



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“UTILIZACIÓN DEL FILTRO DE ASERRÍN PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ENCAÑADA, UBICADO EN EL DISTRITO DE LA ENCAÑADA, CAJAMARCA – CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniero Civil

Autor:

Gustavo Adolfo Yzquierdo Carranza

Asesor:

MPM Ing. Julio A. Paima Arroyo

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

A Dios por ser mi soporte, porque está siempre presente en mi
corazón y guía mi camino cada día de mi vida.

A mi padre Reynerio Yzquierdo que, aunque ya no esté conmigo,
fue mi inspiración y la fuerza durante todo este tiempo de estudios
y poder llegar a concluir esta meta.

A mi madre Maximila Carranza por su gran amor, comprensión y
apoyo de manera incondicional, que con su aporte he podido
culminar de forma exitosa esta tarea.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres, ya que gracias a ellos me formé como profesional con tanto sacrificio y empeño en mis estudios.

Y a todas aquellas personas que, de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	7
ÍNDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	23
CAPÍTULO III. RESULTADOS	32
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	36
REFERENCIAS	49
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Límites Máximo Permisibles (LMP)	18
Tabla 2: Tipos de Filtro	19
Tabla 3: Lista de materiales	25
Tabla 4: Técnica de recolección de datos para ensayo de Turbiedad	26
Tabla 5: Técnica de recolección de datos para ensayo de Color	26
Tabla 6: Técnica de recolección de datos para ensayo de PH	26
Tabla 7: Técnica de recolección de datos para ensayo de Coliformes totales	26
Tabla 8: Técnica de recolección de datos para ensayo de Coliformes termotolerantes	26
Tabla 9: Recolección y toma de muestras	30
Tabla 10: Resultados fisicoquímicos y microbiológicos – Río Encañada	32
Tabla 11: Resultados fisicoquímicos y microbiológicos- Semana 1 – Filtro de aserrín	32
Tabla 12: Resultados fisicoquímicos y microbiológicos- Semana 2 – Filtro de aserrín	33
Tabla 13: Resultados fisicoquímicos y microbiológicos – Porcentajes de datos	37
Tabla 14: Resultados fisicoquímicos y microbiológicos – Valores obtenidos -LMP	41
Tabla 15: Resultados Finales – Semana 2	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Filtro de aserrín	25
Figura 2. Diseño del Filtro	28
Figura 3: Resultados Turbidez.....	33
Figura 4: Resultados PH	34
Figura 5: Resultados Color Verdadero	34
Figura 6: Resultados Coliformes Totales.....	35
Figura 7: Resultados Coliformes Termotolerantes	35
Figura 8: Resultados de Turbidez – Porcentaje obtenido	38
Figura 9: Resultados de PH – porcentaje obtenido	38
Figura 10: Resultados de Color - porcentaje obtenido.....	39
Figura 11: Resultados de Coliformes Totales - porcentaje obtenido	40
Figura 12: Resultados de Coliformes Termotolerantes - porcentaje obtenido.....	40
Figura 13: Resultados de Turbidez, valor obtenido – LMP.....	42
Figura 14: Resultados de PH, valor obtenido - LMP.....	42
Figura 15: Resultados de Color, valor obtenido - LMP.....	43
Figura 16: Resultados de Coliformes Totales, valor obtenido - LMP	44
Figura 17: Resultados de Col. Termotolerantes, valor obtenido – LMP	45

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Afluente – Río Encañada.....	52
Fotografía 2: Ensamblado de tubería - Ingreso de agua.....	53
Fotografía 3: Ensamblado de tubería agujereada - Salida de agua.....	54
Fotografía 4: Ensamblado de tubería al Filtro.....	55
Fotografía 5: Colocación de estratos al filtro.....	56
Fotografía 6: Colocación de primera capa Filtro – Base - Gravilla de 3/4".....	56
Fotografía 7: Colocación de segunda capa Filtro - Gravilla de 1/2".....	57
Fotografía 8: Colocación de tercera capa Filtro - Confitillo.....	57
Fotografía 9: Colocación de cuarta capa Filtro – Arena Gruesa.....	58
Fotografía 10: Colocación de aserrín al filtro.....	58
Fotografía 11: Colocación de quinta capa Filtro – Aserrín.....	59
Fotografía 12: Colocación de sexta capa Filtro – Gravilla de 1/2".....	59
Fotografía 13: Colocación de séptima capa Filtro – Arena Gruesa.....	60
Fotografía 14: Colocación de última capa Filtro – Gravilla de 3/4".....	60
Fotografía 15: Colocación de tubería agujerada para ingreso de agua.....	61
Fotografía 16: Ensamblado final de tubería al filtro.....	61
Fotografía 17: Filtro terminado.....	62
Fotografía 18: Inspección con el asesor de Tesis – Ing. Eryln G. Salazar Huamán.....	63
Fotografía 19: Recolección de agua de Río - análisis Físicoquímicos.....	65
Fotografía 20: Recolección de agua de Río - Análisis Microbiológicos.....	65
Fotografía 21: Recolección de agua tratada - Análisis Físicoquímicos – Semana 01.....	67
Fotografía 22: Recolección de agua tratada - Análisis Microbiológicos - Semana 01.....	67
Fotografía 23: Muestras de agua tratada - Análisis Físicoquímicos – Microbiológicos – Semana 01... ..	68
Fotografía 24: Recolección de agua tratada - Análisis Físicoquímicos – Semana 02.....	70
Fotografía 25: Recolección de agua tratada - Análisis Microbiológicos - Semana 02.....	70

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS 1: Panel fotográfico – Salida de Campo y Construcción del filtro.....	51
ANEXOS 2: Panel fotográfico – Toma de muestras del agua del afluente.....	64
ANEXOS 3: Panel fotográfico – Toma de muestras del agua tratada - Semana 01.....	66
ANEXOS 4: Panel fotográfico – Toma de muestras del agua tratada - Semana 02.....	69
ANEXOS 5: Toma de muestras del afluente según formato.....	71
ANEXOS 6: Toma de muestras del efluente – Semana 01 según formato.....	73
ANEXOS 7: Toma de muestras del efluente – Semana 02 según formato.....	75
ANEXOS 8: Resultados de las pruebas de laboratorio – Agua Afluente.....	77
ANEXOS 9: Resultados de las pruebas de laboratorio – Semana 01.....	80
ANEXOS 10: Resultados de las pruebas de laboratorio – Semana 02.....	83

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad determinar el efecto del aserrín en la mejora de la calidad del agua calidad del río Encañada, ubicado en el Distrito de la Encañada – Cajamarca. Para ello se aplicó una investigación es del tipo Experimental Aplicada, ya que, a partir del análisis de los resultados obtenidos, un conjunto de variables se mantiene constantes, mientras que el otro conjunto de variables se mide como sujeto del experimento.

Para ello, se construyó el filtro de aserrín con materiales locales, un barril de plástico con una capacidad de 175 litros (HDPE), tubería PVC de 2", adaptadores para el tanque de 1½" con rosca, reducción de PVC de 2" a 1 ½", un multiconector con válvula esférica para la salida del agua; además de los estratos para filtrar el agua, grava de ¾", gravilla de ½", confitillo, arena gruesa y aserrín de pino. Se determinaron los cinco parámetros obligatorios según el Reglamento de la calidad del agua, 2011, como son Turbidez, Color verdadero, PH, Coliformes totales y Bacterias termotolerantes o fecales. Los resultados de las propiedades físicas como Turbidez, PH y Color verdadero, se obtuvieron valores que se encuentran dentro de los valores máximos permisibles establecidos por el Reglamento de la calidad del agua, 2011; la turbidez mejoró de un valor de 5.4 a 3.47 en la segunda semana, disminuyendo un 35.74% referente al del afluente (agua de río Encañada); el PH, obteniendo una disminución de 14.11%, de un valor de 8.15 del afluente, llegando a un valor ideal de 7 en la segunda semana, que vendría a ser un valor neutro ni tan ácido ni tan básico; el Color verdadero, mejoró de un valor de 18.5 a 12.6 en la segunda semana, disminuyendo en un 31.89% referente al del afluente.

Las propiedades biológicas como las Coliformes Totales, el filtro no mejoró el agua del afluente, manteniéndola igual en 9,200 NMP; con respecto a los Coliformes Termotolerantes o fecales, de igual manera el filtro no mejoró el agua, por el contrario,

aumento de 540 a 3,500 NMP, resultados que están fuera de los rangos o valores máximos permisibles establecidos.

Por lo tanto se concluye que, se acepta parcialmente la hipótesis establecida, puesto que la calidad del agua del río Encañada, si mejoró en más del 5% utilizando el filtro de aserrín, sólo en tales parámetros: Turbidez, PH y Color, los cuales mejoraron en un 35.74%, 14.11% y 31.89% respectivamente, alcanzando valores dentro de los límites máximos permisibles establecidos por el reglamento de la calidad del agua, 2011, los demás parámetros (Coliformes Totales y Termotolerantes), no mejoraron, cuyos resultados se encuentran fuera de los valores máximos permisibles establecidos;

Palabras clave: Agua, filtro, aserrín.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el agua constituye un elemento natural indispensable para el desarrollo de la vida y de las actividades humanas; resulta difícil imaginar cualquier tipo de actividad en la que no se utilice, de una u otra forma.

En el planeta cubre el 75% de su superficie, pero no toda el agua se encuentra en condiciones aptas para el uso humano. El 97.5% del agua es salada, el 2.5% resultante es agua dulce distribuida en lagos, ríos, arroyos y embalses; esta mínima proporción es la que podemos utilizar con más facilidad. (Carreto, 2015)

La humanidad requiere el agua cada vez en mayores cantidades para realizar sus actividades. El mayor consumo de agua también se debe al incremento de las prácticas de irrigación agrícolas, al gran desarrollo industrial o a la existencia de hábitos de consumo que, en ocasiones, implican su derroche.

El Reglamento de la calidad del agua, 2011, menciona que: El agua es uno de los bienes más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo, nuestro país no es una excepción; muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber de fuentes cuya calidad deja mucho que desear y produce un sinnúmero de enfermedades a niños y adultos. Y como es de conocimiento mundial que el agua, constituye un recurso fundamental en el desarrollo de la vida humana, la gran mayoría de los cuerpos de agua, están cada vez más contaminados, producto de la mala disposición o excretas que son desechadas hacia los ríos, lagunas, etc. Por lo tanto, día tras día, se intensifica la búsqueda de nuevas técnicas que implementen métodos o medios adecuados que mejoren la calidad del agua. (Ministerio de Salud, 2011).

La contaminación y polución de las aguas en el Perú es tan antigua como el desarrollo de las ciudades, por cuanto los ríos y las aguas de mar sirven como punto de disposición

final para las evacuaciones de las aguas negras, propias de los pueblos en proceso de desarrollo. (Malnati, 2011)

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en el área rural del Perú, el 71,9% de la población tiene acceso a agua por red pública: el 69,2% dentro de la vivienda, el 1,2% fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación y el 1,6% por pilón de uso público. En comparación con similar año móvil del año 2017, aumenta en 2,1 puntos porcentuales la población que tienen agua por red pública dentro de la vivienda; mientras que disminuye la población que accede a agua fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación y pilón de uso público en 1,5 y 0,1 puntos porcentuales, respectivamente. (Gutiérrez & Romero, 2018)

De igual manera según la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), en el Perú existen 50 entidades prestadoras de servicios (EPS) de agua potable y alcantarillado, de las cuales el 96% (48) son empresas municipales. Estas EPS brindan el servicio de agua potable y alcantarillado a 312 distritos a nivel nacional.

Por otro lado, en los 15211 distritos restantes, los servicios de agua potable son atendidos por las municipalidades o por las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS). Las JASS son asocregziaciones civiles constituidas para atender los servicios de saneamiento en uno o más centros poblados del ámbito rural. En la actualidad existen más de 5000 JASS a nivel nacional- (MIM Cajamarca, 2008)

Por lo tanto, existen varias instituciones a nivel nacional que brindan el servicio de agua potable. Sin embargo, sólo el 69.1% de la población tiene acceso directo al servicio, quedando al margen el 30.9% de la población peruana sin acceso a este servicio básico. Para la Provincia de Cajamarca la brecha de cobertura de Agua Potable asciende a 40.67% y la brecha de Saneamiento asciende a 59.66%. (MIM Cajamarca, 2008).

En el distrito de la Encañada lugar donde se presenta la problemática, se caracteriza por ser rural, la mayoría de su población tiene entre 15 y 64 años, principalmente su población se dedica a la agricultura y ganadería, el material de construcción predominante en sus viviendas es el adobe y su piso es de tierra, lo cual nos indica el grado de pobreza del distrito, aproximadamente la mitad de la población se abastece de una red pública de agua y más de 64% usa pozo ciego o letrina como alternativa de evacuación de excretas. (Gutiérrez & Romero, 2018)

La localidad de La Encañada cuenta con infraestructura sanitaria de agua potable y de disposición de aguas residuales, pero los materiales, accesorios y equipos de las instalaciones ya han cumplido con su período de vida útil.

El sistema de agua existente en La Encañada cuenta con la fuente existente Juancho Puquio, y se adicionaría una fuente nueva Naranjillo, además cuenta con reservorios de agua, redes de distribución y conexiones domiciliarias. Sin embargo, la calidad y cantidad del agua que llega a los usuarios no es la óptima, pues las instalaciones no están implementadas debidamente para que la operación sea eficiente y se obtenga los resultados esperados.

Por lo antes mencionado, y teniendo en cuenta la problemática ya explicada, surge como pregunta de investigación: **¿Cuál es el efecto del filtro de aserrín en la mejora de la calidad del agua del río Encañada?** De esta manera, se tiene como variable independiente al Filtro de aserrín y como variable dependiente a la calidad del agua del río Encañada. Asimismo, frente a esta pregunta de investigación planteada, se realizó una revisión documentada de estudios de investigación relacionados a la importancia de este tipo de filtros para la eliminación de impurezas, estudios sobre los diferentes usos de los sustratos de aserrien como filtro para tratar aguas contaminadas, características y propiedades del aserrín de diferentes maderas, etc. Estos fueron recopilados de fuentes bibliográficas tales como: Scielo, Redalyc y Google Académico.

