



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

“Remoción de Demanda Química de Oxígeno de Aguas Residuales Empleando Carbón Activado en la Laguna de Oxidación, Nuevo Chimbote - 2022”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Lopez Balladares Jean Carlos Jose (ORCID: [0000-0001-5539-3989](https://orcid.org/0000-0001-5539-3989))

Tooth Flores Fabiola Margarita (ORCID: [0000-0003-2703-510X](https://orcid.org/0000-0003-2703-510X))

**ASESOR:**

Mg.Siguenza Abanto Robert Wilfredo (ORCID: [0000-0001-8850-846](https://orcid.org/0000-0001-8850-846))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA-PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

Para mis Abuelos Juan y Julia y mis Padres Alfredo y Julissa, este logro de llegar aquí es algo que han esperado de mí, gracias por absolutamente todo. ¡También para cada persona que me acompañó en este camino para convertirme en profesional! ¡En especial a mí misma por no rendirme y seguir anhelando hasta conseguirlo! Esto va para mis hermanos que son el motivo de enseñarles que todo se puede lograr.

Tooth Flores, Fabiola Margarita

Para mi abuelo Victor que en paz descanse, que me inculcó ser un hombre de bien. Y a mi madre Lucia, que es mi motivo para seguir adelante.

Lopez Balladares, Jean Carlos Jose

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias Dios y al señor de los milagros por siempre oír de mis oraciones y a mi abuela Julia en paz descansa, a mi familia por el amor, su apoyo y sus consejos También a mi compañero de este proyecto por su lealtad y amistad por permitirme compartir la idea de ser profesionales y lograrlo.

Tooth Flores, Fabiola Margarita

Gracias a Dios y a mi Familia, por el apoyo que me han otorgado en el tiempo como estudiante y en mi desarrollo .

Lopez Balladares, Jean Carlos Jose

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	14
3.1 Tipo y diseño de investigación	15
3.2 Variables de operacionalización	15
3.3 Población, muestra y muestreo	16
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5 Procedimientos	18
3.6 Método de análisis de datos	24
3.7 Aspectos éticos	24
IV. RESULTADOS	25
V. DISCUSIÓN	35
VI. CONCLUSIONES	38
VII. RECOMENDACIONES	40
REFERENCIAS	42
ANEXOS	51

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01 : Resultados obtenidos de la muestra patrón	26
Tabla N°02 :Verificación con los Estándares de Calidad Ambiental	26
Tabla N°03: Resultados de las propiedades químicas del carbón vegetal	27
Tabla N°04: Resultados de las propiedades químicas del carbón vegetal activado	27
Tabla N°05: Resultados de Difracción de Rayos X.	28
Tabla N°06: Resultados del DQO en los periodos de 7,14 y 30 días	28
Tabla N°07: Resultados del DB05 obtenidos en los periodos de 7,14 y 30 días	30
Tabla N°08:Resultados del pH obtenido en los periodos de 7,14 y 30 días	31
Tabla N°09: Resultados de la eficiencia de remoción de DQO en 7 días	32
Tabla N°10: Resultados de la eficiencia de remoción de DQO en 14 días	32
Tabla N°11: Resultados de la eficiencia de remoción de DQO en 14 días	32
Tabla N°12: Resultados de la eficiencia de remoción de DQO en 30 días	33

## ÍNDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS

Figura N°01 : El carbón vegetal.	9
Figura N°02: Estructura típica del carbón activado	9
Figura N°03 : Diferentes procesos de absorción	11
Figura N°04: Gráfico de cantidad de DQO en los diferentes periodos	29
Figura N°05: Gráfico de cantidad de DQO en los diferentes periodos.	30
Figura N°06: Gráfico de la cantidad de pH obtenido en los periodos de 7, 14 y 30 días	31
Figura N°07: Plano de Propuesta de Biofiltro	34
Figura N°8: Ubicación distrital de la procedencia del carbón vegetal de Algarrobo tomada por Google Earth - Departamento de Lambayeque	66
Figura N°9: Se procedió a comprar 40kg de carbón vegetal de algarrobo (Mercado la Perla)	66
Figura N°10: Ubicación de la laguna de oxidación “La Gaviota”-Distrito de Nuevo Chimbote	67
Figura N° 11: Llegada a la laguna de oxidación “La Gaviota”, donde se procederá a extraer la muestra	67
Figura N°12: Recolección de 60 litros de aguas residuales almacenadas en 4 baldes	68
Figura N°13: Muestras obtenidas para su posterior desarrollo en nuestro proyecto de investigación	68
Figura N°14: Recolección de 60 litros de aguas residuales almacenadas en 4 baldes	69
Figura N°15: Entrega de nuestra muestra patrón para su posterior análisis	69
Figura N°16: Trituración del Carbón	70
Figura N°17: Se procede a pasar la muestra triturada por el tamiz N°10 y N°20	70
Figura N°18: Se procede a zarandear y usar lo que se retiene en el tamiz N° 20 (granular)	71
Figura N°19: Muestra de lo retenido en el tamiz N° 20 (granular)	71
Figura N°20: Se pesó 300 g de carbón vegetal granular hasta llegar a la obtención de 5 kg para su posterior activación	72
Figura N°21: Recolección de una pequeña muestra de carbón activado para el análisis de su pH	72
Figura N°22: Visita a la Universidad Nacional De Trujillo	73
Figura N° 23: Entrega de muestra en laboratorio para Determinar la composición química del carbón activado por difracción de rayos X	73

Figura N°24: Entrega de nuestra muestra N°01 (07 días) en el biofiltro para su posterior análisis	74
Figura N°25: Entrega de nuestra muestra N°02 (14 días) en el biofiltro para su posterior análisis	74
Figura N° 26: Entrega de nuestra muestra N°03 (30 días) en el biofiltro para su posterior análisis	75
Figura N°27: Se procede a cubrir en la base con una tela “poliseda”, y posteriormente 4 kg de carbón activado	75
Figura N°28: Colocar 5 kg de arena gruesa	76
Figura N° 29: Colocar 5 kg de piedra chancada de ½”	76
Figura N°31: Verter los 60 litros de agua residuales extraídas de la laguna de oxidación “La Gaviota”	48
Figura N°32: Biofiltro con el vertido de los 60 litros de aguas residuales	48

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo la remoción de Demanda Química de aguas residuales empleando carbon activado en la laguna de oxidacion "La Gavioata" del distrito de Nuevo Chimbote-2022.

Es una investigación aplicada, demostrativa y de diseño experimental. Se adquirió recipiente en el cual estuvo en contacto directo con el carbón vegetal activado. Las pruebas realizadas: Cantidad de Demanda Química de Oxígeno (DQO), como características adicionales la Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ) y pH. El sistema consiste en un biofiltro, cual será abastecido con aguas residuales recolectadas de la laguna de oxidación "La Gaviota" en el distrito de Nuevo Chimbote, la característica química evaluada corresponde al DQO,  $DBO_5$  y pH que servirá como muestra patrón, y posteriormente la construcción de una propuesta de biofiltro y la elaboración de la estructura del biofiltro carbón activado de algarrobo, arena gruesa, grava, poliseda y el agua residual a tratar. Los periodos a analizar están compuesto en 7, 14 y 30 días, lo cual se procederá extraer en un recipiente el agua tratada y filtrada para su posterior analisis correspondiente a las características ya estipuladas.

