



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Eficiencia del filtro de carbón activado de *mauritia flexuosa*, en el tratamiento de agua cruda del caserío Medellín, Moyobamba, 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Góngora Rojas, Ricardo César (ORCID: 0000-0003-1205-8624)

Llanos Carranza, Clara Luz (ORCID: 0000-0003-1428-7818)

**ASESOR:**

Condori Moreno, Delbert Eleasil (ORCID: 0000-0001-5318-6433)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**MOYOBAMBA – PERÚ**

**2020**

## **Dedicatoria**

Dedico el presente proyecto de investigación a Dios por brindarme la sabiduría y fuerzas para poder culminar las metas propuestas a inicio de ciclo, a mi abuelito que desde el cielo sé que me brinda su apoyo y guía a ser mejor persona, a mi madre y mi novia quienes me dieron en todo momento su apoyo incondicional, siendo de esa manera los pilares fundamentales y el motor y motivo para lograr este objetivo en mi vida.

Esta tesis se lo dedico a mis padres por haberme forjado como la persona que soy, mis logros se los debo a ellos, me formaron con reglas y libertades que me han permitido lograr una de mis metas. A mi hijo por ser mi fuente de motivación e inspiración para querer superarme cada día. A mi pareja que ha sido la persona que me acompaño en todo este proceso apoyando mis decisiones. A mi hermano que a pesar de su corta edad sus palabras de aliento y su apoyo moral han sido de ayuda para que él tenga alguien de quien sentirse orgulloso.

**Ricardo**

**Clara**

## **Agradecimiento**

Quiero agradecer a Dios, quien nos dio el regalo más preciado que es la vida, siendo la base para de esa manera permitirnos culminar nuestra formación profesional, así mismo, agradecer a mi madre y a mi novia por el apoyo económico y la confianza brindada. A cada uno de nuestros docentes, ya que a través de sus conocimientos fueron parte de nuestra formación universitaria, al Msc. Delbert Condori Moreno por guiarnos en la elaboración de la tesis, por la paciencia y su tiempo laborales extracurriculares brindados.

Gracias Dios por regalarme vida, salud y una familia maravillosa. Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, por estar siempre a pesar de mis errores, por su amor infinito y apoyo incondicional para lograr mis metas. También a mi pareja, mi hijo, mi hermano y todas las personas que me apoyaron de una u otra manera durante este proceso.

**Ricardo**

**Clara**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria .....	2
Agradecimiento .....	3
ÍNDICE .....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de Figuras.....	vii
RESUMEN.....	8
ABSTRACT .....	9
I. INTRODUCCIÓN .....	10
II. METODOLOGÍA.....	21
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	21
2.2 Operacionalización de variables.....	22
2.3. Población, muestra y muestreo .....	24
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
2.5 Procedimiento .....	28
2.6 Métodos de Análisis de datos.....	36
2.7 Aspecto ético .....	37
III. RESULTADOS .....	38
IV. DISCUSIÓN .....	51
V. CONCLUSIONES .....	55
VI. RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS.....	57
ANEXOS.....	65
Anexo 1. Limpieza, lavado y secado del residuo de aguaje.....	66
Anexo 2. Trituración de la pepa de aguaje.....	66
Anexo 3. Carbonización y activación de la pepa de aguaje.....	67
Anexo 4. Obtención del carbón activo granular y carbón en polvo.....	67
Anexo 5. Acondicionamiento de los filtros.....	67
Anexo 6. Plano del filtro.....	68
Anexo 7. Toma de muestras y proceso de experimentación para el traslado al laboratorio.....	69

Anexo 8: Ficha de sistematización de resultados I. ....	70
Anexo 9: Validación de ficha de sistematización de resultados I. ....	72
Anexo 10: Validación de ficha de sistematización de resultados II. ....	73
Anexo 11: Validación de ficha de sistematización de resultados III. ....	74
Anexo 12: Resultados de laboratorio. ....	75

## Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de operacionalización de las variables. ....	23
Tabla 2. Distribución de la muestra.....	25
Tabla 3. Identificación de puntos de muestreo. ....	25
Tabla 4. Expertos validadores.....	27
Tabla 5. Distribución de sustratos por filtro.....	33
Tabla 6. Parámetros microbiológicos iniciales del agua cruda según los LMP de reglamento de calidad del agua para consumo humano del caserío Medellín, 2020.....	38
Tabla 7. Color inicial del agua cruda según los LMP de reglamento de calidad del agua para consumo humano del caserío Medellín, 2020.....	39
Tabla 8. Turbiedad inicial del agua cruda según los LMP de reglamento de calidad del agua para consumo humano del caserío Medellín, 2020.....	40
Tabla 9. pH inicial del agua cruda según los LMP de reglamento de calidad del agua para consumo humano del caserío Medellín, 2020.....	41
Tabla 10. Valores finales del parámetro color de acuerdo al tipo de carbón y dosificación.....	42
Tabla 11. Valores finales del parámetro turbiedad de acuerdo al tipo de carbón y dosificación.....	43
Tabla 12. Valores finales del parámetro pH de acuerdo al tipo de carbón y dosificación.....	44
Tabla 13. Valores finales del parámetro coliformes totales de acuerdo al tipo de carbón y dosificación.....	45
Tabla 14. Valores finales del parámetro coliformes termotolerantes de acuerdo al tipo de carbón y dosificación.....	46
Tabla 15. Valores finales del parámetro Escherichia coli de acuerdo al tipo de carbón y dosificación.....	47
Tabla 16. Eficiencia de los filtros utilizados para el tratamiento de agua cruda....	48
Tabla 17. Prueba de hipótesis. ....	50

## Índice de Figuras

Figura 1. Plano de ubicación de puntos de estudio.....	29
Figura 2. Proceso constructivo de filtro de agua.....	32
Figura 3. Proceso de experimentación. ....	35
Figura 4. Parámetros microbiológicos iniciales del agua cruda según los LMP de reglamento de calidad del agua para consumo humano del caserío Medellín.....	38
Figura 5. Color inicial del agua cruda según los LMP de reglamento de calidad del agua para consumo humano del caserío Medellín.....	39
Figura 6. Turbiedad inicial del agua cruda según los LMP de reglamento de calidad del agua para consumo humano del caserío Medellín. ....	40
Figura 7. pH inicial del agua cruda según los LMP de reglamento de calidad del agua para consumo humano del caserío Medellín.....	41
Figura 8. Determinación del tipo de filtro y dosis más eficiente para reducir el color.....	42
Figura 9. Determinación del tipo de filtro y dosis más eficiente para reducir turbiedad. ....	43
Figura 10. Determinación del tipo de filtro y dosis más eficiente para mejorar el pH.....	44
Figura 11. Determinación del tipo de filtro y dosis más eficiente para reducir coliformes totales. ....	45
Figura 12. Determinación del tipo de filtro y dosis más eficiente para reducir coliformes termotolerantes.....	46
Figura 13. Determinación del tipo de filtro y dosis más eficiente para reducir E. coli. ....	47
Figura 14. Eficiencia de los tratamientos utilizados en los procesos de experimentación.....	49

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general evaluar la eficiencia del filtro de carbón activado de *mauritia flexuosa*, en el tratamiento de agua cruda del caserío Medellín, Moyobamba, 2020. La investigación fue de tipo aplicada, con un diseño cuasi-experimental. La población fue conformada por la totalidad de agua cruda que se distribuye en las 30 viviendas del caserío de Medellín. La obtención de la muestra de estudio se obtuvo de tres viviendas distintas, así mismo, se realizó la homogeneización de estas, con el fin de obtener un solo grupo de control. El total de agua cruda utilizada fue de 114 litros. La investigación tuvo como resultados que la caracterización inicial del agua demuestra que el agua que consumen los habitantes del caserío Medellín no es apta por presentar una presencia alta de microorganismos, así mismo el tratamiento conformado T3a presenta una mejor eficiencia, por último, se indica que la dosis óptima en el estudio presente es de 100 gramos y el tipo carbón activado más eficiente es el granular. Permitiendo concluir que el filtro de carbón activado presenta una eficiencia de remoción de color 72.2%, turbidez de 89.4%, pH de 15.12%, coliformes termotolerantes de 93.17%, coliformes totales de 89.81% y Escherichia coli de 86.6% teniendo una eficiencia promedio total de 74.38%.



## **ABSTRACT**

The general objective of this research was to evaluate the efficiency of the mauritia flexuosa activated carbon filter in the treatment of raw water in the Medellín village, Moyobamba, 2020. The research was of an applied type, with a quasi-experimental design. The population was made up of the totality of raw water that is distributed in the 30 houses of the Medellín village. Obtaining the study sample was obtained from three different dwellings, likewise, they were homogenized, in order to obtain a single control group. The total raw water used was 114 liters. The results of the research were that the initial characterization of the water shows that the water consumed by the inhabitants of the Medellín village is not suitable because it has a high presence of microorganisms, likewise the treatment made up of T3a presents a better efficiency, finally, it is indicated that the optimal dose in the present study is 100 grams and the most efficient type of activated carbon is granular. Allowing to conclude that the activated carbon filter has a color removal efficiency of 72.2%, turbidity of 89.4%, pH of 15.12%, thermotolerant coliforms of 93.17%, total coliforms of 89.81% and Escherichia coli of 86.6%, having a total average efficiency of 74.38%.

## I. INTRODUCCIÓN

El persistente daño a los recursos hídricos y su utilización para abastecer de agua para el consumo del hombre; ha traído consigo la indagación de poder optimizar los procesos de tratamiento con el propósito de poder tener un agua segura, para así no ocasionar posibles problemas de salud a la sociedad. Ante lo señalado, los suministros de agua potable han tomado medidas que se centran dentro de los programas de agua segura a través de la minimización de la polución en la red de abastecimiento, la eliminación de diversos contaminantes por medio de diversas operaciones en el tratamiento y su prevención de la contaminación del recurso hídrico en el reservorio del agua y su disposición al usuario (Burstein, 2018, p.3).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), 2017, en el mundo alrededor de 2100 millones de personas, no acceden al uso del agua potable y 4500 millones no presentan un sistema de saneamiento seguro, esto ocasiona alrededor de 3350 millones de casos anuales de enfermedad. Es importante mencionar que el 80% de las enfermedades más recurrentes en los países de desarrollo tienen relación a la calidad del recurso hídrico, es por eso a la hora de realizar una valorización del acceso al agua como una variable de salud, se debe tener en cuenta la cantidad como calidad (p. 5).

Así mismo, en Latinoamérica los servicios de saneamiento y agua potable son inapropiados, repercutiendo de manera negativa en la salud poblacional, teniendo como factores limitantes ha: la poca capacidad financiera de las instituciones que se encargan de brindar estos servicios y la institucional deficiente del sector. Por otro lado, se viene observando un crecimiento poblacional el cual viene acompañado del aumento de una urbanización en ascenso teniendo una aproximación del 78% lo cual ocasiona la presión de los servicios básicos, para lograr contrarrestar esta demanda necesita aproximadamente del 0,31% del PBI global que presenta la región de América (Villena, 2018, p.4).

Según la Superintendencia Nacional de Servicio de Saneamiento, 2016, nuestro país presenta una baja cobertura de agua potable y saneamiento el cual afecta de

manera directa la calidad de la población, siendo los más afectados las personas con niveles económicos bajos. Hoy en día el 13% de la población es atendida por a través de piletas, mientras que 79% por medio agua superficial y subterránea, el 5% de la población consume aguas provenientes de pozos artesanales y mientras que más de un millón de personas reciben el agua de manera insegura ya que se hace su repartición por camiones cisternas, ante lo mencionado la calidad el agua en nuestro país se relaciona con la fuente de abastecimiento. No obstante, en muchas zonas rurales consumen agua entubada desde los ríos, quebradas o alguna fuente de agua, sea superficial o subterránea que logre agrandar sus pretensiones. Sin embargo, no se hace tratamiento alguno, en la mayoría de los casos superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) (DS N° 031- 2010 SA-MINSA), privándose de consumir agua de excelente calidad, cuya presencia de algún ingrediente natural físico o químico en concentraciones superiores a las permitidas en la normativa puede ser nocivo (p. 3).

Adicionalmente, los inconvenientes del agua en el departamento de San Martín no son de escasez sino de gestión: ausencia de efectividad, deficiente organización, poca idealización, deterioro de la calidad, etc. A esto se suma el desarrollo poblacional y la falta de idealización urbana agravan el inconveniente, hay carencia de una infraestructura con redes renovadas, principalmente las de organización y secundarias, la localización de las ciudades en pueblos adolescentes e urbanizaciones sin una adecuada idealización, ni ordenamiento del territorio, impidiendo una correcta dotación del agua (Bardales 2015, p.1).

Por otro lado, en el ámbito local el caserío de Medellín presenta un sistema de agua construido en el año 1999, el cual capta agua procedente de la quebrada Iquiare, este es dirigido por la junta administradora de servicios de saneamiento (JASS) del mismo caserío. Sin embargo, la problemática radica en que en la actualidad no se realiza ningún tipo de tratamiento al agua que consume la población debido a que el equipo de cloración se encuentra deteriorado, resultando muy preocupante puesto que según los análisis de caracterización del agua realizado por la Municipalidad Distrital de Moyobamba presenta una alta turbiedad, color y evidencia la presencia de microorganismos; todo esto ha

llevado al consumo del agua de manera insegura (Dirección Regional de Vivienda y Saneamiento, 2019). Por tal motivo, es necesario realizar el tratamiento de este recurso, por medio de la utilización del filtro de carbón activado de pepa de aguaje, teniendo en cuenta que este presenta la capacidad de adsorción en químicos, desechos, gases, etc. Ante lo expuesto se formula la siguiente pregunta: ¿Cuál es la eficiencia del filtro de carbón activado de mauritia flexuosa, en el tratamiento de agua cruda del caserío Medellín, Moyobamba, 2020?

Así mismo, este estudio tuvo como fin la búsqueda de un tratamiento diferente al habitual, la cual trata por medio del uso del coagulantes e hipoclorito de sodio; por lo que se busca el reemplazo de dichos compuestos, mediante el empleo de un filtro de carbón de pepa de *Mauritia flexuosa* (aguaje), sirviendo como una alternativa nueva para tratar el agua que consume la población del caserío de Medellín. Por otro lado, el consumo del agua involucra que esta cumpla tanto en cantidad como en calidad, el primero se puede realizar mediante el aprovechamiento de los ríos y quebradas, mientras que la calidad se puede asegurar con la aplicación de filtro a base de carbón activado, ante lo mencionado es importante realizar dicho filtro y así poder brindar un instrumento para tratar el agua y lograr que esta sea segura para el consumo de la población.

Por tanto, la investigación presenta como finalidad general: determinar la eficiencia del filtro de carbón activado de *mauritia flexuosa*, en el tratamiento de agua cruda del caserío Medellín, Moyobamba, 2020. Adicionalmente, se presentan los siguientes objetivos específicos: caracterizar el agua cruda del caserío Medellín, Moyobamba 2020. Por otro lado, determinar la dosis óptima de carbón activado, para remover contaminantes del agua cruda del caserío Medellín, Moyobamba, 2020. Por último, seleccionar el tipo de filtro de carbón activado de *mauritia flexuosa* con mayor porcentaje de remoción de contaminantes del agua cruda en el caserío Medellín, Moyobamba, 2020.

Este estudio presenta como hipótesis general que el filtro de carbón activado de *mauritia flexuosa* es eficiente en el tratamiento de agua cruda del caserío Medellín, Moyobamba, 2020.

## MARCO TEÓRICO

Para elaborar este proyecto, fue necesario investigar acerca de estudios relacionadas al tema, obteniendo a nivel internacional la siguiente información: García y Gonzales (2019) realizaron su investigación con el propósito de optimizar un sistema de filtración mediante el uso de nanomateriales para mejorar la calidad del agua potable, obteniendo de acuerdo a los resultados que la utilización de carbón activado en el filtro logró reducir la turbidez en un 80%, mientras que el color en 75%, igualmente se redujo los sólidos suspendidos en un 99.9%. Esto permite concluir que la filtración con carbón activado impregnado ha logrado la obtención de un agua aceptable con un rango muy cercano a lo establecido por la OMS, el uso de este filtro es eficiente para el tratamiento del agua, ya que presenta reducción favorable en los parámetros fisicoquímicos del agua.

Por otro lado, Amezquita y otros (2018) evaluaron la remoción de la materia orgánica, turbiedad por medio del método de doble filtración empleando carbón activado, como resultados obtuvieron que el agua filtrada (<0.30 NTU) indican mayores eficiencias en la eliminación de protozoos (*Giardia* y *Cryptosporidium*) durante filtración y favorecen la eliminación de bacterias y virus durante desinfección, además de que los valores de turbidez se encuentran por debajo del valor inicial. Lograron concluir que las configuraciones con filtro de carbón activado eliminaron de manera efectiva la turbiedad, estando en los estándares recomendados por la OMS y Environmental Protection Agency (EPA).

Así mismo, Torres y otros (2017) realizaron su investigación titulada agua segura en comunidades rurales a través de un sistema alternativo de filtración con carbón activado, teniendo como propósito diseñar un sistema de tratamiento alternativo de recurso hídrico potable en poblaciones rurales, obteniendo como resultado una reducción de coliformes totales y fecales del 99.9%, de la misma forma se obtuvo una reducción del 83 y 98% del color y turbiedad respectivamente, mientras que el pH mostró un ligero aumento. Lograron concluir que el sistema alternativo para tratar agua potable en comunidades rurales produjo agua calificada para el

consumo poblacional, siendo el diseño de fácil difusión y adaptación, permitiendo el control de enfermedades gastrointestinales.