Esta investigación tiene como objetivo principal: **determinar el efecto en la calidad del agua proveniente del río Encañada, mediante la aplicación del filtro de aserrín;** y como objetivos específicos: realizar la inspección de campo y determinar la ubicación del filtro; elaborar y aplicar el filtro de aserrín para mejorar la calidad del agua de agua del rio Encañada; evaluar el nivel de calidad del agua del rio Encañada, antes y después de aplicar el filtro de aserrín, evaluando sus propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua. De tal forma que damos respuesta a la pregunta con la hipótesis: **la calidad del agua del rio la encañada mejora en más del 5%, utilizando el filtro de aserrín.**

Como primer antecedente, Rúa & Orjuela (2007) en su investigación describen que la remoción de Níquel presente en aguas efluentes industriales mediante utilización de sustratos de aserrín de pino, mediante la cual se evaluaron dos variedades: aserrín de pino, la remoción de Ni²⁺ presente en efluentes industriales. Del cual se realizó un estudio comparativo a través de operaciones batch, que permitió establecer la influencia de la concentración inicial del metal, la relación adsorbente a efluente y la velocidad de agitación en el proceso de remoción. La investigación demuestra que el aserrín de Pino arrojó la mayor adsorción, 0,53 mgNi/g, y esto, sumado a su fácil adquisición y bajo costo, lo que lo convierte en un adsorbente con gran potencial. Finalmente menciona que se implementó una columna de adsorción piloto y se alcanzó una eficiencia de remoción del 57%. Palabras clave: adsorción, aserrín, intercambio iónico, níquel. Para desarrollar el proceso investigativo se utilizaron métodos teóricos, empíricos, experimentales y estadísticos de forma tal que se pudieran obtener los resultados esperados y los mismos fueran analizados y comparados para poder demostrar su factibilidad.

La utilización e implementación de un filtro de carbón, el cual funciona principalmente por el proceso de adsorción. La adsorción, lo que significa una interacción superficial entre las especies disueltas y el carbón, es diferente de absorción, lo que esencialmente significa

"tomar" o "tomar en." Para ser exactos, sin embargo, en el tratamiento de aguas contaminantes difusos en los poros de carbón (absorción) donde se unen a las superficies de carbón (adsorción). Esto ha llevado a un amplio uso del término no específico "sorción", con el que se mejoró la calidad del agua. (Aqueous Solutions, 2017).

De igual manera, Aqueous Solutions (2017) en su investigación menciona que tanto el filtro de carbón como en el filtro de arena, si no se añade desinfectante a continuación, el sistema natural de una biopelícula se desarrolla fácilmente en las superficies del carbón del filtro. Esto es generalmente un buen indicio, mientras que la biopelícula se sume a la entrada de materia orgánica natural en el sistema y por lo cual puede ocupar espacio en los poros del carbón, los microorganismos ambientales que componen la biopelícula previenen el desarrollo de colonias de patógenos en los agregados a través de la competencia y la depredación.

Para que finalmente se logre obtener un agua tratada, la misma que es recolectada en un tanque de almacenamiento, que debe ser dimensionado para satisfacer las necesidades de agua de la comunidad con un adicional factor de seguridad apropiado. Se debe tener mucho cuidado para asegurar que el agua tratada no se vuelva a contaminar durante el almacenamiento, en el sistema de distribución, o en recipientes de agua como bidones usados por los miembros de la comunidad.

En otra investigación, crean un filtro con aserrín para tratar aguas contaminadas de un sistema de tratamiento de agua portátil usando materiales locales, la investigación está orientada a utilizar residuos de aserrín, como adsorbentes con el añadido de nanopartículas de plata, de esta manera se puede tener un sistema combinado para retener contaminantes como fármacos y con una actividad antimicrobiana adicional. El filtro fue diseñado por investigadores del Grupo Interdisciplinario de Estudios Moleculares de la Universidad de Antioquia, este grupo realizó las pruebas a nivel de laboratorio, del cual se estudió su

aplicabilidad en humedales, los humedales son sistemas naturales o construidos por el hombre que descontaminan aguas residuales con microorganismos que crecen allí; pero si llegan antibióticos, como agentes contaminantes, pueden llegar a matar esos microorganismos que son necesarios para el tratamiento de las aguas residuales. (Vásquez, 2013)

Otra investigación tiene como objetivo el aislamiento de bacterias ruminales degradadoras del aserrín, la cual nos describe que el aserrín es un subproducto con potencial en la alimentación de rumiantes. Sin embargo, su alto contenido de carbohidratos estructurales ha limitado su inclusión. El aserrín de pino evaluado contiene 94% MS, 0.62% PC, 0.35% cenizas, y 88.72% FDN. Mediante técnicas de laboratorio para microorganismos anaerobios, se aisló un cultivo de bacterias ruminales degradadoras de aserrín (BRDA), formado por *Bacteroides stercorys* (celulolítica) y un cocobacilo (sólo estimula actividad celulolítica). De acuerdo con los resultados del análisis químico, el aserrín tiene 94% MS, 0.62% PC, 0.35% cenizas. Del análisis de fibra se determinó que la FDN es el principal componente del aserrín (94.39% de MS). Estos datos confirman que el aserrín es una fuente exclusiva de carbohidratos estructurales, con un aporte casi nulo de proteínas o minerales. (Sánchez, Cobos, Cetina & Vargas, 2007)

De igual manera la investigación relacionada a las características del aserrín de diferentes maderas, nos presenta resultados de las diferentes características físicas de varios tipos de aserrín, con el objetivo de valorar la posibilidad de usarlos con fines energéticos y de adsorción. De la caracterización se obtuvo bajo porcentaje de humedad promedio para las tres biomásas (8,544 2 % algarrobo, 7,832 1 % majagua y 9,732 8 % cedro). Se realizó el análisis granulométrico de las biomásas estudiadas obteniéndose las mayores acumulaciones para partículas menores de 2,5 mm en el caso del algarrobo, para el caso de la majagua y el cedro las mayores acumulaciones son para partículas menores de 8,0 mm. Después de ser

analizados se observa su contenido de absorción ante elementos contaminantes. (Nurian, Giralt & Quintero, 2016)

Asimismo, para complementar una base teórica que permita un buen desarrollo del presente estudio, podemos observar que una de las propiedades principales del aserrín, es su gran capacidad de adsorción, lo que significa que es un adsorbente efectivo para la remoción impurezas presentes en el agua, lo que ayudaría considerablemente en la mejora de la calidad de aguas contaminadas, ya sea industriales, fármacos, entre otras.

En el desarrollo de esta investigación se necesita conocer algunos términos tales como: La calidad del agua para consumo humano garantiza su inocuidad y se rige específicamente por los siguientes lineamientos: Prevención de enfermedades transmitidas a través del consumo del agua de dudosa o mala calidad. Aseguramiento de la aplicación de los requisitos sanitarios para garantizar la inocuidad del agua para consumo humano. Desarrollo de acciones de promoción, educación y capacitación para asegurar que el abastecimiento, la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo, sean eficientes, eficaces y sostenibles. Calidad del servicio mediante la adopción de métodos y procesos adecuados de tratamiento, distribución y almacenamiento del agua para consumo humano, a fin de garantizar la inocuidad del producto. Responsabilidad solidaria por parte de los usuarios del recurso hídrico con respecto a la protección de la cuenca, fuente de abastecimiento del agua para consumo Humano. Control de la calidad del agua para consumo humano por parte del proveedor basado en el análisis de peligros y de puntos críticos de control; y derecho a la información sobre la calidad del agua consumida. (Ministerio de Salud, 2011)

Los parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, son los siguientes: Coliformes totales, Coliformes termotolerantes, Color, Turbiedad, Residual de desinfectante y Ph. (Ministerio de Salud, 2011)

Tabla 1:

Limites Máximo Permisibles (LMP)

Parámetros de control	A1	A2
Turbidez (ntu)	5	100
Ph (ph)	6.5 - 8.5	5.5 - 9
Color UCV – pt-co	15	100
Cloro Residual (mg cl/l)	0.5	0.5
Coliformes Totales (nmp/100ml)	50	0
Coliformes Termolerantes (nmp/100ml)	20	2000

Fuente: (Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud, 2011)

Límite máximo permisible, son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua. Los parámetros microbiológicos, son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano (Ministerio de Salud, 2011).

El agua tratada, es toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano. Un Sistema de tratamiento de agua: Conjunto de componentes hidráulicos; de unidades de procesos físicos, químicos y biológicos; y de equipos electromecánicos y métodos de control que tiene la finalidad de producir agua apta para el consumo humano (Ministerio de Salud, 2011).

Un medio filtrante adecuado que retenga una gran cantidad de solidos filtrados, de un efluente de claridad buena, y pueda limpiarse fácilmente por lavado. Donde las arenas más gruesas darán tiempos de funcionamiento más largos y pueden lavarse más fácilmente, pero se requiere un caudal de agua de lavado superior para obtener una expansión comparable. Durante el lavado, los tamaños más finos quedaran cerca de la parte superior y los tamaños más gruesos cerca del fondo. (Walter Weber, 2003)

La filtración se realiza en muchas formas: con baja carga superficial (filtros lentos) o con alta carga superficial, en diferentes medios porosos (arena, antracita, granate, etc) empleando solo un medio o varios medios, con flujo ascendente o descendente: por último,

el filtro puede trabajar a presión o gravedad, según sea la magnitud de la carga hidráulica que exista sobre el lecho filtrante. (Pérez, 1981)

Tabla 2:

Tipos de Filtro

Según la velocidad de filtración	Según medio filtrante	Según el sentido de flujo	Según la carga sobre el lecho
Lentos	Arena Lecho simple: Arena, antracita Lecho Mixto:	Ascendentes / Descendentes	Por gravedad Por gravedad, por presión
Rápidos	a) Lecho doble: aren antracita b) Lecho triple: arena, antracita, granate.		Por gravedad, por presión

Fuente: Pérez, 1981.

La UNESCO (2003), menciona que una reducción del agua disponible ya sea en la cantidad o en la calidad, provoca efectos negativos graves sobre los ecosistemas. De igual manera describe también que el medio ambiente tiene una capacidad natural de absorción y la autolimpieza. Sin embargo, si se la sobrepasa, la biodiversidad se pierde, los medios de subsistencia disminuyen, las fuentes naturales de alimentos se deterioran y se generan costos de limpieza extremadamente elevados. Es por eso que los daños ambientales originan un incremento de los desastres naturales, pues las inundaciones aumentan allí donde la deforestación y la erosión del suelo impiden la neutralización natural de los efectos del agua.

La madera como materia prima, es históricamente uno de los materiales más utilizados por el hombre. Actualmente, en la gran mayoría de los países desarrollados, su uso como material estructural alcanza más del 90% de la construcción habitacional desde 1 a 4 pisos. (Fritz, 2004)

La madera como materia prima de diversos usos en base de madera tiene muchas ventajas. Es un recurso renovable mediante un manejo sustentable, es decir, armonizando su aprovechamiento con su velocidad de renovación en un marco asimilable por el medio ambiente. Es un material noble multiuso, que puede ser utilizado en la construcción,

industria o con fines particulares. En este sentido algunas ventajas y desventajas deben ser consideradas (Ananías, 1993):

- La madera es fácil de trabajar: Se puede cortar con métodos simples. Puede unirse fuertemente mediante clavos, conectores, pernos o adhesivos.
- La madera tiene buenas propiedades de resistencia mecánica. Es rígida pero flexible, es resistente al impacto y buen amortiguador de vibraciones.
- La madera es biodegradable, pero tiene una cierta durabilidad natural, la que puede ser mejorada artificialmente introduciéndole preservantes.
- La madera es heterogénea, su estructura anatómica y química y sus propiedades físicas y mecánicas son variables.
- Por otra parte, la madera presenta ciertas características comunes en todas las especies, entre ellas se destacan: La madera tiene estructura celular, que está formada por células que son sus unidades básicas, conformando un material sólido y poroso.
- La madera es anisotrópica, presenta un comportamiento diferente en las direcciones longitudinales y transversales. La madera es higroscópica, puede captar o liberar humedad de acuerdo a las condiciones ambientales.

En su investigación, Maderas Medina S.L, España (2016), no describe que la madera de pino es de las más utilizadas en trabajos de carpintería por lo que tiene múltiples aplicaciones. Se suele emplear para fabricar muebles, estructuras para interior o exterior, tablones y chapas decorativas. En función de la procedencia, se distinguen diversas variedades de pino. El pino silvestre es frecuente en tablas y tablones, el pino radiata para madera larga y corta, y el pino gallego para encofrado, sus propiedades físicas: Densidad aparente al 12% de humedad 0,51 kg/m³, madera semiligera, coeficiente de contracción volumétrico 0,38 % madera estable, dureza (Chaláis-Meudon) 1,9 maderablanda a

semiblanda. Sus propiedades mecánicas: Resistencia a flexión estática: 1057 kg/cm², módulo de elasticidad: 94.000 kg/cm², resistencia a la compresión: 406 Kg/cm², resistencia a la tracción paralela: 1020 kg/cm². Gracias a estas propiedades que posee este tipo de madera, sumado a ello su gran capacidad de adsorción, es ideal para retener impurezas presentes en el agua.

