



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACÁDEMICO PROFECIONAL DE INGENIERIA
AMBIENTAL**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

**“Efecto del carbón activado en la turbidez del agua del río sector puente
Moche – 2016”**

Autor:

MANOSALVA VÁSQUEZ, KEEVIN CÉSAR

Asesor:

DR. RIVERO MENDEZ, JOSÉ FELIX

Línea de Investigación:

CALIDAD Y GESTION DE LOS RECURSOS NATURALES

TRUJILLO – PERÚ

2016

PÁGINA DE JURADO

Ing. Medardo Alberto Quezada
(Presidente)

Ing. Misael Ydilbrando Villacorta
(Secretario)

Ing. José Félix Rivero Méndez
(Vocal)

DEDICATORIA

A Dios:

Ya que fue el que me dio la fortaleza para continuar cuando estuve a punto de caer, y gracias a su bondad nunca ha dejado de estar junto a mí a cada instante y me ayudo a tomar buenas decisiones.

A mis padres Edit y César:

Quienes han formado en mí una persona estudiosa, amorosa, motivadora y con ganas de salir adelante y nunca rendirme ante ninguna adversidad y luchar siempre por mis sueños.

A mis abuelos Margarita y Luis:

Quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles

A mis hermanos Jhordan y Cristhoffer:

Que siempre han estado junto a mí a pesar de la distancia, y me brindaron mucho amor y apoyo en todas las metas que me he propuesto realizar.

A mis amigos Enma, Juan, Tamara y Luz:

Que siempre han estado junto a mí para brindarme todo su apoyo durante mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar me gustaría agradecer sinceramente a mi asesor de tesis, Dr. José Félix Rivero Méndez; por su esfuerzo, dedicación, conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su paciencia y su motivación que han sido fundamentales para mi formación como investigador. Ya que él ha inculcado en mí un sentido de seriedad, responsabilidad y riesgo académico sin los cuales no podría tener una formación completa como investigador. Y que gracias a su manera ha sabido ganarse mi lealtad y admiración.

En segundo lugar pero no menos importante a los señores Daniel Baca Tentalean y José Luis Vásquez Benavides y familia que gracias a su apoyo incondicional se pudo lograr desarrollar y culminar la presente tesis.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Keevin César Manosalva Vásquez con DNI N° 70780243, a efecto de cumplir con los criterios de evaluación de la experiencia curricular de Metodología de la Investigación Científica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 22 de noviembre del 2016.

Manosalva Vásquez, Kevin César

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado presento ante ustedes la tesis titulada “Efecto del carbón activado en la turbidez del agua del río sector puente Moche - 2016”, con la finalidad de determinar el efecto que tiene el carbón activado de tusa de maíz, madera de pino y cascara de coco en la turbidez del agua del río sector puente Moche – 2016, en cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

En el primer capítulo de la presente tesis se encuentra la introducción, en donde está presente la realidad problemática, los trabajos previos, los cuales nos brindan información acerca de investigaciones parecidas a la nuestra y que servirán para más adelante hacer las discusiones, las teorías relacionadas al tema nos brindaron conocimiento para así complementar la investigación; seguido de esto nos formulamos un problema, justificamos el estudio con la finalidad de dar a conocer el porque es que se está realizando la tesis.

En los siguientes capítulos se explica el método utilizado para poder procesar los datos, el método empleado fue ANOVA, los análisis elaborados, la población y muestra y los resultados de los mismos.

El objetivo de la presente tesis fue determinar el efecto del carbón activado en la disminución de las medidas de Turbidez del agua del río sector puente Moche - 2016, para poder cumplir con este objetivo se usó tres tipos de carbón activado (tusa de maíz, madera de pino y cascara de coco) con cuatro concentraciones distintas (0.01gr/100ml, 0.02g/100ml r, 0.03gr/100ml y 0.04gr/100ml) y temperatura distintas (25°C, 30°C, 35°C y 40°C) por cada tipo de carbón; posteriormente se le medirá la turbidez para ver si ha disminuido, teniendo como valor inicial de turbidez 11.27 NTU, como resultado se obtuvo los siguientes rangos de medidas de turbidez: 6.11 NTU - 0.93 NTU de disminución de la turbidez para el carbón activado de tusa de maíz, 3.13 NTU - 0.92 NTU de disminución de la turbidez para el carbón activado de madera de pino y 3.04 NTU - 0.57 NTU de disminución de turbidez para el carbón activado de cascara de coco.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

INDICÉ

PÁGINA DE JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.2. Trabajos previos.....	12
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	14
1.3.1. Marco teórico	14
1.3.2. Marco conceptual	20
1.4. Formulación del problema.....	21
1.5. Justificación del problema.....	21
1.6. Hipótesis	21
1.7. Objetivos.....	22
II. METODOLOGÍA	22
2.1. Diseño de investigación:	22
2.1.1. Matriz de diseño de muestras.	24
2.1.2. Investigación experimental	25
2.1.3. Experimentos verdaderos o puros.	25
2.2. Variables y operacionalización	26
2.2.1. Operacionalización de las variables	26
2.3. Población y muestra	27
2.3.1. Población.....	27
2.3.2. Muestra.....	27
2.3.3. Unidad de análisis	27
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos y confiabilidad.....	27
2.4.1. Técnicas	27
2.4.2. Instrumentos de medición de turbidez.....	27
2.4.3. Materiales de referencia para calibración de turbidímetros.....	28
2.4.4. Método de calibración y Validación de Equipos	29
2.5. Método de análisis de datos Unifactorial	30
2.6. Aspectos éticos	30
III. RESULTADOS.....	31
IV. DISCUSIÓN	35

V. CONCLUSIONES	37
VI. RECOMENDACIONES	37
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

INDICE DE TABLA

Tabla 1: Tabla para la recolección de datos.....	24
Tabla 2: Operacionalización de las variables.	26
Tabla 3: Calibración y validación de equipos.	29
Tabla 4: Resultados de la disminución de la turbidez del agua del rio sector puente Moche - 2016.....	31
Tabla 5: Análisis de varianza - ANOVA.....	33
Tabla 6: Resultados promedio de la turbidez obtenidos después de la aplicación del carbón activado.	34
Tabla 7: Porcentajes promedio de eficiencia del carbón activado en la disminución de la turbidez del agua del rio sector puente Moche.	34
Tabla 8: Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error	46
Tabla 9: Análisis de varianza - ANOVA.....	48
Tabla 10: Prueba post hoc para Tipo de carbón	49
Tabla 11: Prueba post hoc para las concentraciones de carbón (gr/100ml).....	49
Tabla 12: Prueba post hoc para la temperaturas en (°C)	50

RESUMEN

En la presente tesis se determinó el efecto que tiene el carbón activado en la turbidez del agua del río sector puente Moche, para ello se tuvo que investigar conceptos y metodologías, la tesis tubo un diseño unifactorial (a tres niveles): tipo de carbón, temperatura y concentración; la muestra fue se tomó a la altura del puente Moche durante el tercer trimestre del año 2016, al final de la investigación se tuvo 288 unidades muestréales pero se trabajó con 48 de estas (unidades muéstrales), se utilizó un agitador magnético, balanza electrónica, y turbidímetro. Se demostró que el mejor tipo de carbón es el de cascara de coco ya que a 40°C de temperatura y a una concentración de 0.04gr/100ml de carbón se obtuvo una disminución de turbidez de 0.57NTU

Palabras clave: carbón activado, turbidez, Coco, Maíz, Pino.

ABSTRACT

In this present thesis was determined the effect that the activated coal had in the turbidity of sector bridge of Moche river's water, for that, concepts and methodologies had to be investigated; the sample was taken at the up of Moche bridge during the third trimester from 2016. In the end of investigation, it had 288 sample units, but only was worked with 48 of these (sample units), a magnetic stirrer, electronic scale and turbidimeter was used in the process. It demonstrated that the best kind of coal is the one that had coconut shell, because at 40°C temperature and in a concentration of 0.04gr/100ml of coal, it obtained a decreased turbidity of 94.4%.

Key words: activated coal, turbidity, Coconut, Corn, Pine

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Debido a la demanda energética que se ha dado en el mundo la creación de Hidroeléctricas (Presa Balbina), han sido afectados ríos y lagos tropicales así mismo el Amazonas en Manaus – Brasil; que debido a las inundaciones la erosión y la consecuente disminución de la claridad del agua, provocan la muerte de los arrecifes coralinos que se encuentran cerca de la costa. Los habitantes del río también se ven afectados por la turbidez del agua. La mayoría de las especies que dependen principalmente de la vista declinan, mientras que el incremento en la cantidad de partículas suspendidas interfiere con las branquias de los peces. (MONGAVAY.COM, 2016).

En nuestro país se registró un gran problema debido a la contaminación de los cuerpos de agua que están distribuidos a lo largo del territorio nacional, tal es el caso que se desarrolló en la ciudad del Cusco, en la sub cuenca del río Huatanay entre 1997 y 2001, en el cual se encontraron terribles problemas de contaminación de este río, desde los desbordes e inundaciones, los deslizamientos de tierra, la contaminación del agua y la acumulación de residuos sólidos, observándose alta turbidez en esta sub cuenca. Todo esto significaba un factor de alteración ambiental y de pérdidas económicas para los pobladores de la micro cuenca del río Cachimayo y del área urbana circundante al río Huatanay. (ARRIAGA, et al, 2002).

Chavimochic informó en Marzo del 2015, que el nivel de abastecimiento cayó por la alta turbiedad en el agua del río Santa, que capta el canal madre para la Planta de Tratamiento de Salaverry. Todo hace indicar que no pueden tratar la cantidad de agua que se necesita por la turbidez que presenta; afectando al distrito de la Esperanza, El Porvenir, Florencia de Mora y Huanchaco (El Milagro). (EL COMERCIO. 2015).