Como resultado se obtuvo una eficiencia de remoción del 75.74% DQO, 76.02%  $DBO_5$  y un pH 7,45.

Palabra clave: Remocion, carbon activado y aguas residuales.



## **ABSTRACT**

The objective of this research project is the removal of chemical demand of wastewater using activated carbon in the oxidation lagoon "La Gaviota" in the district of Nuevo Chimbote-2022.

It is an applied, demonstrative and experimental design research. A container was acquired in which it was in direct contact with the activated charcoal. The tests performed: Chemical Oxygen Demand Quantity (COD), as additional characteristics the Biochemical Oxygen Demand (BOD<sub>5</sub>) and pH. The system consists of a biofilter, which will be supplied with wastewater collected from the oxidation pond "La Gaviota" in the district of Nuevo Chimbote, the chemical characteristic evaluated corresponds to COD, BOD<sub>5</sub> and pH that will serve as a standard sample, and then the construction of a proposed biofilter and the elaboration of the biofilter structure activated carbon of carob, coarse sand, gravel, polysilk and wastewater to be treated. The periods to be analyzed are composed of 7, 14 and 30 days, which will proceed to extract in a container the treated and filtered water for subsequent analysis corresponding to the characteristics already stipulated.

Keyword:Removal,activated carbon and wastewater

## **I. INTRODUCCIÓN**

En esta actualidad la importancia de reutilizar el agua tratada y darle reuso, es uno de los temas poco escuchados para mejorar con el mundo en esta realidad de escasez de agua que va de apoco. Este proyecto de investigación detalla la realidad problemática y una alternativa de solución.

Estos problemas también ocurren **a nivel Internacional** en Colombia, según (informe publicado por la Administración de Servicios Públicos Domiciliarios a fines de 2017), solo 51 ciudades de 1.122 están registradas por la Oficina Nacional de Estadísticas Administrativas. (DANE) tienen algún tipo de sistema sanitario. Es decir, solamente solo se trata el 42,8% de las aguas residuales municipales.

Así mismo **a nivel local** uno de los más grandes problemas al nivel mundial es la contaminación de aguas residuales al mar y Nuevo Chimbote es parte de ella, lo cual todos los puntos de descargas de las aguas residuales van directamente al mar, sin ningún proceso de tratamiento que ayude a reducir la contaminación de nuestro mar. En Perú, la poca importancia que se le da al reuso de las aguas residuales y al contar con solo 50 EPS de Saneamiento, hace que la cobertura sea deficiente. (Esteve José, 2019).

Respecto a la **realidad problemática**, Las aguas residuales de la localidad de Nuevo Chimbote se encuentran contaminadas. Por lo tanto, se plantea los **siguientes problemas general** de investigación, ¿Cuánto será el nivel de remoción de Demanda Química de agua residuales empleando carbón activado en la laguna de oxidación “¿La Gaviota”, Chimbote? Mientras que los **problemas específicos** son: ¿De qué manera podría determinar y verificar los estándares de Calidad Ambiental (ECA), Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.), Demanda Bioquímica de Oxígeno (BOD-5) y pH que existe en las aguas residuales municipales de Oxidación La Gaviota, Chimbote-2022?, ¿De qué manera podría analizar las propiedades químicas obtenidas del carbón vegetal de Algarrobo y las propiedades químicas del carbón activado de algarrobo, además su pH después de su activación?, ¿De qué manera se podría determinar la composición química del carbón activado por difracción de rayos X ?, ¿De qué manera se podría determinar la cantidad de DQO, DBO<sub>5</sub>, y pH de las muestras experimentales en las aguas residuales municipales de nuevo Chimbote a 7, 14 y 30 días de estar en el reactor y verificar si cumple con los estándares de Calidad Ambiental. ?, ¿De qué manera

se podría determinar la eficiencia de remoción de DQO empleando carbón vegetal activado de algarrobo en aguas residuales de la laguna de oxidación “La Gaviota” en los periodos de 7, 14 y 30 días de estar en el biofiltro?, ¿De qué manera se desarrollara la Propuesta de Biofiltro?. Siguiendo con el trabajo de investigación se muestra las correspondientes justificaciones del problema.

Justificación Teórica Avalos (2017). El carbón activado es un material muy eficaz para eliminar los contaminantes presentes en las aguas residuales. Este material se forma física o químicamente modificando la estructura carbonosa para crear una porosidad que puede dar a este elemento un nombre y una fuerza adsorbente universal.

Justificación Social. Si se logra disponer la capacidad de remoción que puede llegar a obtener y sabiendo los porcentajes de remoción, los beneficiarios serán el distrito de Chimbote ya que podremos controlar el exceso de la característica química a investigar y al mal tratado de las aguas residuales municipales del Distrito de Nuevo Chimbote, utilizando como elemento principal el carbón vegetal activado de Algarrobo para el tratamiento de aguas residuales.

**Objetivo General,** Determinar la remoción de Demanda Química de Oxígeno de aguas residuales empleando carbón activado en la laguna de oxidación, Nuevo Chimbote-2022. Los objetivos específicos fueron:

Determinar y verificar con los estándares nacional de Calidad Ambiental (E.C.A) la cantidad de Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y pH que existe en las aguas residuales municipales vertidos en la laguna de oxidación La Gaviota en el distrito de Nuevo Chimbote.

Analizar las propiedades químicas obtenidas del carbón vegetal de Algarrobo y las propiedades químicas del carbón activado de algarrobo, además su pH después de su activación.

Determinar la composición química del carbón activado por difracción de rayos x.

Determinar la cantidad de DQO, DBO<sub>5</sub>, pH, y temperatura de las muestras experimentales en las aguas residuales municipales de nuevo Chimbote a 7, 14 y 30 días de estar en el reactor y verificar si cumple con los estándares de Calidad Ambiental.

Determinar la eficiencia de remoción de DQO empleando carbón vegetal activado de algarrobo en aguas residuales de la laguna de oxidación "La Gaviota" en los periodos de 7, 14 y 30 días de estar en el biofiltro.

Propuesta de Biofiltro.

**Hipótesis General:** Mediante el proceso de adsorción física que utiliza el carbón activado removerá la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en aguas residuales Municipales del Distrito de Nuevo Chimbote de la laguna de oxidación "La Gaviota". Y así mismo se plantearon las siguientes Hipótesis Específicas fueron:

Para esto, se irá al punto de derivación ubicado en la laguna de oxidación "La Gaviota" y se extraerá de un punto aleatorio 60 litros de agua residual, y posteriormente en un recipiente de 1 litro, etiquetada como muestra patrón será llevada al laboratorio Colecbi S.A.C para determinar los resultados.

Será proporcionado y analizado por profesional especializado, tanto un Laboratis

ta Químico y un Ingeniero Químico.

