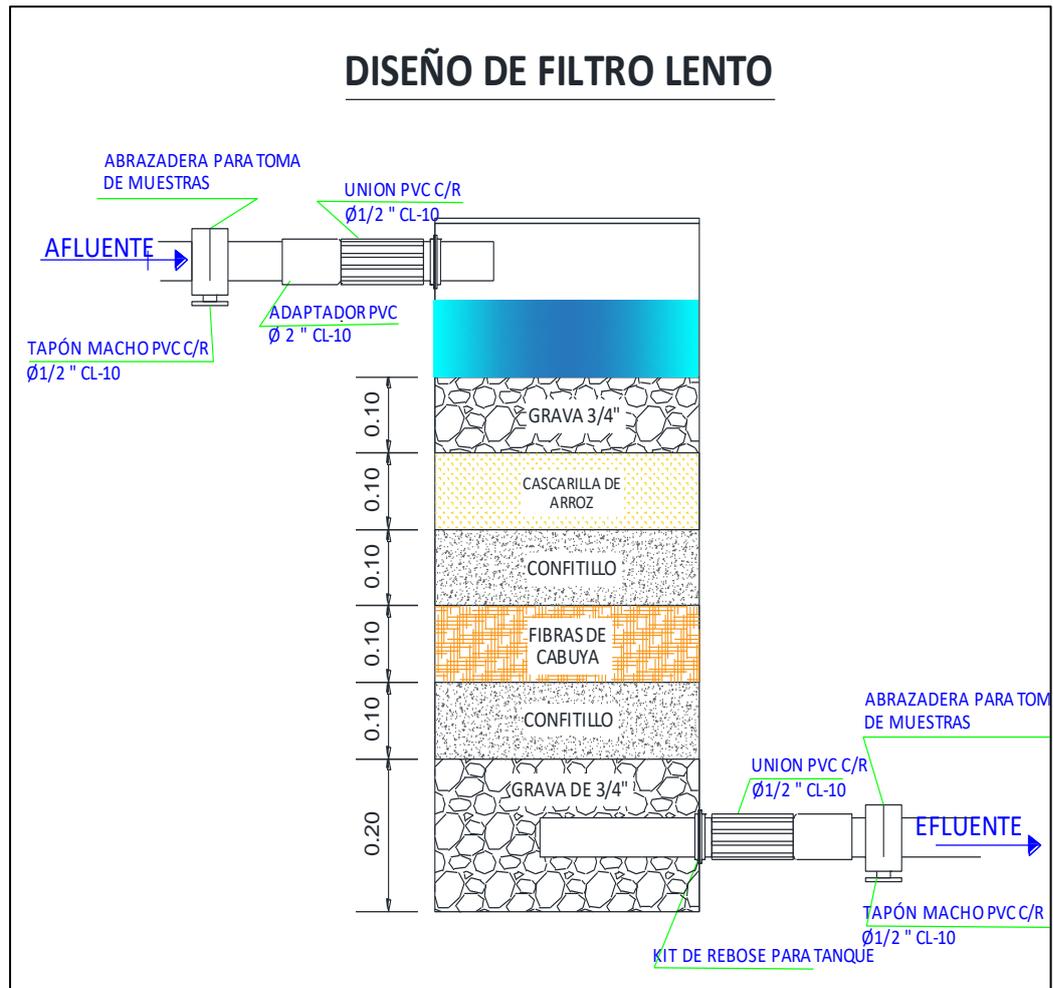


Figura 3. Filtro de cascarilla de arroz y fibras de cabuya

2.4.3. Instalación de filtro

El filtro tiene un diámetro de 40 cm y de altura 90 cm. El filtro está compuesto: En la base 0.20 m de canto rodado de 3/4", 0.10 m de confitillo (agregado de 1/4"- 3/8" de diámetro), 0.10 m de fibras de cabuya, 0.10 de confitillo (1/4"- 3/8" de diámetro), 0.10 m de cascarilla de arroz y 0.10 m de grava de 3/4".



Figura 4. Excavación para instalación de filtro

- **Capa de grava de 3/4”:** La capa de grava nos sirve de soporte y a la vez para que las fibras de cabuya y la cascarilla de arroz no sean drenados por el efluente y su espesor es de 20 cm.



Figura 5. Capa de 0.20m de grava de 3/4”

- **Capa de confitillo:** La capa de gravilla tiene un espesor de 10 cm que ayudará a que las partículas mayores a 1 mm de diámetro se retengan en el manto de la misma.



Figura 6. Capa de 0.10 m de confitillo

- **Capa de fibras de cabuya y cascarilla de arroz:** Tanto las fibras de cabuya como la cascarilla de arroz tiene la capacidad de neutralizar el pH, adsorber impurezas, mal sabor y color del agua. El espesor de la capa es de 10 cm cada una.



Figura 7. Capa de 0.10m de fibras de cabuya



Figura 8. Capa de 0.10m de cascarilla de arroz

2.4.4. Toma de muestras

La siguiente fase es poner a prueba el filtro para poder determinar la eficiencia de la cascarilla de arroz y las fibras de cabuya con los diferentes parámetros físicos, químicos y bacteriológicos de la calidad del agua.

Se procedió a tomar muestras de agua en el efluente del filtro para saber los valores de cada parámetro que contiene la misma.

Finalmente, notaremos si es que el filtro contrarresta o no el exceso de Coliformes totales y Termotolerantes.