Por su parte, Yadira y Sánchez (2014) elaboraron un filtro que tuvo como base carbón activado de cáscara de coco, tuvieron como finalidad disminuir la dureza presentada en el agua potable, para lo cual realizaron el diseño del filtro, obteniendo como resultados que el filtro elaborado a base de cáscara de coco permitió disminuir la dureza en el agua, siendo su porcentaje de retención del 80%, se observó mayor eficiencia en el filtro con 50 gramos de carbón para la remoción de cloro en su totalidad. Logrando concluir que el carbón activado a través de procesos físicos resulta efectivo para lograr la eliminación del cloro residual y dureza en el agua.

El Perú de igual forma, registra estudios relacionados a este tipo de investigación, resaltando el siguiente: Carcausto (2017) estudio la purificación de aguas del subsuelo a través del uso de filtros lentos de arena para el consumo humano en una comunidad rural de Puno, el trabajo presentó como resultados que el filtro de arena lento es óptimo en la purificación del agua del centro poblado Tunco, ya que logro una remoción de la turbiedad en 68.02%, mientras que la retención de coliformes totales y termotolerantes fue de 99.8% y 98.95% respectivamente, lo que demuestra que estos filtros permite la remoción de los parámetros evaluados. Logró concluir que los análisis fisicoquímicos y microbiológicos luego de la utilización de los filtros lentos presenta un comportamiento positivo a los LMP de agua para el consumo humano.

Por su parte, Manosalva (2016) investigó la eficacia del carbón activo de cocos nucifera para remover la turbiedad que presenta el Agua del Río Moche, presentó un diseño unifactorial (tres factores): temperatura, concentración y tipo de carbón, en dicho trabajo se utilizó una balanza electrónica, turbidímetro y un agitador. Obteniendo como mejor resultado que a temperatura de 40 °C y a una concentración de 0.04gr/100 ml de carbón se logra una reducción de 0.57UNT.

Por otro lado, Mamani (2013) utilizó filtros lentos con el propósito de purificar el agua del Río Totorani, obtuvo como resultados importantes que la utilización del filtro lento con arena fina presenta mejor eficiencia que el filtro a base de arena gruesa en la purificación del agua del río Totorani, reduciendo en un 96.67% la turbiedad inicial del agua, adicionalmente redujo la presencia de *Escherichia coli* y coliformes totales en un 98.04% y 92.24%. Lo que le permitió concluir que la utilización de filtro lento con arena fina es eficaz para reducir la turbidez, coliformes totales y fecales.

Nuestra región, no es ajena a estas investigaciones, registrando el siguiente antecedente: Aguilar (2019) evaluó la calidad de agua potable, la cual se obtuvo de una microplanta a través del uso de un filtro con carbón de coco en la comunidad nativa Chunchiwi en la provincia de Lamas, presentó como resultados que la eficiencia del filtro en relación a los ECAS logra la remoción del 83.53% de coliformes fecales y 99.70% de termotolerantes, mientras que la remoción de *E. Coli* fue del 31.6%, así mismo la microplanta mostró eficiencia en la remoción del color y turbidez. Sus resultados permitieron concluir que el sistema utilizado es adecuado y eficiente para tratar el agua a nivel rural, cumpliendo la reglamentación vigente en el país.

De igual modo, Llanos y Mirano (2017) evaluaron la eficiencia de filtros de arena y piedra caliza, para remover parámetros físicos de la quebrada la Hoyada en la provincia de Moyobamba, como resultados de la investigación obtuvieron que el filtro de arena obtuvo una mejor eficiencia, presentando un promedio de remoción de sólidos totales de 58.25%, mientras que el color en 57.50%. Esto permitió concluir que el filtro con piedra caliza no es más eficiente que el de arena para la remoción de parámetros físicos del agua de la quebrada La Hoyada.

Por otra parte, para fundamentar la presente investigación es necesario desarrollar el siguiente **marco conceptual** teniendo como primera definición a los **filtros de carbón activado**, estos forman parte de los filtros que son de tipo adsorptivos, puesto en el momento que se desea filtrar un contaminante este es atrapado y retenido en su porosidad (Thornhill y Kumar, 2018, p. 41). Por su

parte, Estrada (2011), indica que los filtros de carbón activado se emplean de manera constante por medio de un sistema extractivo y de tratamiento para lograr la purificación de las aguas y funciona de la misma manera que un filtro de arena (p. 88). Así mismo, Tesacua (2015), dice que los filtros son usados para purificar el agua, los cuales cumplen un rol de potabilizador casero, estos están compuestos por carbón de tipo granular o polvo (p. 23).

Por otro lado, el **carbón activado** (C.A) es un elemento de extenso uso en la industria, por presentar óptimas propiedades en la adsorción. Se define por contar con una elevada superficie interna, buena distribución de poros y variedad de grupos funcionales, cualidades que le permiten capturar gran variedad de moléculas (Jiménez, 2001, p. 229). Al mismo tiempo, Lazo (2015, p.41) indica que existen diferentes **tipos de carbón** entre ellos destaca el **carbón en polvo**, estos presentan un área superficial y una estructura porosa de manera distribuida, el cual predomina los macroporos, el tamaño de las partículas de este carbón promueve un contacto con el líquido de manera directa, también se tiene el **carbón granular** se producen por medio de materias rígidas, presentan una alta área superficial, el cual proporcionada un alto poder adsorción en las aplicaciones a las cuales son destinadas.

Por otra parte, Nudelman (2004), menciona que el C.A es empleado en la remoción de olor, color y sabor de un sin número de productos, hallándose en aplicaciones tan sencillas como filtros de refrigerador o peceras, incluso en complejos sistemas industriales (p. 68). Según Rodríguez (2003), indican que debido a su origen apolar y por su modelo en fuerzas implicado en el desarrollo de adsorción, es considerado como un adsorbente universal, reteniendo prioritariamente moléculas de elevado volumen y apolares. La alta habilidad en eliminar sustancias es debido a su elevada superficie interna que esta posee. Generalmente, los microporos presentan una alta superficie y cualidad en retención, por otro lado, los macroporos son primordiales para la retención de moléculas de gran tamaño, como por ejemplo coloides o colorantes, y de esa manera favorece el ingreso y una acelerada difusión de moléculas a la superficie interior del sólido (p. 173).



Las **propiedades** de adsorción del C.A no precisa exclusivamente de su porosidad, ya que el espacio de este no es polar, su capacidad en retener moléculas polares en estado gaseoso es reducida. Para aumentarla, es fundamental insertar grupos superficiales las cuales asisten para lograr la interacción de manera específica por medio del soluto a detener. Siendo un claro ejemplo, que las soluciones oxidantes aumentan la cantidad de oxígeno, con sulfuro de carbono el azufre, con amoníaco el contenido en nitrógeno, entre otros (Nudelman, 2004, p. 69).

Así mismo, la **composición** química que muestra el carbón activado es aproximada de un 70 a 80% de C, de 5 a 10% de cenizas, del 60% de oxígeno y 0,5% en hidrógeno. Esta composición es prácticamente pura, al igual que el diamante, grafito y la variedad de carbones minerales (Universidad de Sevilla, 2009, p.15).

Ante los elementos mencionados anteriormente, estos presentan la **capacidad** de adsorber, las cuales consisten en un fenómeno físico-químico en la cual el sólido denominado adsorbente captura en su pared a diversos tipos de moléculas, llamadas adsorbatos, las cuales están localizan en un medio gaseoso o líquido. Por otra parte, la composición física del carbón activado presenta una estructura microcristalina parecida al grafito. Dicha estructura que posee este da lugar a una distribución de poros de dimensiones bien determinadas. De esa manera, se logra distinguir 3 tipos de poros según su radio: macroporos presentan un radio mayor a 25 nanómetros, mientras que los mesoporos su diámetro es menor y mayor a un nanómetro, por otra parte el microporo su radio es menor a 1 nanómetro (Manahan, 2007, p.217).

Por otro lado, se tiene a la **adsorción**, esta se determinará de manera experimental mediante la medición del número de soluto que puede ser adsorbido por el carbón activado. Las cargas que presentan las arcillas pueden ser: cargas permanentes o variables, por otro lado la energía constante de la forma que presenta el mineral, son autónomas de la solución acuosa, siendo la causa las

diferencias en su isomorfía y la magnitud de esta se encuentra ligada a la posición que presenta la capa tetraédrica (Worch,2012, p.104).

Así mismo, Song y Li (2020, p.200), mencionan que en todo el mecanismo de adsorción existen la intervención de las características de los componentes que se pretende extraer, donde resaltan las propiedades del adsorbente y las normas de contacto entre las fases sólidas y líquidas. Las características que presenta el adsorbato como su peso molecular, grupo funcional, solubilidad en el agua, concentración, al igual que las características del adsorbente tales como su porosidad y los grupos químicos determinan en su mayoría o minoría la afinidad del adsorbato con el adsorbente. Dentro de los **factores** que pueden influir en el proceso adsorptivos se tiene a la fuerza de los iones y pH, siendo este último un el factor que propicia el control en todo el procedimiento de los diversos electrólitos, ya que controla la interacción electrostática entre el adsorbente y adsorbato (Rodriguez, 2003, p.177).

Un método sencillo de elegir un C.A, en procesos de remoción de sustancias disueltas o gases apolares es cuantificando su superficie. Por lo habitual, una más grande superficie implica una más grande capacidad en retención de contaminantes. Por otra parte, Lazo (2015, p.51), menciona que para **obtener** el C.A se inicia de una bien definida materia prima, tales como: dureza, abundancia, elevado contenido de carbono bajo contenido de cenizas, estructuras inherentes de poros y elevado rendimiento de masa a lo largo de la carbonización. La composición química vegetal del carbón está sujeto a 3 factores: materia prima a utilizar; agente activante, la temperatura, tecnología de carbonización; así mismo se encuentra sujeto a la rapidez de calentamiento, tiempo en el horno y forma de salida de sustancias volátiles.

Así mismo, para lograr la **activación** comprende 2 etapas importantes: en donde se encuentra la carbonización del material de origen que se utilizará y la activación del producto que ha sido carbonizado, este es dependiente del origen del recurso y la condición en el proceso de activación. El proceso de carbonización se ejecuta en privación del aire y sin adición de elaborados

químicos, desarrollando una composición porosa elemental, las cuales pueden ser: activación física o química (Barreto, 2003, p.16).

Por otro lado, según Logsdon (2008), indica que el proceso de filtración consiste en pasar un líquido por medio filtrante, con el fin de eliminar materia que se encuentra suspendida, la cual no se puede eliminar por sedimentación, la filtración es considerada usualmente como producto de 2 mecanismos diferentes, los cuales son complementarios: adherencia y transporte (p. 41). Carpio y Vidalon (2016, p.90) Mencionan que dentro de los factores influyentes en la filtración se encuentra la densidad, tamaño, resistencia y dureza de las partículas en suspensión, también la temperatura del recurso hídrico a filtrar, la concentración de sólidos suspendidos en el afluente y el pH de esta misma. Carcausto (2017, p.32) indican que un medio filtrante que por medio de una determinada granulometría necesita una baja cantidad de agua con el fin de eliminar un mayor porcentaje de las partículas suspendidas, el cual ocasiona un efluente de calidad (p.23). Por otra parte, según el Ministerio de Salud (2011), hace mención que el agua cruda es aquel recurso hídrico, es su estado natural, el cual no fue sometido a procesos de tratamiento, la cual es captada para el abastecimiento (p.5).

Adicionalmente, Carcausto (2017, p.39), dice que las comunidades con recursos económicos bajos, presentan enfermedades, las cuales se encuentran vinculadas a la escasez de agua limpia y de servicios básicos de saneamiento, destacando las enfermedades diarreicas agudas y las cutáneas las cuales son responsables del 26% de la muerte de niños y ancianos en el mundo, el agua puede generar enfermedades intestinales debido al contacto de desechos animales o humanos la cual es la principal fuente de patógenos entéricos (p.149). Por otra parte, se ha tenido en cuenta tomar como criterio de clasificación los tipos de agua apta para ser consumidas por el hombre establecidos en el reglamento de calidad de esta; donde se encuentra el de tipo **cruda**, esta presenta como característica relevante que es captada para abastecer a la población y no presenta ningún tratamiento, también encontramos al **agua tratada** la cual ha sido expuesta a procesos tanto

biológicos y químico-físicos y por último se tiene al **agua de consumo humano** la cual es idónea para ser consumida y para toda utilidad doméstica, la cual incluye el aseo personal (Ministerio de salud, 2011, p.3).

Según el MINSA (2011), indican que los parámetros obligatorios de control para todos los abastecedores de agua potable son los siguientes: color, turbiedad, pH, cloro residual, coliformes totales y coliformes termotolerantes (p. 4).

Cambiando de tema y siguiendo con las definiciones Albán, Millán y Kahn (2008), indica que el aguaje (*mauritia flexuosa*) es una especie perteneciente a la familia Aracaceae, además de ser una de las palmeras más abundante de Sudamérica especialmente en la Amazonía del Perú, crece a baja altitud, se puede localizar en las estribaciones de los Andes occidentales hasta los 1,000 metros de altitud (p. 5).

## II. METODOLOGÍA

### 2.1 Tipo y diseño de investigación

#### 2.1.1 Tipo de investigación

El proyecto de investigación es de tipo aplicada, debido a que se dio una alternativa de tratamiento al agua cruda, por medio de la aplicación de un dispositivo de filtración con carbón activado de *Mauritia flexuosa*.

De acuerdo al Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología (CONCYTEC), la investigación aplicada determina, mediante el conocimiento científico, los medios: protocolos, tecnología y metodologías, a través de los cuales se cubre la necesidad reconocida y específica” (2018, p. 65). Por otro lado, Scruggs y Mastropieri (2006, 148) indica que esta investigación pretende generar conocimiento mediante la aplicación directa a la problemática de la sociedad, la cual toma como base de estudios los descubrimientos tecnológicos de una investigación básica. Asimismo, Arriola (2006) dice que una investigación que tiene lugar en un contexto diario para resolver cuestiones específicas de organizaciones, industrias e individuos se llama investigación aplicada (p. 46).

#### 2.1.2 Diseño de investigación

El diseño presentado fue de tipo cuasi-experimental, ya que el punto de agua de estudio no fue asignado de manera aleatoria, sino utilizando estudios previos, además existe manipulación evidente en las variables, donde se evaluó la eficiencia del filtro de carbón activado de *mauritia flexuosa*, en el tratamiento del agua cruda del caserío Medellín, Moyobamba, 2020.

Hernández, Fernández y Baptista, 2014, indican que el diseño cuasi experimental se caracteriza por tener dos grupos uno recibe el tratamiento mientras que otro no, con el propósito de poder determinar si existe diferencias significativas luego de haber aplicado el tratamiento (p. 142).

**GE: O1 X O2**  
**GC: O3 \_ O4**

**Dónde:**

**G.E:** Grupo experimental

**G.C:** Grupo control

**X:** Utilización del filtro de carbón activado de *mauritia flexuosa*.

**O<sub>1</sub>:** Medición del agua cruda antes del uso del filtro de carbón activado de *mauritia flexuosa*.

**O<sub>2</sub>:** Medición del agua cruda después del uso del filtro de carbón activado de *mauritia flexuosa*.

**O<sub>3</sub>:** Medición del agua cruda antes del uso del filtro de carbón activado de *mauritia flexuosa*.

**O<sub>4</sub>:** Medición del agua cruda antes del uso del filtro de carbón activado de *mauritia flexuosa*.

## **2.2 Operacionalización de variables**

**Variable independiente:** Filtro de carbón activo de *mauritia flexuosa*.

**Variable dependiente:** Calidad de agua cruda.

**Tabla 1.** Matriz de operacionalización de las variables.

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Filtro de carbón activo de mauritia flexuosa</b>	Material poroso que permite el tránsito de soluciones acuosas, pero bloquea a las partículas que presenta el fluido en suspensión (Lin, Chen y Wang y Merino, 2010, p.681)	Las partículas de carbón utilizados en el filtro fueron granular y en polvo las cuales tienen como unidad de medida mm, µm, seguido de la dosis de carbón activo empleado, el cual fue pesado mediante la balanza analítica, luego se tuvo los estratos utilizados en el filtro, por último se determinó la eficiencia de este mediante la siguiente formula: $E = \frac{ci - cf}{ci} \times 100$	Tamaño de partícula	Granular	mm	Razón
				Polvo	µm	
			Dosis de carbón	50 75 100	gr	Razón
			Estratos del filtro	Arena fina y greda	cm	Razón
				Gravilla	cm	
				Carbón activo	gr	
Eficiencia	% de remoción	%	Razón			
<b>Calidad del agua cruda</b>	Hace referencia a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del recurso hídrico (Ritter,2003,p.41)	Se analizaron las propiedades físico-químicas y biológicas que presenta el agua antes y después de utilizar el filtro de carbón activo. Por medio de la metodología establecida por APHA, AWWA y WEF se hará uso de los siguientes métodos: Color (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed.), Turbiedad (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed), pH (SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 4500 -H+, 23rd Ed) Coliformes Totales (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed.) Coliformes Fecales (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed.) y <i>Escherichia Coli</i> (SMEWW-APHA-AWWA-WEF 9215 B, 23rd Ed.)	Parámetros físicos del agua	Color	UCV/Pt/Co	Razón
				Turbiedad	NTU	
			Parámetros químicos del agua	pH	0-14	Intervalo
			Parámetros microbiológicos del agua	Coliformes totales	UFC/100 mL a 35°C	Razón
				Coliformes termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	
				<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL a 35°C	

## **2.3. Población, muestra y muestreo**

### **2.3.1 Población**

La población se define como el grupo de todas las situaciones que concuerdan con ciertas informaciones (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 174). La población fue conformada por la totalidad de agua cruda que se distribuye en las 30 viviendas del caserío de Medellín, provincia de Moyobamba, distrito de Moyobamba.