Se determinará en base a los resultados obtenidos por difracción de rayos x, realizados por profesional especializado en la Universidad Nacional de Trujillo.

Los resultados serán proporcionados y analizados por el laboratorio Colecbi S.A.C.

En base a los resultados que se obtendrá de la muestra patrón y después de los recipientes en fechas indicadas. Y a la vez con fórmula para determinar la capacidad de porcentaje de remoción.

Para ello se realizará una estructura en base de grava, arena gruesa (para retener los sedimentos solidos), y en boca de salida nuestra variable independiente.

## II. MARCO TEÓRICO

**A nivel nacional:** Espinal (2017), tuvo como propósito de evaluar la efectividad del carbón activado de cáscara de coco en el tratamiento de aguas residuales domésticas del área AA.HH. 10 de Octubre, Distrito de San Juan de Lurigancho, Lima, donde se tomaron muestras de 25 litros de aguas residuales domésticas y luego se colocaron en 2 filtros artesanales, uno con carbón activado en polvo granular (mm) y el otro filtro con tamaño de partícula (cm). Se procedió a evaluar las características del DBO, DQO, Aceites y Grasas y Coliformes Termo tolerantes. Como resultado final se obtuvo del carbón activado hecho de cáscaras de coco es efectivo en el tratamiento de aguas residuales domésticas, porque el tamaño del polvo elimina 99,96 aceites y grasas, 98,8 coliformes resistentes al calor, 56,20 DBO y con tamaño de partícula, DBO eliminado fue 55,91%, DQO (60,72%), grasa (99,90%).

Según Ruiz & Orbegoso (2019), su objetivo fue determinar la efectividad del carbón activado a base de semillas de “coco” y “aguaje” en la remoción de DBO5 de aguas residuales domésticas y así brindar una nueva alternativa de tratamiento. La investigación es de tipo aplicada, se planteó una planta de tratamiento para solucionar el problema de las aguas residuales domésticas con recursos propios, se ha producido carbón activado a diferentes temperaturas de carbonización (500°C 600°C 700°C) para cada materia prima utilizada, como activador (H3PO ) ácido fosfórico a una concentración de 85° y un tiempo de carbonatación de 30 min. De acuerdo a los resultados se obtuvo que la eficiencia de remoción para cada temperatura y para la película “coco” fue de 97690.00% y 97.69%, respectivamente, y la eficiencia de remoción para el aguaje “semilla” fue de 100.00, 77% y 95.38 % respectivamente a las temperaturas especificadas, el mayor rendimiento se obtuvo con una temperatura de carbonatación de 600°C para el carbón activado granular “coco”, similar a una temperatura de carbonatación de 500°C para el carbón activado semilla “aguaje”.

Chiclote (2018), tuvo como finalidad determinar la calidad del agua del río Cumbe , mediante un filtro de carbón activado. Investigación experimental de tipo experimental aplicada. Muestra tipo no probabilística, donde se menciona que el

agua del río Cumbe es filtrada a través de carbón activado. La hipótesis establecida fue verificada y completada, en cuando los seis Parámetros de Control Obligatorio (PCO) del agua tratada con carbón activado granular del río Cumbe cumplieron con las propiedades físicas y químicas. Y para los parámetros microbiológicos se han reducido un gran porcentaje hasta el último muestreo, al añadir más capas para la filtración se apreciarán mejores medios filtrantes para mejorar la calidad del agua.

**A nivel Internacional:** Según Vayas (2017), tuvo como objetivo analizar carbón activado derivado de plantas que utilizan corteza de coco como filtro en el tratamiento de aguas residuales de fábricas textiles. El diseño de investigación usado fue el experimental y laboratorio. Los resultados obtenidos indicaron la reducción de la contaminación de las aguas residuales mostró que la eficiencia de DBO5 fue del 66,69 %, el resultado de la DQO fue del 66,20 %, la eficiencia del COLOR fue del 26,53 % y los parámetros analizados lograron una eficiencia de filtrado general promedio del 53,1 %.

Según Espinoza (2019), tuvo como objetivo aplicar el carbón activado hecho de cáscaras de arroz, se utilice como filtro de purificación de agua. El diseño de investigación usado fue el experimental, y sus variables de diseño son: el tamaño de la partícula, temperatura y tiempo. Los resultados obtenidos de manera más eficiente respecto a la depuración de agua contaminada corresponden a un tamaño de partícula de 2-3 mm. La limpieza del agua fue deficiente de acuerdo a los resultados obtenidos. También fueron analizados de acuerdo a los límites mínimos y máximos permisibles de la ley ambiental del Ecuador, permitiendo seleccionar el carbón activado con mejor respuesta en la purificación.

Según Galarza C. (2017), tuvo como objetivo analizar el carbón activado como material utilizado en filtros para el tratamiento de aguas residuales de la industria de limpieza. El filtro se construyó a escala y se operó a un caudal de 0,105 l/min durante 90 días, con el fin de monitorear la característica de biodegradabilidad tales como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda química de Oxígeno (DQO) y Color Como resultado final respecto al filtro de carbón activado, obtuvo eficiencia de remoción de 54% de DBO, 66% de DQO y 31 Color respectivamente.

Oladimeji Temitayo et al. (2021, pp), desarrolló el estudio "Producción de carbón activado a partir de aserrín y su eficacia en el tratamiento de aguas residuales", que involucró la producción de CA. Cuando se utilizó CA óptimo para el tratamiento, el valor de pH disminuyó de 7,7 a 7,10, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) disminuyó de 288 mg/l a 20 mg/l y los sólidos disueltos totales (TDS) disminuyeron en 183,7. mg/la 16, mg/l, los sólidos suspendidos totales (TSS) disminuyeron de 232 mg/la 15,7 mg/l. Cuando se utilizó CA mínima para el tratamiento, el valor de pH disminuyó de 7,7 a 7,60, la DBO disminuyó de 288 mg/l a 112,2 mg/l y los TDS disminuyeron de 232 mg/l a 17 mg/l. mg/l, los TSS se redujeron de 183,7 mg/l a 103 mg/l. Los resultados obtenidos concluyeron que el carbón activado generado trató efectivamente los parámetros de calidad del agua analizados.

**Como base teórica** en las que se fundamenta la investigación son:

**Aguas residuales:** Son aquellas fuentes de agua con propiedades que han sido modificadas por la actividad humana para diferentes usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias y se toma del sistema de abastecimiento de agua de la población. Están compuestos por características físicas, químicas y microbiológicas. (Renner Michael, 2017, p.8).