Figura 9. Toma de Muestra 1 - Afluente



Figura 10. Muestra 1 - Afluente



Figura 11. Toma de Muestra 2 - Efluente



Figura 12. Muestra 2 - Efluente

2.4.5. ASPECTOS ETICOS

Dentro de los aspectos éticos se ha tenido en cuenta el proceso de toma de datos normalizados que establece la NTP-ISO/IEC 17025, que indica los lineamientos de seguridad en el proceso de toma de muestras, así mismo se ha buscado un laboratorio certificado para la obtención de resultados fehacientes, respetando el aporte de los investigadores citando las fuentes de información para la presente investigación.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Los resultados se presentan en tablas y figuras de acuerdo con la normativa de la Universidad. Los resultados concluyen con la prueba de Hipótesis:

-Resultados fisicoquímicos y microbiológicos del informe de Laboratorio Regional del Agua

En la tabla 13, se muestran los resultados obtenidos del muestreo durante 3 semanas dos muestras por semana, una muestra de agua del río Shaullo(Afluente) y otra muestra de agua procesada a través del filtro de fibras de cabuya y cascarilla de arroz(Efluente) en el distrito de Llacanora.

Tabla 13.

Resultados fisicoquímicos y microbiológicos

Ensayos	Límite máximo permisible	Río Shaullo - Llacanora					
		Semana 1		Semana 2		Semana 3	
		Afluente M1	Efluente M2	Afluente M3	Efluente M4	Afluente M5	Efluente M6
Turbidez (UNT)	5	36.6	23.2	9.75	7.79	73.2	57.4
pH a 25° C(pH)	6.5-8.5	7.33	7.34	7.14	7.26	7.39	7.33
Color (UC)	15	8.00	4.7	<LCM	<LCM	8.00	6.30
Cloro Residual (mg Cl/L)	<0.5	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Coliformes Totales (NMP/100ml)	50	16x10 ²	22x10 ²	54x10 ²	920	54x10 ²	35x10 ³
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	20	350	16x10 ²	16x10 ²	240	35x10 ²	92x10 ²

Fuente: Laboratorio Regional del Agua, 2019

Esta tabla se obtuvo de los informes emitidos por el laboratorio regional del agua por un periodo de 3 semanas, a los cuales se obtuvo acceso a los 7 días hábiles después de dejar la muestra en el laboratorio.

3.1. Resultados de turbidez del informe de Laboratorio Regional del Agua mediante gráfico de columnas.

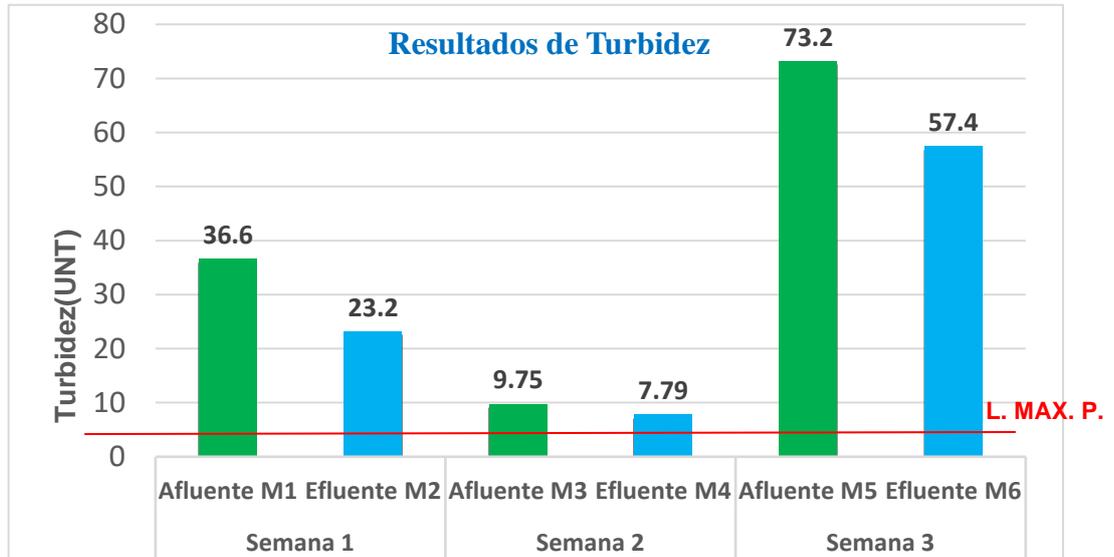


Gráfico 1. Resultados de Turbidez

Fuente: Elaboración Propia, 2019

En el gráfico 1, se describen los resultados obtenidos de turbidez, las barras de color verde representan al afluyente y los de color celeste al efluente, los cuales describen una mejora en todas las semanas, de 36.6 NTU a 23.2 NTU en la semana 1, de 9.75 NTU a 7.79 NTU en la semana 2 y finalmente de 73.2 NTU a 57.4 en la semana 3.