La cuenca del río Moche se ubica en la Costa Norte del Perú, pertenece a la vertiente del Pacífico y drena un área total de 2708 km². Políticamente se localiza en el Departamento de La Libertad, comprendiendo parte de las Provincias de Trujillo, Otuzco, Santiago de Chuco y Julcán. Geográficamente la cuenca se halla comprendida entre los 7°46' y 8° 15' de Latitud Sur y los

78° 16´ y 79° 08´, de Longitud Oeste. El área de estudio se ubica desde la Laguna La Toma, asiento minero Quiruvilca (3900 m.s.n.m), siguiendo el curso del río Moche hasta el puente Panamericana (34 m.s.n.m), antes de su desembocadura en el Océano Pacífico.(MORENO, 2012).

Desde hace años, el río Moche, uno de los más importantes de la región La Libertad, viene siendo considerado como un río muerto, por la alta contaminación de sus aguas a consecuencia de los desperdicios mineros que en él se arrojan.(RPP, 2012).

Por conocimientos previos de estudio se sabe que si se sigue contaminando el río Moche esta agua no se podrá utilizar para ningún tipo de actividad, debido al aumento de la turbidez en este cuerpo de agua, y no podrá ser utilizado para el riego de vegetales, bebida de animales o alguna actividad económica ya que contaminaría el suelo y otros cuerpos de agua

Por ese motivo se pretende determinar el efecto del carbón activado en la turbidez del agua sector puente Moche - 2016, y así esta cuenta con porcentaje menos de sólidos suspendidos, turbidez y así pueda ser utilizada para el desarrollo de cualquier actividad en el beneficio de las personas y el medio ambiente.

1.2. Trabajos previos

PAREDES (2011); sintetizó carbones activados por un proceso químico obtenidos a partir de la cáscara de castaña, con el objetivo de analizar la capacidad de remoción de estos adsorbentes para eliminar los compuestos aromáticos de las soluciones acuosas. Encontrando que la capacidad de adsorción de estos compuestos presenta el siguiente orden descendente: ácido salicílico > ácido benzoico > fenol.

DEL GALLARDO (2011); preparó carbones activados a partir de pepas de níspero de palo (*Mespilus communi*), por activación química utilizando como agentes activantes ácido fosfórico e hidróxido de potasio, en un ambiente inerte empleando un flujo controlado de nitrógeno gaseoso. Se evaluó la influencia del tamaño de partícula del precursor, la relación de impregnación,

Encontró que el carbón activado obtenido de este precursor tiene alta capacidad de adsorción de fenoles, superior a 100 mg fenol/g.

OBREGÓN (2012); estudió la adsorción del ión cadmio, que es un metal pesado muy tóxico aún a bajas concentraciones, empleando carbones activados preparados a partir de semillas de aguaje y de aceituna. Obteniendo que los mejores carbones obtenidos fueron: 0.75-600 entre los carbones de aguaje, y carbones de aceituna 1-600 para la serie aceituna. Estos carbones se caracterizaron por tener una alta área mesoporosa (140 y 125 m²/g, respectivamente) y alta acidez superficial (2,43 y 2,37 mmolH⁺/g, respectivamente) lo que favoreció la adsorción de cadmio.

BRACHO, Nibis, et al (2013); elaboró un diseño de planta a través de arena grava y otra mixta de arena, grava y carbón activado, con la finalidad de disminuir las concentraciones de aceites y grasas, hierro y turbidez, se obtuvo unos resultados de 9.30mg/L a 0.1mg/L en aceites y grasas, de 0.56mg/L a 0.2mg/L en hierro y de 9 NTU a >5 NTU de turbidez, para que pueda cumplir con los estándares ambientales.

CARRILLO Y SANCHEZ (2013); elaboró un filtro a base de carbón activado del endocarpo de coco; con el fin de verificar si este es capaz de reducir la concentración de compuestos minerales presentes en el agua potable; obteniendo el porcentaje de retención de la misma es mayor a un 80% este resultado fue constante indistintamente si el filtro contenía 25g, 50g o 100g de Carbón activado.

PENEDO, et al. (2015); estudió la capacidad del carbón activado de cáscara de coco para la extracción de níquel y cobalto, bajo diferentes condiciones experimentales desde soluciones modeladas de sulfatos. Los experimentos se realizaron con el objetivo de obtener la capacidad de adsorción y el porcentaje de adsorción, aplicando un diseño factorial 2³, considerando como efectos principales la concentración inicial de la solución, pH y dosis

de adsorbente. La capacidad de adsorción de Cobalto alcanzó valores entre 0.70 y 9.94 mg/g; para Níquel alcanzó valores entre 2.62 y 98.21mg/g.

CRUZ, et al. (2015); probó la eficiencia de un filtro a base de carbón activado generado a partir de coronta de maíz e impregnado con quitosano, para el tratamiento complementario del agua potable producido en la ciudad de Tumbes. El experimento consistió en pasar un caudal de 20 L/min a través de un filtro de carbón activado para determinar en qué porcentaje reduce la turbidez, cloro residual y bacterias heterótrofas. El filtro construido logró reducir eficientemente los niveles de concentración de turbidez, cloro residual en el agua potable llegando a valores entre 46.9 y 68.9 % y entre 87.5 hasta 100 % respectivamente. La cantidad inicial de bacterias heterótrofas en el agua también se logró reducir en niveles de 32,8 y 66,7 % en los primeros 50 min del experimento.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Marco teórico

1.3.1.1. Propiedades del carbón activado

Son dos las principales características fundamentales en las que se basan las aplicaciones del carbón activado: elevada capacidad de eliminación de sustancias y baja selectividad de retención. (SEVILLA U, 2002)

“La elevada capacidad de eliminación de sustancias se debe a la alta superficie interna que posee, si bien porosidad y distribución de tamaño de poros juegan un papel importante. En general, los microporos le confieren la elevada superficie y capacidad de retención, mientras que los mesoporos y macroporos son necesarios para retener moléculas de gran tamaño, como pueden ser colorantes o coloides, y favorecer el acceso y la rápida difusión de las moléculas a la superficie interna del sólido”. (SEVILLA U, 2002)

Por otra parte, el carbón activado tiene escasa especificidad ante un proceso de retención, es un adsorbente “universal”. (SEVILLA U, 2002)

1.3.1.2. Naturaleza del carbón activado e importancia

“Por su naturaleza apolar y por el tipo de fuerzas implicadas en el proceso de adsorción, retendrá preferentemente moléculas apolares y de alto volumen molecular (hidrocarburos, fenoles, colorantes, etc.), mientras que sustancias como nitrógeno, oxígeno y agua prácticamente no son retenidas por el carbón a temperatura ambiente. De ahí que se destinen para la eliminación de contaminantes procedentes de sectores muy variados, tanto en fase gas como líquida (aguas potables, industriales y residuales, tintorerías, etc.)” (SEVILLA U, 2002)

1.3.1.3. Importancia de la textura porosa de los carbones activos

Los carbones activados, pueden presentar elevadas superficies específicas, del orden de 1000 m²/g e incluso llegar a los 3000 m²/g. Los elevados valores de superficie específica se deben en gran medida a la porosidad que presentan los materiales carbonosos, siendo los microporos los que mayor contribución tienen en la superficie específica. (SEVILLA U, 2002)

En principio, cabría pensar que a mayor superficie específica, mejores serán las características como adsorbente del carbón activado. (SEVILLA U, 2002)

1.3.1.4. Estructura del carbón activado

Desde el punto de vista estructural, el carbón activado se puede definir como un material carbonoso poroso preparado a partir de un precursor a base de carbón con gases, y en ocasiones con la adición de productos químicos (por ejemplo, ácido fosfórico, cloruro de cinc, hidróxido de potasio, etc.), durante y después de la carbonización, para aumentar la porosidad. La estructura del carbón activado está constituida por un conjunto irregular de capas de carbono, con espacios que constituyen la porosidad (Figura 1). Este ordenamiento al azar de las capas y el entrecruzamiento entre ellas impiden el ordenamiento de la estructura para dar grafito (Figura 2), aun cuando se someta a tratamientos térmicos de hasta 3000°C. (REINOSO, 2005)

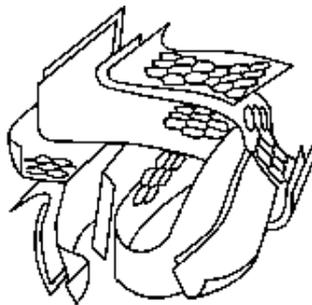


Figura 1: estructura del carbón activado. (Tomado de <http://www.google.com.pe/>, 2016).

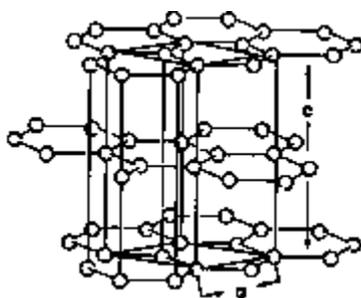


Figura 2: Estructura del carbón activado. (Tomado de <http://www.google.com.pe/>, 2016).

El carbón activado presenta en su estructura átomos de carbono con valencia insaturada y además, grupos funcionales (principalmente de oxígeno y nitrógeno) y componentes inorgánicos provenientes de las cenizas, todos ellos con un efecto importante en los procesos de adsorción. Los grupos funcionales se forman durante el proceso de activación por interacción entre los radicales libres de la superficie del carbón que hacen que la superficie del carbón se haga químicamente reactiva y es la razón por la que afectan las propiedades adsorbentes, especialmente para moléculas de cierto carácter polar. (LUNA, et al. 2007).

1.3.1.5. Métodos de activación del carbón

“Los procesos de fabricación se dividen en dos, según el tipo de activación: la activación física (llamada también térmica) y la activación química.
Activación física: La porosidad de los carbones preparados mediante

activación física es el resultado de la gasificación del material carbonizado a temperaturas elevadas”. (ROBAU, 2006).

“**Activación química:** La porosidad de los carbones que se obtiene por activación química es generada por reacciones de deshidratación química, que tienen lugar a temperaturas mucho más bajas. En este proceso el material a base de carbón se impregna con un agente químico, principalmente ácido fosfórico (o cloruro de cinc) y el material impregnado se calienta en un horno a 500–700 °C. Los agentes químicos utilizados reducen la formación de materia volátil y alquitranes. El carbón resultante se lava para eliminar los restos del agente químico usado. Este carbón es llamado carbón secundario”. (ROBAU, 2006).