El aserrín es una mezcla de astillas mezcladas con polvo que se desecha de las madereras o carpinterías, es decir, viene a ser parte de los residuos del proceso de cepillado y aserrado de la madera, su costo es relativamente bajo e incluso se suele regalar o botar a la basura, sin embargo, tiene varios usos: como combustible (leña), piso para la crianza de animales y para el cultivo de plantas, entre otros, como por ejemplo se puede utilizar como sustrato para la elaboración de almácigos, sumado a su bajo costo, la capacidad de retener humedad y la facilidad de desmoronarse al tacto lo convierten en un sustrato ideal. Antes de utilizarlo se debe remojar en agua por varias horas (4 – 6) y cambiar el agua varias veces, porque por ser un producto de la madera posee sustancias químicas (taninos) que en contacto con plantas (raíces) ocasionan quemaduras y la muerte de estas; la forma de eliminar estas sustancias es a través del lavado como ya se explicó. Para usarlo como sustrato se puede mezclar con tierra de chacra, compost, humus de lombriz o solo, las proporciones pueden ser de 1:1 (1 kg. de aserrín para 1 kg. de abono). Al emerger del suelo las plantitas no habrá problemas de competencia por el nitrógeno del suelo porque la misma planta tiene su reserva de nutrientes de la semilla que le durará por 2 – 3 semanas. Al cabo de este tiempo el problema de la competencia de nitrógeno del suelo se puede evitar realizando el trasplante lo más pronto posible apenas se empieza a observar que las plantitas cambian de color a un amarillento pálido. (Villagrán & Quiroz, 2016).

Finalmente, visto los últimos indicadores de desabastecimiento y calidad de agua apta para el consumo humano en el distrito de la Encañada y demás provincias de Cajamarca, además de tener en cuenta los antecedentes descritos anteriormente, *la presente investigación se justifica*, puesto que es necesario implementar nuevas técnicas y estrategias que ayuden en el proceso de mejora de calidad de agua, una de estas técnicas es la utilización del filtro de aserrín, hecho con tecnologías simples y de bajo costo, por el uso y producción de aserrín existentes en nuestra región; el cual permitirá mejorar la calidad del agua del río Encañada, en el marco de una propuesta que permita optimizar el uso de fuentes superficiales de aguas aptas para el consumo. Por esto es necesario desarrollar dicho filtro y proveer una nueva herramienta para filtrar el agua y convertirla en agua apta para el consumo humano, de esta manera también se evitará la explotación de manantiales y así abastecer a más personas con este nuevo medio de purificación de agua.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo y es experimental aplicada, con la cual se busca dar respuesta a la pregunta de investigación: ¿Cuál es el efecto del filtro de aserrín en la mejora de la calidad del agua del río Encañada?, con esta pregunta se define como objetivo general: determinar el efecto en la calidad del agua proveniente del río Encañada, mediante la aplicación del filtro de aserrín, asimismo se tiene como objetivos específicos de la investigación: realizar la inspección de campo y determinar la ubicación del filtro; elaborar y aplicar el filtro de aserrín para mejorar la calidad del agua de agua del río Encañada; evaluar el nivel de calidad del agua del río Encañada, antes y después de aplicar el filtro de aserrín, evaluando sus propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua. Finalmente, como hipótesis que busca dar respuesta a la pregunta de investigación, tenemos que, **la calidad del agua del río la encañada mejora en más del 5%, utilizando el filtro de aserrín.**

De igual manera, el enfoque considerado para este estudio, es el CUANTITATIVO, teniendo en cuenta que, según Hernández Sampieri et al. (2014), el enfoque cuantitativo, utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías. Es por ello que se usa este enfoque, ya que se realizará la recolección, procesamiento de datos y análisis de laboratorio con el fin de analizar los resultados que ayuden a la mejorar la calidad del agua del río Encañada en más del 5% utilizando del filtro de aserrín.

Asimismo, nuestra investigación es del TIPO EXPERIMENTAL APLICADA, ya que, a partir del análisis de los resultados obtenidos, un conjunto de variables se mantiene constantes, mientras que el otro conjunto de variables se mide como sujeto del experimento, puesto que en la presente investigación se realizaran análisis de laboratorio, teniendo en cuenta los parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, estipulado

en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano (Ministerio de Salud, 2011), para posteriormente evaluar los resultados obtenidos.

En la presente investigación se tiene como población de estudio: agua proveniente del río Encañada, ubicado en el Distrito de la Encañada - Cajamarca, tratada a través del filtro de aserrín. El tipo de muestra es no probabilístico, agua proveniente del río Encañada, ubicado en el distrito de la Encañada, tratada a través del filtro de aserrín,

Se eligió realizar el estudio del agua de este río, ya que visto los últimos indicadores de desabastecimiento y calidad de agua apta para el consumo humano en el distrito de la Encañada y demás provincias de Cajamarca, además de tener en cuenta los antecedentes descritos anteriormente, razón por la cual mediante el presente estudio se busca analizar la calidad de agua que este río posee, con el fin de mejorarla, mediante la aplicación del filtro de aserrín,

La técnica empleada es la observación directa, realizando un recorrido de las aguas del río Encañada, ubicado en el Centro Poblado de Polloc - Distrito de la encañada, Cajamarca - Cajamarca, hasta encontrar la caída adecuada para la ubicación del filtro. Coordenadas de la ubicación del filtro:

- Norte: 9212777.00
- Este: 795214.00



Figura 1. Ubicación del Filtro de aserrín

Los materiales a utilizar para la elaboración del filtro de aserrín se describen a continuación:

Tabla 3:
Lista de materiales

Materiales	Cantidad
Tapón de 2"	3
Tee de 2"	2
Tubería de 2"	1
Codo de 90°	3
Grifo de 1"	1
Barril plástico de 170 L (HDPE)	1
Multiconector con válvula esférica	1
Gavilla de $\frac{3}{4}$	0.0227 m ³
Arena Gruesa	0.0227 m ³
Aserrín de Pino	0.0183 m ³
Confitillo	0.0183 m ³
Gravilla de $\frac{1}{2}$	0.0227 m ³
Piedra grande	0.0455 m ³

Fuente: Elaboración propia.

Para la recolección de datos, se toma muestras del agua proveniente del río Encañada, para posteriormente realizar los siguientes análisis de laboratorio, a través de ensayos, teniendo en cuenta los parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua,

estipulado en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano (Ministerio de Salud, 2011):

Tabla 4:

Técnica de recolección de datos para ensayo de Turbiedad

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

Fuente: (Chipile, 2017)

Tabla 5:

Técnica de recolección de datos para ensayo de Color

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

Fuente: (Chipile, 2017)

Tabla 6:

Técnica de recolección de datos para ensayo de PH

Ensayo	Fuente	Análisis	Instrumento
PH (Potencial de hidrógeno)	Muestras obtenidas en campo.	Análisis en laboratorio regional del agua.	Protocolo establecido por laboratorio regional del agua.

Fuente: (Chipile, 2017)

Tabla 7:

Técnica de recolección de datos para ensayo de Coliformes totales

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

Fuente: (Chipile, 2017)

Tabla 8:

Técnica de recolección de datos para ensayo de Coliformes termotolerantes

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

Fuente: (Chipile, 2017)

Como procedimiento principal para la elaboración del filtro de aserrín, y tal como lo describe la investigación realizada por Aqueous Solutions (2017), en su investigación denominada: “La construcción de un sistema de tratamiento de agua portátil usando materiales locales”, usando Carbón activo granular, en la mejora de la calidad de agua; hace mención y utiliza espesores definidos. Para esta investigación se utilizará el aserrín, como componente principal para filtrar el agua, además de cambiar algunos espesores los que se describen a continuación:

➤ **FILTRO:**

En la parte inferior del tanque (Barril plástico de 170L), se ubica la tubería agujereada para la Salida de agua, a continuación, se llena una capa de Piedra grande de espesor 0.25m, luego se ubica la Gravilla de $\frac{1}{2}$ con un espesor de 0.10m, a continuación, se coloca el confitillo con un espesor de 0.10m, luego se ubica la Arena gruesa con un espesor de 0.10m.

Para posteriormente ubicar el Aserrín con un espesor de 0.10m, nuevamente se coloca la Gravilla de $\frac{1}{2}$ con un espesor de 0.05m, seguido de la Arena gruesa con un espesor de 0.05m, para que finalmente en la parte superior se ubique la Gravilla de $\frac{3}{4}$ con un espesor de 0.15m y ubicar la tubería agujereada para el ingreso del agua al tanque.

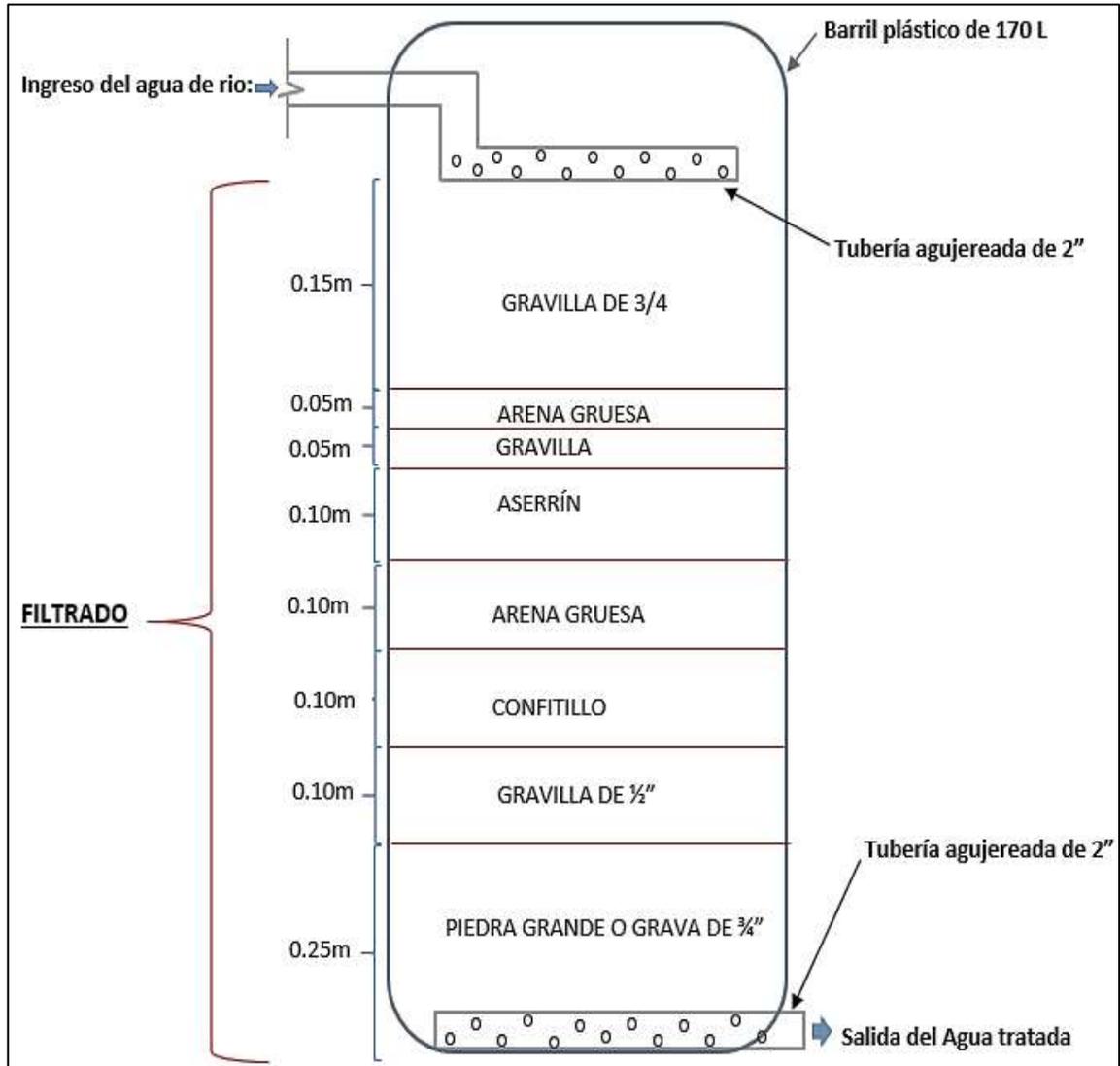


Figura 2. Diseño del Filtro

Para la toma de muestras, el Ministerio de salud (2011), recomienda 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 internación, en donde aseguren que los límites de detección del métodos para cada parámetro o analizar estén por debajo de los límites máximos permisibles señalados en el reglamento.

Los ensayos de laboratorio se realizaron dos veces, después de ser tratada por el filtro de aserrín y una muestra antes del filtro, siendo un total de tres muestras.

1. Procedimiento de toma de muestras para análisis Microbiológicos:

- Utilizar EPP antes de recolectar la muestra.
- Conserve la botella de muestreo cerrada hasta el momento previo de la toma de la muestra.
- Retirar la envoltura, evitando contaminar la tapa y el cuello de la botella
- Cuando la muestra es colectada en la botella, dejar un espacio de al menos 2.5cm para facilitar la mezcla por agitación antes del análisis.
- Llene el recipiente sin enjuagar y tape inmediatamente el recipiente y coloque nuevamente la envoltura asegurándolo alrededor del cuello de la botella.
(Laboratorio Regional del Agua, 2017)

2. Procedimiento de toma de muestras para análisis Fisicoquímicos

- Abrir y disminuir el caudal del grifo, para evitar salpicaduras.
- Tomar la muestra de agua llenado completamente el frasco.
- Cerrar inmediatamente el frasco comprobando que se ha hecho correctamente e identificar las muestras recogidas en los envases con su respectiva rotulación.
- Transportar las muestras cuidadosamente al lugar donde se realizará el estudio.

Para finalmente realizar el análisis de datos respectivo; con los resultados obtenidos se elaboró el análisis de datos haciendo uso de tablas y gráficos de columnas, comparando las muestras obtenidas antes y después de aplicar el filtro de aserrín, mediante los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio.