3.2. Resultado de pH a 25° C del informe de laboratorio Regional del Agua mediante gráfico de columnas.

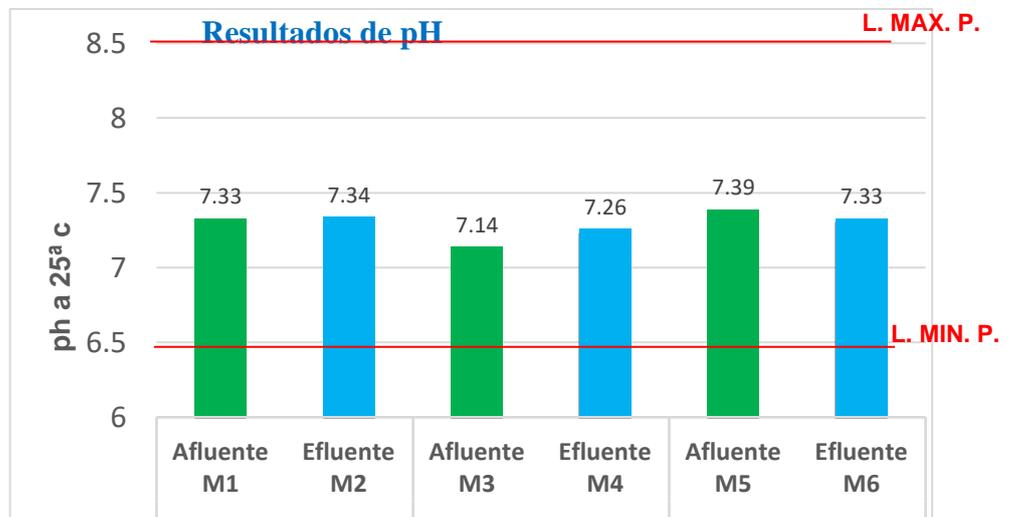


Gráfico 2. Resultados de Ph

Fuente: Elaboración propia

En el grafico 2, se describe los resultados obtenidos de pH a 25°C, las barras de color verde representan al afluente y los de color celeste al efluente, el cual nos arrojan un valor máximo de 7.39 pH y un mínimo de 7.14 pH, que lo hace un agua alcalina típica de aguas superficiales.

3.3. Resultado de Color verdadero del informe de Laboratorio Regional del Agua mediante gráfico de columnas.

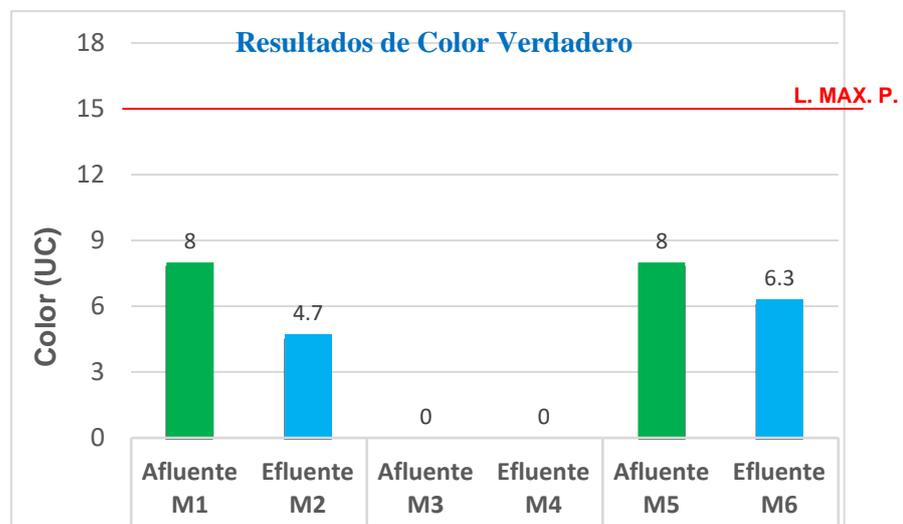


Gráfico 3. Resultados de color verdadero

Fuente: Elaboración Propia, 2019

En el grafico 3, se describe los resultados obtenidos de color verdadero, las barras de color verde representan al afluente y los de color celeste al efluente, los valores demuestran una mejora en la calidad de agua, en la semana 1 de 8 UC a 4.7 UC, en la semana 2 los valores son mínimos y en la semana 3 de 8 UC a 6.3 UC.