1.3.1.6. Factores que influyen en la adsorción de compuestos presentes en el agua

El tipo de compuesto que desee ser eliminado.

- Los compuestos con elevado peso molecular y baja solubilidad se absorben más fácilmente.
- La concentración del compuesto que desea ser eliminado. Cuanta más alta sea la concentración, más carbón se necesitará. Presencia de otros compuestos orgánicos que competirán con otros compuestos por los lugares de adsorción disponibles.
- El pH del agua. Por ejemplo, los compuestos ácidos se eliminan más fácilmente a pH bajos. (SEVILLA U, 2002)

1.3.1.7. Capacidad de adsorción de un carbón

La capacidad de adsorción de un determinado carbón se puede estimar a partir de los datos de la isoterma. Si se representan los datos de la isoterma, se obtiene una gráfica como la de la siguiente figura. A partir de esta gráfica la capacidad de adsorción del carbón se puede determinar prolongando la isoterma hasta la intersección con la línea vertical trazada por el punto correspondiente a la concentración inicial C_0 . El valor de $(x/m)_{C_0}$ correspondiente a ese punto se puede entonces leer en el eje de ordenada en el gráfico. Este valor de $C_0 (x/m)$ representa la cantidad de materia adsorbida por unidad de peso de carbón activado una vez alcanzado el punto

de equilibrio con la concentración inicial de constituyente. Esta condición se debe cumplir en la parte superior de un lecho de carbón correspondiente a un tratamiento en columna de contacto, por lo que representa la capacidad de adsorción última del carbón para un constituyente determinado. (SEVILLA U, 2002).

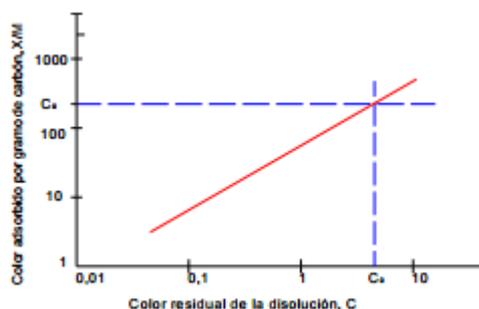


Figura 3: Isoterma típica de disolución. (Tomado de <http://www.elaguapotable.com/Manual%20del%20carb%C3%B3n%20activo.pdf>, 2016).

1.3.1.8. Carbón activado a partir de la cascara de coco

A partir de la cascara de coco es posible obtener diferentes tipos de carbones activados para aplicaciones diversas variando las condiciones de preparación. (LUNA, et al. 2007).

Por ejemplo, activando la cascara de coco a alta temperatura (800 °C) en presencia de vapor de agua se puede obtener un carbón hidrofílico (afinidad con el agua), microporoso (con ultramicroporos de diámetros < 0.7 nm), apropiado para aplicaciones que involucran separación de gases; pero, si se activa a menor temperatura (450 °C) usando un agente químico, como ácido fosfórico o cloruro de zinc, se puede obtener un carbón hidrofílico de poros más anchos (con mesoporos > 2 nm) apropiado para aplicaciones en fase líquida. Además, de obtener una amplia distribución de poros, el carbón activado obtenido de la cascara de coco resulta con mayor dureza y resistencia, comparado con el obtenido de madera. Otra ventaja que ofrecen los carbones activados obtenidos de materiales orgánicos, en relación a los obtenidos de materiales inorgánicos, es que en los primeros, el porcentaje de cenizas es menor. (LUNA, et al. 2007).

El cocotero, es la más importante de todas las palmeras. Es conocido como el árbol de la vida, ó el árbol de los mil usos, su fruto, hojas y madera, proporcionan a muchos pobladores rurales de alimento, bebidas, combustible y alojamiento. Aunque su uso predominante es el de la producción de copra (la carne seca del coco), de la que se obtiene aceite, muy bien cotizado en las industrias de alimentos y cosméticos, y los residuos que quedan, se usan para pasto animal. La cascara dura o endocarpio del coco se usa como combustible de alto valor calorífico (7500–7600 cal/g), y también sirve de materia prima para la obtención de carbón activado. (LUNA, et al. 2007).

1.3.1.9. Carbón activado a partir de madera de Pino

Es posible obtener carbón activado a partir de *Pinus Patula*.(HERRERA, et al.2004)

A nivel mundial se viene dando una demanda de carbón activado es creciente siendo la madera el principal precursor utilizado para su producción. Ésta es una oportunidad para el aprovechamiento de los recursos forestales y así brindarle una utilización adecuada de los productos secundarios que fundamentalmente se han destinado a la producción de carbón de leña. (HERRERA, et al.2004)

“El carbón activado es un material de origen biológico de amplia estructura porosa, con grandes propiedades adsorptivas; se utiliza principalmente en el tratamiento de aguas residuales, purificación azucarera, la industria cosmética y la producción de fármacos”. (HERRERA, et al.2004, p.5)

1.3.1.10. Olote o tusa de Maíz como alternativa para eliminar el color del agua residual

“La olote o tusa de maíz es un material orgánico con un apreciable porcentaje de lignina, el cual por ser considerado como desecho, se convierte en el presente trabajo como material alternativo para ser aplicado en procesos de adsorción.”(TORRES y GAIBOR, 2015)

1.3.2. Marco conceptual

1.3.2.1. Carbón activado

El carbón activado es un adsorbente muy versátil ya que el tamaño y la distribución de sus poros en la estructura carbonosa pueden ser controlados para satisfacer las necesidades de tecnología actual y futura. Los carbones activados comerciales son preparados a partir de materiales precursores con un alto contenido en carbono, especialmente, materiales orgánicos como, madera, huesos, cascaras de semillas de frutos, como también, carbón mineral, breas, turba y coque. (LUNA, et al. 2007).

1.3.2.2. Turbidez del agua

La turbiedad mide el nivel de transmitancia de luz en el agua, y sirve como una medida de la calidad del agua en relación a materia suspendida coloidal y residual. (TRUJILLO, 2014).

Además de fuentes específicas de contaminación de los ríos, como vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales, también se presenta la polución generada por las lluvias que ocasionan el lavado de los suelos y la resuspensión de los lechos de los ríos, lo que genera incrementos sustanciales de sólidos suspendidos, turbiedad, color aparente, de carbono orgánico disuelto y amoníaco y el descenso en la conductividad, temperatura y alcalinidad del agua (MONTOYA, 2011).

La turbiedad también ha sido asociada con el riesgo microbiológico potencial en el agua para consumo humano. (MONTOYA, 2011).

1.3.2.3. Clarificación del agua

El proceso de clarificación debe desestabilizar las partículas coloidales, anulando las fuerzas repulsivas entre ellas (coagulación) y luego aglomerarlas en partículas mayores (floculación). Tres mecanismos pueden actuar: desestabilización de las fuerzas electrostáticas de atracción y repulsión, puentes químicos y sobresaturación de coagulantes. (MORENO, 2007).

1.4. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto del carbón activado en la turbidez del agua del río sector puente Moche - 2016?

1.5. Justificación del problema

Se ha venido registrando diferentes tipos de contaminación, como es el caso de la turbidez en el río Moche, con el siguiente trabajo de investigación se busca probar a escala laboratorio el efecto del carbón activado en la turbidez del agua del río sector puente Moche - 2016; ya que en la actualidad se vienen practicando diversas actividades económicas que han aumentado la contaminación de esta cuenca hidrográfica.

Ya que la turbiedad también ha sido asociada con el riesgo microbiológico potencial como: *Giardia*, *Cryptosporidium*. Para asegurar adecuadas eficiencias de reducción de enterovirus, el agua debe tener una turbiedad inferior a 0,5 Unidad Nefelométrica de Turbidez. (MONTROYA, 2011)

Con la utilización del carbón activado se puede disminuir la concentración de turbidez, sólidos sedimentables y otros contaminantes.

Ya que actualmente se utiliza el carbón activo como uno de los procesos básicos de purificación. (SEVILLA U, 2002).

Y así pueda ser utilizada esta agua con un porcentaje menor de contaminación para la diversidad de actividades económicas y uso poblacional.

1.6. Hipótesis

El carbón activado disminuye la Turbidez del agua del río sector puente Moche - 2016.

1.7. Objetivos

1.7.1.1. Objetivo general

Determinación del efecto del carbón activado en la disminución de las medidas de Turbidez del agua del rio sector puente Moche - 2016.

1.7.1.2. Objetivo específico

- Determinar la turbidez de una muestra de agua del rio Moche
- Determinar las concentraciones de carbón activado más eficiente para la disminución de turbidez del agua del rio sector puente Moche - 2016.
- Determinar con cuál de los tres tipos de carbón activado hay mayor disminución de la turbidez del agua del rio Moche sector puente Moche-2016.

II. METODOLOGÍA

2.1. Diseño de investigación:

En el presente trabajo se utilizó un diseño experimental unifactorial (carbón activado) a tres niveles:

- Tipo de carbón: CT1, CT2, CT3
- Temperatura: 25°C, 30°C, 35°C, 40°C
- Concentraciones de carbón: 0.01gr/100ml, 0.02gr/100ml, 0.03gr/100ml, 0.04gr/100ml.

Donde:

- CT: Tipo de carbón activado
- T°: Temperatura
- P: Concentración de carbón (gr/100ml)

Al combinar los tres niveles (CT, T° y P), se tiene:

$3 \times 4 \times 4 = 48$ unidades muestrales.