Por último, para la presente investigación se tuvo como aspectos éticos, la no manipulación de datos, es decir, se garantiza que no se adulteró ni cambio la información extraída de las fuentes de la referencia utilizadas; de igual manera, se citó a todos los autores del que se tomó información para llevar a cabo el desarrollo de la presente investigación.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Se realizó el análisis fisicoquímico y microbiológicos de las muestras de agua en el Laboratorio Regional del Agua – Cajamarca, obteniéndose lo siguiente:

Resultados – Río Encañada:

En la Tabla 10, se muestran los resultados obtenidos del muestreo en la recolección inicial del río Encañada, ubicada en el centro poblado de Polloc – Encañada.

Tabla 10:

Resultados fisicoquímicos y microbiológicos – Río Encañada

Ensayos	Límite Máximo Permisible (*)	Afluente Río Encañada
Turbidez (NTU)	5	5.4
PH (Ph)	6.5 – 8.5	8.15
Color UCV – Pt-Co	15	18.5
Coliformes Totales (NMP/100mL)	50	92 x 10 ²
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	20	540

Fuente: (Elaboración propia)

(*) Fuente: LMP - Reglamento de la calidad del agua, 2011.

Resultados de parámetros del Laboratorio Regional del Agua – Semana 1

En la Tabla 11, se muestran los resultados obtenidos del muestreo durante la primera semana, del agua tratada mediante el filtro de aserrín del río Encañada, ubicada en el centro poblado de Polloc – Encañada

Tabla 11:

Resultados fisicoquímicos y microbiológicos- Semana 1 – Filtro de aserrín

Ensayos	Límite máximo permisible	Efluente Semana 1
Turbidez (NTU)	5	4.12
PH (Ph)	6.5 – 8.5	7
Color UCV – Pt-Co	15	15.9
Coliformes Totales (NMP/100mL)	50	16 x 10 ³
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	20	35 x 10 ²

Fuente: (Elaboración propia)

Resultados de parámetros del Laboratorio Regional del Agua – Semana 2

En la Tabla 12, se muestran los resultados obtenidos del muestreo durante la segunda semana, del agua tratada mediante el filtro de aserrín del río Encañada, ubicada en el centro poblado de Polloc – Encañada:

Tabla 12:

Resultados fisicoquímicos y microbiológicos – Semana 2 – Filtro de aserrín

Ensayos	Límite máximo permisible	Efluente Semana 2
Turbidez (NTU)	5	3.47
PH (Ph)	6.5 – 8.5	7
Color UCV – Pt-Co	15	12.6
Coliformes Totales (NMP/100mL)	50	92 x 10 ²
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	20	35 x 10 ²

Fuente: (Elaboración propia)

Resultados de Turbidez del Agua mediante grafico de columnas.

En la Figura III, se muestran los resultados obtenidos de Turbidez, del muestreo durante 2 semanas (1 día por semana) del río Encañada, ubicada en el C.P de Polloc – Encañada, obteniéndose los siguientes valores:

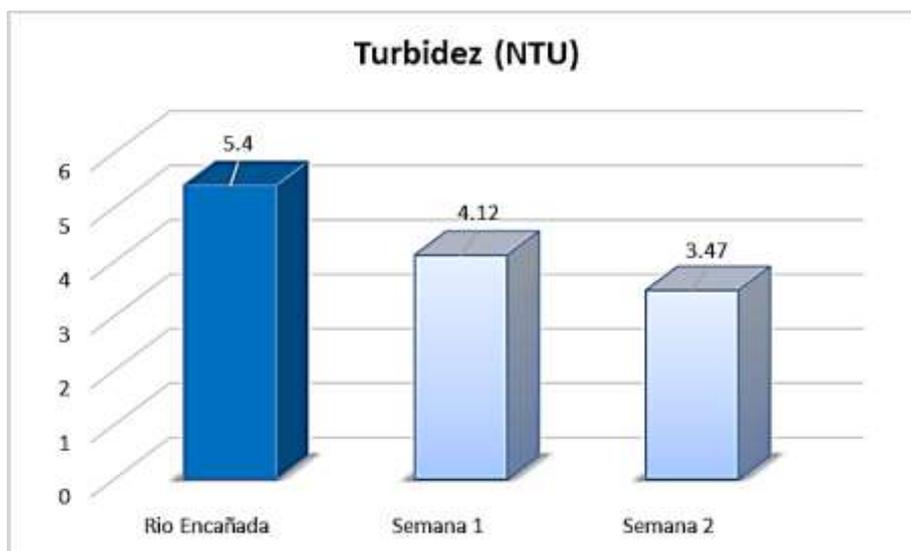


Figura 3: Resultados Turbidez

Resultados de PH del Agua mediante grafico de columnas.

En la Figura IV, se muestran los resultados obtenidos de PH, del muestreo durante 2 semanas (1 día por semana) el río Encañada, ubicada en el C.P de Polloc – Encañada, obteniendo los siguientes valores:

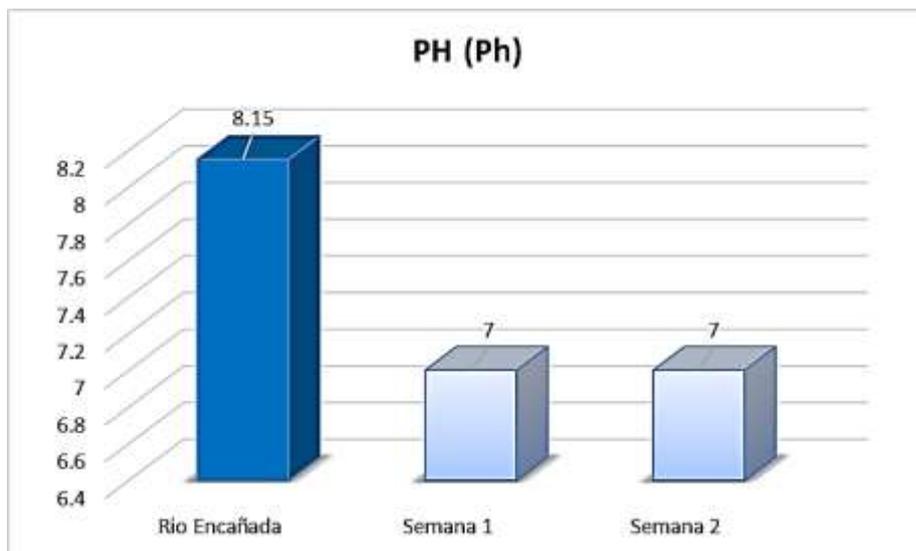


Figura 4: Resultados PH

Resultados de Color Verdadero del Agua mediante grafico de columnas.

En la Figura V, se muestran los resultados obtenidos de Color, del muestreo durante 2 semanas (1 día por semana) el río Encañada, ubicada en el C.P de Polloc – Encañada, obteniéndose los siguientes valores:

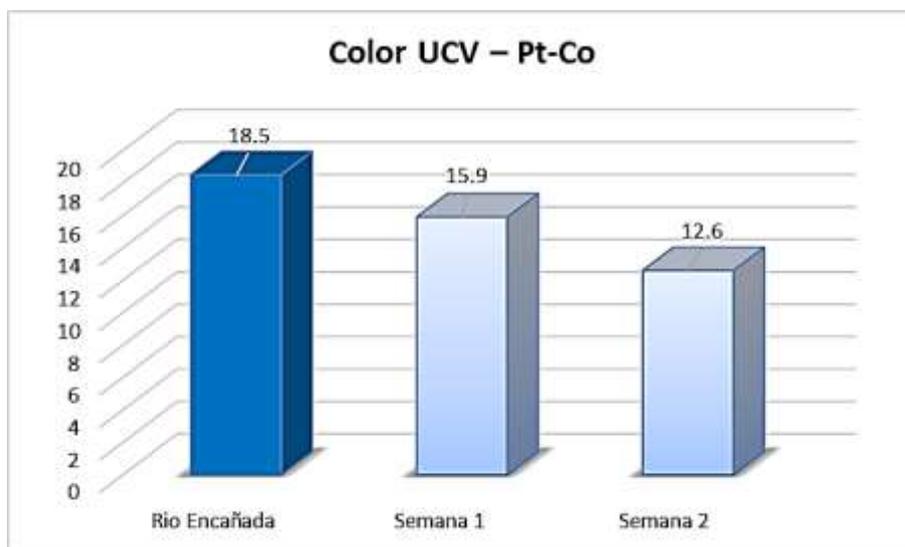


Figura 5: Resultados Color Verdadero

Resultados de Coliformes Totales del Agua mediante grafico de columnas.

En la Figura VI, se muestran los resultados obtenidos de Coliformes Totales, del muestreo durante 2 semanas (1 día por semana) el río Encañada, ubicada en el C.P de Polloc – Encañada, obteniéndose los siguientes valores:

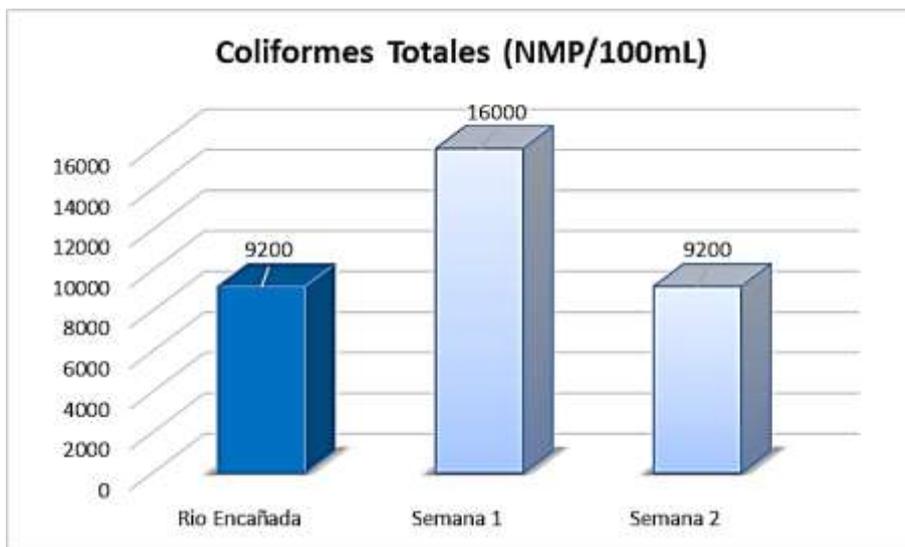


Figura 6: Resultados Coliformes Totales

Resultados de Coliformes Termotolerantes mediante grafico de columnas.

En la Figura VII, se muestran los resultados obtenidos de Coliformes Termotolerantes, del muestreo durante 2 semanas (1 día por semana) el río Encañada, ubicada en el C.P de Polloc – Encañada, obteniéndose lo siguientes valores:

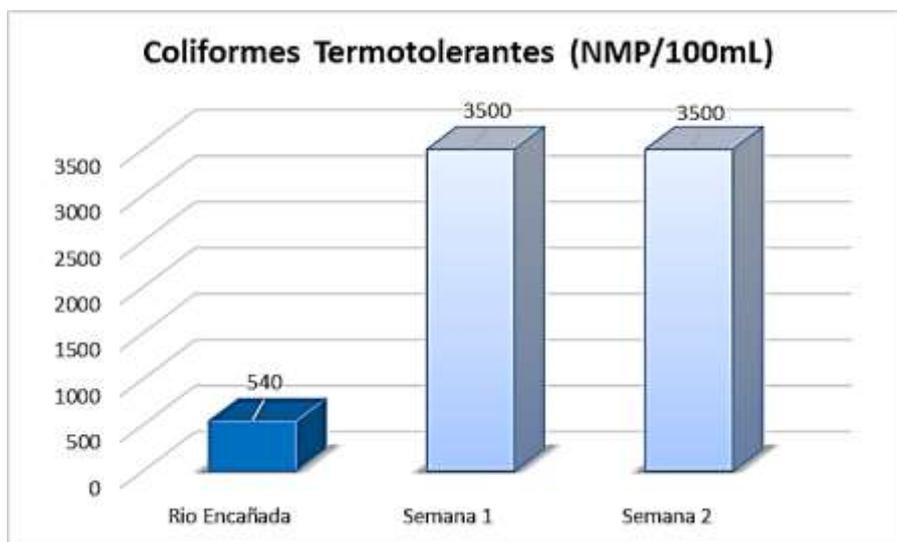


Figura 7: Resultados Coliformes Termotolerantes

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La principal limitación encontrada en el desarrollo de la presente investigación, fueron las precipitaciones suscitadas en estos meses del año, generando que la recolección de las muestras tenga que hacerse cuando no esté lloviendo, teniendo que cambiar las fechas para la obtención de las muestras. Otra limitación fue el tema económico, puesto que, al realizar más ensayos, estos generan mayor costo.

De acuerdo a los antecedentes descritos anteriormente, Rúa & Orjuela (2007), en su investigación: “Remoción de Níquel presente en aguas efluentes industriales mediante utilización de sustratos de aserrín de pino”, la cual da como resultado que el aserrín alcanzó una eficiencia de remoción de este metal en un 57%, no llegando a removerlo en su totalidad. Comparándolo con los resultados obtenidos en la presente investigación, donde solo la Turbidez, PH y Color, los cuales mejoraron en un 35.74%, 14.11% y 31.89% respectivamente, alcanzando valores dentro de los límites máximos permisibles establecidos por el reglamento de la calidad del agua, 2011, los demás parámetros (Coliformes Totales y Termotolerantes), cuyos resultados se encuentran fuera de los valores máximos permisibles establecidos; y teniendo en cuenta que los Coliformes a diferencia del Níquel, tienden a reproducirse constantemente; por lo que comparando los resultados obtenidos, son similares al del antecedente, no llegando a una efectividad esperada del 100%.

A continuación, analizaremos los resultados obtenidos en comparación con los límites máximos permisibles, proporcionados por el reglamento de la calidad del agua, 2011, según el reglamento, son 6 los parámetros de control obligatorio (PCO) siendo: Coliformes totales, Coliformes termotolerantes, Color, Turbiedad. Residual de desinfectante y PH. Para el presente análisis de esta investigación, se analizaron todos los parámetros mencionados anteriormente *a excepción de residual de desinfectante* ya que las muestras se tomaron directamente del agua de río, donde no tiene ningún tipo de contacto con desinfectantes.