**3.4. Resultado de Coliformes Totales del informe de laboratorio Regional del Agua
mediante grafico de columnas.**

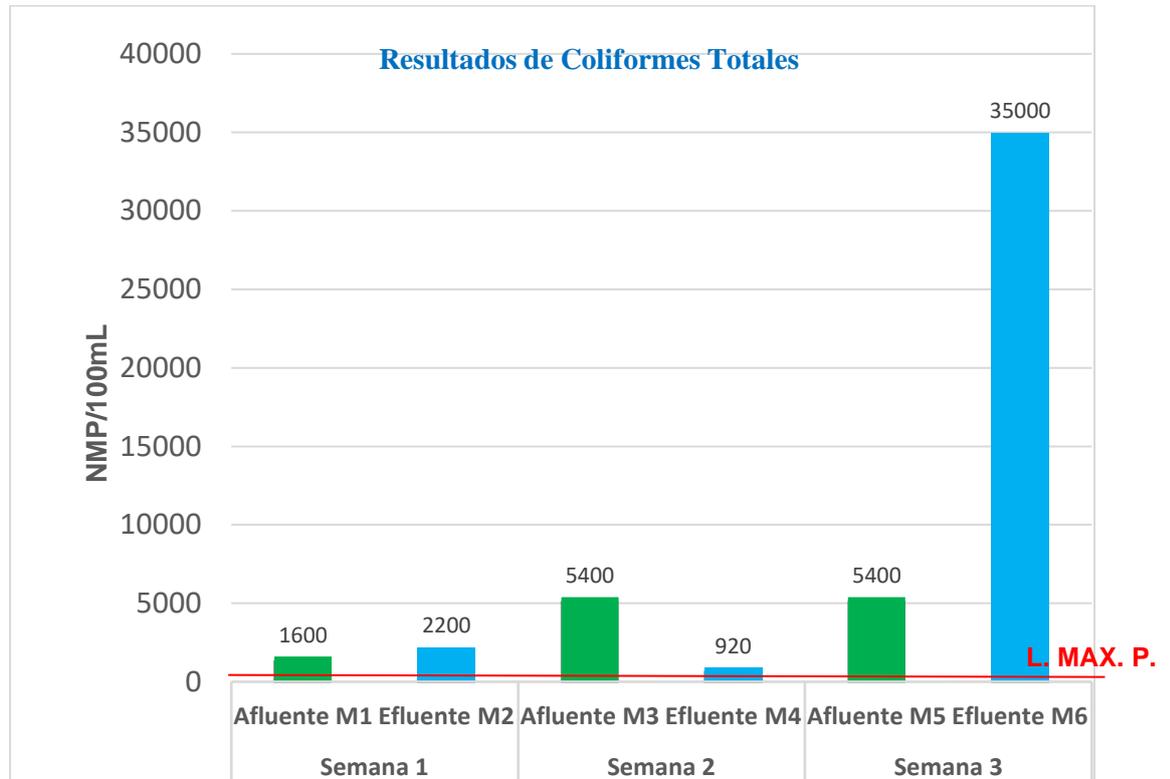


Gráfico 4. Resultados de Coliformes Totales

Fuente: Elaboración Propia, 2019

En el grafico 4, se describe los resultados obtenidos de los Coliformes totales, las barras de color verde representan al afluyente y los de color celeste al efluente, en la semana 1 se ve un aumento de 16×10^2 NMP/100mL a 22×10^2 NMP/100mL, pero en la semana 2 se evidencia una mejora de 54×10^2 NMP/100mL a 920 NMP/100mL, pero en la semana 3 vuelve a aumentar de 54×10^2 NMP/100mL a 35×10^3 NMP/100mL a 54×10^2 NMP/100mL.

3.5. Resultado de Coliformes Termotolerantes del informe de laboratorio Regional del Agua mediante gráfico de columnas.

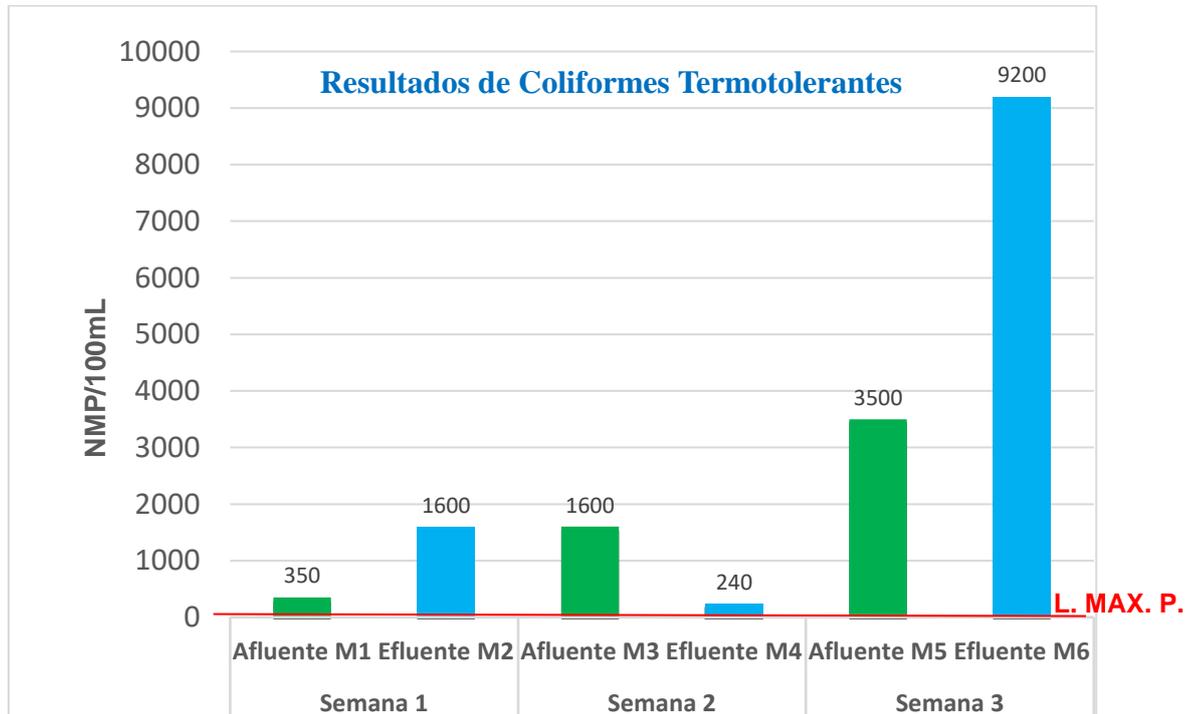


Gráfico 5. Resultados de Coliformes Termotolerantes

Fuente: Elaboración Propia, 2019

En el grafico 5, se describe los resultados obtenidos de Coliformes termo tolerantes, las barras de color verde representan al afluyente y los de color celeste al efluente, se observa una creciente en el efluente en la semana 1, de 350 NMP/100mL

3.6. Resultado de Residual desinfectante del informe de laboratorio Regional del Agua mediante gráfico de columnas.

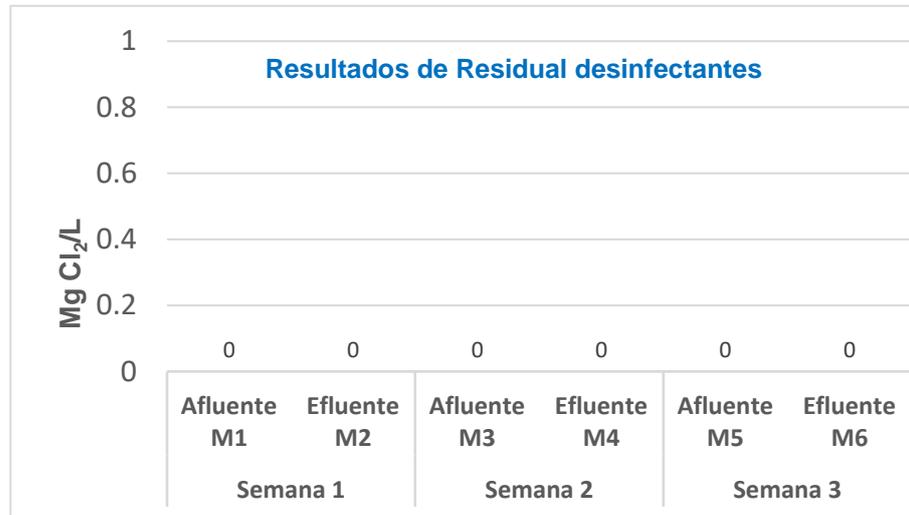


Gráfico 6. Resultados de residual desinfectante

Fuente: Elaboración Propia, 2019

En el gráfico 6, se describen los resultados obtenidos de residual desinfectante, las barras de color verde representan al afluente y las de color celeste al efluente, en este caso no hay que observar porque la concentración de cloro es inferior al límite permisible.