Estas unidades muestrales, tendrán 6 réplicas o repeticiones, entonces el tamaño de muestra (N) que se calculó fue de la siguiente fórmula:

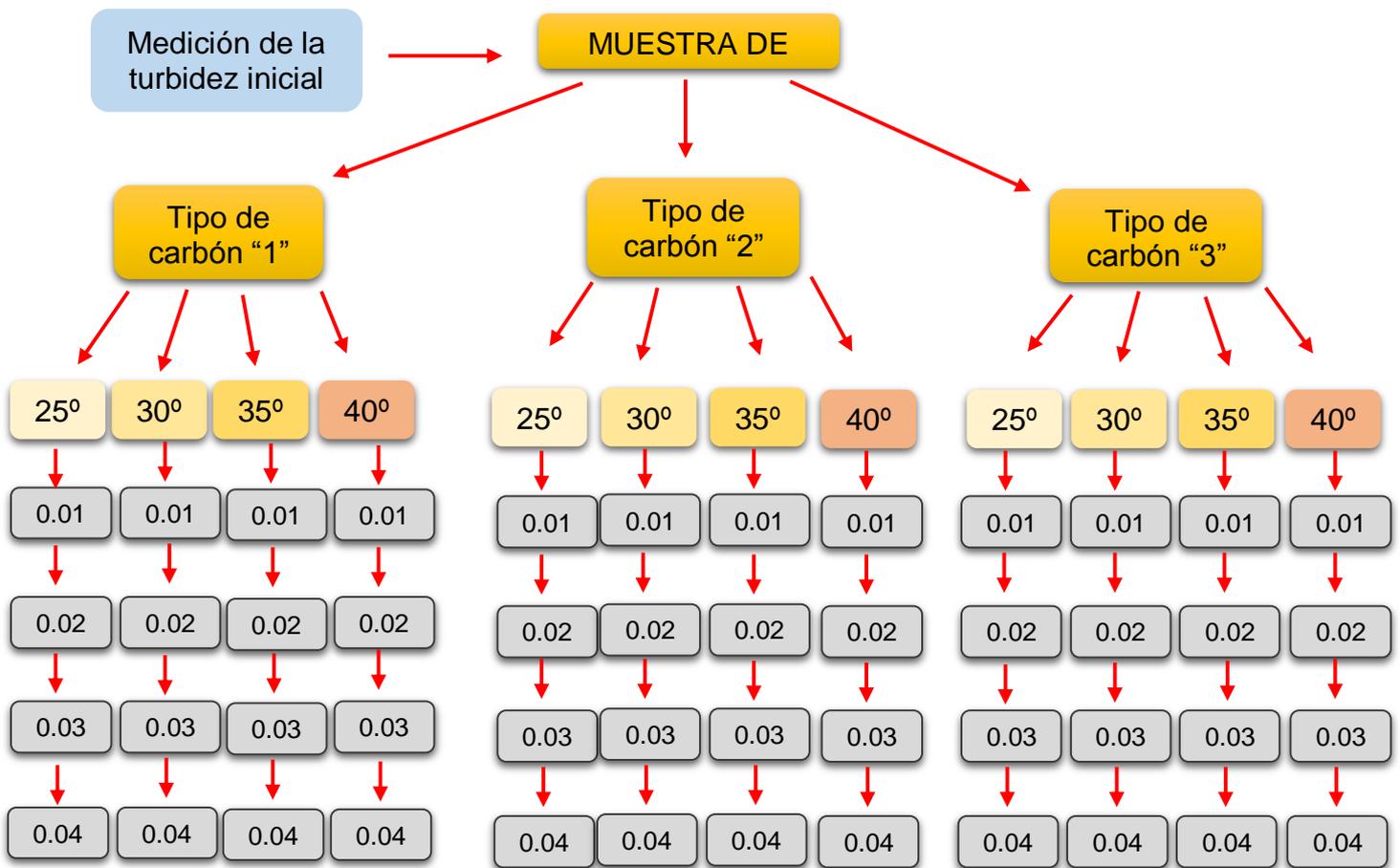
$$N = R \times CT \times T^\circ \times P$$

Donde:

R: 6 réplicas o repeticiones. Por lo tanto, se tiene:

$$N = 6 \times 3 \times 4 \times 4 = 288 \text{ experimentos}$$

Grafica 01: diseño de investigación.



Interpretación

Primero se sacara una muestra madre a la cual se le medirá la Turbidez, para determinar la turbidez inicial con la que empieza la muestra; luego se le aplicara el carbón activado con cuatro concentraciones distintas (0.01gr/100ml, 0.02gr/100ml, 0.03gr/100ml y 0.04gr) por cada tipo de carbón y temperatura distintas (25°C, 30°C, 35°C y 40°C) posteriormente se le medirá la turbidez para ver si ha disminuido.

2.1.1. Matriz de diseño de muestras.

El diseño muestral, será un diseño unifactorial con promedio de 6 medidas repetidas, con un total de 48 unidades muestrales que serán tomados en el presente año cada 15 días durante los meses Setiembre y Noviembre del 2016. Para ello es necesario desarrollar la siguiente matriz de toma de datos, con la siguiente distribución. Ver tabla 01

Tabla 1: Tabla para la recolección de datos.

		TIPOS DE CARBON ACTIVADO		
Temperatura	Concentración de carbón activado (gr/100ml)	CT1	CT2	CT3
25°C (1)	0.01 (P1)	P1.CT1.1	P1.CT2.1	P1.CT3.1
	0.02 (P2)	P2.CT1.1	P2.CT2.1	P2.CT3.1
	0.03 (P3)	P3.CT1.1	P3.CT2.1	P3.CT3.1
	0.04 (P4)	P4.CT1.1	P4.CT2.1	P4.CT3.1
30°C (2)	0.01 (P1)	P1.CT1.2	P1.CT2.2	P1.CT3.2
	0.02 (P2)	P2.CT1.2	P2.CT2.2	P2.CT3.2
	0.03 (P3)	P3.CT1.2	P3.CT2.2	P3.CT3.2
	0.04 (P4)	P4.CT1.2	P4.CT2.2	P4.CT3.2
35°C (3)	0.01 (P1)	P1.CT1.3	P1.CT2.3	P1.CT3.3
	0.02 (P2)	P2.CT1.3	P2.CT2.3	P2.CT3.3
	0.03 (P3)	P3.CT1.3	P3.CT2.3	P3.CT3.3
	0.04 (P4)	P4.CT1.3	P4.CT2.3	P4.CT3.3
40°C (4)	0.01 (P1)	P1.CT1.4	P1.CT2.4	P1.CT3.4
	0.02 (P2)	P2.CT1.4	P2.CT2.4	P2.CT3.4
	0.03 (P3)	P3.CT1.4	P3.CT2.4	P3.CT3.4
	0.04 (P4)	P4.CT1.4	P4.CT2.4	P4.CT3.4

2.1.2. Investigación experimental

La investigación es experimental puesto que es un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas – antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuesto efecto – consecuencias), dentro de una situación de control para el investigador.

2.1.3. Experimentos verdaderos o puros.

Son los que reúnen los dos requisitos para lograr el control y la validez interna: (1) grupos de comparación (manipulación de la variable independiente o de varias independientes). (2) equivalencia de los grupos (similares en todo, menos en el tratamiento). Pueden abarcar dos o más variables independientemente y una o más variables dependientes. Así mismo pueden utilizar prepruebas y pospruebas para analizar la evolución de los grupos antes y después del tratamiento experimental.

2.2. Variables y operacionalización

2.2.1. Operacionalización de las variables

Tabla 2: Operacionalización de las variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	COVARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Independiente: Carbón activado	El carbón activado es un producto que posee una estructura cristalina reticular similar a la del grafito; es extremadamente poroso. CEVILLA U, (2002)	Tipo de carbón	El carbón activado con la ayuda de sus micro poros ayudara en la disminución de la turbidez del agua.	Unidad nm	De Intervalo
		Temperatura	Para la medición de la temperatura se utilizó un termómetro ASTM, el cual tiene una escala de 0 a 100 °C ($\pm x$), el termómetro se colocará al centro del reactor con la finalidad de que la temperatura que se tome sea lo más representativa posible.	Lectura registrada en el termómetro ASTM expresada en °C	De Intervalo
		Concentración de carbón	El carbón activado va a ser pesado en una balanza analítica electrónica en donde se va a pesar las cantidades de carbón que se van a utilizar para cada una de los procesos utilizando para cada uno 100 ml de muestra de agua.	Unidad gr/100ml	De Intervalo
Dependiente: Turbidez	Reducción de la transparencia de un líquido causada por la presencia de materia sin disolver. La turbidez, también es nombrada turbiedad. La Guía Metas (2010)		La turbidez va a ser medido con un turbidometro electrónico portátil modelo TU2016. Cuyo funcionamiento consiste en medir la disminución de la transmitancia del haz de luz al atravesar la muestra. La Guía Metas (2010)	turbidez NTU	De intervalo

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población es el agua del río Moche, sector Puente - Moche

2.3.2. Muestra

La muestra que se analizará, se extraerá de los 9 litros de agua del río Moche sector Puente Moche, que se trabajará a nivel de laboratorio.

2.3.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis es de 100 ml por cada muestra

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos y confiabilidad

2.4.1. Técnicas

Se realizara muestreo manual, del cuerpo natural de agua del, (río Moche sector Puente Moche). La toma se realizará de acuerdo a las recomendaciones escritas en el protocolo de monitoreo de calidad de agua de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) según la R.J. N° 010-2016-ANA.

2.4.2. Instrumentos de medición de turbidez

Los instrumentos actual y comúnmente utilizados son los turbidí- metros ó nefelómetros, que emplean un método cuantitativo y deben cumplir los siguientes criterios en el diseño óptico:

- La longitud de onda de la radiación incidente debe ser de 860 nm. La fuente de luz puede ser lámpara de tungsteno; diodos (leds) ó láser.
- El ancho de banda espectral debe ser menor o igual a 60 nm.
- La convergencia de la radiación incidente no debe exceder $\pm 1,5^\circ$ en turbidímetros de radiación difusa y $\pm 2,5^\circ$ en turbidímetros de radiación atenuada.
- El ángulo de medición entre la radiación incidente y la radiación difusa debe ser de $90^\circ \pm 2,5^\circ$ en turbidímetros de radiación difusa y $0^\circ \pm 2,5^\circ$ en turbidímetros de radiación atenuada.

- La distancia recorrida por la luz incidente y dispersada dentro del tubo de muestra, no debe exceder 10 cm.