Discusión de Resultados físico-microbiológicos – datos y porcentajes obtenidos:

En la Tabla 13 se muestran los resultados obtenidos en porcentaje de los cinco parámetros del agua del río Encañada, ubicada en el C.P de Polloc – Encañada, cuyo muestreo se realizó durante 2 semanas (1 día por semana), con respecto a los resultados obtenidos del afluente. Observándose que solo la Turbidez, Color y el PH disminuyeron, ya que alcanzaron valores dentro de los límites máximos permisibles establecidos por el reglamento de la calidad del agua, 2011, los demás parámetros Coliformes Totales y Termotolerantes, se encuentran fuera de los valores máximos permisibles establecidos.

Tabla 13:

Resultados fisicoquímicos y microbiológicos – Porcentajes de datos

ENSAYOS	AFLUENTE		EFLUENTE – FILTRO			
	Río Encañada		Semana 1		Semana 2	
Turbidez (NTU)	5.4	100%	4.12	-23.70%	3.47	-35.74%
PH (Ph)	8.15	100%	7	-14.11%	7	-14.11%
Color UCV – Pt-Co	18.5	100%	15.9	-14.05%	12.6	-31.89%
Coliformes Totales	92x10 ²	100%	16x10 ³	+73.91%	92x10 ²	0.00%
Coliformes Termotolerantes	540	100%	35x10 ²	+548.15%	35x10 ²	+548.15%

Fuente: (Elaboración propia)

Resultados de Turbidez - porcentaje obtenido

Teniendo como base de datos las Tabla 13, se toma como 100% al valor del afluente (Río Encañada) que vendría a ser el valor de la muestra antes del filtro, se observa que a la semana 1, la calidad del agua con respecto a la turbidez disminuye en un 23.70%, finalmente en la segunda semana, disminuye en un 35.74%.

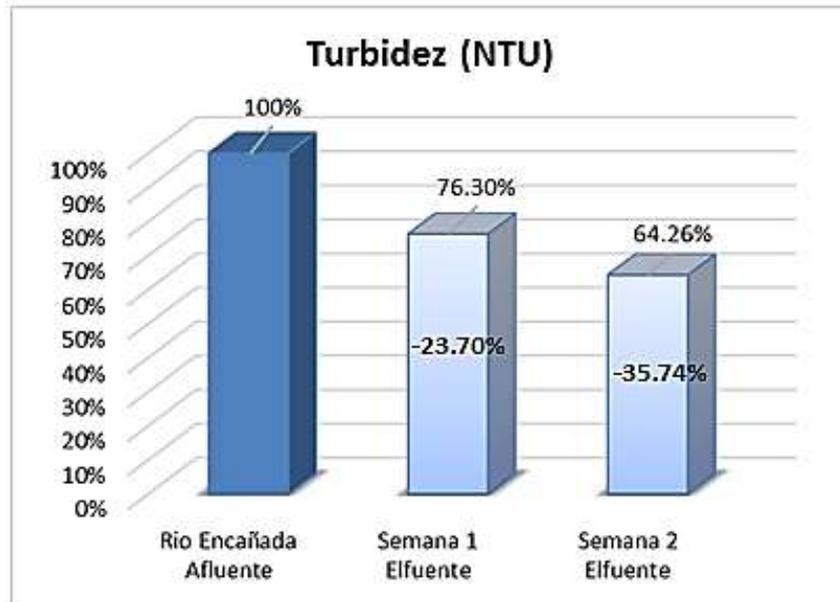


Figura 8: Resultados de Turbidez – Porcentaje obtenido

Resultados de PH - porcentaje obtenido:

Teniendo como base de datos las Tabla 13, se toma como 100% al valor del afluente (Río Encañada) que vendría a ser el valor de la muestra antes del filtro, se observa que a la semana 1, la calidad del agua con respecto al PH disminuye en un 14.11%, finalmente en la segunda semana se mantienen en 14.11%.

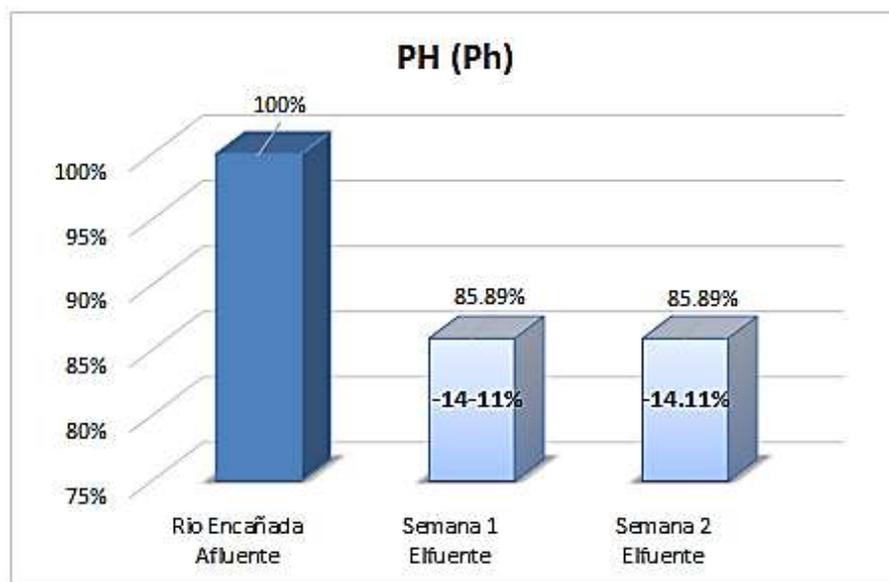


Figura 9: Resultados de PH – porcentaje obtenido

Resultados de Color Verdadero - porcentaje obtenido:

Teniendo como base de datos las Tabla 13, se toma como 100% al valor del afluente (Río Encañada) que vendría a ser el valor de la muestra antes del filtro, se observa que a la semana 1, la calidad del agua con respecto al Color disminuye en un 14.05%, finalmente en la segunda semana, disminuye en un 31.89%.

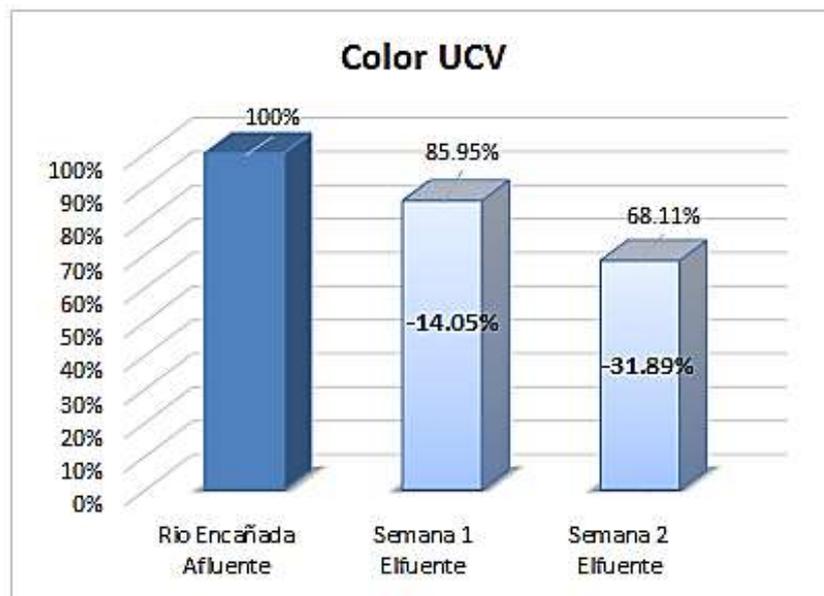


Figura 10: Resultados de Color - porcentaje obtenido

Resultados de Coliformes Totales - porcentaje obtenido:

Teniendo como base de datos las Tabla 13, se toma como 100% al valor del afluente (Río Encañada) que vendría a ser el valor de la muestra antes del filtro, se observa que a la semana 1, la calidad del agua con respecto a los Coliformes Totales aumenta en un 73.91%, finalmente en la segunda semana disminuye al porcentaje inicial del afluente.

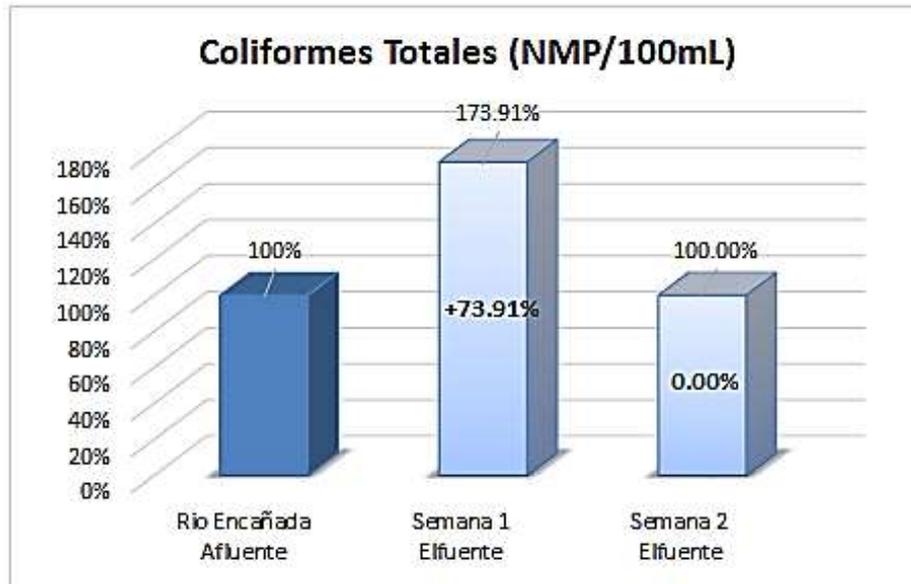


Figura 11: Resultados de Coliformes Totales - porcentaje obtenido

Resultados de Coliformes Termotolerantes - porcentaje obtenido:

Teniendo como base de datos las Tabla 13, se toma como 100% al valor del afluente (Río Encañada) que vendría a ser el valor de la muestra antes del filtro, se observa que a la semana 1, la calidad del agua con respecto a los Coliformes Termotolerantes aumenta en un 548.15%, finalmente en la segunda semana se mantiene el aumento respecto a la primera en un 548.15%.

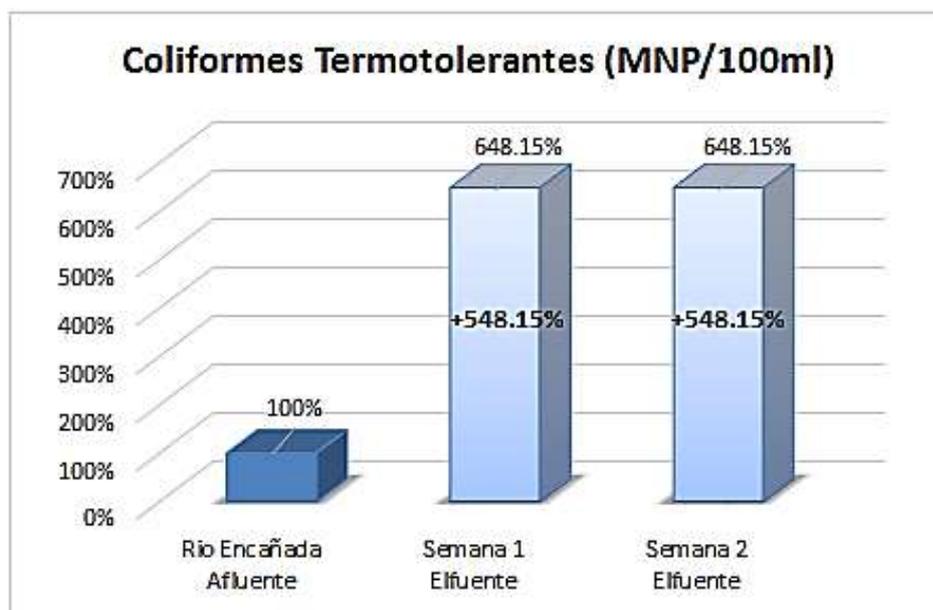


Figura 12: Resultados de Coliformes Termotolerantes - porcentaje obtenido

Discusión de Resultados físico-microbiológicos, valores obtenidos respecto a los límites permisibles:

Tal como se mencionó anteriormente, el reglamento de la calidad del agua, 2011, describe los parámetros de control obligatorio (PCO) siendo: Coliformes totales, Coliformes termotolerantes, Color, Turbiedad, residual de desinfectante y PH.

En la Tabla 14 se muestran los resultados valores obtenidos, según los análisis del agua realizados, con respecto al límite máximo permisible, de los cinco parámetros del agua del río Encañada, ubicada en el C.P de Polloc – Encañada, cuyo muestreo se realizó durante 2 semanas (1 día por semana):

Tabla 14:

Resultados fisicoquímicos y microbiológicos – Valores obtenidos - LMP

ENSAYOS	LMP	AFLUENTE Río Encañada	EFLUENTE – FILTRO		Cumple SI/NO
			Semana 1	Semana 2	
Turbidez (NTU)	5	5.4	4.12	3.47	SI
PH (Ph)	6.5–8.5	8.15	7	7	SI
Color UCV – Pt-Co	15	18.5	15.9	12.6	SI
Coliformes Totales	50	92x10 ²	16x10 ³	92x10 ²	NO
Coliformes Termotolerantes	20	540	35x10 ²	35x10 ²	NO

Fuente: (Elaboración propia)

Resultados de Turbidez, valor obtenido – LMP

Teniendo como base de datos la Tabla 14, el Reglamento de la calidad del agua, 2011, menciona que el límite máximo permisible para la turbidez es 5 UNT (Unidad nefelométrica de turbiedad), obteniendo de los resultados un valor máximo de 4.12 UNT en la primera semana, estando dentro del rango permitido; los resultados obtenidos mediante el filtro, disminuyeron la turbidez en un 35.74% en la segunda semana, equivalente a un valor de 1.93 con respecto al valor inicial del afluente (ver figura 13), este valor está dentro del límite máximo permisible, ya que durante la semana 1 y 2 se observa la disminución en la turbidez.