Se analizaron todos los parámetros de control obligatorio establecidos por el Reglamento Nacional de Agua para consumo humano de los cuales se determinó que:

- **Turbidez:** Según la tabla 13, durante las tres semanas de evaluación hubo mejora al someter el agua del río Shaullo al filtro de fibras de cabuya y cascarilla de arroz, el aumento de turbidez en la semana tres tanto del afluente como del efluente, se debe a que se presentaron lluvias intensas durante esa semana, sin

embargo, los valores obtenidos no cumplen los rangos establecidos en el Reglamento Nacional del Agua (<5).

- **pH:** En cuanto a este parámetro se determinó que es un agua alcalina porque sus valores oscilan de 7.14 - 7.39, lo cual verifica que es un rango normal porque es un agua superficial y cumple los rangos establecidos en el reglamento Nacional del agua (6.5-8.5).
- **Color:** Al igual que el parámetro pH, el color verdadero cumple con los rangos establecidos por el Reglamento Nacional del Agua, incluso en la semana 2 los valores son <LCM, que significa que la concentración es menor a límite máximo permisible.
- **Residual desinfectante:** Al realizar los ensayos se verifico que la presencia de cloro en las aguas del río Shaullo es nula.
- **Coliformes Totales:** Según la tabla 13, se observa que en la semana 1 y semana 3 los valores aumentan al pasar el filtro de fibras de cabuya y cascarilla de arroz, algo que en la semana 2 no ocurre, esto debido a que en la semana 1 se considera como tiempo de asentamiento que los materiales como la grava y el confitillo son de una cantera que extrae agregado del río Cajamarquino, del cual se sabe que algunos pobladores cuyas viviendas colindan al río, evacuan sus aguas negras hacia este; lo cual inicialmente variaron los datos pero en la segunda existe cierta mejora a diferencia de la tercera semana que se obtuvo un aumento en los valores del efluente, finalmente estos valores no cumplen los requisitos del Reglamento Nacional del agua(<50).

- **Coliformes Termotolerantes:** Igualmente este parámetro su situación es similar a la de Coliformes totales adicionalmente se debe incluir que las lluvias arrastran los desechos hacia el río y que Llacanora por ser un centro ganadero afecten en los datos obtenidos, finalmente los datos no cumplen con los parámetros establecidos en el Reglamento Nacional del Agua (<20), pero al ser sometida al filtro si hay una mejora en la calidad de agua del río Shaullo.

Finalmente se realizó una tabla para determinar el porcentaje promedio de mejora de los parámetros analizados para determinar la calidad del agua.

Tabla 14.

Porcentaje de reducción de valores paramétricos por semanas

Ensayos	Río Shaullo – Llacanora						PROMEDIO
	Semana 1		Semana 2		Semana 3		
	Afluente M1	Efluente M2	Afluente M3	Efluente M4	Afluente M5	Efluente M6	
Turbidez (UNT)	36.6	23.2	9.75	7.79	73.2	57.4	26.10%
Reducción(%)	36.61%		20.10%		21.58%		
pH a 25° C(pH)	7.33	7.34	7.14	7.26	7.39	7.33	-0.34%
Reducción(%)	-0.14%		-1.68%		0.81%		
Color (UC)	8	4.7	<LCM	<LCM	8	6.3	31.25%
Reducción(%)	41.25%		<LCM		21.25%		
Cloro Residual (mg Cl/L)	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Reducción(%)	<LCM		<LCM		<LCM		
Coliformes Totales (NMP/100ml)	1600	2200	5400	920	5400	35000	-167.56%
Reducción(%)	-37.50%		82.96%		-548.15%		
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	350	1600	1600	240	3500	9200	-38.93%
Reducción(%)	-357.14%		85.00%		-162.86%		

-Turbidez, se observa una mejora de la calidad del agua del 26.10% durante las tres semanas usando un filtro de fibras de cabuya y cascarilla de arroz.

-pH, se encuentra entre los parámetros normales de un agua superficial no necesita de mejora.

-Color, se observa una mejora de la calidad del agua del 31.25% durante las tres semanas usando un filtro de fibras de cabuya y cascarilla de arroz, descartando la semana 2 que los valores eran mínimos.

-Coliformes Totales, descartando la semana 1 por ser una fase de auto limpieza, se obtiene una mejora de -167.56% en la calidad de agua del río Shaullo.

- Coliformes Termotolerantes, descartando la semana 1 por ser una fase de auto limpieza, se obtiene una mejora de -38.93% en la calidad de agua del río Shaullo.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Limitaciones

- El tamaño de partículas en suspensión varia en épocas de lluvia y estiaje lo que limita el diseño del filtro y repercute en los resultados; así también, los costos elevados del análisis del agua en un laboratorio certificado y la adquisición de materiales para la construcción de un nuevo filtro.

-La presencia de precipitaciones afectaron los resultados puesto a que Llacanora por ser una zona ganadera cuyos desechos generados por esta actividad tuvieron contacto con el filtro en el desarrollo de la investigación ya que las lluvias arrastraron estos residuos hacia el río Shaullo.

4.2. Discusión

-Según Zamora en su investigación “Calidad del agua de la quebrada El Tambo usando filtro de antracita, algodón, arena gruesa y caliza triturada”, usando los mismos estratos obtuvo un resultado mejorando la turbidez en un 91.31%; realizando una sola toma de muestra en el afluente (Muestra patrón) con varias tomas en el efluente; en la investigación según la tabla 14 se obtuvo una mejora del 26.10% realizando correspondientemente una toma en el afluente y una toma en el efluente.