#### **Reutilización de Aguas Residuales Municipales:**

Debido a la falta de interés y compromiso del gobierno, distrito e independientemente de la importancia a la que esté sujeta, puede proporcionar a la reutilización de aguas residuales, debido a que no son recolectadas, tratadas y eliminadas, con el fin de darle un uso previsto. Con ello las limitaciones para el futuro seguir contando con el recurso hídrico son menos probables debido a la falta de compromiso. (Tortajada 2020)

**Tipos de Reúso para Aguas Residuales Municipales:** Pueden ser reutilizados en las siguientes áreas.

Usos Urbanos:

Según (Suzuki Y.), solo serán dados las aguas grises tratadas de tipo no potable, los cuales tenemos:

- Limpieza
- Estanques



- Riego: parques, canchas deportivas, césped, entre otros.
- Paisajismo
- Control de incendios
- Derretimiento de nieve

Usos Agrícolas: El agua tratada de las aguas grises, se usan principalmente en riego. Las cuales pueden ser según el tipo de uso agrícola. Y también son usadas para dilución de fertilizantes y pesticidas.

**Aguas Grises y Negras:** Consisten en aguas domésticas y comerciales las que se considera que, “Es aquella agua que provienen de tinajas, lavadoras, regaderas y lavados, inodoros, industrias y similares”. (Prado Vanessa, 2015, p.3).

### **Demanda Química de oxígeno (DQO) en aguas residuales**

Mayta R. y Mayta J. (2017), nos menciona que las altas concentraciones de DQO en las aguas residuales pueden provocar la desoxidación del agua en contacto, dijo. Este proceso puede afectar la demanda de oxígeno de los organismos acuáticos. Hay varias formas de reducir la DQO, incluido el tratamiento fisicoquímico, la electrocoagulación y el ozono.

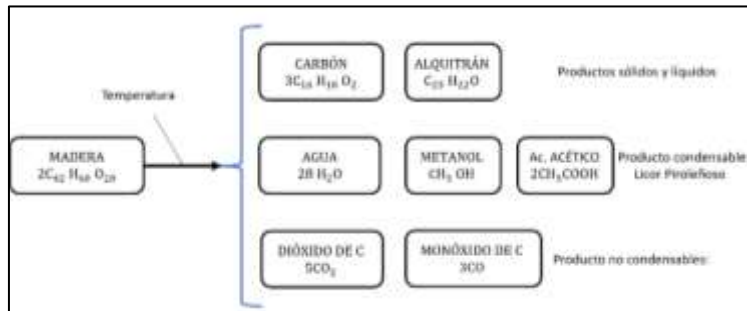
**Demanda Bioquímica (DBO<sub>5</sub>) :** Comprende a la cantidad de oxígeno que sirvan para estabilizar a los micro organismo u oxidar la materia orgánica biodegradable. Siendo esta característica. Siendo este parámetro el más eficaz para medir la calidad de las aguas residuales, y hallar la cuantía de oxígeno necesario para estabilizar la materia orgánica del agua. (Segami, 2018, p.3)

**pH:** indica la acidez o alcalinidad, en este caso de un líquido como es el agua, es en realidad una medida la cual según ECA, sus parámetros indican entre un rango de (6,5 – 8,5), indicando que son aguas superficiales que pueden ser reutilizados después de la desinfección. (MINAM, 2017)

**Carbon vegetal:** Es un producto de la combustión de la quema anaeróbica de la madera, es decir, la combustión sin oxígeno, exponiendo únicamente la madera a altas temperaturas durante un tiempo determinado. Esta reacción de carbonatación se llama PIRÓLOSIS y tiene los siguientes productos:

**Figura N°01:**

**El carbón vegetal**

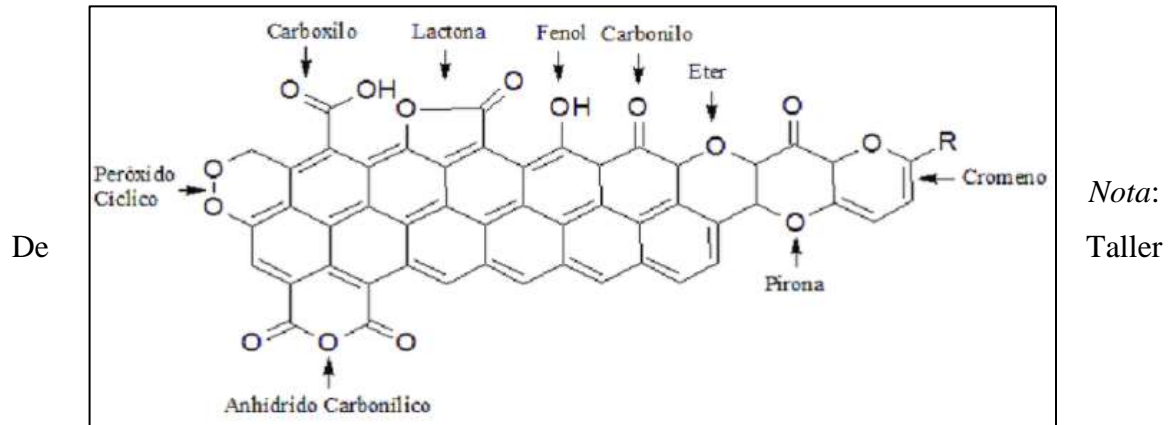


*Nota:* La imagen describe los productos de carbonización. De (Díaz M. & Gonzales A. & Sifuentes D. & Gonzales E., 2010)

**Carbón Activado:** Su tipo de uso puede ser tanto en polvo como en granular, para ello el uso por medio líquido puede emplearse para el tratamiento de agua ya que debido a sus propiedades es capaz de eliminar ciertas características como el olor, color, sustancias químicas y bacterias. Además, posee dos características que hacen útil para el tratamiento de agua: Atrapa contaminantes orgánicos en sus paredes con una gran efectividad que deja prácticamente al agua libre de compuestos y posteriormente eliminar el cloro libre residual que no ha reaccionado. (Escuela Universitaria Politécnica, 2019, págs. 41-43)

**Estructura y Propiedades:** Una de las propiedades del carbón activado es la unión o retención de uno o más componentes (átomos, moléculas, iones) del líquido en contacto con el carbón activado en su superficie. Este fenómeno se llama fuerza de adsorción. También presenta una superficie específica (alrededor de 500-1500 m<sup>2</sup> por gramo). (Escuela Universitaria Politécnica, 2019, págs. 11-12).

Figura N°02: Estructura típica del carbón activado



Iberoamericano de Adsorbentes, 2005

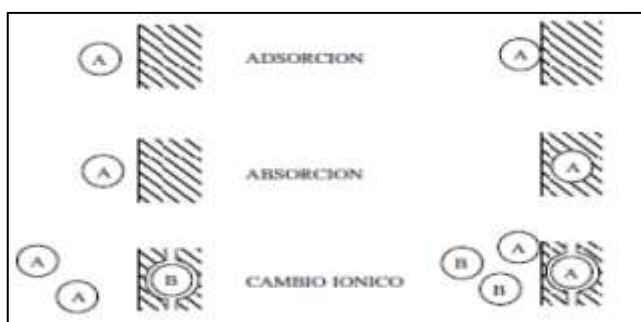
**Características Físicoquímicas del Carbón activado:** Composición química: Consta de 75-80% de carbón y 5-10% de ceniza. Estructura física del carbón activado: Tiene una estructura micro cristalina algo similar al granito. Esta estructura proporciona una clara distribución del tamaño de los poros y se clasifica según las dimensiones de los micro poros (1 nm), los medios o meso poros (25 nm) y los macro poros (500 nm).