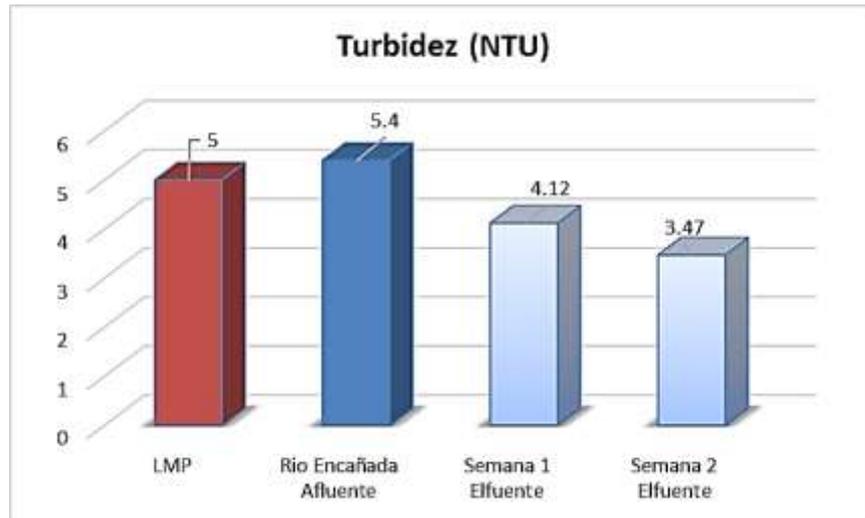


Figura 13: Resultados de Turbidez, valor obtenido – LMP

Resultados de PH, valor obtenido - LMP

Teniendo como base de datos la Tabla 14, el Reglamento de la calidad del agua, 2011, menciona que el límite máximo permisible para el PH debe estar en el rango de 6.5 - 8.5 PH (Potencial de hidrógeno), obteniendo de los resultados un valor de 7 en las dos semanas de toma de muestras, lo que indica una mejora respecto al valor inicial del afluente de 8.15 (ver figura XIV), los valores obtenidos están dentro del rango del límite máximo permisible. Durante la semana 1 y 2 se observa que el PH se ha mantenido, lo que indica que la aplicación del filtro disminuyó el PH en un valor de 1.15, con respecto al afluente.

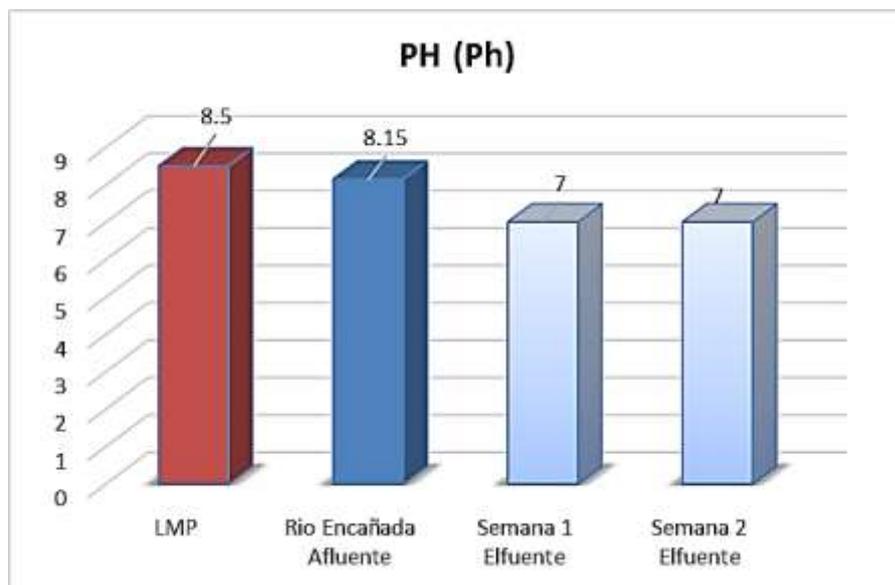


Figura 14: Resultados de PH, valor obtenido - LMP

Resultados de Color Verdadero, valor obtenido - LMP

Teniendo como base de datos la Tabla 14, el Reglamento de la calidad del agua, 2011, menciona que el límite máximo permisible para el Color es de 15 UC (Unidad de color), obteniendo de los resultados un valor máximo de 15.9 en la primera semana, estando mínimamente fuera de lo permitido, ya en la segunda semana el valor es 12.6, este valor está dentro del límite máximo permisible (ver figura XV). Se observa que el color respecto al afluente disminuye en la primera semana, llegando a un valor de 5.9 en la segunda semana.

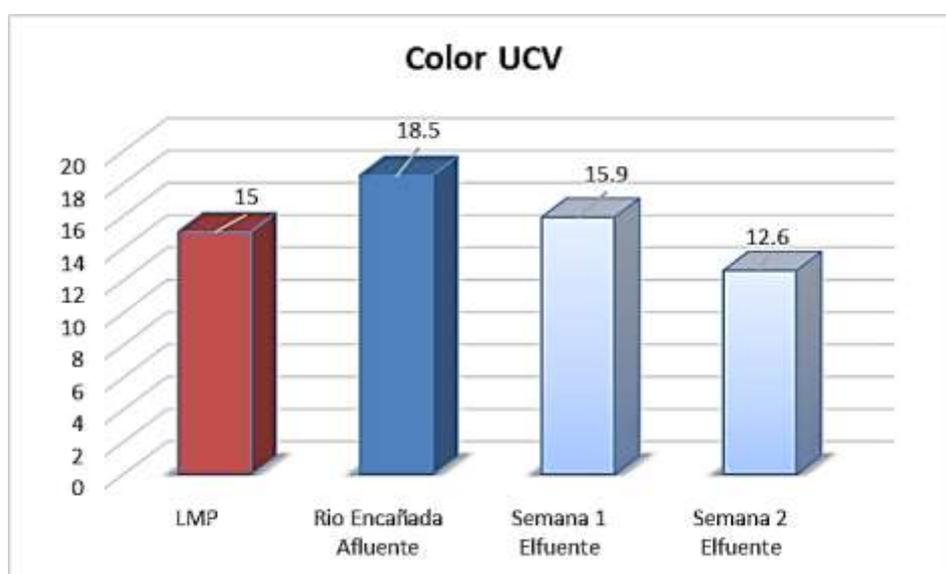


Figura 15: Resultados de Color, valor obtenido - LMP

Resultados de Coliformes Totales, valor obtenido - LMP

Teniendo como base de datos la Tabla 14, el Reglamento de la calidad del agua, 2011, menciona que el límite máximo permisible para los coliformes totales (especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común) es de 50 NMP, obteniendo de los resultados un valor máximo de 16,000 en la primera semana, estando fuera de lo permitido, ya en la segunda semana el valor disminuye a 9,200, este valor es el mismo al del afluente analizado al inicio, el cual está fuera del límite máximo permisible (ver figura XVI). De acuerdo a los ensayos realizados, se muestra que la presencia de Coliformes totales en el agua, han aumentado, esto se podría deber a la disminución de la velocidad de salida del

agua del filtro, ya que se mantiene ligeramente estancada durante el proceso de filtración, formando colonias bacterianas.

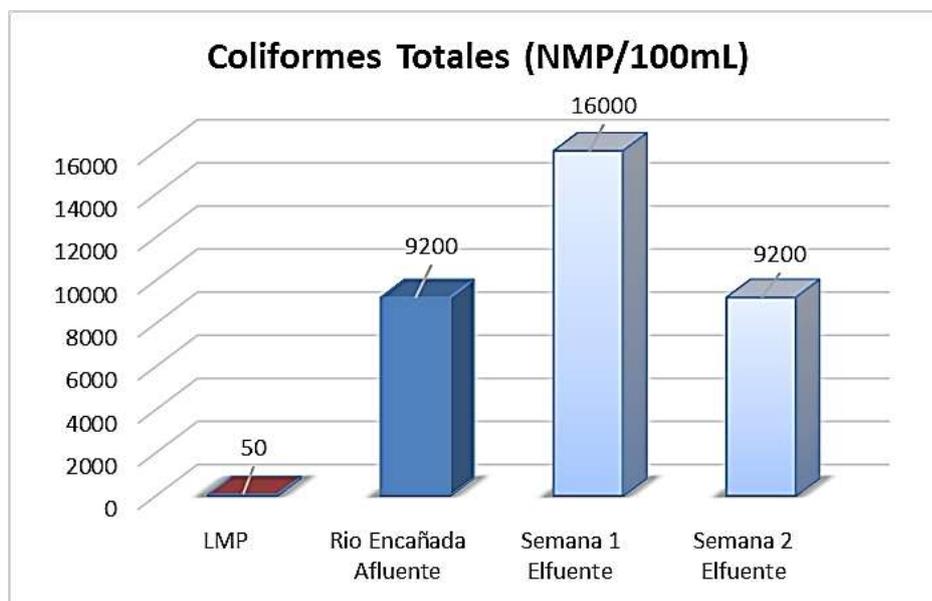


Figura 16: Resultados de Coliformes Totales, valor obtenido - LMP

Resultados de Coliformes Termotolerantes, valor obtenido - LMP

Teniendo como base de datos la Tabla 14, el Reglamento de la calidad del agua, 2011, menciona que el límite máximo permisible para los coliformes Termotolerantes es de 20 NMP, obteniendo de los resultados, valores sobre el límite máximo permisible (3,500) y por encima del afluente, el cual está fuera del límite máximo permisible (ver figura XVII). De acuerdo a los ensayos realizados, se observa el aumento de Coliformes Termotolerantes en el agua, el mismo que se mantiene en los resultados de la primera y segunda semana, esto se podría deber a la disminución de la velocidad de salida del agua del filtro, ya que se mantiene ligeramente estancada durante el proceso de filtración, formando colonias bacterianas.

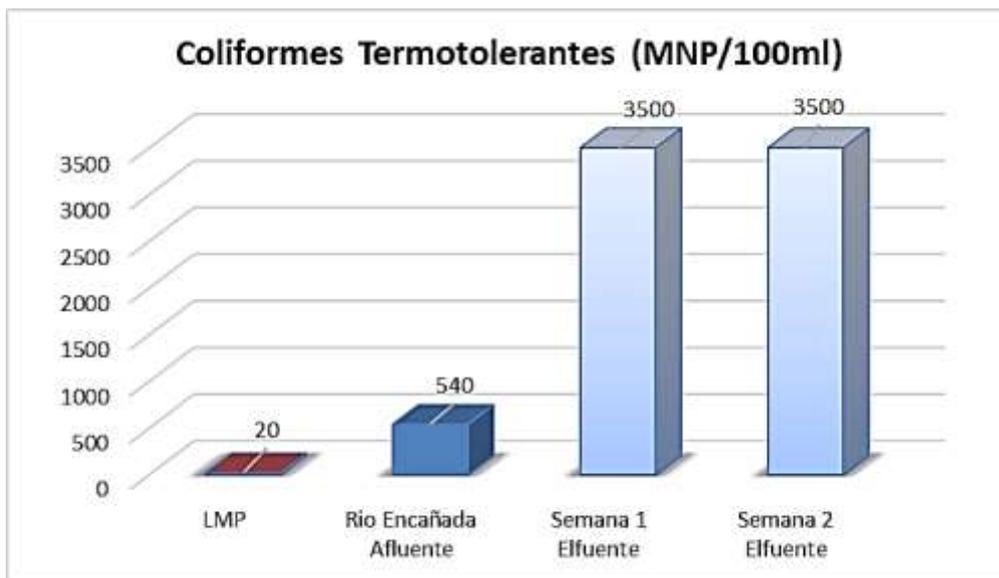


Figura 17: Resultados de Col. Termotolerantes, valor obtenido – LMP

CONCLUSIONES:

Se acepta parcialmente la hipótesis establecida, puesto que la calidad del agua del río Encañada, si mejoró en más del 5% utilizando el filtro de aserrín, sólo en tales parámetros: Turbidez, PH y Color, los cuales mejoraron en un 35.74%, 14.11% y 31.89% respectivamente, alcanzando valores dentro de los límites máximos permisibles establecidos por el reglamento de la calidad del agua, 2011, los demás parámetros (Coliformes Totales y Termotolerantes), no mejoraron, cuyos resultados se encuentran fuera de los valores máximos permisibles establecidos;

Tabla 15:

Resultados Finales - Semana 2

Ensayos	Filtro de Aserrín	L.M Permisible	Cumple SI/NO
Turbidez (NTU)	3.47	5	SI
PH (Ph)	7	6.5 – 8.5	SI
Color UCV – Pt-Co	12.6	15	SI
Coliformes Totales (NMP/100mL)	92x10 ²	50	NO
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	35x10 ²	20	NO

Fuente: (Elaboración propia)

Se realizó la respectiva inspección en campo, evaluándose la pendiente necesaria para la recolección del agua del río Encañada, determinándose la ubicación exacta del filtro en las coordenadas: Norte: 9212777.00 y Este: 795214.00.

Se elaboró el filtro con materiales locales, tales como un barril plástico con una capacidad de 175 litros (HDPE), con un diámetro de 0.50 m y una altura de 1.10 m, tubería PVC de 2”, adaptadores para el tanque de 1½” con rosca, reducción campana de PVC de 2” a 1 ½”, un multiconector con válvula esférica para la salida del agua, entre otros; además de los estratos para filtrar el agua, grava de ¾”, gravilla de ½”, confitillo, arena gruesa y aserrín.