#### **Criterios de inclusión**

- Viviendas equidistantes y centrales a la línea de aducción del caserío, se tuvo en consideración la distancia de 150 metros por domicilios.
- Tener la autorización por parte de la JASS del caserío Medellín para la toma de muestra.
- Aceptación del propietario de la vivienda para participar de la investigación.

#### **Criterios de exclusión**

- No tener aceptación del propietario de la vivienda para la toma de muestras.
- Que la vivienda seleccionada no se abastezca del agua proporcionada por el reservorio.
- 

### **2.3.2 Muestra**

Según Balestrini (2006), esta se define como: una sección de la población (p.130). La muestra de estudio se obtuvo de tres viviendas distintas, así mismo, se realizó la homogeneización de estas, con el fin de obtener un solo grupo de control. El total de agua cruda utilizada fue de 114 litros. La muestra estuvo distribuida de la siguiente manera:



**Tabla 2.** Distribución de la muestra

Tratamiento	Filtros	Volumen de agua
T0	-----	6L
T1	CG <sub>(50g)</sub> +AFG <sub>(3cm)</sub> +G <sub>(3cm)</sub> +1LDA	18L
T2	CP <sub>(50g)</sub> +AFG <sub>(3cm)</sub> +G <sub>(3cm)</sub> +1LDA	18L
T3	CG <sub>(75g)</sub> +AFG <sub>(3cm)</sub> +G <sub>(3cm)</sub> +1LDA	18L
T4	CP <sub>(75g)</sub> +AFG <sub>(3cm)</sub> +G <sub>(3cm)</sub> +1LDA	18L
T5	CG <sub>(100g)</sub> +AFG <sub>(3cm)</sub> +G <sub>(3cm)</sub> +1LDA	18L
T6	CP <sub>(100g)</sub> +AFG <sub>(3cm)</sub> +G <sub>(3cm)</sub> +1LDA	18L
<b>TOTAL</b>		114 L

Fuente: Elaboración propia

### 2.3.3 Muestreo

Según Castro (2003), indica que el muestreo no probabilístico, depende del criterio específico del investigador, en la elección de los miembros de estudio, teniendo en cuenta que no todos los miembros tienen la oportunidad de conformarla (p. 12). Se aplicó dicho muestreo en la investigación, fue de tipo por conveniencia y puntual. Para la ubicación de los puntos de monitoreo y toma de muestras en los grifos se tuvo en consideración el protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano establecido por la DIGESA (R.D N°160-2015) en relación a los puntos de interés colectivos de acuerdo a la distribución de forma uniforme a lo largo y ancho del sistema de distribución de agua, teniendo en conocimiento que la red de distribución presenta una longitud total de 300 metros, los puntos equidistantes entre cada unidad de monitoreo fue de 150 metros, siendo los siguientes:

**Tabla 3.** Identificación de puntos de muestreo.

Punto	Coordenadas
P1	18M: 282739 UTM: 9336094
P2	18M: 282686 UTM: 9336489
P3	18M: 282429 UTM: 933655

Fuente: Elaboración propia

### **2.3.4 Unidad de análisis**

La unidad de análisis fueron los parámetros de calidad organoléptica y microbiológicos del agua de los grifos del caserío Medellín, para los parámetros evaluados en la investigación, se tuvo en consideración a los parámetros de control obligatorio (PCO), de acuerdo al Reglamento de Calidad de Agua para Consumo humano (DS N° 031-2010-SA).

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **2.4.1 Técnicas**

- Arias (2012, p.146) define a las técnicas de recolección como las diversas formas por la cual se obtiene información. Para la presente investigación se tuvo como técnica a la observación, en la cual se sustentan todas las demás, se aplica esta técnica con el propósito de conocer la realidad, con la finalidad de entrar en contacto con el problema. (Urbano y Yuni, 2006, p. 39).
- Adicionalmente, se utilizó como técnica a la experimentación, debido a los datos que se obtuvieron por medio de análisis de laboratorios en comparación de un antes y después de resultados de los parámetros obtenidos del agua.
- Del mismo modo, se empleó la técnica de análisis documental, que según Lerma (2016, p.64) se basa en extraer información de un documento, la información que sirva la sistematización del mismo, la cual se basó en identificar y seleccionar información relevante del documento. Se utilizó esta técnica en los análisis de reportes de resultado de laboratorio.

## 2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Para el presente proyecto se emplearon los siguientes instrumentos:

- GPS Garmin Gspmap 64s, el cual fue utilizado para la toma de puntos de muestreo.
- Cadena de custodia, que es el documento importante en el momento de realizar el monitoreo de la calidad del recurso hídrico, puesto que permite garantizar un adecuado registro, seguimiento, identificación de resultados de los análisis realizados, dicho instrumento fue brindado por el laboratorio Anaquímicos.
- Ficha de sistematización de información, sirvió de guía para observar los cambios que se efectuaron en las variables luego de realizar el tratamiento con el filtro de carbón activo de mauritia flexuosa, en comparación de los análisis preliminares.

## 2.4.3 Validez del instrumento

La cadena de custodia no requirió validación debido a que fue brindada por el laboratorio Anaquímicos; por otro lado, la ficha de sistematización fue sometida a juicios de expertos, con el fin de que sea apropiada para el recojo de información, dicho instrumento fue validado por ingenieros ambientales.

Para la cual se tuvo a los siguientes paneles de expertos:

**Tabla 4.** Expertos validadores.

<b>Experto</b>	<b>Opinión</b>
Msc. Delbert Condori Moreno	Aplicable
Ing. Nancy Zuta Tochón	Aplicable
Ing. Omar Jesús Quintana Canlla	Aplicable

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **2.4.4 Confiabilidad**

La confiabilidad se centró en que los análisis obtenidos fueron respaldados por el jefe de calidad de la OTASS Moyobamba, así mismo, siendo el único en su rubro en la ciudad de Moyobamba referente a los análisis de ensayos de agua.

### **2.5 Procedimiento**

#### **2.5.1 Etapa gabinete inicial.**

- Se realizó la recopilación de información bibliográfica la cual fue extraída de libros, revistas, investigaciones, periódicos, etc.
- Se elaboró la solicitud para el responsable de la Junta de administradora de agua y saneamiento del distrito de Medellín para la realización de la investigación.
- Se adquirió equipos de seguridad tales como: trajes antifluido, mascarillas KN95 y guantes de látex. Adicionalmente la adquisición de frascos de plásticos, lapicero, nevera portátil, entre otros.
- Se elaboró el instrumento que permitió el recojo de información en la investigación (Ficha de sistematización).
- Se cotizó el precio de los análisis en el laboratorio Anaquímicos Servicios Generales E.I.R.L.

#### **2.5.2 Etapa de campo y laboratorio**

##### **2.5.2.1 Localización del área de estudio**

La zona seleccionada para la investigación se encuentra situada en el caserío de Medellín, localizado en el distrito de Moyobamba con coordenadas latitud sur 5°59'56" S y longitud oeste 76°57'48" W, con una altitud de 811 msnm.

### 2.5.2.2 Ubicación de los puntos de muestreo

Se utilizó el software ArcGIS para la respectiva ubicación de las viviendas seleccionadas, en relación a los puntos de interés colectivos de acuerdo a la distribución de forma uniforme a lo largo y ancho del sistema de distribución de agua, establecido por la DIGESA (R.D N°160-2015)

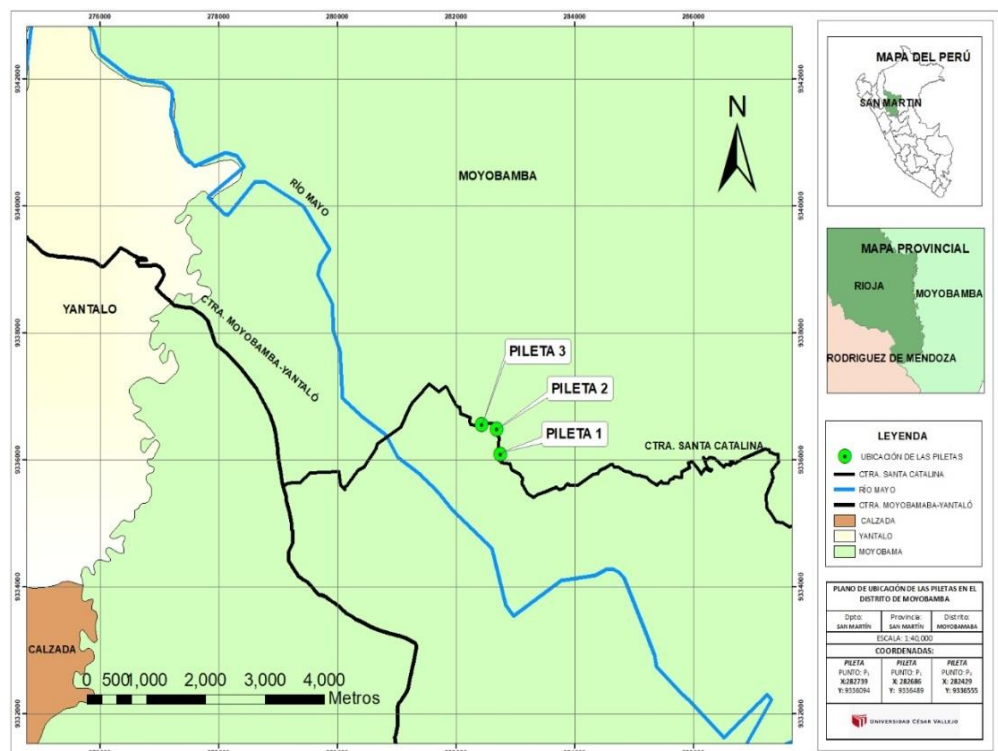


Figura 1. Plano de ubicación de puntos de estudio.

Fuente: Software ArcGIS

### 2.5.2.3 Toma de muestras

- Para la toma de muestra se eligió las piletas conectadas de manera directa con la red de distribución, se tuvo en cuenta que no esté comunicado con filtros, ablandadores o tanques.
- Seguido, se removió cualquier dispositivo que no forme parte del grifo, entre ellos pedazos de manguera u otros objetos.
- Luego, se verificó que no existiese fugas de aguas a través de los sellos de la cañería.

- Del mismo modo, se desinfectó el grifo de manera interna y externa mediante el uso de algodón con alcohol al 70%.
- En seguida, se procedió a abrir el grifo y se dejó fluir durante dos minutos, con el propósito de limpiar la tubería.
- Por último, se procedió a tomar las muestras en los domicilios seleccionados para la caracterización inicial se tomaron 2 litros de agua por punto (6L), en frascos de plástico previamente rotulados, los cuales fueron almacenados en un ice pack para su transporte al laboratorio Anaquímicos, adicionalmente, para el proceso de experimentación se procedió a la toma de 36L de agua cruda por punto de monitoreo, obteniendo una sola muestra de 108 litros luego de homogeneizarla, siendo así el total de muestra se constituye por 114L de agua cruda.

#### **2.5.2.4 Producción de carbón activado**

- En primer lugar, se procedió a la recolección de las pepas de aguaje del centro de abastos (Mercado central Moyobamba), obteniendo como peso 12 kilogramos de este residuo, posteriormente se procedió a su lavado (Anexo 1).
- Seguido, se realizó durante el periodo de 4 días un presecado a temperatura ambiente sol (Anexo 1).
- Luego, se procedió a la trituración de las pepas utilizando una chancadora de piedra previamente limpiada y lavada, para tener partículas homogéneas, y permitir un mejor secado en la carbonización (Anexo 2).
- Después, se realizó la carbonización del residuo empleado en una cocina mejorada, el proceso consistió en la introducción de las pepas de aguaje en una olla de barro, donde se mantuvo durante 3 horas a temperatura de 600°C, el cual fue controlado con la ayuda de un pirómetro (Anexo 3).
- A continuación, se realizó la impregnación de las materias primas sin presencia de humedad, durante 24 horas, este

proceso consistió en la introducción de las pepas ya carbonizadas en un recipiente, vertiendo la solución de ácido fosfórico al 85% dentro de ella; por cada 600 gr de carbón se utilizó un litro de  $H_3PO_4$ , empleando en el estudio un total de 2250 ml de dicha solución para 1350gr de carbón.

- Más adelante, se colocó la materia prima ya impregnada en una olla de barro, calentándola a 600 °C para su activación en una cocina mejorada durante el lapso de 30 minutos (Anexo 3).
- En seguida, se lavó el carbón obtenido con agua destilada a temperatura ambiente, con el fin de obtener un pH neutro.
- Luego, se realizó el secado de los carbones durante 60 minutos a 90 °C en el interior de una olla de barro, para esto se utilizó un horno industrial.
- Por último, se utilizó un mortero para obtener carbón granular y un molino para obtener carbón en polvo (Anexo 4).

#### **2.5.2.5 Construcción del filtro**

- Se realizó la perforación de los tapones de PVC teniendo una dimensión de ½".
- Seguido, se realizó el corte de un tubo de 3" con una longitud de 25 centímetros, situándolas en las tapas agujeradas.
- Luego, se colocó sobre los tapones perforados una malla que se ubica en la parte baja del filtro para darle aspecto de colador y se agregó dentro del tubo la gravilla, la arena fina y gruesa, y el carbón activo de acuerdo a lo establecido en la investigación.
- Después, se realizó la conexión de un tubo de ½" de 20 centímetros en la parte superior del tapón y un tubo de 5 centímetros de longitud en la parte inferior, así mismo un codo de ½" en la parte inferior y encima del tubo de la parte superior.
- Más adelante, se añadió conectores de ½" en la salida del codo de la parte inferior del filtro, se utilizó cinta teflón con el propósito de lograr una mayor permeabilidad.

- A continuación, se instaló válvula de ½" en el final del conector de 5 centímetros, luego se colocó en la válvula instalada un conector de ½".
- Por último, se acomodó en la salida del conector de ½" un codo, se tuvo en cuenta que el codo quede hacia abajo.
- Por otro lado, para el contenedor del agua cruda, se realizó el corte de un tubo de 4", teniendo 20 centímetros de extensión.
- Luego se procedió a la perforación de los tapones teniendo la dimensión de ½", este fue acoplado a un tubo de ½" con 5 centímetro de longitud, enseguida fue posicionado en la parte baja del tubo de 4".
- Seguido se situó un codo de ½" al final del tubo mencionado anteriormente; luego se añadió un conector de ½" al codo de PVC, posterior a ello se situó una válvula y finalmente, se ubicó un conector de ½" al final de la válvula

**Nota.** El acondicionamiento de los 18 filtros se realizó homogéneamente, para así evitar algún margen de error en los tratamientos, para el montaje se construyó un soporte de madera (Anexo 5), el plano del filtro se puede visualizar en el Anexo 6.



**Figura 2.** Proceso constructivo de filtro de agua.

Fuente. Elaboración propia.



### 2.5.2.6 Composición del filtro

Una vez diseñada el filtro se realizó la composición:

- Los filtros están conformados de acuerdo al tipo de tratamiento con 50, 75 y 100 gramos de carbón activado granular con diámetro de 1mm y en polvo con diámetro de 0.10mm.
- Adicionalmente, presenta 3 centímetros de arena sílica el cual tiene un diámetro promedio entre 0,2 – 0,02 mm, su adquisición se obtuvo de la empresa RYM SAC cuyo rubro es la venta de agregados de construcción, seguido se utilizó 3 centímetros de arcilla, el cual presenta un diámetro menor a 0,002 mm, este agregado fue adquirido de la ladrillera selva; con el fin de poder evitar una contaminación cruzada, se procedió a colocar en un horno industrial durante el periodo de 12 horas a 60°C para así eliminar cualquier presencia de microorganismos patógenos.
- Así mismo, los filtros diseñados presentan 3 cm de gravilla, presentando en promedio de 2 a 4 milímetros de diámetro, siendo el lugar de procedencia de este agregado la empresa Mercantil PCP, posterior a su adquisición se procedió al lavado de la misma con agua destilada con el propósito de eliminar impurezas, y partículas.
- Finalmente, la composición de los 18 filtros elaborados son los siguientes:

**Tabla 5.** Distribución de sustratos por filtro.

Tratamiento	Combinaciones	Repeticiones	N° de parámetros evaluados
<b>T1a</b>	CG <sub>(50g)</sub> +AFG <sub>(3cm)</sub> +G <sub>(3cm)</sub> +1LDA	3	6
<b>T1b</b>	CP <sub>(50g)</sub> +AFG <sub>(3cm)</sub> +G <sub>(3cm)</sub> +1LDA	3	6
<b>T2a</b>	CG <sub>(75g)</sub> +AFG <sub>(3cm)</sub> +G <sub>(3cm)</sub> +1LDA	3	6
<b>T2b</b>	CP <sub>(75g)</sub> +AFG <sub>(3cm)</sub> +G <sub>(3cm)</sub> +1LDA	3	6
<b>T3a</b>	CG <sub>(100g)</sub> +AFG <sub>(3cm)</sub> +G <sub>(3cm)</sub> +1LDA	3	6
<b>T3b</b>	CP <sub>(100g)</sub> +AFG <sub>(3cm)</sub> +G <sub>(3cm)</sub> +1LDA	3	6

Fuente: Elaboración propia.