(Sevilla, 2002 citado por Serrano 2019, p.14)

**Mecanismo Adsorción del Carbón Activado:** La adsorción es el proceso por el cual las impurezas se adhieren a la superficie del carbón activado. Debido a su adhesividad, se ve afectado por la atracción electroquímica. El resultado son millones de poros finos en la superficie de carbono. La enorme superficie ofrece un gran potencial para el proceso de adsorción. (González 2017 p.8).

Según Valladares María (2017, pp. 62-63) la gran capacidad de adsorción debido a la superficie del carbón activado permite que estas adsorban grandes cantidades de material orgánico a través de fuerzas iónicas y polares, por lo cual, Tuset Sergio (2015), hace referencia a la capacidad de adsorción del carbón activado la clave es la superficie específica del sólido. Lo cual le permite tener una adsorción ideal.

*Figura N°03 : Diferentes procesos de absorción*



*Nota: De (Appelo and Postma, 1993)*

**Parámetro que influyen sobre las propiedades de absorción del carbón Activado:**

**Área Superficial:** La capacidad de adsorción es proporcional al área superficial.

**Tamaño de Poro:** La correcta distribución del tamaño de poro es necesaria para favorecer el proceso de adsorción.

**Tamaño de Partículas:** Las partículas pequeñas proveen una más rápida velocidad de adsorción. El tamaño de las partículas no afecta el área superficial total, el área está definida por el grado de activación y la estructura de los poros del carbón. Concentración de adsorbente y tipo de adsorbente. La capacidad de adsorción es proporcional a la concentración del adsorbente.

**PH:** La capacidad de adsorción aumenta con la condición de PH, lo que aumenta la solubilidad del adsorbente.

**Tiempo de Contacto:** Para alcanzar el equilibrio de adsorción, se requiere suficiente tiempo de contacto para aumentar su eficiencia. (Yuliana Chiclote, 2018).

**Métodos de Activación:**

Manosalva (2016), El proceso de activación consiste en aumentar el número de poros en el carbón vegetal y es una estructura muy porosa con una gran superficie disponible para llevar a cabo el proceso de adsorción de impurezas que provocan olores, colores o sabores no deseados.

Por lo general, se crea mediante dos procesos diferentes:

**Activación Química:** un agente reductor, posiblemente un ácido, se mezcla con la materia prima y se procesa a una temperatura que puede variar de 200 a 650 ° C. Sin embargo, para este tipo de activación, se requiere un paso seguido de lavado con el carbón activado elimina los residuos del activador. Existen varios compuestos que se pueden utilizar como activadores, pero los más utilizados industrialmente son el cloruro de zinc ( $ZnCl_2$ ), el ácido fosfórico y el hidróxido de potasio (KOH).

Activación Física: implica carbonización de las materias primas a temperaturas que ascienden (500-900°C), en una atmósfera inactiva seguida de una leve oxidación. (Bastidas et al., 2016, p.607).

#### **Clasificación del Carbón Activado:**

Según (Guy Sela, 2021), Se clasifican en dos grupos: Carbón granular: La única diferencia entre el carbón granular y el polvo es el tamaño de las partículas. Tienen un tamaño de grano medio de 0,2 a 1,5 mm. Y molido en un polvo con un diámetro de <0,18 mm (malla 80).

**Límite Máximo Permisibles (LMP) en aguas Residuales:** Una medida de las concentraciones o niveles de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan las emisiones, que, al ser superados, causarían o pueden causar daños a la salud, la propiedad humana y el medio ambiente. El MINAM y los organismos que integran el Sistema de Gestión Ambiental exigen el cumplimiento legal de Biofiltro.

El Sistema simula un humedal natural en el que el agua se purifica de forma natural y se denomina humedal artificial caracterizado por una poca profundidad y cubierto por materiales porosos a modo de capa filtrante. Además, por su economía, se considera como una de las tecnologías rentables, económicas y eco eficientes para el medio ambiente. (Samal, Dash y Bhunia. 2018, p.5).

Según Alvarado Karen (2016, p. 49) existen diferentes tipos de filtrado en los que se puede caracterizar; filtro lento, o filtro rápido en diversos medios porosos (arena, grava y otros). Se puede utilizar en lecho o lecho mixto, reduciendo el flujo ascendente. Mientras que estos pueden operar bajo presión o gravedad.

## **Biofiltro**

Sistema que simulan a los humedales naturales en los cuáles el agua se depura de manera natural, y conocidos como humedales artificiales que se caracterizan por tener poca profundidad y son cubiertos con materiales porosos como lecho filtrante. Además, por se económico se considera una de las tecnologías mas rentables, económicas y ecoeficiente para el medioambiente. (Samal, Dash y Bhunia. 2018, p.5).

Según Alvarado Karen (2016, p. 49) existen diferentes tipos de filtración, en las cuales se puede caracterizar; filtros lentos, o filtros rápidos en diferentes medios porosos (arena, grava y entre otros). La cual se puede utilizar en base a una cama o camas mixtas, con flujo ascendentes reductor. Considerando que estas pueden funcionar bajo presión o gravedad.

### **III. METODOLOGÍA**

### 3.1 Tipo y diseño de investigación

La presente tesis presentada fue diseñada en base a los parámetros siguientes:

El tipo de investigación será aplicada, explicativa, de enfoque cuantitativo y bajo condiciones controladas, ya que los resultados obtenidos de la investigación presente servirán como una alternativa para disminuir la contaminación de aguas residuales municipales. Y determinaremos si la capacidad de adsorción del carbón vegetal activado es eficiente para la remoción de la Demanda Química de Oxígeno (DQO).

**El alcance de investigación:** Descriptivo, correlacional, explicativo, etc.

**El Diseño de investigación:** De acuerdo a su naturaleza será cuasi experimental, ya que tendremos 2 grupos de estudio, la cual será el primer grupo de control, donde las aguas residuales municipales no han sufrido ninguna modificación con respecto a la variable independiente, y el otro grupo será experimental en donde las aguas residuales municipales estarán en contacto constante con el carbón vegetal activado de Algarrobo y analizaremos la calidad del agua en los diferentes días, las cuales se darán dentro de 7, 15 y 30 días y de esta manera mediante los parámetros establecidos por la ECA analizaremos si cumple con el requerimiento establecido por la ECA.

### 3.2 Variables de operacionalización

#### Variable independiente

El presente proyecto de investigación tuvo como variable independiente al **Carbón Vegetal Activado de Algarrobo**, es el producto derivado del carbón vegetal, que posee una estructura cristalina reticular; excesivamente poroso con capacidad de llegar a desarrollar áreas superficiales.

Consiste en el número de átomos disponibles en la superficie para realizar la adsorción. En otras palabras, la activación del carbón es el crecimiento de la superficie del carbón para crear una estructura porosa. Debido a su absorbencia, está fuertemente respaldado por la interacción de la estructura porosa con adsorbentes polares y no polares.