Se determinaron las propiedades físicas tales como Turbidez, PH y Color verdadero, de los cuales se obtuvieron valores que se encuentran dentro de los valores máximos

permisibles establecidos por el Reglamento de la calidad del agua, 2011; la turbidez mejoró de un valor de 5.4 a 3.47 en la segunda semana, disminuyendo un 35.74% referente al del afluente (agua de río Encañada); el PH, obteniendo una disminución de 14.11%, de un valor de 8.15 del afluente, llegando a un valor ideal de 7 en la segunda semana, que vendría a ser un valor neutro ni tan ácido ni tan básico; el Color verdadero, mejoró de un valor de 18.5 a 12.6 en la segunda semana, disminuyendo en un 31.89% referente al del afluente; las propiedades biológicas como: bacterias Coliformes totales y bacterias Termotolerantes o fecales; con respecto a Coliformes Totales el filtro no mejoró el agua del afluente, manteniéndola igual en 9,200 NMP; con respecto a los Coliformes Termotolerantes, de igual manera el filtro no mejoro el agua, por el contrario aumento de 540 a 3,500 NMP, esto se podría deber a la disminución de la velocidad de salida del agua del filtro, ya que se mantiene ligeramente estancada durante el proceso de filtración, resultados que están fuera de los rangos o valores máximos permisibles establecidos.

RECOMENDACIONES:

Se recomienda para posteriores investigaciones, realizar un estudio para disminuir los parámetros de Coliformes totales y bacterias Termotolerantes o fecales aplicando el filtro de aserrín o realizando un tratamiento de mejora de la calidad del agua en cuanto a estos parámetros.

Se recomienda aplicar el diseño de este filtro, para la mejora de la calidad del agua potable, ya que muchas veces estas no son purificadas del todo, sobre todo en zonas rurales.

Se recomienda para posteriores investigaciones, utilizar aserrín de otro tipo de madera, como puede ser eucalipto, ciprés, entre otros propios de la región, teniendo en cuenta que el utilizado en la presente investigación fue el aserrín de pino.

REFERENCIAS

- Carreto, A. (2015). Contaminación del agua, Apuntes Científicos. *Usos del Agua (T-035)*. Recuperado de <http://apuntescientificos.org/contaminacion.html>
- Chipile, D. (2017). Carbón activo granular, en la mejora de la calidad del agua potable. Cajamarca. UPN.
- Chonillo C., Lorenzo R. & Morales A. (2016). Determinación de las potencialidades de aserrín en la ciudad de Guayaquil como materia prima para la producción de diversos surtidos en la industria forestal. *Holos*, 4, 105-114.
- Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud. (2011). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano*. (1era ed.). Lima, Perú: Ministerio de Salud.
- Gutiérrez C. & Romero E. (2018). Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico. *INEI*, 4-7.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Mamani C., Álvarez D., Gómez G., Valenzuela R. & Fernández I. (2016). Calidad bacteriológica del agua para consumo en tres regiones del Perú. *Rev. Salud Pública*, 18(6), 904-512.
- Mayarí R., Espinosa M., Ramos C. & López M. (2005). Gestión de la calidad para Ensayos de Aguas y Aguas Residuales. *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, 36
- Nurian G., Giralt G. & Quintero M. (2016). Caracterización de aserrín de diferentes maderas. *Tecnología Química*, XXXVI, 468-479.
- Ríos S., Agudelo R. & Gutiérrez L. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 35(2), 236-247.

- Rúa P. & Orjuela A. (2007). Remoción de níquel presente en aguas efluentes industriales mediante utilización de sustratos de Aserrín de Pino. *Revista Colombiana de Química*, 36, 243-258.
- Sánchez J., Cobos M., Cetina V. & Vargas J. (2007). Aislamiento de bacterias ruminales degradadoras del aserrín. *Agrociencia*, 36, 523-530.
- Solutions Aqueous. (2017). Construcción de un sistema de tratamiento de agua portátil usando materiales locales. *Advancing the Science of self-reliance*. Recuperado de <http://www.aqsolutions.org/images/2013/03/portable-water-system-handbook-spanish.pdf>
- Vásquez, M. (2013). Crean filtro con aserrín para tratar aguas contaminadas. *Ciencia colombiana*. Recuperado de <http://www.dicyt.com/noticias/crean-filtro-con-aserrin-para-tratar-aguas-contaminadas>
- Walter Weber, J. (2003). Control de la calidad del agua Procesos fisicoquímicos. España: *Editorial Reverté S.A.*

ANEXOS

ANEXOS 1: *Panel fotográfico – Salida de Campo y Construcción del filtro*



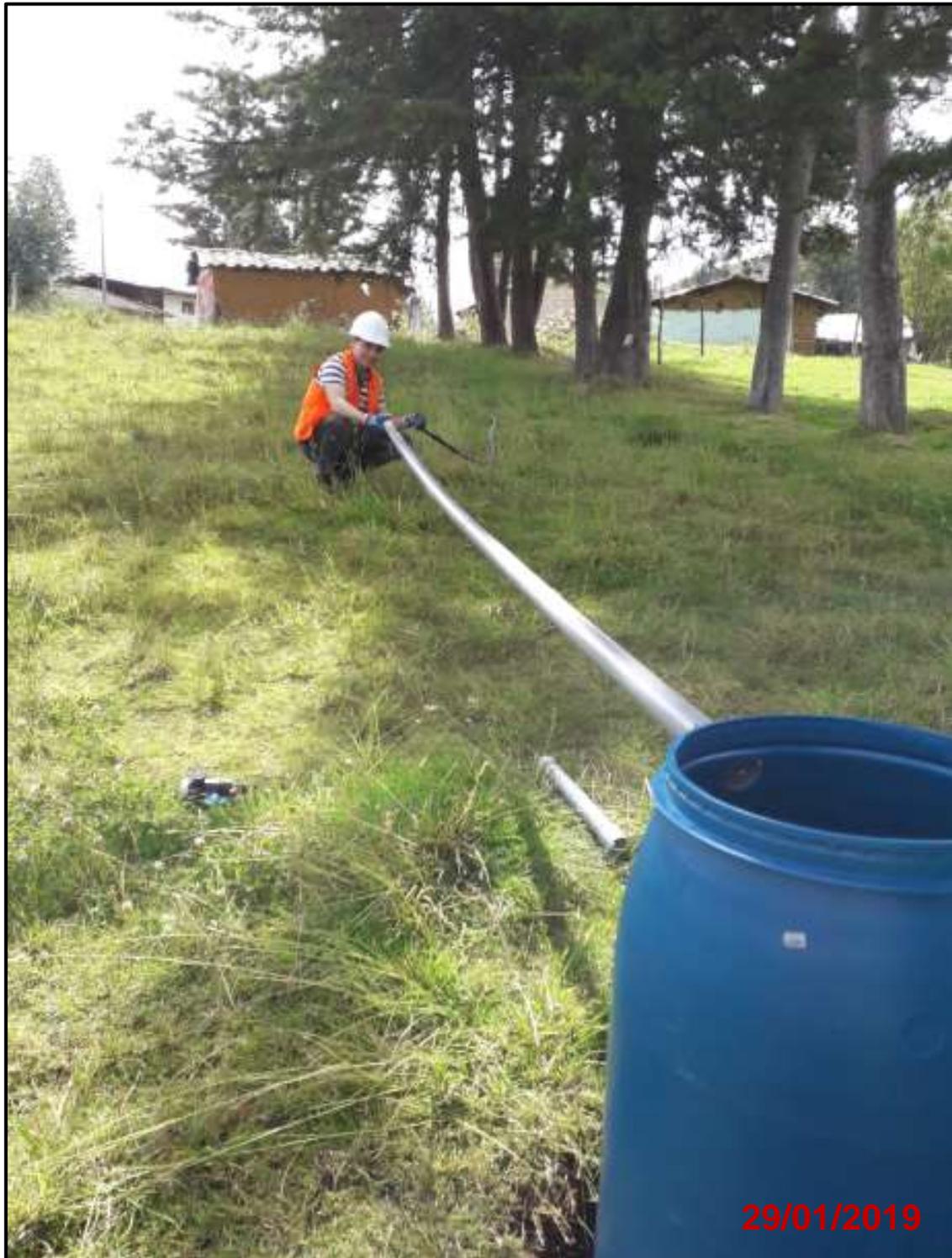
Fotografía 1: Afluente – Río Encañada



Fotografía 2: Ensamblado de tubería - Ingreso de agua



Fotografía 3: Ensamblado de tubería agujereada - Salida de agua



Fotografía 4: Ensamblado de tubería al Filtro



Fotografía 5: Colocación de estratos al filtro



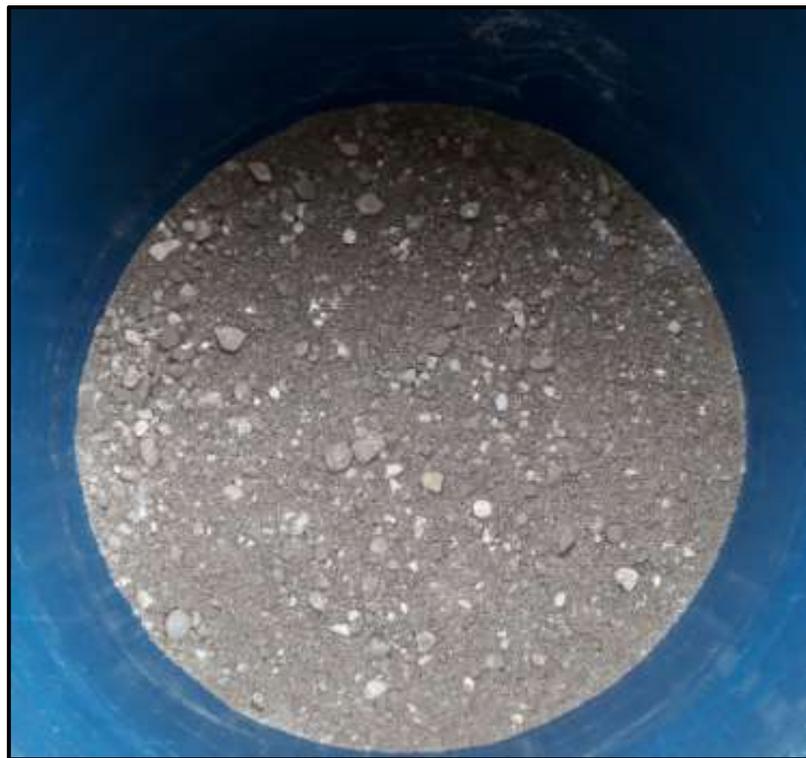
Fotografía 6: Colocación de primera capa Filtro – Base - Gravilla de 3/4"



Fotografía 7: Colocación de segunda capa Filtro - Gravilla de 1/2"



Fotografía 8: Colocación de tercera capa Filtro - Confitillo



Fotografía 9: Colocación de cuarta capa Filtro – Arena Gruesa



Fotografía 10: Colocación de aserrín al filtro



Fotografía 11: Colocación de quinta capa Filtro – Aserrín



Fotografía 12: Colocación de sexta capa Filtro – Gravilla de 1/2"



Fotografía 13: Colocación de séptima capa Filtro – Arena Gruesa



Fotografía 14: Colocación de última capa Filtro – Gravilla de 3/4"



Fotografía 15: Colocación de tubería agujerada para ingreso de agua



Fotografía 16: Ensamblado final de tubería al filtro



Fotografía 17: Filtro terminado



Fotografía 18: Inspección con el asesor de Tesis – Ing. Erlyn G. Salazar Huamán

ANEXOS 2: *Panel fotográfico – Toma de muestras del agua del afluente*



Fotografía 19: Recolección de agua de Río - análisis Físicoquímicos



Fotografía 20: Recolección de agua de Río - Análisis Microbiológicos

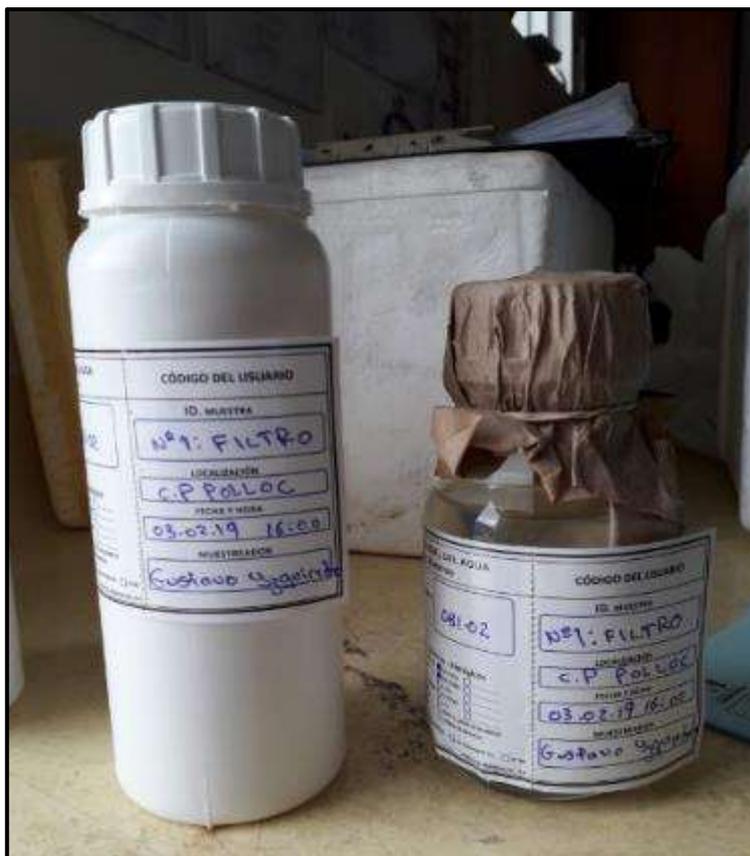
ANEXOS 3: *Panel fotográfico – Toma de muestras del agua tratada - Semana 01*