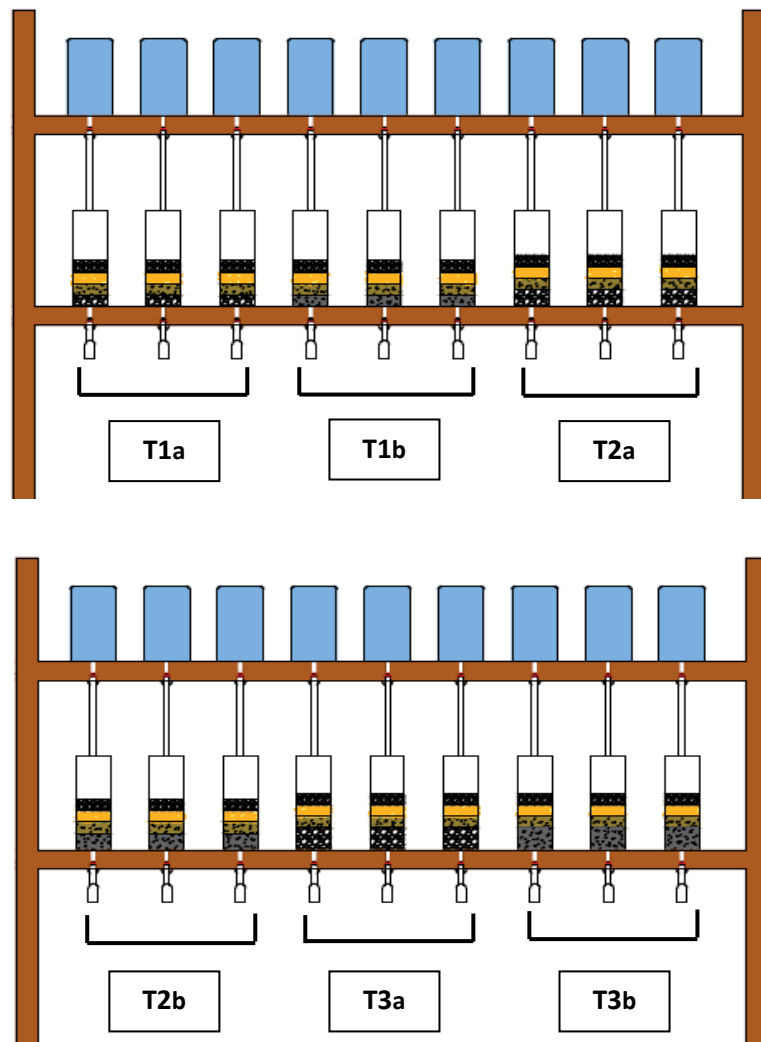
#### **2.5.2.6 Determinación de parámetros de calidad organoléptica y microbiológicos.**

Para la determinación de los parámetros evaluados en la investigación se tuvo en consideración a los PCO, las cuales fueron analizadas mediante las siguientes metodologías SMEWW-APHA-AWWA-WEF:

- Color, Part 2120 C, 23rd Ed, el cual es aplicable a la medición de color causado por la presencia de materia orgánica natural, este tipo de medida son aplicables a todas las aguas superficiales y subterráneas, los valores se logran determinar por medio de las características de transmisión de luz de la muestra filtrada por un espectrofotómetro.
- Turbiedad, Part 2130 B, 23rd Ed, para esta técnica se utilizó el método normalizado para lograr la determinación de turbiedad por medio de un turbidímetro, el reporte de los resultados se da por medio de las unidades de turbiedad nefelométrica (NTU).
- pH, Part 4500 –H+, 23rd Ed, el instrumento de medida del pH estuvo conformado por un potenciómetro, un electrodo de referencia, un electrodo de vidrio y un mecanismo compensador de temperatura; el circuito se completa cuando se sumergen los electrodos en la solución problema.
- Coliformes Totales, Part 9221 B, 23rd Ed, Coliformes Fecales, Part 9221 E-1, 23rd Ed, se utilizó la técnica de filtro de membrana para miembros de coliformes, se aplicó un procedimiento estándar de filtración de membrana de coliformes totales y fecales por medios Endo.
- Para determinar la presencia de Escherichia Coli, Parte 9221 F1, 23a Ed, se aplicó la técnica de filtración por membrana.

### 2.5.2.7 Proceso de experimentación.

Para la experimentación se utilizó un diseño aleatorizado, compuesto por 3 tratamientos de acuerdo a la tabla 5. La figura 3 muestra el proceso experimental, consistió en añadir 1L de agua cruda por parámetro en el contenedor del filtro, seguido se procede a abrir la válvula para de esa manera dejar correr el agua y así retenerla 30 minutos en el recipiente donde se encuentran almacenados los sustratos empleados en la filtración (tabla 5), cumplido el tiempo de retención se abrieron las válvulas con el fin de obtener los resultados experimentales.



**Figura 3.** Proceso de experimentación.

Fuente: SOFTWARE AUTOCAD.

### **2.5.2.8 Análisis de laboratorio**

Se tuvo en consideración el traslado de muestras tomadas antes y después de la aplicación del filtro al laboratorio Anaquímicos Servicios Generales E.I.R.L., para los análisis de los PCO ya descritos anteriormente (Anexo 7).

### **2.5.3 Etapa de gabinete final**

Se realizó la interpretación de los resultados de la caracterización inicial y final después del uso del filtro, los cuales fueron comparados con los LMP del agua para el consumo humano (DS. 031-2010-SA), seguido se procedió a la sistematización de datos.

## **2.6 Métodos de Análisis de datos**

Para el análisis de métodos de datos se procedió a ordenar de manera sistemática los resultados con el fin de poder hacer uso del programa estadístico SPSS Versión 24.

### **Análisis descriptivo**

El análisis descriptivo del presente trabajo se centró en la comparación de los resultados de acuerdo a los LMP establecidos en el (DS.031-2010-SA). Luego se tabulo, clasifico y elaboraron gráficos con los datos obtenidos.

### **Análisis inferencial**

Se aplicó el análisis factorial doble con el propósito de medir las respuestas para todas las combinaciones de los factores presentes en la investigación los cuales son: Dosis de carbón y tipo de carbón.

Posterior a ello se aplicó la fórmula de la eficiencia con el fin de poder analizar cual tratamiento resultó más eficiente:

$$E = \frac{ci - cf}{ci} \times 100$$

Siendo:

Ci= Concentración inicial

Cf= Concentración final

## 2.7 Aspecto ético

Los aspectos éticos considerados en la investigación se basaron en la realidad de las muestras y resultados obtenidos, no presentaron alteración alguna. Del mismo modo, se respetó el manual de productos observables de la Universidad César Vallejo, también las de propiedad intelectual, citando en todo instante los conceptos y procedimientos que fueron extraídos de otros estudios, teniendo de esa manera en cuenta la Conducta Responsable en investigación (CRI). Así mismo, se tiene calificación aprobatoria de la CRI, el cual es otorgado por el CONCYTEC. Por otro lado, los resultados de la investigación presentes fueron puestos a disposición de toda la comunidad de investigadores. Por último, el estudio contribuirá positivamente como propuesta de solución a la problemática actual, como lo es la falta de calidad del agua para consumo poblacional.

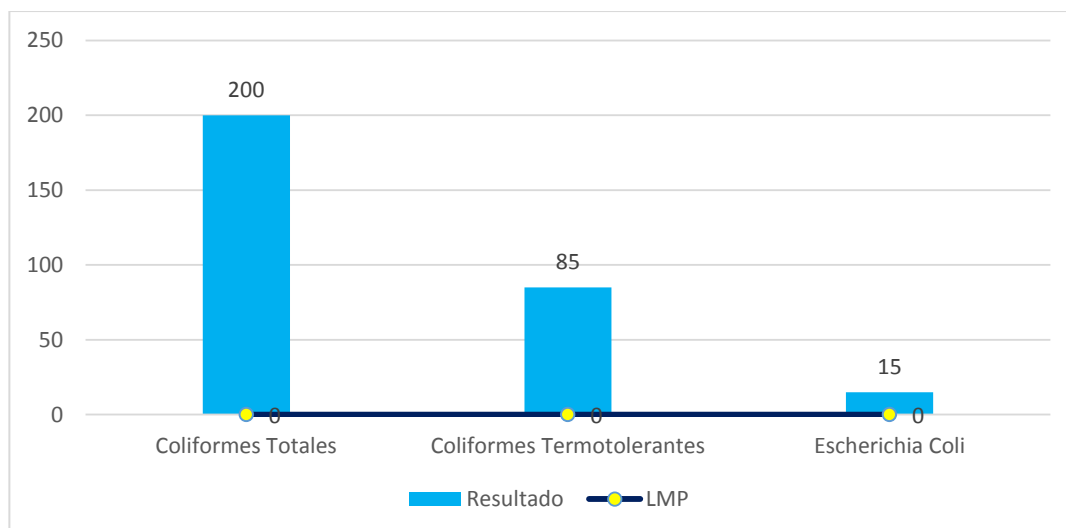
### III. RESULTADOS

#### 3.1 Caracterización del agua cruda del caserío Medellín – 2020

**Tabla 6.** Parámetros microbiológicos iniciales del agua cruda según los LMP de reglamento de calidad del agua para consumo humano del caserío Medellín, 2020.

Parámetro	Unidad de Medida	LMP	Resultado
Coliformes Totales	UFC/100 mL	0	200
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	0	85
<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL	0	15

**Fuente.** Datos brindados por el laboratorio ANAQUIMICOS



**Figura 4.** Parámetros microbiológicos iniciales del agua cruda según los LMP de reglamento de calidad del agua para consumo humano del caserío Medellín.

**Fuente:** Datos extraídos del programa Microsoft Excel 2019

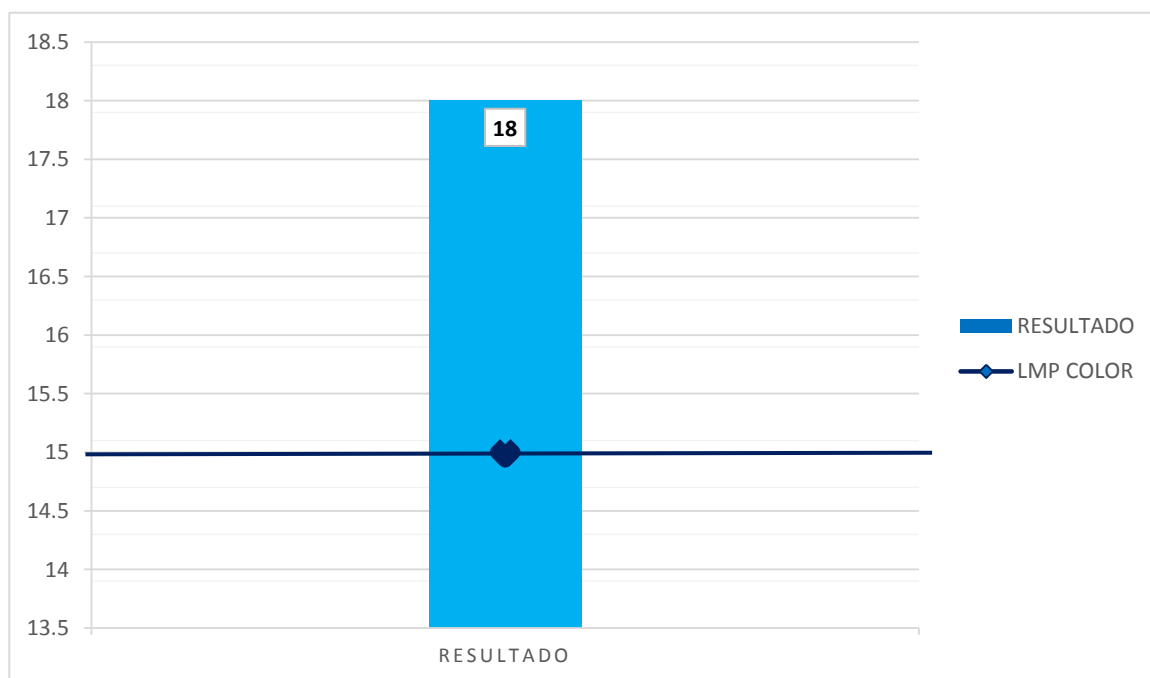
#### **Interpretación:**

Se observa en la figura 4, referente a los parámetros microbiológicos, que los tres sobrepasan los LMP establecidos DS. 031-2010-SA, por lo que el agua que consume la población del caserío de Medellín, puede ocasionar enfermedades diarreicas agudas.

**Tabla 7.** Color inicial del agua cruda según los LMP de reglamento de calidad del agua para consumo humano del caserío Medellín, 2020.

Parámetro	Unidad de Medida	LMP	Resultado
Color	UCV escala pt/Co	15	18

**Fuente.** Datos brindados por el laboratorio ANAQUIMICOS



**Figura 5.** Color inicial del agua cruda según los LMP de reglamento de calidad del agua para consumo humano del caserío Medellín.

**Fuente:** Datos extraídos del programa Microsoft Excel 2019

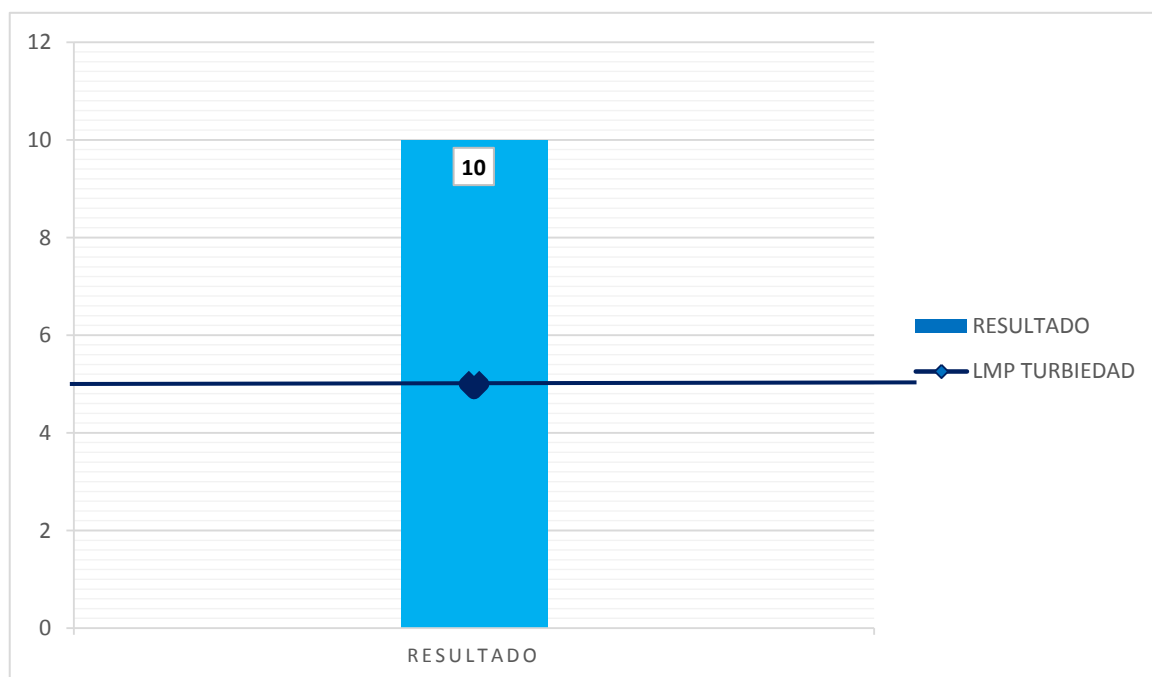
**Interpretación:**

Se visualiza en la figura 5, que el parámetro inicial de color se encuentra fuera de los LMP establecidos por el DS. 031-2010-SA, por lo que el agua que consume la población del caserío de Medellín no es apta para consumo humano.

**Tabla 8.** Turbiedad inicial del agua cruda según los LMP de reglamento de calidad del agua para consumo humano del caserío Medellín, 2020.

Parámetro	Unidad de Medida	LMP	Resultado
Turbiedad	UNT	5	10

**Fuente.** Datos brindados por el laboratorio ANAQUIMICOS



**Figura 6.** Turbiedad inicial del agua cruda según los LMP de reglamento de calidad del agua para consumo humano del caserío Medellín.

**Fuente:** Datos extraídos del programa Microsoft Excel 2019

**Interpretación:**

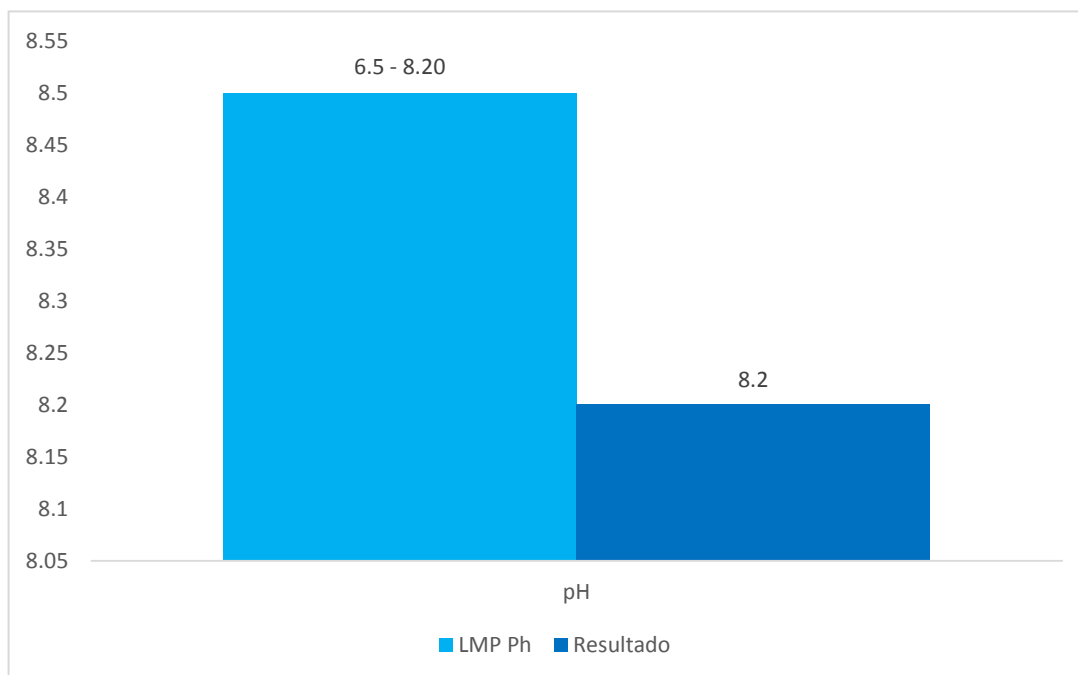
Se observa en la figura 6, que el parámetro inicial de turbiedad se encuentra fuera de los LMP establecidos por el DS. 031-2010-SA, presenta un valor de 10 NTU esto permite establecer que se puede emplear filtro para su tratamiento según la OS 020 por poseer una turbiedad menor igual a 50.