Debido a su naturaleza no polar ya la naturaleza de las fuerzas involucradas en el proceso de adsorción, retiene preferentemente moléculas no polares de alto peso molecular. (Manual del carbón activo,2002)

Carbón activado se puede encontrar en diversas formas:

- Granular
- Pulverizado

Indicadores: Normas de análisis del carbón activado

### **Variable dependiente**

También tenemos en este proyecto de investigación como variable dependiente a las **Aguas residuales municipales**. Son aguas derivadas del sistema de abastecimiento de agua de la población, cuyas características han sido alteradas por la actividad humana para diversos usos en actividades domiciliarias, industriales y municipales. Se componen de propiedades físicas, químicas y microbiológicas. (Renner Michael, 2017, p.8).

Dependiendo del tipo de variable que corresponda será determinada a través de muestras en el Laboratorio COLECBI S.A.C. El laboratorio COLECBI S.A.C. será el encargado para evaluar la calidad de agua y obtención de los resultados de las muestras proveniente de las aguas residuales municipales proveniente de la laguna de oxidación “La Gaviota”

Indicadores:

- ✓ Reglamentación de acuerdo al Estándares de Calidad Ambiental (ECA).
- ✓ Parámetros de calidad de Agua Categoría 3- (Uso para riego en plantas).
- ✓ Límite Máximo Permisible (LMP)

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

La presente investigación, la población será definida por las aguas residuales municipales de la laguna de oxidación “La Gaviota”, ubicado en el distrito de Nuevo Chimbote.

## **Muestra**

Definido por Roberto Hernández Sampieri, (2014). “La muestra es esencialmente un subconjunto de la población. Supongamos que es un subconjunto de los elementos que pertenecen al conjunto definido por sus características. A esto lo llamamos población”. (p.208).

La muestra para la remoción se tomó aguas residuales municipales de la laguna de oxidación “La Gaviota”. Para los análisis respectivos, se tomarán 60 litros, que se recogieron en un mismo día para determinar la eficiencia de remoción de DQO empleando carbón activado de Algarrobo en aguas residuales.

## **Muestreo:**

Para este presente trabajo de investigación, haremos uso del muestreo probabilístico-muestreo aleatorio simple, lo cual me permitirá escoger de manera aleatoria la muestra a analizar y luego analizarlos en el laboratorio de COLECBI S.A.C. y de esa manera recolectar los datos proporcionados por los análisis de la muestra.

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

### **Técnicas de recolección de datos**

Usaremos la observación experimental, ya que estaremos en contacto continuo con la variable a tratar, y de esta manera con el pasar de los días, determinaremos si los recipientes con el pasar de los días, presentan cambio de color de la variable y gracias a esto podremos ver si presenta un cambio significativo el antes y el después de la alteración de la variable. (Hernández y Tobón, 2016, p.54).

### **Instrumentos de recolección de datos**

Estará compuesta por guías y ensayos elaborados por el laboratorio determinando las características químicas del  $DBO_5$ , DQO y pH después de la alteración de la variable en sus diferentes etapas establecidas (días) con el carbón activado de Algarrobo. La cual nos permitirá identificar si cumple con lo establecido por la ECA.

### **Validez del instrumento**

Al ser el método de mi investigación experimental y de diseño cuasi experimental, los resultados de las muestras obtenidas, estarán determinadas por el laboratorio correspondiente, y los parámetros de la calidad están estandarizadas por la ECA, por lo siguiente, solo se necesitará los resultados de las pruebas de ensayo, que en este caso será hecho por el laboratorio de COLECBI S.A.C y el laboratorio ORMELI para la determinación de las propiedades del carbón y la activación del carbón activado.

### **3.5 Procedimientos**

Para conseguir el logro del presente proyecto se empleará lo siguiente:

#### **Recolección de muestras**

La obtención del carbón vegetal de Algarrobo.

La recolección de las aguas residuales.

#### **Etapas 1: Determinar y verificar los estándares**

Se logrará determinar un punto de manera aleatoria en la laguna de oxidación “La Gaviota”.

Se recolectará 60 litros de agua residual municipal de la laguna de oxidación “La Gaviota”, en cuatro recipientes de 20 litros de capacidad cada uno.

En el domicilio se procederá a colocar en un solo volumen los 4 recipientes recolectadas.

De este único volumen se procederá a extraer una cantidad de 1500 ml.

Esta muestra será llevada al laboratorio Colecbi S.A.C. para su análisis correspondiente.

Una vez obtenido los resultados de los ensayos elaborados por el laboratorio Colecbi S.A.C. posteriormente se procederá a comparar los resultados con los estándares establecidos por la ECA.

#### **Etapas 2: Analizar Propiedades Químicas**

En este presente trabajo de investigación se analizarán algunas de las propiedades químicas.

## **Carbón Vegetal de Algarrobo**

Preparación de la muestra

Se pulverizará la muestra a emplear del carbón y si es necesario se tamizará por un tamiz N° 200 (opcional)

Se toma una muestra representativa del material

Se procederá llevar la muestra al laboratorio químico ORMELI para los análisis correspondientes.

Pesamos la muestra un aproximado de 20 gramos y luego colocara en una tara donde identificaremos para luego posterior colocarle al horno a una temperatura de 100 a 110° C. para así seguir con el procedimiento del secado en el horno y posterior a ello pesar la muestra para ser pesado y calcular el porcentaje de contenido de humedad.

Luego a ellos la muestra se colocará en un desecador, para así mantener el secado a temperatura ambiente sin obtener humedad del aire.

### **Porcentaje de humedad**

$$H = \frac{m_h - m_s}{m_h} \times 100$$

Donde:

H= Contenido de humedad (%).

$m_h$  = Masa de muestra húmeda (g)

$m_s$  = Masa de muestra seca (g).

### **Determinación de cenizas**

Pesar un aproximado de 1.00 gr. de muestra previamente secada en un cristal de porcelana, también se puede realizar en 0.50 gr. Luego llevar a calcinación gradualmente a una temperatura de 775° a 820° C.

Mantener temperatura constante hasta un promedio de 2 horas, luego enfriar ligeramente y luego colocar en un secador para así pesar la Ceniza.

$$\%Cz = \frac{\text{Peso del residuo de incineración}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

### **Determinación de material volátil**

Pesar 1.00 gr de muestra seca en un crisol de cuarzo con tapa hermética ya que puede ser crisol de níquel o crisol de platino con tapa.

Se llegará a una temperatura de 950 a 970° C. durante un tiempo de 5 min. Exactamente con un cronómetro a partir de la desaparición de la llama, y luego enfriar en un desecador y pesar.