- Mohanty y Hinrichsen en su investigación “Biofibras, polímeros biodegradables y biocompuestos: una visión general” indican que Las propiedades de las fibras de cabuya tiene un buen potencial para ser utilizado como un medio de absorción para la eliminación de metales pesados de las aguas

residuales, en la investigación podemos afirmar su alta capacidad de absorción por la mejora de la turbidez en 26.10% y color en 31.25% tal como se indica en la tabla 14.

-Según Baldeon en su investigación “Estudio de retención de metales pesados en aguas sintéticas (preparadas en el laboratorio) utilizando como lecho filtrante la fibra de cabuya furcraea andina como alternativa de biorremediación” indica que las propiedades de la cascarilla de arroz tienen una alta capacidad de absorción por la mejora de los indicadores de la turbidez en 26.10% y color en 31.25% tal como se indica en la tabla 14.

4.3. Implicancias

-Para nuevas investigaciones el filtro puede ubicarse en otro tipo de afluente con menores requerimientos de tratamiento, para la mejora de la calidad del agua; así como en captaciones de manantial o galerías filtrantes que requieren mejorar los parámetros bacteriológicos básicamente.

4.4 Conclusiones

- Se evaluó la calidad del agua del río Shaullo, Llacanora usando un filtro en base a fibras de cabuya y cascarillas de arroz, obteniendo como resultados favorables en la mejora de la calidad del agua filtrada, El filtro está compuesto: En la base 0.20 m de canto rodado de 3/4", 0.10 m de confitillo (agregado de 1/4"- 3/8" de diámetro), 0.10 m de fibras de cabuya, 0.10 de confitillo (1/4"- 3/8" de diámetro), 0.10 m de cascarilla de arroz y 0.10 m de grava de 3/4".

- En las propiedades físicas, se verifico que existen una mejora en la calidad de agua del río Shaullo usando un filtro de fibras de cabuya y cascarilla de arroz puesto que, en la Turbidez, se observó una mejora de la calidad del agua del efluente con respecto al afluente en 26.10% durante las tres semanas y en color se observó una mejora de la calidad del agua del 31.25% durante las tres semanas y en cuanto a las propiedades químicas, el pH se encuentra entre los parámetros normales de un agua superficial y residual desinfectante no se observó presencia de cloro.
- Las propiedades biológicas presentaron resultados opuestos a la hipótesis en la mejora en la calidad de agua del río Shaullo usando filtros de fibras de cabuya y cascarilla de arroz observándose un aumento de 167.56% en Coliformes totales y 38.93% en Coliformes Termotolerantes en el afluente con respecto al efluente.

4.5 Recomendaciones

- Para mejorar el indicador de turbidez previamente se debe realizar sedimentación primaria.
- Se recomienda aumentar los estratos para así tener mayor contacto con los filtros de cascarilla de arroz y fibras de cabuya
- Utilizar cloro para mejorar resultados de Coliformes totales y Termotolerantes.

REFERENCIAS

1. Baldeon Cajo, J. E. (2013). *“Estudio de retencion de metales pesados en aguas sintéticas (preparadas en el laboratorio) utilizando como lecho filtrante la fibra de cabuya furcraea andina como alternativa de biorremediación.”*. Riobamba : UNCH.
2. Carrillo, Y., & Sanchez, N. (2013). *Elaboración de un filtro base de carbón activado obtenido del endocarpode coco con el propósito de reducir la dureza del agua potable*. San Salvador.
3. Chiclote Gonzales, Y. E. (2018). *MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CUMBE EMPLEANDO FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
4. Chulluncuy Camacho, N. C. (2011). *Tratamiento de agua para consumo humano*. Lima: UNMSM.
5. Doria, G., Hormaza, A., & Gallego, D. (2011). Cascarilla de arroz: material alternativo y de bajo costo para el tratamiento de aguas con cromo. *Revista Gestión y Ambiente*, 73-84.
6. Franek, A., Koncagul, E., Connor, R., & Hunziker, D. (2015). *Agua para un mundo sostenible*. Colombella: Unwater.
7. Infante, D. (2017). *Carbón activo granular, en la mejora de la calidad del agua potable*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
8. Ministerio de Salud. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Lima: GRAFIC EIRL.
9. Ministerio del Ambiente. (Diciembre de 2015). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/lima-30-de-diciembre-de-2015-mediante-decreto-supremo-no-015-2015-minam-publicado-el-19-de-diciembre-de-2015-en-el-diario-oficial-el-peruano-el-ministerio-del-ambiente-minam-en-coordinacion/>
10. Mohanty, M., & Hinrichsen, G. (2000). *Biofibras, polímeros biodegradables y biocompuestos: una visión general*. Montreal: Wiley.
11. Organización de la Naciones Unidas. (Agosto de 2018). *Naciones Unidas*. Obtenido de <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>

12. Palomino Avellaneda, P. D. (2018). Evaluación de la calidad del agua en el río Mashcón, Cajamarca, 2016. *Anales Científicos*, 298-307.
13. Rojas, R. (2002). *Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano*. Lima.
14. Tenelanda, F., & Muyulema, J. (2013). *Optimización de la unidad de floculación y calidad microbiológica y física-química del agua de abastecimiento de la parroquia singay*. Cuenca - Ecuador.
15. Torres, P., Cruz, C., & Paola, P. (2008). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 79-94.
16. Witt, V., & Reiff, F. M. (1993). *La Desinfección del Agua a Nivel Casero en Zonas Urbanas Marginales y Rurales*. Washington: OPS.
17. Zamora Cubas, J. L. (2019). *Calidad del agua de la quebrada El Tambo usando filtro de antracita, algodón, arena gruesa y caliza triturada*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.