**Tabla 9.** pH inicial del agua cruda según los LMP de reglamento de calidad del agua para consumo humano del caserío Medellín, 2020.

Parámetro	Unidad de Medida	LMP	Resultado
pH	Valor de pH	6.5-8.5	8.20

**Fuente.** Datos brindados por el laboratorio ANAQUIMICOS



**Figura 7.** pH inicial del agua cruda según los LMP de reglamento de calidad del agua para consumo humano del caserío Medellín.

**Fuente:** Datos extraídos del programa Microsoft Excel 2019

**Interpretación:**

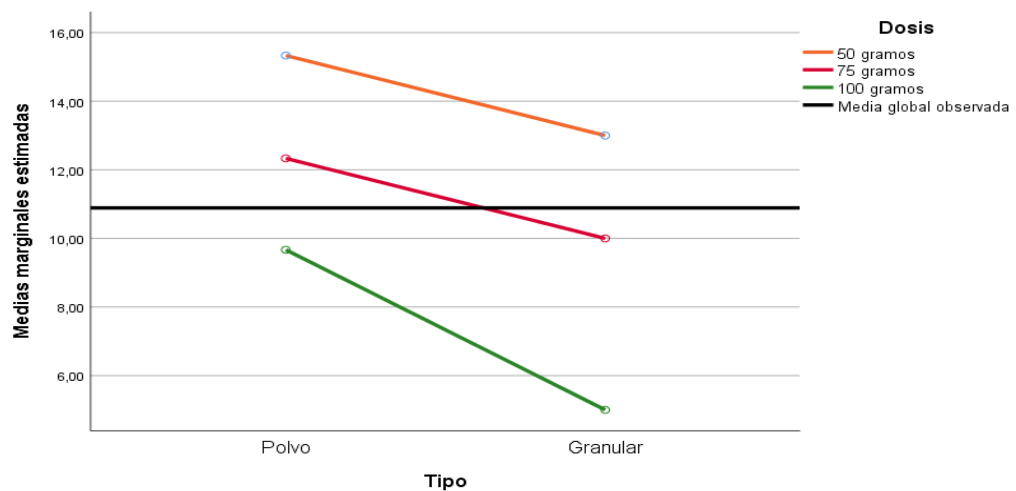
Según la figura 7, indica que el parámetro inicial pH se encuentra dentro de los LMP establecidos por el DS. 031-2010-SA, sin embargo, es el único parámetro que se encuentra dentro de lo establecido en la norma de todos los evaluados anteriormente.

### 3.2 Determinación de dosis y tipo de carbón óptimo para el tratamiento de agua cruda del caserío Medellín

**Tabla 10.** Valores finales del parámetro color de acuerdo al tipo de carbón y dosificación.

Parámetro	Tipo	Dosis	Media
Color	granular	50 gramos	13,0000
		75 gramos	10,0000
		100 gramos	5,0000
	polvo	50 gramos	15,3333
		75 gramos	12,3333
		100 gramos	9,6667

**Fuente.** Datos extraídos del programa SPSS Versión. 25



**Figura 8.** Determinación del tipo de filtro y dosis más eficiente para reducir el color.

**Fuente.** Datos extraídos del programa SPSS Versión. 25

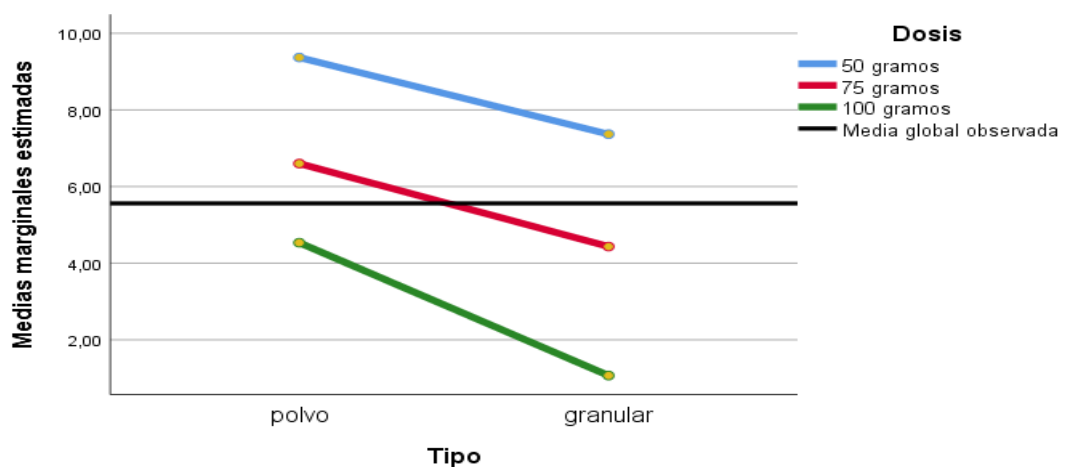
#### Interpretación:

Se aprecia que los promedios de los diferentes tratamientos que se evidencian en la tabla 6 y figura 8, muestran que la dosis de 100 gramos es más eficiente para la remoción de color, sin embargo, el filtro con carbón activado de tipo granular muestra mejor resultado sobresaliente, es importante mencionar que todos los resultados están dentro de los LMP establecidos para aguas de consumo humano.

**Tabla 11.** Valores finales del parámetro turbiedad de acuerdo al tipo de carbón y dosificación.

Parámetro	Tipo	Dosis	Media
Turbiedad	granular	50 gramos	7,36
		75 gramos	4,43
		100 gramos	1,06
	polvo	50 gramos	9,3667
		75 gramos	6,60
		100 gramos	4,53

**Fuente.** Datos extraídos del programa SPSS Versión. 25



**Figura 9.** Determinación del tipo de filtro y dosis más eficiente para reducir turbiedad.

**Fuente.** Datos extraídos del programa SPSS Versión. 25

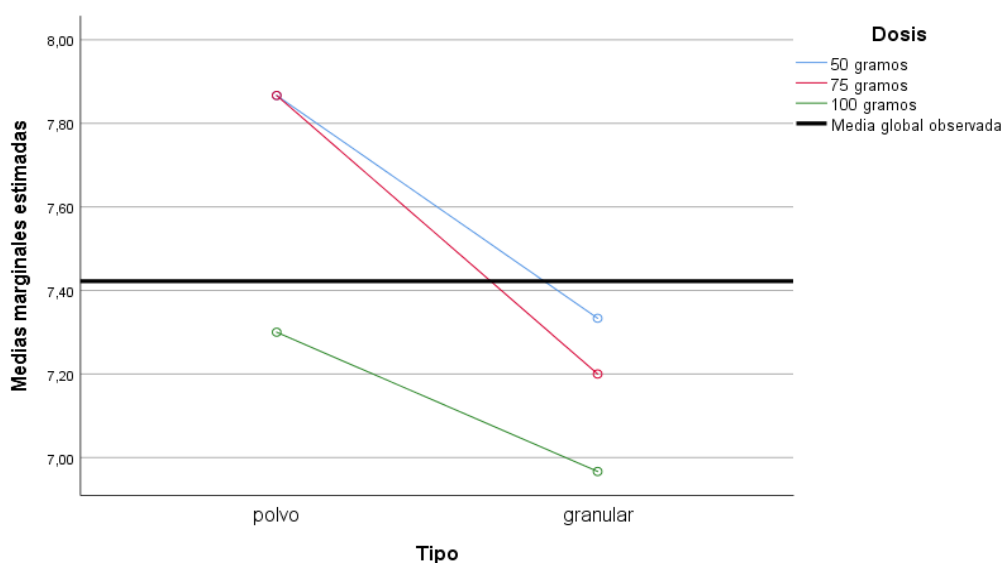
### Interpretación:

Se visualiza que los promedios de los distintos tratamientos que se evidencian en la tabla 11 y figura 9, indican que la dosis de 100 gramos de carbón granular y en polvo es más eficiente para la remoción de turbiedad, todos los tratamientos removieron la turbiedad del agua. Sin embargo, los filtros con tipo de carbón en polvo y dosis de 50 y 75 gramos no logran cumplir con los LMP de agua para consumo humano, del mismo modo el filtro con carbón de tipo granular y dosis de 50 gramos no se encuentra dentro de lo establecido.

**Tabla 12.** Valores finales del parámetro pH de acuerdo al tipo de carbón y dosificación.

Parámetro	Tipo	Dosis	Media
pH	granular	50 gramos	7,33
		75 gramos	7,20
		100 gramos	6,96
	polvo	50 gramos	7,86
		75 gramos	7,86
		100 gramos	7,30

**Fuente.** Datos extraídos del programa SPSS Versión. 25



**Figura 10.** Determinación del tipo de filtro y dosis más eficiente para mejorar el pH.

**Fuente.** Datos extraídos del programa SPSS Versión. 25

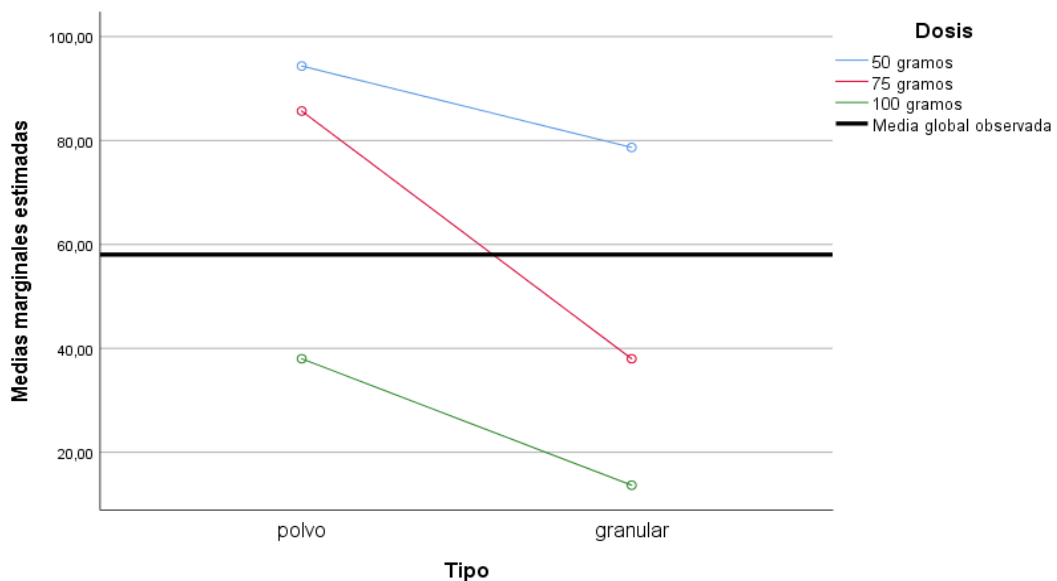
### Interpretación:

Se observa que los promedios de los diferentes tratamientos que se evidencian en la tabla 12 y figura 10, indican que todos los tratamientos se encuentran dentro de los LMP establecidos para agua de consumo humano.

**Tabla 13.** Valores finales del parámetro coliformes totales de acuerdo al tipo de carbón y dosificación.

Parámetro	Tipo	Dosis	Media
Coliformes totales	granular	50 gramos	78,6
		75 gramos	38
		100 gramos	13,66
	polvo	50 gramos	94,5
		75 gramos	85,6
		100 gramos	38

**Fuente.** Datos extraídos del programa SPSS Versión. 25



**Figura 11.** Determinación del tipo de filtro y dosis más eficiente para reducir coliformes totales.

**Fuente.** Datos extraídos del programa SPSS Versión. 25

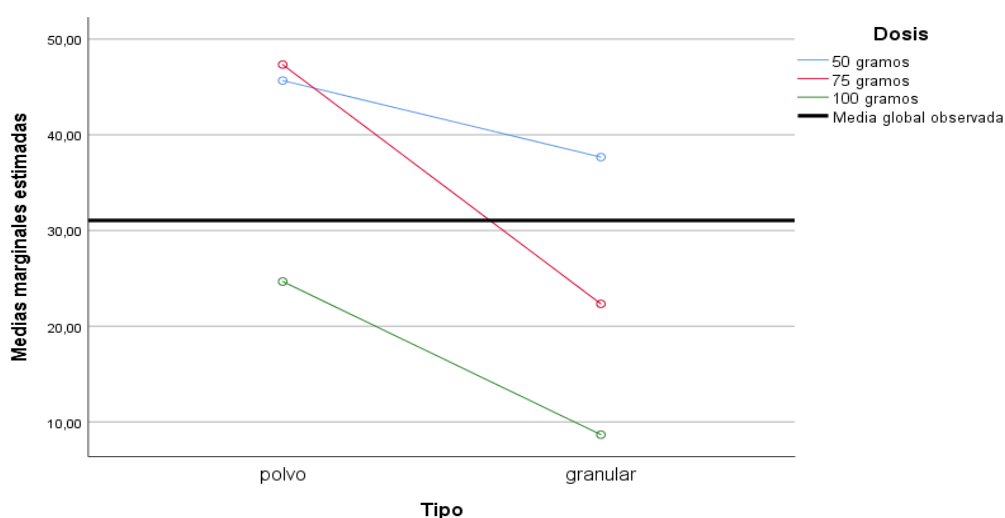
### Interpretación:

Se aprecia que los promedios de los diferentes tratamientos en la tabla 13 y figura 11, muestran que de las tres dosificaciones y tipos de carbón ninguno se encuentra dentro de los parámetros permitidos establecidos en el DS N.º 031-2010-SA, sin embargo, en todos los tratamientos se observa una reducción de los coliformes totales existentes habiendo una mayor reducción significativa en la dosis de 100 gramos con el filtro de carbón granular.

**Tabla 14.** Valores finales del parámetro coliformes termotolerantes de acuerdo al tipo de carbón y dosificación.

Parámetro	Tipo	Dosis	Media
Coliformes Termotolerantes	granular	50 gramos	37,6
		75 gramos	22,3
		100 gramos	8,66
	polvo	50 gramos	45,6
		75 gramos	47,3
		100 gramos	24,6

**Fuente.** Datos extraídos del programa SPSS Versión. 25



**Figura 12.** Determinación del tipo de filtro y dosis más eficiente para reducir coliformes termotolerantes.

**Fuente.** Datos extraídos del programa SPSS Versión. 25

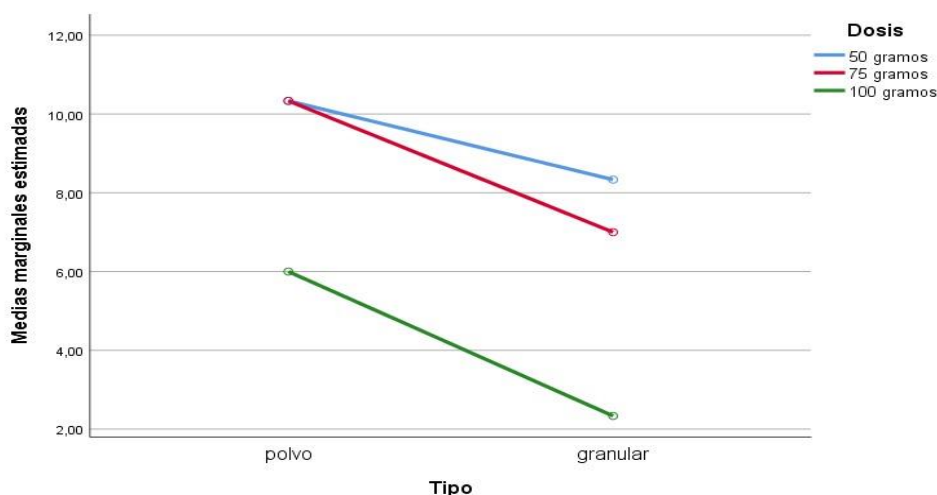
### Interpretación:

Según los promedios de los diferentes tratamientos que se evidencian en la tabla 14 y figura 12, indican que de las tres dosificaciones y tipos de carbón activo ninguno se encuentra dentro de los parámetros permitidos establecidos en el DS N.º 031-2010-SA, en todas las dosificaciones y tipo de carbón se observa una reducción de coliformes termotolerantes, sin embargo, es la dosis de 100 gramos con el filtro de carbón granular el más eficiente.

**Tabla 15.** Valores finales del parámetro *Escherichia coli* de acuerdo al tipo de carbón y dosificación.

Parámetro	Tipo	Dosis	Media
E. coli	granular	50 gramos	8,33
		75 gramos	7,33
		100 gramos	2,00
	polvo	50 gramos	10,33
		75 gramos	10,33
		100 gramos	6,00

**Fuente.** Datos extraídos del programa SPSS Versión. 25



**Figura 13.** Determinación del tipo de filtro y dosis más eficiente para reducir *E. coli*.

**Fuente.** Figuras extraídas del programa SPSS Versión. 25

### Interpretación:

Se aprecia que los promedios de los diferentes tratamientos en la tabla 15 y figura 13, indican que ningún tratamiento reduce en su totalidad la presencia de *Escherichia coli*, la cual no se encuentra dentro de los parámetros establecidos en el DS N.º 031-2010-SA, en todas las dosificaciones y tipo de carbón se observa una reducción de coliformes termotolerantes, sin embargo, es la dosis de 100 gramos con el filtro de carbón granular el que muestra una remoción más significativa.