La materia volátil es materia prima ya sea en estado natural su temperatura debe ser a 900C y durante unos 9 min.

$$MV = \frac{m_s - m_{nv}}{m_s} \times 100$$

Donde:

MV= Contenido de material volátil (%)

$m_{nv}$ = Masa de compuestos no volátiles (g)

$m_s$ = Masa seca (g)

### **Determinación de Carbón fijo**

Se determina solo por el cálculo a la diferencia de un total a la sumatoria del 100% de los pesos en porcentaje de cenizas, materia volátil.

$$\%C_f = 100 - (\% \text{ Humedad} + \% \text{ Cenizas} + \% \text{ Material volátil})$$

## **Activación Química**

Para este proceso se realizará en el Laboratorio Químico ORMELI, lo cual su método de activación se predominará para su proceso de activación en una pequeña dilatación en base 1:1 (litro de agua y litro de ácido sulfúrico).

Posteriormente será llevado a la mufla a una temperatura de 600°C por 2 horas

Se dejará reposar a la intemperie para obtener la temperatura de ambiente.

Luego será lavado con agua destilada 3 veces para eliminar residuos.

Se deberá colocar el carbón activado a 110° C en una estufa para remover toda la humedad.

Para terminar, se almacenará el carbón activado en recipientes.

## **Carbón Vegetal activado de Algarrobo (Preparación de la muestra)**

Previamente se pulverizará la muestra a emplear del carbón y si es necesario tamizar por un tamiz N° 20 (granular).

Se tomaría una muestra representativa del material.

Se procederá llevar la muestra al laboratorio químico ORMELI para los análisis correspondientes.

Luego se pesará la muestra un aproximado de 20 gramos y luego colocar en una tara donde identificaremos para luego posterior colocarle al horno a una temperatura de 100 a 110° C. Para así seguir con el procedimiento del secado en el horno y posterior a ello pesar la muestra para ser pesado y calcular el porcentaje de contenido de humedad.

Luego a ellos la muestra se colocará en un desecador, para así mantener el secado a temperatura ambiente sin obtener humedad del aire.

## **Porcentaje de humedad**

$$H = \frac{m_h - m_s}{m_h} \times 100$$

Donde:

H= Contenido de humedad (%)

$m_h$  = Masa de muestra húmeda (g)

$m_s$  = Masa de muestra seca (g)

### **Determinación de cenizas**

Pesar un aproximado de 1.00 gr. de muestra previamente secada en un cristal de porcelana, también se puede realizar en 0.50 gr. Luego llevar a calcinación gradualmente a una temperatura de 775° a 820° C.

Mantener temperatura constante hasta un promedio de 2 horas, luego enfriar ligeramente y luego colocar en un secador para así pesar la Ceniza.

$$\%Cz = \frac{\text{Peso del residuo de incineración}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

### **Determinación de material volátil**

Pesar 1.00 gr de muestra seca en un crisol de cuarzo con tapa hermética ya que puede ser crisol de níquel o crisol de platino con tapa.

Se llega a una temperatura de 950 a 970° C. durante un tiempo de 5 min. Exactamente con un cronómetro a partir de la desaparición de la llama, y luego enfriar en un desecador y pesar.

La materia volátil es materia prima ya sea en estado natural su temperatura debe ser a 900C y durante unos 9 min.

$$MV = \frac{m_s - m_{nv}}{m_s} \times 100$$

Donde:

MV= Contenido de material volátil (%)

$m_{nv}$ = Masa de compuestos no volátiles (g)

$m_s$ = Masa seca (g)

### **Determinación de Carbón fijo**

Se determina solo por el cálculo a la diferencia de un total a la sumatoria del 100% de los pesos en porcentaje de cenizas, materia volátil.

$$\%C_f = 100 - (\% \text{ Humedad} + \% \text{ Cenizas} + \% \text{ Material volátil})$$

### **Determinación del pH**

Se llevó una muestra de 30 gr de carbón activado al laboratorio Colecbi S.A.C para su análisis correspondiente.

### **Etapa 3: Difracción de Rayos X**

Determinar la composición química del carbón activado por difracción de rayos x. Para ello después de la activación química, se procedió a envasar 1k de carbón activado para posteriormente ser llevado a la Universidad Nacional de Trujillo y analizado por profesional especializados, donde se realizará el método y la obtención de los resultados de la composición química del carbón activado. (Anexo, 10).

### **Etapa 4: Determinar DQO, DBO, y PH**

Luego se procederá a extraer 1500 ml de agua contenida después de estar 07 días en el reactor para llevarlo al laboratorio Colecbi. S.A.C. para su análisis respectivo.

Posteriormente al día 14, se extraerá 1500 ml de agua residual de la muestra del recipiente 02 (reactor) para llevarlo al laboratorio Colecbi. S.A.C. para su análisis respectivo.

Y por último al día 30, se extraerá 1500 ml de agua residual de la muestra del recipiente 03 (reactor) para ser llevado al laboratorio Colecbi. S.A.C. para su análisis respectivo.

### **Etapa 5: Determinar la eficiencia de remoción de DQO empleando carbón vegetal activado de algarrobo.**

Una vez obtenido los resultados correspondientes a los análisis a analizar en la presente tesis proporcionados por el laboratorio Colecbi S.A.C., se procedió a calcular y hallar el porcentaje de remoción de los periodos establecidos.



## **Etapa 6: Propuesta de Biofiltro**

Se procederá a construir la base de Biofiltro con los materiales adecuados que acompañaran a la muestra base en esta presente tesis y lograr el tratamiento de aguas. (Ver figura 9).

### **3.6 Método de análisis de datos**

Es de método de investigación experimental y diseño causi experimental ,se efectuara mediante recolección de datos ,la cual será evaluada por el laboratorio correspondiente ,donde nos proporcionara los resultado .Usaremos la observación experimental ,ya que estaremos en contacto continuo con las variables a tratar y de esta manera con el pasar de los días determinaremos si presentan cambio de color de la variable y gracias a esto podremos determinar si presenta un cambio significativo antes y después de la alteración de la variable.

### **3.7 Aspectos éticos**

Al investigar se aceptó un compromiso para fundamentar los principios éticos requeridos para la investigación, que incluyen: el respeto a las personas y al medio ambiente, la justicia y los intereses.

Se han propuesto intervenciones que conducen a conocer la calidad de vida y las condiciones de bienestar social y ambiental, abriendo nuevas oportunidades al examinar fuentes de todo tipo y evaluar autores de referencia y parámetros de estándar de calidad y estándar ECA.

Donde esté presente proyecto estaría compuesta por guías y ensayos por el laboratorio determinando características químicas del  $DBO_5$ , DQO y pH.

Verificando todo tipo de fuente, sin omitir a los autores dando crédito registrando y citando a los autores que se consulta las ideas textuales, esto se hace con respeto a las reglas de redacción de tesis de investigación utilizando más antecedentes nacionales y procesada mediante el software Turnitin de forma que se aseguró el estudio de autoría propia y sin dudas de plagio.

#### **IV. RESULTADOS**

## Ubicación y Descripción del Área de Recolección de Muestras

La obtención del **carbón vegetal de Algarrobo**, se obtuvo en el mercado mayorista “La Perla” ubicado en el distrito de Chimbote. El lugar de procedencia del carbón vegetal es de Olmos- Lambayeque, dado que la reproducción de la planta en mayor escala proviene del Norte y a su vez es la que mayormente se usa para la producción de carbón vegetal.