Los turbidímetros o nefelómetros deben estar diseñados con niveles muy pequeños de luz extraviada, con el objeto de no tener una deriva significativa en el periodo de estabilización del instrumento, y también para no interferir en mediciones de turbidez de baja concentración.

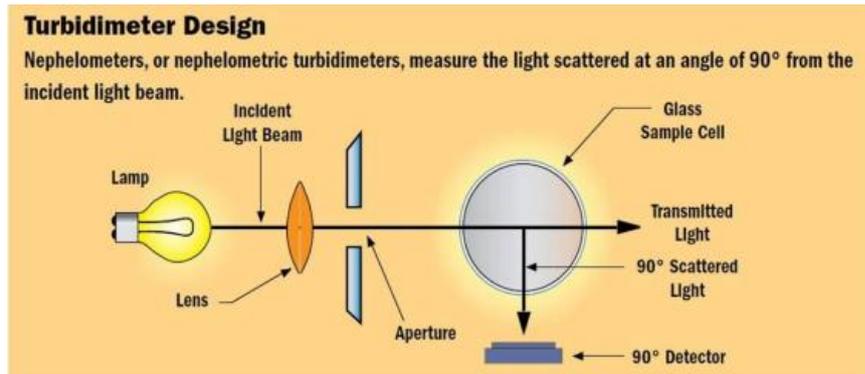


Figura 4: Diseño óptico de un turbidímetro o nefelómetro (tomado de <http://www.metas.com.mx/guiametas/la-guia-metas-10-01-turbidez.pdf>, 2016).

2.4.3. Materiales de referencia para calibración de turbidímetros

Como material de referencia primario para la calibración de turbidímetros se emplean suspensiones de formazina que son preparadas con agua destilada, hexametileno-tetramina y sulfato de hidrazina en diferentes concentraciones, que pueden ser:

0...40 NTU Para turbidímetros de radiación difusa.

40...4 000 NTU Para turbidímetros de radiación atenuada.

Es importante mencionar que para la preparación de la formazina se debe tener especial cuidado y la protección necesaria ya que el sulfato de hidrazina es cancerígena y altamente tóxica en caso de inhalación, ingestión y u o contacto con la piel; por lo que se debe contar con las hojas de seguridad (MSDS Material Safety Data Sheet) de cada reactivo.

Otro material de referencia alternativo utilizado es el polímero de estireno-divinil-benceno (SDVB) que ha demostrado tener mínima diferencia en relación a las suspensiones de formazina.

Se recomienda al hacer las mediciones de turbidez asegurar que los tubos de muestra estén perfectamente limpios por dentro y por fuera, sin huellas digitales ó ralladuras, se puede utilizar un poco de aceite de silicón para cubrir imperfecciones del vidrio para no afectar el resultado.



Figura 5: MRC de turbidez, materiales sellados de formazina (tomado de <http://www.metass.com.mx/guiametas/la-guia-metas-10-01-turbidez.pdf>, 2016).

2.4.4. Método de calibración y Validación de Equipos

En la Tabla 03 se presentó la base y consideraciones para la utilización de equipos y métodos para obtener de manera representativa los datos del estudio

Tabla 3: Calibración y validación de equipos.

Equipo	Calibración	Validación
Balanza electrónica	Norma Metrológica Peruana 003:2009	Procedimiento para pesar en una balanza electrónica según el ABC de la pesada Mettler Toledo
Turbidímetro	Norma Metrológica Mexicana AA-038-SCFI-2001	Manual de procedimientos analíticos para aguas y efluentes (Laboratorio DINAMA, p 25-27).
Mufla	PC-18 procedimiento para la calibración o caracterización de medios isoterms con aire como medio termostático de SNM-INDECOPI	Según el Manual de Laboratorio de la Universidad Tecnológica de Pereira, p-83
Termómetro	Norma Metrológica Peruana 018:2013	Instituto Nacional de Calidad – INACAL (Resolución N° 003-2013-INDECOPI/SNM)

2.5. Método de análisis de datos Unifactorial

En metodología se utilizó el método ANOVA.

Se estableció un diseño experimental unifactorial teniendo una variables independiente, carbón activado, a tres niveles: Tipo de carbón, temperatura y concentración de carbón y una variable dependiente: que es la medición de la turbidez en (0-40) NTU, realizándose un total de 288 unidades muestrales.

Los datos fueron procesados con el software estadístico Spss v.23

2.6. Aspectos éticos

Para el presente proyecto se tendrá en cuenta lo siguiente:

Veracidad de los resultados, sin ninguna alteración de estos.

Respeto por las condiciones, normativa y políticas de la Universidad Cesar Vallejo.

Respeto por el medio ambiente al momento de realizar la toma de muestras y el procesamiento de las mismas.

Respeto por la propiedad intelectual, citando en todo momento conceptos y procedimientos extraídos de investigaciones y trabajo previos.

III. RESULTADOS

Luego de haber realizado los análisis durante el tercer trimestre del año 2016 del río Moche, sector puente Moche, Cada experimento realizado contó con 6 repeticiones según el diseño de investigación, siendo un total de 288 experimentos. Es así que en la tabla N°4 se muestran los resultados (288 unidades muestrales) obtenidos después de haberse realizado el proceso de disminución de la turbidez del agua del río sector puente - Moche. Observamos que la turbidez más baja fue 0.55 NTU a una concentración de 0.04gr/100ml a una temperatura de 40°C y con el CT3 (carbón activado de cascara de coco).

Tabla 4: Resultados de la disminución de la turbidez del agua del río sector puente Moche - 2016.

REPETICIÓN			1	2	3	4	5	6	Promedio
TURBIDEZ DE MUESTRA			11.27	11.26	11.28	11.29	11.27	11.27	
Tipos de carbón	T°	Peso de carbón (gr)	TURBIDEZ						
CT1	25°C	0.01	6.11	6.1	6.12	6.13	6.11	6.11	6.11
		0.02	5.36	5.35	5.37	5.38	5.36	5.36	5.36
		0.03	3.03	3.02	3.04	3.06	3.03	3.03	3.04
		0.04	2.94	2.93	2.95	2.96	2.94	2.94	2.94
	30°C	0.01	3.19	3.18	3.2	3.3	3.19	3.18	3.21
		0.02	3.01	3	3.02	3.03	3.01	3	3.01
		0.03	2.89	2.88	2.9	2.9	2.89	2.88	2.89
		0.04	1.14	1.13	1.14	1.15	1.14	1.13	1.14
	35°C	0.01	2.91	2.9	2.92	2.92	2.91	2.9	2.91
		0.02	2.7	2.6	2.8	2.8	2.7	2.6	2.70
		0.03	1.52	1.51	1.53	1.53	1.5	1.51	1.52
		0.04	1.12	1.11	1.13	1.12	1.12	1.11	1.12
	40°C	0.01	2.62	2.6	2.61	2.62	2.62	2.61	2.61
		0.02	2.33	2.31	2.32	2.33	2.31	2.3	2.32
		0.03	1.06	1.05	1.06	1.07	1.05	1.06	1.06
		0.04	0.93	0.91	0.93	0.94	0.92	0.92	0.93
	25°C	0.01	6.13	6.11	6.14	6.15	6.12	6.13	6.13
		0.02	5.38	5.36	5.39	5.4	5.37	5.38	5.38
		0.03	3.02	3	3.03	3.04	3.01	3.02	3.02
		0.04	2.96	2.94	2.97	2.98	2.93	2.96	2.96
	30°C	0.01	3.2	3.19	3.22	3.21	3.18	3.2	3.20

CT2		0.02	3.07	3.06	3.09	3.08	3.05	3.1	3.08
		0.03	2.88	2.86	2.88	2.89	2.85	2.89	2.88
		0.04	1.14	1.13	1.14	1.15	1.11	1.15	1.14
	35°C	0.01	2.94	2.93	2.97	2.96	2.92	2.95	2.95
		0.02	2.78	2.75	2.79	2.78	2.76	2.77	2.77
		0.03	2.56	2.53	2.57	2.58	2.55	2.56	2.56
		0.04	1.14	1.12	1.14	1.15	1.13	1.12	1.13
	40°C	0.01	2.67	2.65	2.68	2.67	2.65	2.66	2.66
		0.02	2.35	2.33	2.38	2.37	2.33	2.35	2.35
		0.03	1.07	1.05	1.09	1.08	1.06	1.07	1.07
		0.04	0.93	0.9	0.94	0.93	0.91	0.93	0.92
	CT3	25°C	0.01	3.04	3.02	3.05	3.03	3.04	3.03
0.02			2.72	2.7	2.73	2.71	2.72	2.71	2.72
0.03			2.18	2.16	2.2	2.19	2.18	2.19	2.18
0.04			1.61	1.6	1.63	1.62	1.61	1.62	1.62
30°C		0.01	1.28	1.26	1.29	1.27	1.28	1.27	1.28
		0.02	1.14	1.12	1.16	1.15	1.14	1.13	1.14
		0.03	1.06	1.02	1.08	1.07	1.06	1.05	1.06
		0.04	0.99	0.96	1	0.98	0.99	0.97	0.98
35°C		0.01	1.14	1.12	1.16	1.15	1.14	1.13	1.14
		0.02	1.06	1.02	1.08	1.07	1.06	1.05	1.06
		0.03	0.93	0.9	0.95	0.94	0.93	0.92	0.93
		0.04	0.78	0.76	0.8	0.79	0.78	0.77	0.78
40°C		0.01	1.01	0.99	1.03	1.02	1.01	1	1.01
		0.02	0.82	0.79	0.85	0.84	0.82	0.81	0.82
		0.03	0.65	0.63	0.67	0.66	0.65	0.64	0.65
		0.04	0.57	0.55	0.59	0.58	0.57	0.56	0.57

Fuente: Elaboración propia – laboratorio RIVELAB

Luego para analizar los datos obtenidos se utilizó el programa estadístico, IBM SPSS statistics 23; previo al análisis de varianza (ANOVA). Pero antes se tuvo que comprobar las tres condiciones: La homogeneidad de varianzas, comprobar si las muestras son independientes y la distribución normal de los datos, tal como se puede observar en el Apéndice 05.