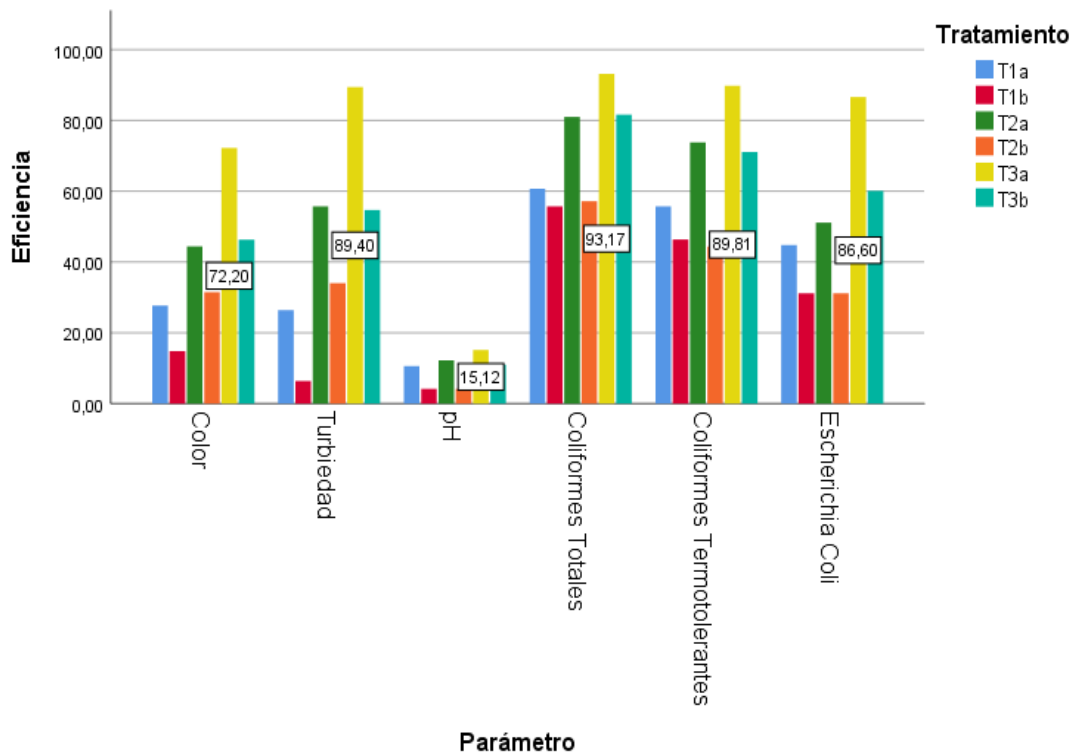
### 3.3 Determinación de la eficiencia de los tratamientos

**Tabla 16.** Eficiencia de los filtros utilizados para el tratamiento de agua cruda.

Tratamiento	Parámetro	Eficiencia
T1a	Color	27.7%
	Turbiedad	26.4%
	pH	10.60%
	Coliformes Totales	60.7%
	Coliformes Termotolerantes	55.7%
	<i>Escherichia Coli</i>	44.4%
	<b>Promedio</b>	<b>37.58%</b>
T1b	Color	14.8%
	Turbiedad	6.4%
	pH	4.14%
	Coliformes Totales	52.75%
	Coliformes Termotolerantes	46.35%
	<i>Escherichia Coli</i>	31.13%
	<b>Promedio</b>	<b>25.92%</b>
T2a	Color	44.4%
	Turbiedad	55.7%
	pH	12.19%
	Coliformes Totales	81%
	Coliformes Termotolerantes	73.76%
	<i>Escherichia Coli</i>	51.13%
	<b>Promedio</b>	<b>43.03%</b>
T2b	Color	31.5%
	Turbiedad	34%
	pH	4.14%
	Coliformes Totales	57.20%
	Coliformes Termotolerantes	44.35%
	<i>Escherichia Coli</i>	31.13%
	<b>Promedio</b>	<b>33.72%</b>
T3a	Color	72.2%
	Turbiedad	89.4%
	pH	15.12%
	Coliformes Totales	93.17%
	Coliformes Termotolerantes	89.81%
	<i>Escherichia Coli</i>	86.6%
	<b>Promedio</b>	<b>74.38%</b>
T3b	Color	46.3%
	Turbiedad	54.7%
	pH	10.97%
	Coliformes Totales	81%
	Coliformes Termotolerantes	71.05%
	<i>Escherichia Coli</i>	60%
	<b>Promedio</b>	<b>54%</b>

**Fuente.** Datos extraídos del programa Microsoft Excel 2019





**Figura 14.** Eficiencia de los tratamientos utilizados en los procesos de experimentación.

**Fuente.** Figuras extraídas del programa SPSS Versión. 25

### Interpretación:

Se observa en la figura 14 y tabla 16 la eficiencia de los tratamientos para la remoción de los contaminantes; se evidencia que el tratamiento T3a conformada por 100 gramos de carbón activado de tipo granular presenta una mayor eficiencia para el tratamiento de agua cruda del caserío Medellín, removiendo un 72% color inicial, 89,40% de turbiedad, 93.17% de coliformes totales y 89,81% de termotolerantes y 86,60 de *Escherichia coli*, teniendo una eficiencia promedio de 74.38%. Se visualiza que el filtro de carbón granular es más eficiente debido a la alta habilidad en eliminar sustancias, esto se debe a su elevada superficie interna que esta posee, ya que sus microporos presentan una alta superficie y cualidad de retención.

### 3.4 Prueba de hipótesis.

**Tabla 17.** Prueba de hipótesis.

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	gl	F	Sig.
Tipo	Color	43,556	1	65,333	,000
	Turbiedad	29,134	1	194,948	,000
	pH	1,176	1	31,582	,000
	Coliformes totales	3842,722	1	188,471	,000
	Coliformes Termotolerantes	1200,500	1	90,038	,000
Dosis	<i>E.Coli</i>	40,500	1	72,900	,000
	Color	140,778	2	105,583	,000
	Turbiedad	92,981	2	311,089	,000
	pH	,764	2	10,269	,003
	Coliformes totales	11169,778	2	273,918	,000
Tipo * Dosis	Coliformes Termotolerantes	2003,444	2	75,129	,000
	<i>E.Coli</i>	94,778	2	85,300	,000
	Color	5,444	2	4,083	,004
	Turbiedad	1,934	2	6,472	,002
	pH	,084	2	1,134	,000
	Coliformes totales	821,778	2	20,153	,000
	ColiformesTermotole rantes	217,000	2	8,138	,001
	<i>E.Coli</i>	2,333	2	2,100	,000

#### Interpretación

De acuerdo a la tabla 17, se puede determinar que existe una remoción de los parámetros iniciales evaluados en todos los tratamientos, la cual nos indica que la presencia de dichos parámetros en todos los tratamientos no son iguales, y la dosis y el tipo de carbón activado son significativos para la remoción de estos parámetros, teniendo en cuenta los factores tipo de carbón \* dosis de carbón estos se encuentran por debajo de la significancia lo que permite aceptar la hipótesis que los filtros de carbón activado de aguaje son eficientes para el tratamiento de agua cruda en el caserío Medellín.

#### IV. DISCUSIÓN

Como sabemos nuestro país es uno de los 20 países más ricos del mundo en poseer agua dulce. Sin embargo, este vital recurso se encuentra distribuido de una manera heterogénea en el territorio peruano. No obstante, muchas comunidades rurales no poseen un sistema de tratamiento del agua, el cual ocasiona enfermedades diarreicas agudas en la población.

Con respecto al objetivo número 1, la presente investigación evidencia que el agua que consume la población del caserío Medellín no es apta, los resultados demuestran que de todos los parámetros evaluados solo el pH se encuentra dentro de los LMP establecidos para agua para consumo humano, se visualiza que el parámetro de color presenta 20 veces más que lo que establece la norma, del mismo modo la turbiedad excede 100 veces más, por su parte los parámetros coliformes termotolerantes, coliformes totales y *Escherichia coli* superan en 20000, 8500, 1500 veces más de lo establecido, por lo que urge el tratamiento del agua cruda del caserío de Medellín con el fin de asegurar la salubridad de los pobladores.

Con respecto al objetivo número de 2 y 3, se ha logrado determinar que el tipo de dosis y filtro más eficiente es del tratamiento T3a, el cual está compuesto por 100 gramos de carbón granular, sin embargo, se llega a la conclusión que a mayor dosis mayor será el resultado de remoción. Ante lo expuesto podemos citar a **Lazo (2015, p.41)** ya que manifiesta que el carbón de tipo granular posee una alta área superficial, el cual promueve un alto poder de adsorción en las aplicaciones a las cuales son destinadas, indicando de esa manera de que porque los tratamientos con carbón activado de tipo granular presentar una mejor remoción de los parámetros evaluados.

Es importante mencionar que en promedio la turbiedad luego del proceso de filtración fue baja (1,06 UNT), esto se debe a la reducción de partículas muy finas de arena, que se desarrolla en todo el proceso de lavado y los procesos de adsorción que se llevan a cabo en los diversos estratos que presenta el filtro, la

cual permite la reducción de la materia orgánica y los caracteres organolépticos del agua problema. Por lo que es muy importante resaltar a **Torres y otros** (2008) que manifiestan que la adsorción consiste en poder acumular una sustancia en dos fases líquido/ sólido, por lo cual dicha sustancia que se remueve se considera adsorbato y aquella donde se realiza todo el proceso de adsorción es denominada adsorbente. Se aduce dicho resultado puesto que, durante el tiempo de monitoreo, se observó que los materiales mostraron compresión en los diferentes estratos del sistema, lo que ocasionó que la velocidad de filtración del agua sea lenta por la adhesión de las partículas contaminantes a los medios granulares, pero de manera general la eficiencia del filtro con relación a la turbiedad fue constante durante el monitoreo.

Con respecto a los parámetros microbiológicos la eliminación de los coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*, evidencia una reducción de casi al 100%, se aduce estos resultados a la que los filtros demostraron la maduración del lecho filtrantes y la capacidad de adsorción por medios granulares utilizados. Ante lo mencionado se acepta lo que mencionan **Torres y Villanueva** (2014) en donde indican que el contenido bacteriológico se relaciona de manera directa con la materia orgánica en el agua cruda y esta guarda relación directamente con la capacidad que presentan dichos organismos para lograr encontrar el sustrato y así reducir su índice de mortalidad, durante este proceso se libera materia orgánica que es utilizada por bacterias de las capas más profundas, ante lo expuesto por Torres y Villanueva, podría ser una de las razones para evidenciar la mortalidad microbiológico debido a la poca oferta de alimento para complacer las necesidades de los microorganismos. Así mismo se acepta lo mencionado por **Carcausto (2017, p.32)** que indica que un medio filtrante por determinada granulometría necesita una baja cantidad de agua con el fin de eliminar un mayor porcentaje de las partículas suspendidas, el cual ocasiona un efluente de calidad, esto debido a la cantidad de agua que se filtró fue de 1 litro.

Con respecto a la eficiencia del filtro de carbón activado, se determina que la eficiencia promedio del mejor tratamiento es del 74%, teniendo una remoción del color del 72%, turbiedad 89.4%, coliformes totales 93.17%, coliformes

termotolerantes 89.81% y *Escherichia coli* del 86.6%, los resultados obtenidos guardan alguna relación con los resultados obtenidos por **Torres y otros** (2017) ya que se observa que la eficiencia de los filtros utilizados en la presente investigación presentan una mejor eficiencia, se podría atribuir estos resultados a una posible mejor porosidad del carbón activado de pepa de aceituna utilizado, sin embargo se discrepa en relación al parámetro pH puesto que en la investigación de torres se observa un aumento de este parámetro mientras que en la presente investigación se observa la disminución de este parámetro. Adicionalmente es importante mencionar a **Manosalva** (2016) que pudo determinar que la la eficacia del carbón activo de cocos nucifera para remover la turbiedad es del 91.70%, en comparación con los resultados obtenidos se evidencia una mejor eficacia por parte del carbón de coco en relación al carbón de aguaje.

Asimismo, los resultados obtenidos por **Carcausto** (2017), en el que realiza el tratamiento de aguas subterráneas por medio de filtros, obtiene una eficiencia de remoción de turbiedad de 68.02%, mientras que de coliformes termotolerantes y totales de 99.8% y 98.95%, estos resultados obtenidos difieren a los logrados en la presente investigación puesto que el porcentaje de remoción obtenido es mayor a lo que obtiene estos resultados se pueden haber dado puesto que las aguas subterráneas presentan una mayor dureza que las aguas superficiales, esto debido a las formaciones geológicas donde surge el agua.

Adicionalmente, **Mamani** (2013), logró reducir en un 96.67% la turbiedad inicial del agua, adicionalmente redujo la presencia de *Escherichia coli* y coliformes totales en un 98.04% y 92.24%, los resultados obtenidos en la presente investigación presenta alguna similitud a la que obtiene Mamani, es importante mencionar que los parámetros físicos evaluados en nuestra investigación se encuentran dentro de los LMP, mientras que los parámetros microbiológicos aún se encuentran por encima de lo establece la norma en mínimas cantidades.

Observando los resultados obtenidos en la mejora del agua cruda del caserío Medellín se puede aceptar lo que manifiesta **Rodríguez** (2003), indican que

debido a su origen apolar y por su modelo en fuerzas implicado en el desarrollo de adsorción, es considerado como un adsorbente universal, reteniendo prioritariamente moléculas de elevado volumen y apolares.

Por otro lado, los resultados de la presente investigación permite aceptar lo mencionado por **Thornhill y Kumar** (2018, p. 41), quienes manifiestan que los filtros son de tipo adsortivos, ya que al momento que se desea filtrar un contaminante este es atrapado y retenido en su porosidad y lo que menciona **Tesacua** (2015), dice que los filtros son usados para purificar el agua, los cuales cumplen un rol de potabilizador casero, estos están compuestos por carbón de tipo granular o polvo, los cuales se evidencia en los resultados obtenidos en la presente investigación.

Por último, se considera que la presente investigación es un aporte que permitirá a contribuir a futuras investigaciones y nuevos métodos que aborden el tratamiento de agua cruda en comunidades rurales, donde el sistema de tratamiento se encuentre obsoleto o no se cuenta con un sistema que garantice el consumo de agua de calidad.

## V. CONCLUSIONES

- Según los valores de caracterización iniciales obtenidos, el agua cruda del caserío Medellín, no es apta para el consumo de la población, puesto que los parámetros evaluados sobrepasan los LMP de parámetros de calidad organoléptica y los microbiológicos establecido por el (DS. 010 DS. 031-2010-SA), exceptuando al pH, el cual se encuentra dentro de lo aceptable por la normativa.
- Se pudo determinar que la dosis óptima para tratar el agua cruda de acuerdo a los tratamientos empleados es de 100 gramos de carbón activado, sin embargo, el tipo de carbón con características más sobresalientes es el carbón activado granular, no obstante, los resultados de los parámetros de calidad organoléptica mostrados en todos los tratamientos utilizados se encuentran dentro de lo establecido en el D.S 031-2010, mientras que los microbiológicos no.
- El tratamiento T3a presentó una mejor eficiencia en la adsorción de contaminantes de agua cruda del caserío Medellín, teniendo como porcentaje de remoción de color 72.2%, turbidez de 89.4%, pH de 15.12%, coliformes termotolerantes de 93.17%, coliformes totales de 89.81% y *Escherichia coli* de 86.6%, teniendo una eficiencia promedio total de 74.38%.

## VI. RECOMENDACIONES

- A los futuros investigadores es importante la realización de nuevas combinaciones de materiales que tengan la capacidad de adsorción y remoción de bacterias tales como coliformes termotolerantes, fecales y *Escherichia coli*, con el fin de contribuir a la optimización del sistema filtrante e investigar su capacidad para la remoción de otros compuestos químicos y bacteriológicos, teniendo en cuenta la información primaria de la presente investigación.
- Realizar el involucramiento de los habitantes de la comunidad y organizaciones existentes, tales como la red de salud, Dirección regional de vivienda con el fin de financiar la investigaciones que estén destinadas al sector de salud que propicien la solución de problemas director a consecuencia del consumo de agua contaminado, y los trabajos desarrollados sean aplicados en la comunidad, asegurando una comunicación de manera eficiente que beneficie a todos, tanto a la población beneficiara y los investigadores.
- Se recomienda realizar ensayos con otro tipo de agua tanto superficial y subterráneas, así mismo, la utilización de otro tipo carbón activado tales como: semilla de unguurahui, *endocarpio* de huingo, cáscara de cacao, etc. con el propósito de evaluar cual presenta características adsortivas más sobresaliente.