ANEXOS

Anexo 1.

Tabla 15. Presupuesto

TAREA O ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	METRADO	COSTO UNITARIO	PARCIAL
Filtro*	GL	1	S/164.50	S/164.50
Ensayos de laboratorio	GL	6	S/178.41	S/1070.46
Flete	GL	1	S/20.00	S/20.00
Movilidad	m ³	3	S/5.00	S/15.00
			TOTAL	S/1,039.50

*El costo de filtro se detalla en tabla 16.

Tabla 16 Costo de filtro

FILTRO		TOTAL	S/164.50
ACCESORIOS		CANTIDAD	COSTO PARCIAL
Tubería PVC SAP 2"	3	S/25.00	S/75.00
Abrazadera	2	S/3.00	S/6.00
Tapón macho ø 1/2" CL-10	2	S/2.00	S/4.00
Union PVC c/r ø 1/2" CL-10	2	S/2.00	S/4.00
Adaptador ø2" cl-10	2	S/5.00	S/10.00
Kit de rebose	2	S/8.00	S/16.00
Tanque de plástico 170 litros	1	S/20.00	S/20.00
Cinta teflón	1	S/2.00	S/2.00
MATERIALES		UNIDAD	METRADO COSTO
Grava de 3/4"	m ³	0.013	S/5.00
Canto rodado 3/4"	m ³	0.025	S/5.00
Confitillo	m ³	0.025	S/5.00
Cascarilla de arroz	m ³	0.013	S/2.50
Fibras de cabuya	m ³	0.013	S/10.00

Fuente: elaboración propia

Anexo 3. Panel Fotográfico

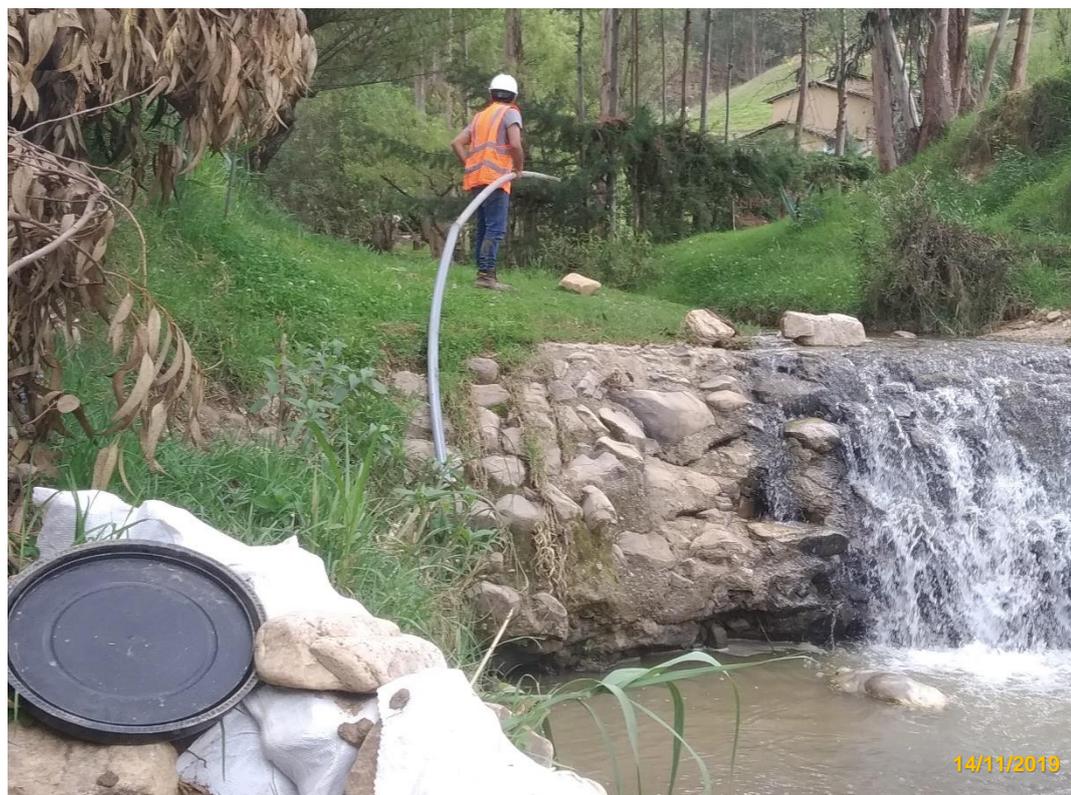


Figura 13. *Instalación de filtro.*



Figura 14. *Filtro instalado y protegido.*

RESULTADOS DE LAS MUESTRAS M1(AFLUENTE) Y M2(EFLUENTE)



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



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

INFORME DE ENSAYO N° IE 1119919

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **RICHARD JAVE ARTEAGA**
 Dirección **JR SATA ANITA - 470C**
 Persona de contacto - Correo electrónico -

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **15.11.19** Hora de Muestreo **16:00 a 16:10**
 Tipo de Muestreo **Puntual**
 Número de Muestras **02 Muestras** N° Frascos x muestra **02**
 Ensayos solicitados **Fisicosquímicos y Microbiológicos**
 Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de Volumen y Preservación**
 Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el Usuario**
 Procedencia de la Muestra: **LLACANORA**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 1204** Cadena de Custodia **CC - 919 -19**
 Fecha y Hora de Recepción **15.11.19 16:51** Inicio de Ensayo **15.11.19 17:10**
 Reporte Resultado **26. 11.19 16:30**

Ing. Edder Miguel Neyra Jaico
Responsable de Oficina
CIP: 147028

Cajamarca, 26 de Noviembre de 2019.