Fotografía 21: Recolección de agua tratada - Análisis Fisicoquímicos – Semana 01



Fotografía 22: Recolección de agua tratada - Análisis Microbiológicos - Semana 01



Fotografía 23: Muestras de agua tratada - Análisis Físicoquímicos – Microbiológicos
– Semana 01

ANEXOS 4: *Panel fotográfico – Toma de muestras del agua tratada - Semana 02*



Fotografía 24: Recolección de agua tratada - Análisis Fisicoquímicos – Semana 02



Fotografía 25: Recolección de agua tratada - Análisis Microbiológicos - Semana 02

ANEXOS 5: *Toma de muestras del afluente según formato*

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>		<p>TÍTULO DE LA TESIS: "UTILIZACIÓN DEL FILTRO DE ASERRÍN PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ENCAÑADA, UBICADO EN EL DISTRITO DE LA ENCAÑADA, CAJAMARCA - CAJAMARCA".</p> <p>TESISTA: GUSTAVO ADOLFO YZQUIERDO CARRANZA</p>				
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL						
ENSAYOS DE LABORATORIO - LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA CAJAMARCA						
TOMA DE MUESTRA						
MUESTREADOR: <i>Gustavo A. Yzquierdo Carranza</i>				FECHA DE MUESTREO: <i>03/02/2019</i>		
MUESTRAS FISICOQUÍMICOS						
Ítem	Código de muestra	Hora de Muestreo	Tratada	Cantidad	Envase	Ubicación
<i>01</i>	<i>Nº 01 - Río - Físico</i>	<i>13:30</i>	<i>NO</i>	<i>200 ml</i>	<i>plástico</i>	<i>c.p. Palloc</i>
MUESTRAS MICROBIOLÓGICOS						
Ítem	Código de muestra	Hora de Muestreo	Tratada	Cantidad	Envase	Ubicación
<i>01</i>	<i>Nº 01 - Río - Biológico</i>	<i>13:30</i>	<i>NO</i>	<i>100 ml</i>	<i>vidrio</i>	<i>c.p. Palloc</i>
FOTOGRAFÍAS						
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>						
 Ing. Eryla Giordany Salazar Huamán ASESOR DE TESIS						
OBSERVACIONES:						

ANEXOS 6: *Toma de muestras del efluente – Semana 01 según formato*

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>		<p>TÍTULO DE LA TESIS: "UTILIZACIÓN DEL FILTRO DE ASERRÍN PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ENCAÑADA, UBICADO EN EL DISTRITO DE LA ENCAÑADA, CAJAMARCA - CAJAMARCA".</p> <p>TESISTA: GUSTAVO ADOLFO YZQUIERDO CARRANZA</p>				
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL						
ENSAYOS DE LABORATORIO - LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA CAJAMARCA						
TOMA DE MUESTRA						
MUESTREADOR: Gustavo A. Yzquierdo Carranza				FECHA DE MUESTREO: 08/02/2019		
MUESTRAS FISICOQUÍMICOS						
Ítem	Código de muestra	Hora de Muestreo	Tratada	Cantidad	Envase	Ubicación
01	Nº 01- Filtro - Físico	11:00 a.m	Si	200 ml	plástico	C.P Polloc
MUESTRAS MICROBIOLÓGICOS						
Ítem	Código de muestra	Hora de Muestreo	Tratada	Cantidad	Envase	Ubicación
01	Nº 01- Filtro - Biológico	11:00 a.m	Si	100 ml	vidrio	C.P Polloc
FOTOGRAFÍAS						
						
 Ing. Erlín Giordany Salazar Huamán ASESOR DE TESIS						
OBSERVACIONES:						

ANEXOS 7: Toma de muestras del efluente – Semana 02 según formato

		<p>TÍTULO DE LA TESIS: "UTILIZACIÓN DEL FILTRO DE ASERRÍN PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ENCAÑADA, UBICADO EN EL DISTRITO DE LA ENCAÑADA, CAJAMARCA - CAJAMARCA".</p> <p>TESISTA: GUSTAVO ADOLFO YZQUIERDO CARRANZA</p>				
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL						
ENSAYOS DE LABORATORIO - LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA CAJAMARCA						
TOMA DE MUESTRA						
MUESTREADOR: <i>Gustavo A. Yzquierdo Carranza</i>				FECHA DE MUESTREO: <i>15/02/2019</i>		
MUESTRAS FISICOQUÍMICOS						
Ítem	Código de muestra	Hora de Muestreo	Tratada	Cantidad	Envase	Ubicación
01	<i>Nº 02 - Filtro - Físico</i>	<i>18:00 p.m</i>	<i>Si</i>	<i>200 ml</i>	<i>plástico</i>	<i>C.P Polloc</i>
MUESTRAS MICROBIOLÓGICOS						
Ítem	Código de muestra	Hora de Muestreo	Tratada	Cantidad	Envase	Ubicación
01	<i>Nº 02 - Filtro - Biológico</i>	<i>19:00 p.m</i>	<i>Si</i>	<i>100 mL</i>	<i>vidrio</i>	<i>C.P Polloc</i>
FOTOGRAFÍAS						
						
 Ing. Eryla Giordany Salazar Huamán ASESOR DE TESIS						
OBSERVACIONES:						

ANEXOS 8: *Resultados de las pruebas de laboratorio – Agua Afluente*



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 0219081

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario	GUSTAVO ADOLFO YZQUIERDO CARRANZA		
Dirección	La Encañada		
Persona de contacto	Luis Fernando Estrada Silva	Correo electrónico	

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo	03.02.19	Hora de Muestreo	13:30 a 16:00
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de Muestras	01 Muestras	N° Frascos x muestra	01
Ensayos solicitados	Físicoquímicos y Biológicos		
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	C.P. POLLOG - LA ENCAÑADA		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC - 110	Cadena de Custodia	CC - 081 - 19
Fecha y Hora de Recepción	04.02.19	10:20	Inicio de Ensayo 04.02.19 11:00
Recepción Resultado	11.02.19	10:30	

Ego. Eiver Zafra Serna Cruz
Responsable Técnico del
C.C.P.: 9778

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 11 de Febrero 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 0219081

ENSAYOS			FISICOQUIMICOS				
Código Cliente			Y F R O	-	-	-	-
Código Laboratorio			0219081.01	-	-	-	-
Matriz			NATURAL	-	-	-	-
Descripción			Superficial	-	-	-	-
Localización de la Muestra			C.P. Palco - La Encañada	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados				
Turbidez	NTU	0.09	5.4	-	-	-	-
pH a 25°C	pH	NA	8.15	-	-	-	-
(*) Color Verdadero	UC	4.0	18.5	-	-	-	-

Legenda LCM: Límite de cumplimiento del Método, según el Código que la concentración del analito es máxima (razas).

ENSAYOS			BIOLÓGICOS				
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados				
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.6	92 x 10 ²	-	-	-	-
Coliformos Termotolerantes	NMP/100mL	1.6	540	-	-	-	-

Nota: Los Resultados en 0 y en el símbolo que el resultado es equivalente a cero, no se aproban desde punto biológico de la muestra.

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Turbidez	NTU	SVEWW/AFHA/AWWA/WEF Part 2100-B, 23rd Ed. 2017. Turbidity Nephelometric Method
pH a 25°C	pH	SVEWW/AFHA/AWWA/WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH-Value: Electrode Method
Color Verdadero	UC	SVEWW/AFHA/AWWA/WEF Part 2120-C, 23rd Ed. 2017. Color: Spectrophotometric Single Wavelength Method (Platinum)
Coliformes Totales	NMP/100mL	SVEWW/AFHA/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
Coliformos Termotolerantes	NMP/100mL	SVEWW/AFHA/AWWA/WEF Part 9221 A,B,C, 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. NA: No aplica
- (†) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo establecido por el método.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne a una 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 comentarios.
- ✓ 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 lo produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realizaron los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua durante el tiempo indicado de preservación posterior a la emisión del informe, así lo que toda comparación o reclamación que en su caso, desee 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"

ANEXOS 9: *Resultados de las pruebas de laboratorio – Semana 01*



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

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



INFORME DE ENSAYO N° IE 0219097

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razón Social/Usuario: GUSTAVO ADOLFO YZQUIERDO CARRANZA
Dirección: Pje. Brasil N° 188 - Cajamarca
Persona de contacto: Correo electrónico

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo: 08.02.19 Hora de Muestreo: 11:00
Tipo de Muestreo: Puntual
Número de Muestras: 01 Muestra N° Frascos x muestra: 01
Ensayos solicitados: Físicoquímicos 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: G.P. POLLOG

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato: SC - 110 Cadena de Custodia: CC - 097 - 1B
Fecha y Hora de Recepción: 08.02.19 12:30 Inicio de Ensayo: 08.02.19 13:00
Reporte Final de Resultados: 15.02.19 10:20

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
Bigo. Juan V. Diaz Saenz
RESPONSABLE
GSP 7395

Cajamarca, 18 de Febrero de 2019.

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° I.E-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0219097

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente	N°01 Filtro		-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	0219097-01		-	-	-	-	-	-
Matriz	NATURAL		-	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial		-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	C.P. Polos		-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.09	4.12	-	-	-	-	-
pH a 25°C	pH	NA	7.00	-	-	-	-	-
(*) Color Verdadero	UC	4.0	15.9	-	-	-	-	-

Leyenda: LCM: Límite de comparación del Método. Valor NA: LCM significa que la concentración del ensayo es nula (razas)

ENSAYOS			BIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/100ml	3.8	16 x 10 ³	-	-	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	3.8	35 x 10 ²	-	-	-	-	-

Nota: Los Resultados en "x" significa que el resultado es equivalente a cero, no se observó estructuras biológicas en la muestra.

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Turbidez	NTU	SWEWAP APHA AWWA WEF Part 2100, B, 23rd Ed. 2017 Turbidity, Nephelometric Method
Potencial de Acidez (pH a 25°C)	pH	SWEWAP APHA AWWA WEF Part 4500 H-B, 23rd Ed. 2017 pH Value: Electrode Method
Color Verdadero	UC	SWEWAP APHA AWWA WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017 Color: Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Coliformes Totales	NMP/100mL	SWEWAP APHA AWWA WEF Part 9221 A, B, C, 23rd Ed. 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Standard Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SWEWAP 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 utilizados en este informe están acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica
- (**) Los Resultados son preliminares, 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 de Agua.
- ✓ La reproducción total o parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional de Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o modificaciones.
- ✓ 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 los produce.
- ✓ Los métodos o procedimientos sobre los que se realizaron los ensayos se conservaron en Laboratorio Regional de Agua, durante el tiempo indicado de preservación, poder presentarse 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 Formulario: 014-1347 - Versión: 05/2019

Cajamarca, 18 de Febrero de 2019.

2 de 2

ANEXOS 10: *Resultados de las pruebas de laboratorio – Semana 02*



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 0219106

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

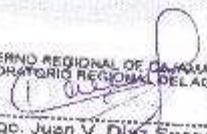
Razon Social/Usuario: **GUSTAVO ADOLFO YZQUIERDO CARRANZA**
 Dirección: **Pje. Brasil N° 188 - Cajamarca**
 Persona de contacto: **-** Correo electrónico: **-**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo: **15.02.19** Hora de Muestreo: **12:00**
 Tipo de Muestreo: **Puntual**
 Número de Muestras: **01 Muestra** N° Frascos x muestra: **01**
 Ensayos solicitados: **Fisicoquímicos y Microbiológicos**
 Breve descripción del estado de la muestra: **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
 Responsable de la toma de muestra: **Las muestras fueron tomadas por el personal usuario**
 Procedencia de la Muestra: **C.P. POLLOG**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Control: **SC - 110** Cadena de Custodia: **CC - 106 - 18**
 Fecha y Hora de Recepción: **15.02.19 14:47** Inicio de Ensayo: **15.02.19 15:15**
 Reporte Final de Resultados: **22.02.19 11:00**

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

 Elgc. Juan V. Diaz Saenz
RESPONSABLE
CBP 1396

Cajamarca, 22 de febrero de 2019.

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 0219106

ENSAYOS			FISICOQUIMICOS					
Código Cliente			Nº2 Filtro	-	-	-	-	-
Código Laboratorio			0219106-01	-	-	-	-	-
Matriz			NATURAL	-	-	-	-	-
Descripción			Superficie	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra			C.P. Polco	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.05	3.47	-	-	-	-	-
pH a 25°C	pH	NA	7.00	-	-	-	-	-
(*) Color Verdadero	UC	4.0	12.6	-	-	-	-	-

Legenda: LCM: Límite de cualificación del Método, usar el LCM significa que la concentración del analito es mínima (razón)

ENSAYOS			BIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/100ML	1.0	92 x 10 ²	-	-	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ML	1.0	35 x 10 ²	-	-	-	-	-

Nota: Los Resultados de 0 y 01 significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Turbidez	NTU	SVEWW-APHA AWWA-WF, Part 2120, B, 23rd Ed, 2017, Turbidity, Nephelometry Method
Potencial de Hidrogeno (pH) a 25°C	pH	SVEWW-APHA AWWA-WF, Part 4500-HI, B, 23rd Ed, 2017, pH Value, Electrode Method
Color Verdadero	UC	SVEWW-APHA AWWA-WF Part 2120 D, 23rd Ed, 2017, Color, Spectrophotometric Single Wavelength Method (Filtration)
Coliformes Totales	NMP/100ml	SVEWW-APHA AWWA-WF 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	SVEWW-APHA AWWA-WF 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. NA: No aplica
- (**) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera de 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 solo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o emendas.
- ✓ Los resultados de análisis no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realizó los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservación en las condiciones de impresión del informe, con lo que toda comprobación o reclamo 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: RT-01-0001 Rev: 006 Fecha: 02/01/2019

Cajamarca, 22 de febrero de 2019.
2 de 2