## REFERENCIAS

- AGUILAR, Wanhin. Evaluación de la calidad de agua para consumo humano obtenida en una microplanta utilizando filtro lento de arena en la comunidad nativa de Chunchiwi- Lamas-región San Martín. Tesis (Maestría en ciencias ambientales). Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2019. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1566>
- ALBÁN, Joaquina, MILLÁN, Betty y KAHN, Francis. Situación actual de la investigación etnobotánica sobre palmeras de Perú. Revista Peruana de biología [en línea]. Agosto- noviembre 2008, n. °1. [Fecha de consulta: 03 de junio de 2020]. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pS1727-993320000015](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pS1727-993320000015)  
ISSN: 17279933
- American Public Health Association, et al. Standard methods for the examination of water and wastewater [en línea]. 23rd ed. Estados Unidos: Hardback, 2017. [Fecha de consulta: 7 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.awwa.org/Store/Product-Details/productId/65266295>  
ISBN: 9780875532875
- AMEZQUITA, Claudia, AGUDELO, Karen Daniela y ORTIZ, Natalia. Evaluation of turbidity and dissolved organic matter removal through double filtration technology with activated carbon. Revista Universidad Nacional de Colombia [en línea]. Mayo – julio 2018, n.° 205. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/65488>  
ISSN: 2346-2183.
- ARIAS, Fidias. El proyecto de investigación [en línea]. 6.<sup>a</sup> ed. Venezuela: Episteme, 2012 [Fecha de consulta: 6 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=W5n0BgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=arias+2alse>  
ISBN: 9800785299

- ARRIOLA, Mariano. Principles and methods of research [en línea]. Filipinas: Rex book store, 2006. [Fecha de consulta 9 de junio de 2020].  
Disponible en: <https://www.rexestore.com/research-thesis-writing-college-books/401-principles-and-methods-of-research.html>  
ISBN: 9789712345487
- BALESTRINI, Mirian. Como se elabora un proyecto de investigación [en línea]. 7ª ed. Caracas: Consultores Asociados Servicio Editorial. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2020].  
Disponible en: [https://issuu.com/sonia\\_duarte/docs/como-se-elabora-el-proyecto-de-inve](https://issuu.com/sonia_duarte/docs/como-se-elabora-el-proyecto-de-inve)  
ISBN: 9606293037
- BARDÁLES, Solans. Propuesta de gestión ambiental del uso y manejo de las aguas del río Cumbaza, ciudad Tarapoto - provincia de San Martín - 2015. Tesis (Ingeniería Ambiental). Tarapoto: Universidad Alas Peruanas, 2016.  
Disponible en: <http://repositorio.uap.edu.pe/handle/uap/1888>
- BANSAL, Roo y Goyal, Menakshi. Activated carbón adsorption [en línea]. Estados Unidos: Taylor & Francys Group, 2004. [Fecha de consulta: 08 de junio de 2020].  
Disponible en: <https://www.routledge.com/Activated-Carbon-AdsorptionGoya443>  
ISBN: 9780824753443
- BARRETO, Carmen. Obtención de carbón activado a partir de la pepa de la aceituna para adsorción de metales pesados (pb, as) en efluentes líquidos. Trabajo de investigación. Callao: Universidad Nacional del Callao, 2013.  
Disponible en: [http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/2005/Barreto\\_Informefinal\\_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/2005/Barreto_Informefinal_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- BURSTEIN, Tania. Reflexiones sobre la gestión de los recursos hídricos y la salud pública en el Perú. Revista peruana de Medicina Experimental y Salud Publica [en línea]. Abril-junio 2018, n.º2. [Fecha de consulta: 03 de mayo de 2020].  
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v35n2/a18v35n2.pdf>  
ISSN: 1726-4634

CARCAUSTO, Carlos. Purificación de aguas subterráneas por medio de filtros lentos de arena para consumo humano en la comunidad de Thunco – Puno. Tesis (Maestría en gestión ambiental). Puno: Universidad Nacional del Antiplano, 2017.

Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6604>

CARPIO, Noel y VIDALON, Maryori. Evaluación tecnológica para la inhibición de la acción corrosiva en el agua potable utilizando parámetros de control y seguridad. Tesis (Ingeniero Químico). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3226/IQvibems01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CARRILLO, Yadira y SÁNCHEZ, Nancy. Elaboración de un filtro a base de carbón activado obtenido del endocarpio de coco con el propósito de reducir la dureza en el agua potable. Tesis (Ingeniería Ambiental). San salvador: Universidad Nacional del Salvador, 2014.

Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5307/>

CASTRO, Fernando. El proyecto de investigación y su esquema de elaboración. 2ª. Ed. Caracas: Uypal, 2003. pp. 13-16.

ISBN: 9806629000

CRISTHENSEN, Melisa. Water Quality [en línea]. Estados Unidos: American wáter works Asociation, 2008. [fecha de consulta: 24 de mayo de 2020].

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=hUH0lb72K4EC&pg=PA48&dq=&>

ISBN: 978-1848264335

Ministerio de salud (Perú). Decreto Supremo 031-2010-SA: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Lima: 2011. 46 pp.

ESTRADA, Javier. Diseño de una planta portátil potabilizadora de agua de 50 metros cúbicos por día. Tesis (Ingeniería mecánica). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica Nacional, 2011. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec>

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación científica. 6.ª ed. México McGraw-Hill, 699 pp.

- ISBN: 978-1-4562-2396-0
- JIMENEZ, Blanca. La contaminación ambiental en México [en línea]. México: Editorial Limusa, 2005. [Fecha de consulta: 04 de junio de 2020].  
Disponibile en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=8MVxlyJGokIC&pg=PA229&dq=carb%C3%B3n+activado&hl=e>  
ISBN: 968186042
- LAZO, ROBERTO. Operaciones y procesos para la producción de carbón activado a partir de la cáscara de coco. Trabajo de investigación. Lima: Universidad Nacional del Callao, 2015. Disponible en:  
<http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/1043/246.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- LERMA, Héctor. Metodología de la investigación: propuesta, ante proyecto y proyecto [en línea]. 5ª ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2016. [fecha de consulta: 10 de junio de 2020].  
Disponibile en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=COzDDQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=El+proyecto+de+investigaci%C3%B3n+y+su+es#v=onepage&q&f=false>  
ISBN 9789587713433
- LINAREZ, Cristhian y GONZÁLEZ, Any. Optimización de un sistema de filtración con nanomateriales para la mejora de los índices de calidad del agua. Tesis (Ingeniería civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2019.  
Disponibile en:  
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23944/1/TG.%20OPTIMIZACI%C3%93N%20FILTRNOMATERIALES.pdf>
- LIN, Han, LIU, Ling y FUJIMOTO, Noburu (2017). Source water purification of bamboo activated carbon prepared from bamboo charcoal by using the multi-layer filtration method. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University* [en línea]. Setiembre – diciembre, 2017. [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2020].  
Disponibile en: <https://kyushu-u.pure.elsevier.com/en/publications/source-water-purification-of-bamboo-activated-carbon-prepared-fro>  
ISSN: 459-467.

- LIN, Tao, CHEN, Wei y WANG, Lelei. Particle properties in granular activated carbon filter during drinking water treatment. Science Direct Revista [en línea]. mayo 2010, n.º 03. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2020].  
Disponibile en: 10.1016 / S1001-0742 (09) 60163-7  
ISSN: 1001-074
- LLANOS, Shirley y MIRANO, Hans. Evaluación de la eficiencia de filtro de arena y filtro de piedra caliza, en la remoción de parámetros físicos, de las aguas de la quebrada La Oyada, Moyobamba, Perú – 2017. Tesis (Ingeniería Sanitaria). Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín, 2017.  
Disponibile en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3033>
- LOGSDON, Gary. Water Filtration Practices [en línea]. Estados Unidos: American water works Association, 2008. Disponibile en: <https://books.google.com.pe/books?id=ccNJrQ91DyYC&printsec=frontcover&dq=WATER+FILTRATION&hl=es-419&s>  
ISBN: 9781583215951
- MAMANI, Bilardo. Uso de filtros lentos para la purificación de las aguas del rio Totorani – sistema de agua potable Paucarcolla. Tesis (Ingeniería Ambiental). Puno: Universidad Nacional del Antiplano, 2013.  
Disponibile en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5448>
- MANAHAN, Stanley. Introducción a la química ambiental [en línea]. Barcelona: Reverté, 2007 [Fecha de consulta: 07 de junio de 2020].  
Disponibile en: <https://books.google.com.pe/books?id=5NR8DIk1n68C&pg=PA217&dq=carbon+activado+agua&hl=es-419&sa=Xse>  
ISBN: 9683667074
- MANOSALVA, Keevin. Efecto del carbón activado en la turbidez del agua del río sector puente Moche – 2016. Tesis (Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2016.  
Disponibile en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/6798>
- MARSH, Harry y RODRIGUEZ, Francisco. Activated carbon [en línea]. Estados Unidos: El servier, 2006. [Fecha de consulta en línea: 28 de mayo de 2020].  
Disponibile en:

[https://books.google.com.pe/books?id=UaOXSk2vFVQC&printsec=frontcover&dq=activated+carbon&hl=es-](https://books.google.com.pe/books?id=UaOXSk2vFVQC&printsec=frontcover&dq=activated+carbon&hl=es-ISBN)  
ISBN 9780080444635

NUDELMÁN, Norma. Química sustentable [en línea]. Argentina: Ediciones UNL. [Fecha de consulta 06 de junio de 2020].

Disponible en:  
[https://books.google.com.pe/books?id=DkQnfw1MuyUC&pg=PA68&dq=Qu%C3%ADmica+sustentable++carbon+activado+nudelman&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiDpraSoL\\_sAhUjILkGHYB6C3wQ6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q=Qu%C3%ADmica%20sustentable%20%20carbon%20activado%20nudemlan&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=DkQnfw1MuyUC&pg=PA68&dq=Qu%C3%ADmica+sustentable++carbon+activado+nudelman&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiDpraSoL_sAhUjILkGHYB6C3wQ6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q=Qu%C3%ADmica%20sustentable%20%20carbon%20activado%20nudemlan&f=false)

ISBNN: 9789875082434

*Agua, saneamiento e higiene.* [Mensaje en un blog]. Ginebra: OMS, 2017 [fecha de consulta: 05 de mayo de 2020]. Disponible en:  
[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/es/)

Prowater Argentina. s.f. Tratamientos de agua para consumo con carbón activado, 2016 [En línea]. [Fecha de consulta: 02 de junio de 2020].

Disponible en: <http://www.prowaterargentina.com.ar>

RITTER, Joseph. Water Quality [en línea]. 4ta ed. Estados Unidos: American Water Works Association, 2003. [Fecha de consulta: 12 de junio de 2020].

Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=0yVuuts3KCwC&pg=PA41&dq=quality+water&hl=es>

ISBN 9781583217801

RODRIGUEZ, Javier. Procesos de potabilización del agua e influencia del proceso de ozonificación [en línea]. 2ª ed. España: Díaz Santos, 2003. [Fecha de consulta: 2 de junio de 2020].

Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=xAvNbixfFpcC&printsec=frontcover&dq=Procesos+de+potabilizaci%C3%B3n+del+>

ISBN: 9788490520109

SCRUGGS, Thomas y MASTROPIERI, Margo. Applications of research methodology [en línea]. 2ª ed. Estados Unidos: ELSERVIER, 2006. [Fecha

de consulta: 4 de junio de 2020]. Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=kV8kmRm-Z6UC&pg=PA148&dq=types+of+research&hl=es-419&hX>  
ISBN: 9780762312955

SONG, Shaoxian y LI, Bowen. Adsorption at Natural Minerals/Water Interfaces [en línea]. USA: Springer, 2020. [fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Disponible en:  
[https://books.google.com.pe/books?id=\\_EkCEAAAQBAJ&pg=PA200&dq=adsorption+mechanisms+water&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjW-s-tp\\_r\\_sAhVDA9QKHeWnCYUQfalse](https://books.google.com.pe/books?id=_EkCEAAAQBAJ&pg=PA200&dq=adsorption+mechanisms+water&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjW-s-tp_r_sAhVDA9QKHeWnCYUQfalse) ISBN 9783030544515

Superintendencia Nacional de Servicio y Saneamiento. Sostenibilidad de los servicios desde nuestras fuentes de agua [en línea]. 2.ª ed. Perú: Icono, 2016. [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2020]. Disponible en:  
[https://www.sunass.gob.pe/doc/Memoria/memoria\\_2016.pdf](https://www.sunass.gob.pe/doc/Memoria/memoria_2016.pdf)

TESACUA S.L. 2015. Filtración por carbón activado: carbón activado adsorción. Madrid, 2015 [en línea]. [Fecha de consulta: 03 de junio de 2020]. Disponible en:  
[http://www.tesacua.es/index\\_htm\\_files/Filtracion%20por%20Carbon%20Activado.pdf](http://www.tesacua.es/index_htm_files/Filtracion%20por%20Carbon%20Activado.pdf)

THORNHILL, Starlla y KUMAR, Manish. Biological filters and their use in potable water filtration systems in spaceflight conditions. Revista ScienceDirect [en línea]. Mayo 2018, n.º 3. [fecha de consulta: 8 de junio de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.issr.2018.03.003>  
ISSN: 2975-3412

TORRES, Camilo, GARCÍA, Cesar Y GARCÍA, Juan. Agua segura para comunidades rurales a partir de un sistema alternativo de filtración. Revista Colombiana de salud pública [en línea]. Abril- junio 2018, n.º 4. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2020]. Disponible en:  
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/revsaludpublica/article/view/56039>  
ISSN: 2539-3596

UNIVERSIDAD DE SEVILLA. Manual del carbón activado [en línea]. [fecha de consulta: 20 de mayo de 2020]. Disponible en:

<http://www.elaguapotable.com/Manual%20del%20carb%C3%B3n%20activo.pdf>

URBANO, José y YUNI, Claudio. Técnicas para investigar y formular proyectos de investigación [en línea]. 2ª ed. Córdoba: Brujas, 2006. [fecha de consulta: 03 de junio de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=XWIkBfrJ9SoC&pg=PA39&dq=la+observacion+tecnica&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjOsdWo1cHsAhXgJ>  
ISBN: 9875910201

VILLENA, Jorge. Calidad del agua y desarrollo sostenible. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica [en línea]. Abril- junio 2018, n.º 2 [Fecha de consulta: 03 de mayo de 2020]. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342018000200019](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342018000200019)  
ISSN: 1726-463

WORCH, Eckhard. Adsorption Technology in Water Treatment: Fundamentals, Processes, and Modeling [en línea]. Germany: Dresden University, 2012. [fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=xUBhp6r6zwwC&pg=PA104&dq=adsorption+definition&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiL9ICRpL\\_sAhVsL7kGHdclASYQ6AEwA3oECAQQAg#v=onepage&q=adsorption%20definition&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=xUBhp6r6zwwC&pg=PA104&dq=adsorption+definition&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiL9ICRpL_sAhVsL7kGHdclASYQ6AEwA3oECAQQAg#v=onepage&q=adsorption%20definition&f=false)



# **ANEXOS**

## Anexo 1. Limpieza, lavado y secado del residuo de aguaje.



Anexo 1.1 Limpieza del residuo de aguaje.



Anexo 1.2 Lavado del residuo de aguaje.



Anexo 1.3 Residuo de aguaje limpio y lavado.



Anexo 1.4 Secado de la pepa de aguaje

## Anexo 2. Trituración de la pepa de aguaje.



Anexo 2.1 Equipo utilizado en la trituration.

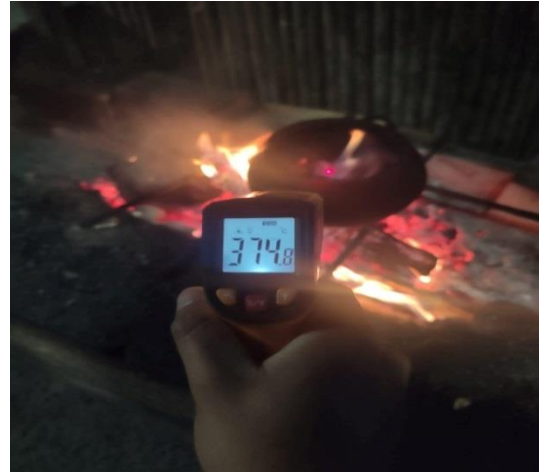


Anexo 2.2 Chancado de las pepas.

### Anexo 3. Carbonización y activación de la pepa de aguaje.



Anexo 3.1 Proceso de carbonización.



Anexo 3.2 Proceso de activación

### Anexo 4. Obtención del carbón activo granular y carbón en polvo.



Anexo 4.1 Carbón granular.

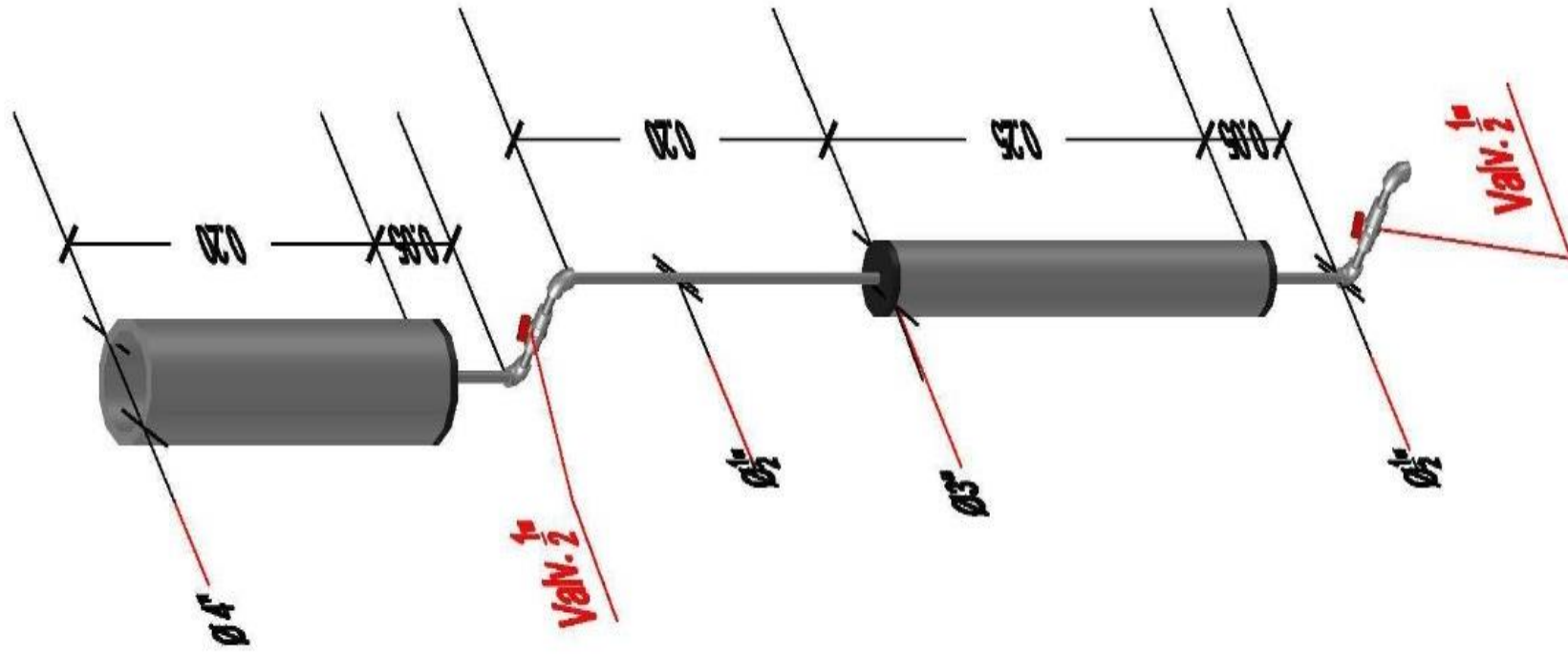


Anexo 4.2 Carbón en polvo.