Página: 1 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



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

INFORME DE ENSAYO N° IE 1119919

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código Cliente			M1 - SIN FILTRO	M2 - CON FILTRO	-	-	-	-
Código Laboratorio			1119919-01	1119919-02	-	-	-	-
Matriz			NATURAL	NATURAL	-	-	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	-	-	-	-
Localización de la Muestra			Río Shaullo - Llacanora	Río Shaullo - Llacanora	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.09	36.6	23.2	-	-	-	-
° pH a 25°C	pH	NA	7.33	7.34	-	-	-	-
(*) Color Verdadero	UC	4.0	8.0	4.7	-	-	-	-
(*) Cloro Residual	mg Cl ₂ /L	0.1	<LCM	<LCM	-	-	-	-

Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			BIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	16 x 10 ²	22 x 10 ²	-	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	350	16 x 10 ²	-	-	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE; valor estimado

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 2130. B. 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-H+.B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017: Color. Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Cloro Residual	mg Cl/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl G, 23rd Ed. 2017: DPD Colorimetric Method.
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

NOTAS FINALES

- (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

"Fin del documento"



Cajamarca, 26 de Noviembre de 2019.

Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev:N°06 Fecha : 02/01/2019

Página: 2 de 2

RESULTADOS DE LAS MUESTRAS M3(AFLUENTE) Y M4(EFLUENTE)



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

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



INFORME DE ENSAYO N° IE 1119938

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **RICHARD JAVE ARTEAGA**

Dirección **JR SATA ANITA - 470C**

Persona de contacto **-** Correo electrónico **-**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **21.11.19** Hora de Muestreo **14:00 a 14:10**

Tipo de Muestreo **Puntual**

Número de Muestras **02 Muestras** N° Frascos x muestra **02**

Ensayos solicitados **Fisicosquímicos y Microbiológicos**

Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de Volumen y Preservación**

Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el Usuario**

Procedencia de la Muestra: **RÍO SHAULLO - LLACANORA**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 1204** Cadena de Custodia **CC - 938 -19**

Fecha y Hora de Recepción **21.11.19 15:00** Inicio de Ensayo **21.11.19 15:30**

Reporte Resultado **02.12.19 15:00**



Ing. Edder Miguel Neyra Jaico
Responsable de Oficina
CIP: 147028

Cajamarca, 02 de Diciembre de 2019.

Página: 1 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

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



INFORME DE ENSAYO N° IE 1119938

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente			M3 - Sin Filtro	M4 - Con Filtro	-	-	-	-
Código Laboratorio			1119938-01	1119938-02	-	-	-	-
Matriz			NATURAL	NATURAL	-	-	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	-	-	-	-
Localización de la Muestra			Río Shaullo - Llacanora	Río Shaullo - Llacanora	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.09	9.75	7.79	-	-	-	-
° pH a 25°C	pH	NA	7.14	7.26	-	-	-	-
(*) Color Verdadero	UC	4.0	<LCM	<LCM	-	-	-	-
(*) Cloro Residual	mg Cl ₂ /L	0.1	<LCM	<LCM	-	-	-	-

Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			BIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	54 x 10 ²	920	-	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	16 x 10 ²	240	-	-	-	-

Nota: Los Resultados <1.8. significa que el resultado es equivalente a cero.

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 2130, B, 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017: Color: Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Cloro Residual	mg Cl ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl G, 23rd Ed. 2017 : DPD Colorimetric Method.
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C, 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E, 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

NOTAS FINALES

- (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

"Fin del documento"

Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev:N°06 Fecha : 02/01/2019



Cajamarca, 02 de Diciembre de 2019.

Página: 2 de 2

RESULTADOS DE LAS MUESTRAS M5(AFLUENTE) Y M6(EFLUENTE)



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



INFORME DE ENSAYO N° IE 1119973

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **RICHARD JAVE ARTEAGA**
Dirección **JR SATA ANITA - 470C**
Persona de contacto - Correo electrónico -

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **29.11.19** Hora de Muestreo **11:20 a 11:30**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de Muestras **02 Muestras** N° Frascos x muestra **02**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos y Microbiológicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de Volumen y Preservación**
Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el Usuario**
Procedencia de la Muestra: **LLACANORA**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 1204** Cadena de Custodia **CC - 973 -19**
Fecha y Hora de Recepción **29.11.19 12:32** Inicio de Ensayo **29.11.19 12:50**
Reporte Resultado **10.12.19 17:00**


Ing. Edder Miguel Neyra Jaico
Responsable de Oficina
CIP: 147028

Cajamarca, 11 de Diciembre de 2019.

Página: 1 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

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



INFORME DE ENSAYO N° IE 1119973

ENSAYOS			FÍSICO - QUÍMICOS					
Código Cliente			M5 - SIN FILTRO	M6 - CON FILTRO	-	-	-	-
Código Laboratorio			1119973-01	1119973-02	-	-	-	-
Matriz			NATURAL	NATURAL	-	-	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	-	-	-	-
Localización de la Muestra			Río Shaullo - Llacanora	Río Shaullo - Llacanora	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.09	73.2	57.4	-	-	-	-
° pH a 25°C	pH	NA	7.39	7.33	-	-	-	-
(*) Color Verdadero	UC	4.0	8.0	6.3	-	-	-	-
(*) Cloro Residual	mg Cl ₂ /L	0.1	<LCM	<LCM	-	-	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			BIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	54 x 10 ²	35 x 10 ³	-	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	35 x 10 ²	92 x 10 ²	-	-	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2130. B. 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+ B. 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017: Color. Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Cloro Residual	mg Cl/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl G, 23rd Ed. 2017 : DPD Colorimetric Method.
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

NOTAS FINALES

- (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

"Fin del documento"

Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev:N°06 Fecha : 02/01/2019

Cajamarca, 11 de Diciembre de 2019.



Página: 2 de 2