Luego de comprobar que las 3 condiciones se cumplan, se procedió a realizar el análisis de varianza (ANOVA), teniendo como H0 (hipótesis nula) que los experimentos realizados son iguales, mientras que la H1 (hipótesis alternativa) indica que al menos de los experimentos realizados es diferente, es así que en la tabla N°5 se observa que el P valor (sig.) fue menor que el nivel de

significancia(0.05), con un nivel de confianza de 95% , rechazándose así a H0 y por lo tanto afirmándose a sí que al menos uno de los tratamientos fue diferente, además de existir diferencia significativa entre todos los experimentos realizados.

Tabla 5: Análisis de varianza - ANOVA

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	549.715 ^a	47	11.696	3489.916	.000
Interceptación	1454.133	1	1454.133	433889.535	.000
Tipo de Carbón	126.720	2	63.360	18905.555	.000
Concentración	127.344	3	42.448	12665.789	.000
Temperatura	221.595	3	73.865	22040.130	.000
Tipo de carbón * Concentración	27.335	6	4.556	1359.395	.000
Tipo de Carbón * Temperatura	9.787	6	1.631	486.738	.000
Concentración * Temperatura	28.071	9	3.119	930.645	.000
Tipo de Carbón * concentración * Temperatura	8.863	18	.492	146.922	.000
Error	.804	240	.003		
Total	2004.652	288			
Total corregido	550.519	287			

Fuente: IBM SPSS statistics 23

Después de comprobarse que existió diferencia significativa entre los resultados, se comprobó cuál de los experimentos realizados fue el mejor de acuerdo a los análisis estadísticos de HSD Tukey, Duncan, Scheffer, ratificando así que la concentración de 0,04gr/100ml, a una temperatura de 40°C y el CT3 (carbón activado de cascara de coco), para la disminución de la turbidez del agua como se puede observar en el Apéndice 05 tablas 10, 11 y 12.

Posteriormente de las 6 repeticiones que se realizaron durante el muestreo se sacó un promedio como se puede observar en la tabla N°6, a estos promedios de las turbideces nos sirvió para determinar el porcentaje promedio de eficiencia para cada experimento realizado. De tal manera que en la tabla N°7 se muestran los porcentajes promedio de eficiencia (48 unidades muéstrales) obtenidos después de haberse realizado el proceso de disminución de la turbidez del agua del río sector puente - Moche. Observamos que el mayor porcentaje de

disminución de la turbidez fue 94.94 % a una concentración de 0.04gr/100ml a una temperatura de 40°C y con el CT3 (carbón activado de cascara de coco).

Tabla 6: Resultados promedio de la turbidez obtenidos después de la aplicación del carbón activado.

TIPOS DE CARBON	T°	Concentraciones DE CARBON (gr/100ml)			
		0.01	0.02	0.03	0.04
CT1	25	6.11	5.36	3.04	2.94
	30	3.21	3.01	2.89	1.14
	35	2.91	2.7	1.52	1.12
	40	2.61	2.32	1.06	0.93
CT2	25	3.13	5.38	3.02	2.96
	30	3.2	3.08	2.88	1.14
	35	2.95	2.77	2.56	1.14
	40	2.66	2.35	1.07	0.92
CT3	25	3.04	2.72	2.18	1.62
	30	1.28	1.14	1.06	0.98
	35	1.14	1.06	0.93	0.78
	40	1.01	0.82	0.65	0.57

Fuente: Elaboración propia – laboratorio RIVELAB

Tabla 7: Porcentajes promedio de eficiencia del carbón activado en la disminución de la turbidez del agua del rio sector puente Moche.

TIPOS DE CARBON	T°	CONCENTRACIÓN DE CARBON (gr/100ml)			
		0.01gr	0.02gr	0.03gr	0.04gr
CT1	25°C	45.76%	52.41%	73.07%	73.88%
	30°C	71.55%	73.28%	74.36%	89.90%
	35°C	74.18%	76.04%	86.54%	90.08%
	40°C	76.81%	79.44%	90.61%	91.79%
CT2	25°C	45.61%	52.26%	73.20%	73.77%
	30°C	71.61%	72.72%	74.49%	89.91%
	35°C	73.87%	75.41%	77.30%	89.97%
	40°C	76.37%	79.13%	90.51%	91.81%
CT3	25°C	73.07%	75.91%	80.63%	85.67%
	30°C	88.69%	89.88%	90.62%	91.29%
	35°C	89.88%	90.62%	91.76%	93.08%
	40°C	91.04%	92.71%	94.23%	94.94%

Fuente: Elaboración propia – laboratorio RIVELAB

IV. DISCUSIÓN

- En la tabla N°4, se presentó los resultados de disminución de la turbidez después de la aplicación de los tres tipos de carbón activado (CT1 = tusa de maíz, CT2 = madera de pino y CT3 = cascara de coco), a las cuatro temperaturas (25°C, 30°C, 35°C y 40°C) y cuatro concentraciones (0,01gr/100ml, 0,02gr/100ml, 0,03gr/100ml y 0,04gr/100ml), en donde de una muestra de agua del río Moche con una turbidez inicial de 11.27 NTU, con el tratamiento del CT1 la turbidez ha disminuido a 6.1 NTU - 0.91 NTU como se puede observar en la tabla N°4; de la misma manera de una muestra de agua del río Moche con una turbidez inicial de 11.27 NTU, con el tratamiento del CT2 la turbidez ha disminuido a 3.11 NTU - 0.9 NTU como se puede observar en la tabla N°4; y para una muestra de agua del río Moche con una turbidez de 11.27 NTU, con el tratamiento del CT3 la turbidez ha disminuido a 3.02 NTU – 0.55 NTU como se puede observar en la tabla N°4. Re afirmando lo que nos menciona BRACHO, Nibis, et al (2013), quien con su método obtuvo una disminución de la turbidez de 9 NTU a >5 NTU de turbidez con la utilización del carbón activado como tratamiento final del agua subterránea para disminuir la turbidez.
- Con nuestro método de análisis se obtuvo un porcentaje de eficiencia en la disminución de la turbidez de 45.76% y 91.79%, a 25°C y 40°C, con unas concentraciones de carbón de 0.01gr/100ml y 0.04gr/100ml respectivamente; utilizando carbón activado de tusa de maíz (CT1) como lo demuestra la tabla N°7 afirmando así lo que nos menciona CRUZ, et al. (2015); con la aplicación del carbón activado de coronta de maíz en la disminución de la turbidez demostró que el porcentaje de eficiencia fue de 46.9% y 68.9% en el tratamiento de aguas residuales.
- Así mismo con nuestro carbón activado de cascara de pino (CT2), se obtuvo un porcentaje de eficiencia en la disminución de la turbidez de 45.61% y 91.81%, a 25°C y 40°C, con unas concentraciones de carbón de 0.01gr/100ml y 0.04gr/100ml respectivamente como se puede observar en la tabla N°7, reafirmando lo que nos menciona

CRUZ, et al. (2015); que con la aplicación del carbón activado de coronta de maíz se obtuvo un porcentaje de eficiencia de 46.9 y 68.9%, en la disminución de la turbidez en el tratamiento de aguas residuales.

- Como podemos observar la tabla N^o4, el mejor tipo de carbón, la mejor concentración y temperatura que contribuyen en la disminución de la turbidez es: el CT3 (carbón de cascara de coco, a una concentración de 0.04gr/100ml y a una temperatura de 40°C respectivamente, lo cual lo corroboramos con nuestras pruebas Pos Hot realizadas en el programa SPSS.V23.
- De la misma manera se obtuvo porcentajes de eficiencia de disminución de la turbidez muy considerables con aplicación del carbón activado de la cascara de coco, los porcentaje de eficiencia de disminución de la turbidez están entre un rango de 73.07% y 94.94% %, a 25°C y 40°C, con unas concentraciones de carbón de 0.01gr/100ml y 0.04gr/100ml respectivamente como se puede observar en la tabla N^o7. Corroborando lo que nos menciona CRUZ, et al. (2015); que nos menciona que con la aplicación del carbón activado de coronta de maíz en la disminución de la turbidez demostró que el porcentaje de eficiencia fue de 46.9% y 68.9% para el tratamiento de agua residual.

V. CONCLUSIONES

- Los diferentes tipos de carbón activado utilizados son muy buenos para la disminución de la turbidez del agua del río sector puente Moche – 2016.
- La concentración más eficiente es de 0.04gr/100ml para los tres tipos de carbón activado (tusa de maíz, madera de pino y cascara de coco).
- El tipo de carbón más eficiente registrada de la siguiente manera carbón activado de cascara de coco > madera de pino > tusa de maíz.
- El carbón activado más eficiente es el de cascara de coco ya que de una turbidez inicial de 11.27 NTU se logró disminuir la turbidez a una de 0.55 NTU con un porcentaje de eficiencia del 95.12% de disminución de la turbidez, así como se puede observar en el anexo – apéndice 02.
- Debido a su alta capacidad de eliminación se ha podido realizar una considerable disminución de la turbidez del agua del río sector puente Moche – 2016.