### Anexo 5. Acondicionamiento de los filtros.



Anexo 6. Plano del filtro.



**Anexo 7. Toma de muestras y proceso de experimentación para el traslado al laboratorio.**



**Anexo 7.1** Toma de muestra P1.



**Anexo 7.2** Toma de muestra P2.




**Anexo 7.3** Proceso de experimentación.



**Anexo 7.4** Muestra experimental.

Anexo 8: Ficha de sistematización de resultados I.

		Eficiencia del filtro de carbón activado de <i>mauritia flexuosa</i> , en el tratamiento del agua cruda del caserío Medellín, Moyobamba, 2020				FACULTAD DE INGENIERIA		
						ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL		
<b>FICHA DE SISTEMATIZACION DE RESULTADOS</b>								
REALIZADO POR:		Góngora Rojas Ricardo César Llanos Coronza Clara Luz						
<b>DATOS DE CAMPO</b>								
LUGAR DE MUESTREO:		Caserío Medellín						
COORDENADAS:		18M: 282678 UTM: 9336527						
DEPARTAMENTO:		San Martín	PROVINCIA:	Moyobamba	DISTRITO:	Moyobamba	FECHA:	16-11-2020
DOSIFICACIONES		<b>PARÁMETROS</b>					<b>OBSERVACIONES</b>	
		pH	TURBIDEZ	COLOR	C.T	C.Te		
TIPO DE CARBÓN UTILIZADO:		Granular						
VALORES INICIALES		8.20	10	18	200	85	15	/
50 GRAMOS		7.30	7.40	13	82	36	9	
		7.20	7.20	12	76	35	8	
		7.50	7.50	14	78	42	8	
75 GRAMOS		7.20	4.40	11	46	25	6	
		7.10	4.10	10	36	20	8	
		7.30	4.80	9	32	22	7	
100 GRAMOS		7.00	1.10	5	12	9	3	
		7.10	1.20	6	16	8	2	
		6.80	0.90	4	13	9	2	



Eficiencia del filtro de carbón activado de *mauritia flexuosa*,  
en el tratamiento del agua cruda del caserío Medellín,  
Moyobamba, 2020

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA  
AMBIENTAL

FICHA DE SISTEMATIZACION DE RESULTADOS

REALIZADO POR:

Góngora Rojas Ricardo César  
Maños Carranza Clara Luz

DATOS DE CAMPO

LUGAR DE MUESTREO:

Caserío de Medellín

COORDENADAS:

18N: 282678 UTM: 9336527

DEPARTAMENTO:

San Martín

PROVINCIA:

Moyobamba

DISTRITO:

Moyobamba

FECHA:

16-11-2020

DOSIFICACIONES

PARÁMETROS

pH

TURBIDEZ

COLOR

C.T

C.Te

E.C

OBSERVACIONES

TIPO DE CARBÓN UTILIZADO:

Polvo

VALORES INICIALES

8.20 10 18 200 85 15

50 GRAMOS

8.10 9.40 15 95 40 10

7.90 9.50 15 90 45 11

7.60 9.20 16 98 52 10

75 GRAMOS

8.10 6.10 12 85 45 10

7.90 7.50 13 80 45 10

7.60 6.20 12 92 52 11

100 GRAMOS

7.10 4.80 10 40 25 5

7.50 4.20 9 36 27 6

7.30 4.60 10 38 22 7

## Anexo 9: Validación de ficha de sistematización de resultados I.



### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Condori Moreno, Delbert  
 Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo  
 Especialidad : Ingeniería Ambiental  
 Instrumento de evaluación : Ficha de sistematización de resultados  
 Autores del instrumento : Góngora Rojas, Ricardo César y Llanos Carranza, Clara Luz

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Calidad de agua</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: <b>calidad del agua</b>					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Calidad del agua</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

#### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es coherente con la información que se pretende recopilar. Agregar un espacio bien definido para la firma de los que aplican el instrumento, Considerar el número de versión del instrumento.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

48

Moyobamba, 01 de julio de 2020





## Anexo 10: Validación de ficha de sistematización de resultados II.



### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Omar Jesús Quintana Canlla  
 Institución donde labora : Circulo de investigación ambiental - UNALM  
 Especialidad : Ing. Ambiental  
 Instrumento de evaluación : Ficha de sistematización de resultados  
 Autores del instrumento : Góngora Rojas, Ricardo César y Llanos Carranza, Clara Luz

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Calidad de agua</b>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: <b>calidad del agua</b>				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Calidad del agua</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		46				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

#### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con su propósito, por lo tanto es aplicable.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

46

Moyobamba, 27 de junio de 2020

 Omar Jesús Quintana Canlla  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 CIP N° 222510

## Anexo 11: Validación de ficha de sistematización de resultados III.



### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### II. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Zuta Tochon Nancy  
 Institución donde labora : Chung&Tong Ingenieros S.A.C  
 Especialidad : Ingeniería Ambiental  
 Instrumento de evaluación : Ficha de sistematización de resultados  
 Autores del instrumento : Góngora Rojas, Ricardo César y Llanos Carranza, Clara Luz

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Calidad de agua</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: <b>calidad del agua</b>				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Calidad del agua</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

#### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple su función para la sistematización de datos.

#### PROMEDIO DE VALORACIÓN:

47

Moyobamba, 03 de julio de 2020

NANCY ZUTA TOCHON  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 Reg. CIP N° 168016

## Anexo 12: Resultados de laboratorio.



### INFORME DE ENSAYO N.º 045-2020-M/ANAQUIMICOS/CC/SLCH

Solicitantes : Góngora Rojas, Ricardo César  
Llanos Carranza, Clara Luz

Lugar de muestreo : Caserío Medellín

Tipo de muestra : Agua cruda

Punto de muestreo : 18M: 282678 UTM: 9336527

Hora de toma de muestra : 8:00 am.

Fecha de recepción de muestra : 26/10/2020

Fecha de reporte : 16/11/2020

### RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	LMP	RESULTADOS
01	Color	UCV escala Pt/Co	15	18
02	Turbiedad	UNT	5	10
03	pH	Valor de pH	6,5 – 8,5	8.20
04	Coliformes Totales	UFC/100 mL	0	200
05	Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	0	85
06	Escherichia coli	UFC/mL	0	15

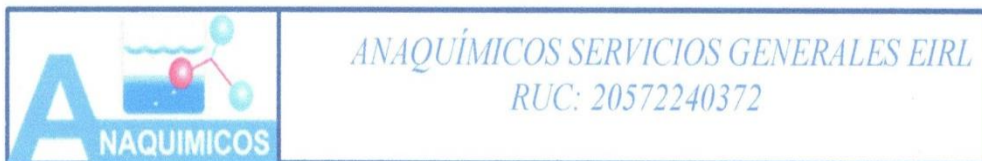
#### MÉTODOS DE ENSAYO:

Color : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 2120 C, 23rd Ed.  
Turbiedad : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 2130 B, 23rd Ed  
pH : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 4500 -H+, 23rd Ed  
Coliformes Totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 B, 23rd Ed.  
Coliformes Termotolerantes : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd. Ed.  
Escherichia coli : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F 1, 23rd Ed.

Nota: El laboratorio no se hace responsable por la metodología aplicada en la toma de muestras

Moyobamba, 16 de noviembre de 2020

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.  
  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP. N.º 140674  
TITULAR GERENTE



**INFORME DE ENSAYO N.º 046-2020-M/ANAQUIMICOS/CC/SLCH**

**Solicitantes** : Góngora Rojas, Ricardo César  
 Llanos Carranza, Clara Luz  
**Lugar de muestreo** : Caserío Medellín  
**Tipo de muestra** : Agua cruda tratada con filtro de carbón activado  
 granular de *mauritia flexuosa* (T<sub>1a</sub>)  
**Punto de muestreo** : 18M: 282678 UTM: 9336527  
**Hora de toma de muestra** : 9:00 am.  
**Fecha de recepción de muestra** : 26/10/2020  
**Fecha de reporte** : 16/11/2020

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
01	Color	UCV escala Pt/Co	13	12	14
02	Turbiedad	UNT	7.40	7.20	7.50
03	pH	Valor de pH	7.30	7.20	7.50
04	Coliformes Totales	UFC/100 mL	82	76	78
05	Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	36	35	42
06	Escherichia coli	UFC/mL	9	8	8

**MÉTODOS DE ENSAYO:**

Color : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 2120 C, 23rd Ed.  
 Turbiedad : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 2130 B, 23rd Ed  
 pH : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 4500 -H+, 23rd Ed  
 Coliformes Totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 B, 23rd Ed.  
 Coliformes Termotolerantes : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd. Ed.  
 Escherichia coli : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F 1, 23rd Ed.

**Nota:** El laboratorio no se hace responsable por la metodología aplicada en la toma de muestras

Moyobamba, 16 de noviembre de 2020

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.  
  
 Ing. Samuel López Chávez  
 CIP. N.º 14674  
 TITULAR GERENTE



ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL  
RUC: 20572240372

**INFORME DE ENSAYO N.º 047-2020-M/ANAQUIMICOS/CC/SLCH**

**Solicitantes** : Góngora Rojas, Ricardo César  
Llanos Carranza, Clara Luz

**Lugar de muestreo** : Caserío Medellín

**Tipo de muestra** : Agua cruda tratada con filtro de carbón activado  
en polvo de *mauritia flexuosa* (T<sub>1b</sub>)

**Punto de muestreo** : 18M: 282678 UTM: 9336527

**Hora de toma de muestra** : 9:45 am.

**Fecha de recepción de muestra** : 26/10/2020

**Fecha de reporte** : 16/11/2020

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
01	Color	UCV escala Pt/Co	15	15	16
02	Turbiedad	UNT	9.40	9.50	9.20
03	pH	Valor de pH	8.10	7.90	7.60
04	Coliformes Totales	UFC/100 mL	95	90	98
05	Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	40	45	52
06	Escherichia coli	UFC/mL	10	11	10

**MÉTODOS DE ENSAYO:**

Color : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 2120 C, 23rd Ed.  
Turbiedad : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 2130 B, 23rd Ed  
pH : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 4500 -H+, 23rd Ed  
Coliformes Totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 B, 23rd Ed.  
Coliformes Termotolerantes : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd. Ed.  
Escherichia coli : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F 1, 23rd Ed.

**Nota:** El laboratorio no se hace responsable por la metodología aplicada en la toma de muestras

Moyobamba, 16 de noviembre de 2020

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.  
  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP. N° 140674  
TITULAR GERENTE



ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.  
RUC: 20572240372

**INFORME DE ENSAYO N.º 048-2020-M/ANAQUIMICOS/CC/SLCH**

**Solicitantes** : Góngora Rojas, Ricardo César  
Llanos Carranza, Clara Luz

**Lugar de muestreo** : Caserío Medellín

**Tipo de muestra** : Agua cruda tratada con filtro de carbón activado granular de *mauritia flexuosa* (T<sub>2a</sub>)

**Punto de muestreo** : 18M: 282678 UTM: 9336527

**Hora de toma de muestra** : 10:30 am.

**Fecha de recepción de muestra** : 26/10/2020

**Fecha de reporte** : 16/11/2020

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
01	Color	UCV escala Pt/Co	11	10	9
02	Turbiedad	UNT	4.40	4.10	4.80
03	pH	Valor de pH	7.20	7.10	7.30
04	Coliformes Totales	UFC/100 mL	46	36	32
05	Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	25	20	22
06	Escherichia coli	UFC/mL	6	8	7

**MÉTODOS DE ENSAYO:**

Color : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 2120 C, 23rd Ed.  
Turbiedad : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 2130 B, 23rd Ed  
pH : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 4500 -H+, 23rd Ed  
Coliformes Totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 B, 23rd Ed.  
Coliformes Termotolerantes : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd. Ed.  
Escherichia coli : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F 1, 23rd Ed.

**Nota:** El laboratorio no se hace responsable por la metodología aplicada en la toma de muestras

Moyobamba, 16 de noviembre de 2020

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.  
  
Ing. Samuel Lopez Chavez  
CIP. N° 140674  
TITULAR GERENTE



ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.  
RUC: 20572240372

**INFORME DE ENSAYO N.º 049-2020-M/ANAQUIMICOS/CC/SLCH**

Solicitantes : Góngora Rojas, Ricardo César  
Llanos Carranza, Clara Luz

Lugar de muestreo : Caserío Medellín

Tipo de muestra : Agua cruda tratada con filtro de carbón activado  
en polvo de *mauritia flexuosa* (T<sub>2b</sub>)

Punto de muestreo : 18M: 282678 UTM: 9336527

Hora de toma de muestra : 11:15 am.

Fecha de recepción de muestra : 26/10/2020

Fecha de reporte : 16/11/2020

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
01	Color	UCV escala Pt/Co	12	13	12
02	Turbiedad	UNT	6.10	7.50	6.20
03	pH	Valor de pH	8.10	7.90	7.60
04	Coliformes Totales	UFC/100 mL	85	80	92
05	Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	45	45	52
06	Escherichia coli	UFC/mL	10	10	11

**MÉTODOS DE ENSAYO:**

Color : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 2120 C, 23rd Ed.  
Turbiedad : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 2130 B, 23rd Ed.  
pH : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 4500 -H+, 23rd Ed.  
Coliformes Totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 B, 23rd Ed.  
Coliformes Termotolerantes : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd Ed.  
Escherichia coli : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F 1, 23rd Ed.

**Nota:** El laboratorio no se hace responsable por la metodología aplicada en la toma de muestras

Moyobamba, 16 de noviembre de 2020

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.  
  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP. N.º 140674  
TITULAR GERENTE



ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.  
RUC: 20572240372

**INFORME DE ENSAYO N.º 050-2020-M/ANAQUIMICOS/CC/SLCH**

Solicitantes : Góngora Rojas, Ricardo César  
Llanos Carranza, Clara Luz

Lugar de muestreo : Caserío Medellín

Tipo de muestra : Agua cruda tratada con filtro de carbón activado granular de *mauritia flexuosa* (T<sub>3a</sub>)

Punto de muestreo : 18M: 282678 UTM: 9336527

Hora de toma de muestra : 12:00 pm.

Fecha de recepción de muestra : 26/10/2020

Fecha de reporte : 16/11/2020

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
01	Color	UCV escala Pt/Co	5	6	4
02	Turbiedad	UNT	1.10	1.20	0.90
03	pH	Valor de pH	7.00	7.10	6.80
04	Coliformes Totales	UFC/100 mL	12	16	13
05	Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	9	8	9
06	Escherichia coli	UFC/mL	3	2	2

**MÉTODOS DE ENSAYO:**

Color : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 2120 C, 23rd Ed.  
Turbiedad : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 2130 B, 23rd Ed  
pH : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 4500 -H+, 23rd Ed  
Coliformes Totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 B, 23rd Ed.  
Coliformes Termotolerantes : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd. Ed.  
Escherichia coli : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F 1, 23rd Ed.

Nota: El laboratorio no se hace responsable por la metodología aplicada en la toma de muestras

Moyobamba, 16 de noviembre de 2020

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.  
  
Ing. Samuel López Chávez  
C.I.P. N.º 140674  
TITULAR GERENTE





ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL  
RUC: 20572240372

**INFORME DE ENSAYO N.º 051-2020-M/ANAQUIMICOS/CC/SLCH**

Solicitantes : Góngora Rojas, Ricardo César  
Llanos Carranza, Clara Luz

Lugar de muestreo : Caserío Medellín

Tipo de muestra : Agua cruda tratada con filtro de carbón activado  
en polvo de *mauritia flexuosa* (T<sub>3b</sub>)

Punto de muestreo : 18M: 282678 UTM: 9336527

Hora de toma de muestra : 12:30 am.

Fecha de recepción de muestra : 26/10/2020

Fecha de reporte : 16/11/2020

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
01	Color	UCV escala Pt/Co	10	9	10
02	Turbiedad	UNT	4.80	4.20	4.60
03	pH	Valor de pH	7.10	7.50	7.30
04	Coliformes Totales	UFC/100 mL	40	36	38
05	Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	25	27	22
06	Escherichia coli	UFC/mL	5	6	7

**MÉTODOS DE ENSAYO:**

Color : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 2120 C, 23rd Ed.  
Turbiedad : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 2130 B, 23rd Ed  
pH : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 4500 -H+, 23rd Ed  
Coliformes Totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 B, 23rd Ed.  
Coliformes Termotolerantes : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd. Ed.  
Escherichia coli : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F 1, 23rd Ed.

**Nota:** El laboratorio no se hace responsable por la metodología aplicada en la toma de muestras

Moyobamba, 16 de noviembre de 2020

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.  
  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP. N.º 140674  
TITULAR GERENTE