VI. RECOMENDACIONES

- Tener cuidado con el manejo de las temperaturas, concentración y tipo de carbón que sean adecuadas para se pueda realizar un buen análisis.
- Utilizar una muestra que tengan las mismas condiciones para que se pueda obtener resultados parecidos.
- Tener cuidado con los materiales que se va a utilizar para que este en limpios después de cada toma de muestra para que no pueda adulterar las posteriores muestras que faltan por analizar.
- Trabajar con un mayor volumen de agua para disminuir las concentraciones de carbon.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMENAZAS PARA LOS RÍOS Y LAGOS TROPICALES [en línea]. San Francisco CA: MONGABAY.COM, 2009 - [fecha de consulta: 17 de Mayo 2016]. Disponible en: <http://global.mongabay.com/es/rainforests/0608.htm>
- BRACHO, Nibis, et al. Evaluación a escala piloto de la remoción de color, hierro, aceite y grasas en aguas subterráneas. Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia - Venezuela, 2013, vol. 36, p. 1-8. ISSN 0254-0770.
- CARRILLO, Verena y SÁNCHEZ, Nancy. Elaboración de un filtro a base de carbón activado obtenido del endocarpo de coco con el propósito de reducir la dureza en el agua potable, Tesis (Licenciatura en Química y Farmacia). El Salvador: Universidad el Salvador, Facultad de Química y farmacia, 2013.
- CRUZ, Gerardo, et al. Tratamiento complementario de agua potable utilizando un filtro de carbón activado impregnado con quitosano producidos a partir de biomasa residual. Revista de Investigación Científica Universidad Nacional de Tumbes, Perú, 2015, vol. 12, p. 1. ISSN 1816-7677.
- Detectan 35 puntos contaminados del río Moche [en línea]. Perú: RPP Noticias, 2012 - [fecha de consulta: 15 de Abril 2016]. Disponible en: <http://rpp.pe/peru/actualidad/la-libertad-detectan-35-puntos-contaminados-del-rio-moche-noticia-463258>
- DEL GALLARDO, Gloria. Preparación - caracterización de carbones activados a partir de pepas de níspero de palo (*mespilus communi*) y su aplicación como material adsorbente de fenol. Tesis (Magister en química). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2011.
- Elaboración de una guía de trabajo para el desarrollo del laboratorio de la asignatura química i de la escuela de química de la universidad tecnológica de pereira [en línea].Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, [fecha de consulta:21 de Junio del 2016].Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/4811/1/5407A696.pdf>

- El A B C de la pesada de METTLER TOLEDO [en línea]. Good Weighing Practice by METTLER TOLEDO, [fecha de consulta:21 de Junio del 2016]. Disponible en:
http://pe.mt.com/dam/mt_ext_files/Editorial/Generic/7/Waegefibel_Editorial-Generic_1214373942155_files/w_gefibel-sp-720908.pdf
- GOOGLE [En línea]. [Fecha de consulta 9 de mayo del 2016]. Disponible en: <http://ww.google.com.pe/>
- Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente. IMA. Disponible en: http://www.ima.org.pe/publicaciones/experiencias/PUB_huatanay.pdf. Fecha de consulta 9 de mayo del 2016.
- KANE, Josephw y STERMEIN, Marton. Física. 2ª. ed. USA: Reverte, 2007. 762p.
- LUNA, Donaciano, et al. Obtención de carbón activado a partir de la cáscara de coco. Contactos, 2007, vol. 64, no 10.
- Manual de procedimientos analíticos para aguas y efluentes [en línea]. Laboratorio DINAMA, [fecha de consulta: 21 de Junio del 2016]. Disponible en:
http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/docs/pdfs/manual_dinama.pdf
- Medición de la turbidez en la calidad del agua [en línea]. México: Metas y Metrólogos Asociados – La Guía Metas, 2010 - [fecha de consulta: 6 de Junio del 2016]. Disponible en: <http://documents.mx/documents/la-guia-metas-10-01-turbidez.html>
- MORENO, Félix , et al. Contaminación por metales pesados en la cuenca del rio Moche, 1980-2010, La Libertad-Perú. Scientia Agropecuaria, 2012, vol. 3, no 3, p. 235-247.
- MONTOYA, Carolina, et al. Efecto del incremento en la turbiedad del agua cruda sobre la eficiencia de procesos convencionales de potabilización. Revista EIA, 2011, vol. 16, p. 137-148. ISSN 1794-1237
- TORRES, Nicole y GAIBOR, Karla. Estudio de la aplicación del olote o tusa de maíz para la reducción del color en aguas residuales de la hilandería guijarro cantón guano. Tesis (Ingeniero ambiental). Riobamba, Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo.2015

- OBREGÓN Daniel. Estudio comparativo de la capacidad de adsorción de cadmio utilizando carbones activados preparados a partir de semillas de aguaje y de aceituna. Tesis (Licenciado en Química). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2012.
- PAREDES, Ana, Estudio de la adsorción de compuestos aromáticos mediante carbón activado preparado a partir de la cascara de castaña. Tesis (licenciado en química). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011.
- PENEDO, Margarita, et al. Adsorción de níquel y cobalto sobre carbón activado de cascarón de coco. Revista RTQ, 2015, vol. 35, p. 110. ISSN 2224-6185
- REINOSO, Francisco, (2005) “Carbon activado: estructura, preparaci´on y aplicaciones”, Revista Uniandes, Colombia, p.66–69
- ROMERO, Carlos, et al. Síntesis de un polímero inorgánico de aluminio y su uso para clarificación de agua. Revista Ingeniería UC, 2007, vol. 14, no 3, p. 16-23. ISSN 1316-6832
- ROBAU SÁNCHEZ, A. J. Síntesis de Tamices Moleculares de carbón a partir de materiales lignocelulósicos, Tesis de (Doctorado). México. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. 2006.
- SEVILLA U [en línea]. España: Manual del carbón activado, 2002- [fecha de consulta: 11 mayo 2016]. Disponible en: <http://www.elaguapotable.com/Manual%20del%20carb%C3%B3n%20activo.pdf>
- HERRERA, Jhon, et al. Selección de un método para producir carbón activado utilizando cuatro especies forestales. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, VOL.57, P.2-5. ISSN 0304-2847
- TRUJILLO, Daniel, et al. Remoción de turbiedad en agua de una fuente natural mediante coagulación/floculación usando almidón de plátano. Revista ION, 2014, VOL. 27, P. 5-18. ISSN 0120-100X
- Trujillo: distritos corren el riesgo de quedarse sin agua [en línea]. Perú: El Comercio, 2015 - [fecha de consulta: 17 de Mayo 2016]. Disponible en: <http://elcomercio.pe/peru/la-libertad/trujillo-distritos-corren-riesgo-quedarse-sin-agua-noticia-1799836>

ANEXOS
Apéndice 01: Panel fotográfico



Imagen N°01: pesaje de tusa para meter a la mufla.



Imagen N°02: introducción de materia prima a mufla para la fabricación del

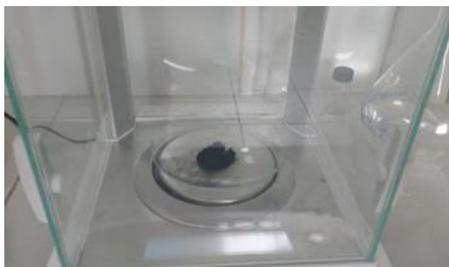


Imagen N°03: pesaje de carbón activado.



Imagen N°04: aplicación del carbón activado.



Imagen N°05: proceso de filtración de la muestra con la aplicación de carbón activado



Imagen N°06: muestras con la aplicación de carbón activado.



Imagen N°07: agitación de muestras en agitador



Imagen N°08: filtración de muestras de agua con la aplicación de carbón



Imagen N°09: muestras para agitar en el agitador magnético.



Imagen N°10: muestras para agitar en el agitador magnético.



Imagen N°11: verificación de la temperatura de las muestras.



Imagen N°11: Muestras agitándose a diferentes temperaturas

Apéndice 02: Porcentaje de eficiencia del carbón activado en la disminución de la turbidez.

REPETICIÓN			1	2	3	4	5	6
TURBIDEZ DE MUESTRA			11.27	11.26	11.28	11.29	11.27	11.27
Tipos de carbón	T°	Peso de carbón (gr)	EFICIENCIA DE TRATAMIENTO					
CT1	25°C	0.01	45.79%	45.83%	45.74%	45.70%	45.79%	45.79%
		0.02	52.44%	52.49%	52.39%	52.35%	52.44%	52.44%
		0.03	73.11%	73.18%	73.05%	72.90%	73.11%	73.11%
		0.04	73.91%	73.98%	73.85%	73.78%	73.91%	73.91%
	30°C	0.01	71.69%	71.76%	71.63%	70.77%	71.69%	71.78%
		0.02	73.29%	73.36%	73.23%	73.16%	73.29%	73.38%
		0.03	74.36%	74.42%	74.29%	74.31%	74.36%	74.45%
		0.04	89.88%	89.96%	89.89%	89.81%	89.88%	89.97%
	35°C	0.01	74.18%	74.25%	74.11%	74.14%	74.18%	74.27%
		0.02	76.04%	76.91%	75.18%	75.20%	76.04%	76.93%
		0.03	86.51%	86.59%	86.44%	86.45%	86.69%	86.60%
		0.04	90.06%	90.14%	89.98%	90.08%	90.06%	90.15%

	40°C	0.01	76.75%	76.91%	76.86%	76.79%	76.75%	76.84%
		0.02	79.33%	79.48%	79.43%	79.36%	79.50%	79.59%
		0.03	90.59%	90.67%	90.60%	90.52%	90.68%	90.59%
		0.04	91.75%	91.92%	91.76%	91.67%	91.84%	91.84%
CT2	25°C	0.01	45.61%	45.74%	45.57%	45.53%	45.70%	45.61%
		0.02	52.26%	52.40%	52.22%	52.17%	52.35%	52.26%
		0.03	73.20%	73.36%	73.14%	73.07%	73.29%	73.20%
		0.04	73.74%	73.89%	73.67%	73.60%	74.00%	73.74%
	30°C	0.01	71.61%	71.67%	71.45%	71.57%	71.78%	71.61%
		0.02	72.76%	72.82%	72.61%	72.72%	72.94%	72.49%
		0.03	74.45%	74.60%	74.47%	74.40%	74.71%	74.36%
		0.04	89.88%	89.96%	89.89%	89.81%	90.15%	89.80%
	35°C	0.01	73.91%	73.98%	73.67%	73.78%	74.09%	73.82%
		0.02	75.33%	75.58%	75.27%	75.38%	75.51%	75.42%
		0.03	77.28%	77.53%	77.22%	77.15%	77.37%	77.28%
		0.04	89.88%	90.05%	89.89%	89.81%	89.97%	90.06%
	40°C	0.01	76.31%	76.47%	76.24%	76.35%	76.49%	76.40%
		0.02	79.15%	79.31%	78.90%	79.01%	79.33%	79.15%
		0.03	90.51%	90.67%	90.34%	90.43%	90.59%	90.51%
		0.04	91.75%	92.01%	91.67%	91.76%	91.93%	91.75%
CT3	25°C	0.01	73.03%	73.18%	72.96%	73.16%	73.03%	73.11%
		0.02	75.87%	76.02%	75.80%	76.00%	75.87%	75.95%
		0.03	80.66%	80.82%	80.50%	80.60%	80.66%	80.57%
		0.04	85.71%	85.79%	85.55%	85.65%	85.71%	85.63%
	30°C	0.01	88.64%	88.81%	88.56%	88.75%	88.64%	88.73%
		0.02	89.88%	90.05%	89.72%	89.81%	89.88%	89.97%
		0.03	90.59%	90.94%	90.43%	90.52%	90.59%	90.68%
		0.04	91.22%	91.47%	91.13%	91.32%	91.22%	91.39%
	35°C	0.01	89.88%	90.05%	89.72%	89.81%	89.88%	89.97%
		0.02	90.59%	90.94%	90.43%	90.52%	90.59%	90.68%
		0.03	91.75%	92.01%	91.58%	91.67%	91.75%	91.84%
		0.04	93.08%	93.25%	92.91%	93.00%	93.08%	93.17%
	40°C	0.01	91.04%	91.21%	90.87%	90.97%	91.04%	91.13%
		0.02	92.72%	92.98%	92.46%	92.56%	92.72%	92.81%
		0.03	94.23%	94.40%	94.06%	94.15%	94.23%	94.32%
		0.04	94.94%	95.12%	94.77%	94.86%	94.94%	95.03%

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 03: Resultados promedio de la turbidez obtenidos después de la aplicación del carbón activado.

TIPOS DE CARBON	Tº	CANTIDADES DE CARBON			
		0.01gr	0.02gr	0.03gr	0.04gr
CT1	25	6.11	5.36	3.04	2.94
	30	3.21	3.01	2.89	1.14
	35	2.91	2.7	1.52	1.12
	40	2.61	2.32	1.06	0.93
CT2	25	3.13	5.38	3.02	2.96
	30	3.2	3.08	2.88	1.14
	35	2.95	2.77	2.56	1.14
	40	2.66	2.35	1.07	0.92
CT3	25	3.04	2.72	2.18	1.62
	30	1.28	1.14	1.06	0.98
	35	1.14	1.06	0.93	0.78
	40	1.01	0.82	0.65	0.57

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 04: Porcentajes promedio de eficiencia del carbón activado en la disminución de la turbidez del agua del rio sector puente Moche.

TIPOS DE CARBON	Tº	CONCENTRACIÓN DE CARBON (gr/100ml)			
		0.01gr	0.02gr	0.03gr	0.04gr
CT1	25°C	45.76%	52.41%	73.07%	73.88%
	30°C	71.55%	73.28%	74.36%	89.90%
	35°C	74.18%	76.04%	86.54%	90.08%
	40°C	76.81%	79.44%	90.61%	91.79%
CT2	25°C	45.61%	52.26%	73.20%	73.77%
	30°C	71.61%	72.72%	74.49%	89.91%
	35°C	73.87%	75.41%	77.30%	89.97%
	40°C	76.37%	79.13%	90.51%	91.81%
CT3	25°C	73.07%	75.91%	80.63%	85.67%
	30°C	88.69%	89.88%	90.62%	91.29%
	35°C	89.88%	90.62%	91.76%	93.08%
	40°C	91.04%	92.71%	94.23%	94.94%

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 05: Análisis de varianza (ANOVA) se tiene que tener presente ciertas consideraciones las cuales serán explicadas a continuación:

a. Homogeneidad de varianzas

Se observa en la tabla 8 que el P valor (sig.) resultante de la prueba de prueba de Levene fue mayor que el nivel de significancia (0.05), indicando así que los resultados fueron obtenidos sobre la base de un muestreo aleatorio de una población con varianzas iguales

Tabla 8: Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error

F	df1	df2	Sig.
5.473	47	240	.090

Fuente: IBM SPSS statistics 23

b. Las muestras son independientes

La nube de puntos que se forme debe tener la representación de un triángulo o un embudo con vértice izquierdo, entendiéndose esto se podría decir que existe autocorrelacion. Se observó en la figura N° 6 la presencia de estas características, puntualmente en la cuadrícula 3 empezando a contar de arriba abajo y ubicándose al lado izquierdo se observa el residuo estándar (eje y) y lo observado y pronosticado en (eje x), donde los puntos se notan dispersos, demostrado que las muestras son independientes.

c. La distribución normal

Con respecto a la normalidad, si la nube de puntos se ubica muy cerca de la línea, se dice que los datos siguen una distribución normal. Se observaron estas características en la Figura N°6, específicamente en las cuadrículas 1 y 2 empezando a contar de arriba abajo y ubicándose al lado izquierdo se observa el pronosticado y observado (eje y) con los observado y pronosticado (eje x), donde los puntos se ubicaron formado una línea, demostrando así que la distribución es normal.

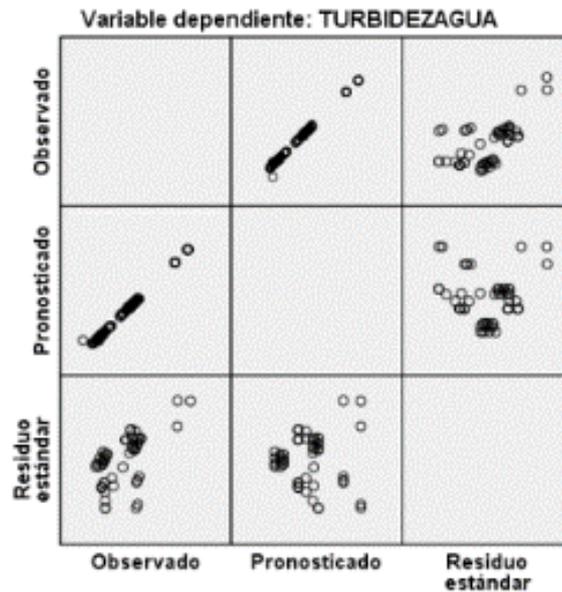


Figura N°6: Distribución normal y muestras independientes

Fuente: IBM SPSS statistics 23

Luego de comprobar que las 3 condiciones se cumplen, se procedió a realizar el análisis de varianza (ANOVA), teniendo como H0 (hipótesis nula) que los experimentos realizados son iguales, mientras que la H1 (hipótesis alternativa) indica que al menos de los experimentos realizados es diferente, es así que en la tabla 9 se observa que el P valor (sig.) fue menor que el nivel de significancia(0.05), con un nivel de confianza de 95% , rechazándose así a H0 y por lo tanto afirmándose a sí que al menos uno de los tratamientos fue diferente, además de existir diferencia significativa entre todos los experimentos realizados.

Tabla 9: Análisis de varianza - ANOVA

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	549.715 ^a	47	11.696	3489.916	.000
Interceptación	1454.133	1	1454.133	433889.535	.000
Tipo de Carbón	126.720	2	63.360	18905.555	.000
Concentración	127.344	3	42.448	12665.789	.000
Temperatura	221.595	3	73.865	22040.130	.000
Tipo de carbón * Concentración	27.335	6	4.556	1359.395	.000
Tipo de Carbón * Temperatura	9.787	6	1.631	486.738	.000
Concentración * Temperatura	28.071	9	3.119	930.645	.000
Tipo de Carbón * concentración *	8.863	18	.492	146.922	.000
Temperatura					
Error	.804	240	.003		
Total	2004.652	288			
Total corregido	550.519	287			

Fuente: IBM SPSS statistics 23

Después de comprobarse que existió diferencia significativa entre los resultados, se comprobó cuál de los experimentos realizados fue el mejor, ratificando así que la concentración de 0,04gr/100ml, a una temperatura de 40°C y el CT3 (carbón activado de cascara de coco), para la disminución de la turbidez del agua como se puede observar en las tablas 10,11 y 12.

Tabla 10: Prueba post hoc para Tipo de carbón

TCarbón	N	Subconjunto			
		1	2	3	
HSD Tukey ^{a,b}	CARBON 3	96	1.3099		
	CARBON 1	96		2.6788	
	CARBON 2	96			2.7524
	Sig.		1.000	1.000	1.000
Duncan ^{a,b}	CARBON 3	96	1.3099		
	CARBON 1	96		2.6788	
	CARBON 2	96			2.7524
	Sig.		1.000	1.000	1.000
Scheffe ^{a,b}	CARBON 3	96	1.3099		
	CARBON 1	96		2.6788	
	CARBON 2	96			2.7524
	Sig.		1.000	1.000	1.000

Fuente: IBM SPSS statistics 23

Tabla 11: Prueba post hoc para las concentraciones de carbón (gr/100ml)

Concentración (gr/100ml)	N	Subconjunto				
		1	2	3	4	
HSD Tukey ^{a,b}	0.04	72	1.3392			
	0.03	72		1.9035		
	0.02	72			2.7253	
	0.01	72				3.0201
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000
Duncan ^{a,b}	0.04	72	1.3392			
	0.03	72		1.9035		
	0.02	72			2.7253	
	0.01	72				3.0201
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000
Scheffe ^{a,b}	0.04	72	1.3392			
	0.03	72		1.9035		
	0.02	72			2.7253	
	0.01	72				3.0201
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: IBM SPSS statistics 23

Tabla 12: Prueba post hoc para la temperaturas en (°C)

	T	N	Subconjunto			
			1	2	3	4
HSD Tukey ^{a,b}	40°	72	1.4015			
	35°	72		1.7968		
	30°	72			2.0822	
	25°	72				3.7075
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000
Duncan ^{a,b}	40°	72	1.4015			
	35°	72		1.7968		
	30°	72			2.0822	
	25°	72				3.7075
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000
Scheffe ^{a,b}	40°	72	1.4015			
	35°	72		1.7968		
	30°	72			2.0822	
	25°	72				3.7075
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: IBM SPSS statistics 23