## Determinar y verificar los estándares - (Ver Anexo 5)

**Tabla N°01:** Resultados obtenidos de la muestra patrón

MUESTRA	ANALISIS	RESULTADOS
	DQO	371 mg/L
MUESTRA PATRON (MP-1500 ml)	DBO <sub>5</sub>	246 mg/L
	pH	6.90

*Nota:* Laboratorio Colecbi S.A.C., Chimbote 03/05/2022

**Tabla N°02:** Verificación con los Estándares de Calidad Ambiental

META	Tipo de Agua	DQO	DBO <sub>5</sub>	pH
MUESTRA PATRON (MP)	Agua Residual	371 mg/L	246 mg/L	6,90
	CAT-Riego	10 mg/L	15 mg/L	<6.5-8,5>
*ECA	CAT-4 Bebida Para consumo Animal	40 mg/L	<=15 mg/L	<6.5-8,4>
	LMP	200 mg/L	100 mg/	<6.5-8,5>

*Nota:* Laboratorio Colecbi S.A.C., Chimbote 09/05/2022

## Analizar Propiedades Químicas- (Ver Anexo 6 y 7)

**Tabla N°03: Resultados de las propiedades químicas del carbón vegetal**

MUESTRA	ANALISIS	RESULTADOS
Carbón Vegetal de Algarrobo	Humedad (H <sub>2</sub> O)	4.4%
	Ceniza (Cz)	3.2%
	Mat. Volátil (Mv)	4.5%
	Carbón Fijo	92.3%
	P. Calorífico (Pcal.)	7.725 Kcal/Kg

*Nota:* Laboratorio Químico ORMELI, Chimbote 05/05/2022)

**(Ver Anexo 8 y 9)**

**Tabla N°04: Resultados de las propiedades químicas del carbón vegetal activado**

MUESTRA	ANALISIS	RESULTADOS
Carbón Vegetal Activado de Algarrobo	Humedad (H <sub>2</sub> O)	4.4%
	Ceniza (Cz)	3.2%
	Mat. Volátil(Mv)	4.5%
	Carbón Fijo	92.3%
	P. Calorífico (Pcal.)	7.725Kcal/Kg
	pH°	6.30

*Nota:* Laboratorio Químico ORMELI, Chimbote 06/05/2021)

*\*Nota:* Laboratorio Colecbi S.A.C.

**Difracción de Rayos X - (Ver Anexo 10)**

**Tabla N°05: Resultados de Difracción de Rayos X.**

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS	METODO UTILIZADO
CARBONO (C)	86.87	Espectrometría de fluorescencia de rayos x.
HIDROGENO (H)	2.08	
NITROGENO (N)	0.77	
OXIGENO (O)	6.75	
AZUFRE (S)	0.23	
PERDIDA POR QUEMADO	0.33	

*Nota:* Laboratorio Facultad de Ingeniería Química-LASACI, Trujillo (16/06/2022)

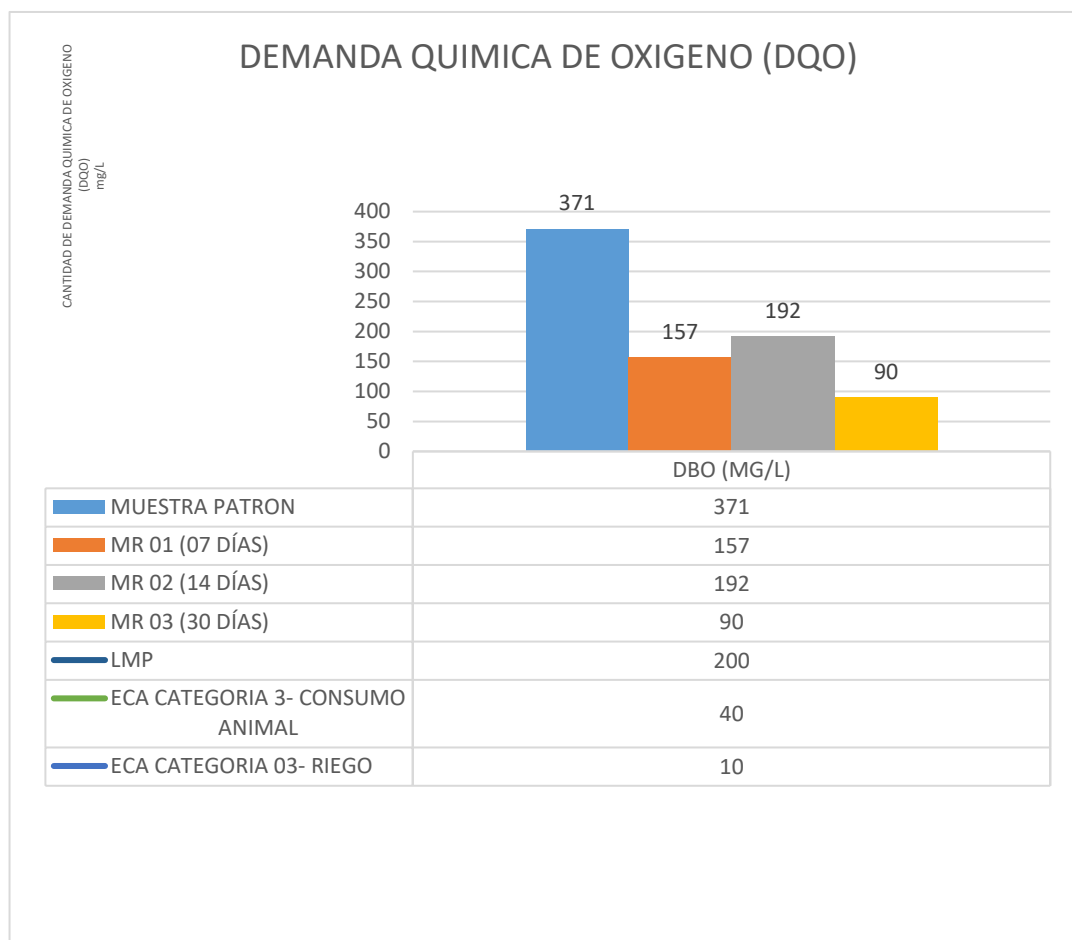
**Determinar DQO, DBO, PH y Temperatura - (Ver Anexo 11,12,13)**

**Tabla N°06: Resultados del DQO en los periodos de 7,14 y 30 días**

META (días)	Tipo de Agua	Demanda Química de Oxígeno (DQO)
MUESTRA PATRÓN (03-05-2022)	Agua Residual	371 mg/L
MUESTRA RECIPIENTE 01 (10-05-2022)	Agua Residual	157 mg/L
MUESTRA RECIPIENTE 02 (17-05-2022)	Agua Residual	192 mg/L
MUESTRA RECIPIENTE 03 (02-06-2022)	Agua Residual	90 mg/L

*Nota:* Laboratorio Colecibi S.A.C

**Figura N°04: Gráfico de cantidad de DQO en los diferentes periodos**



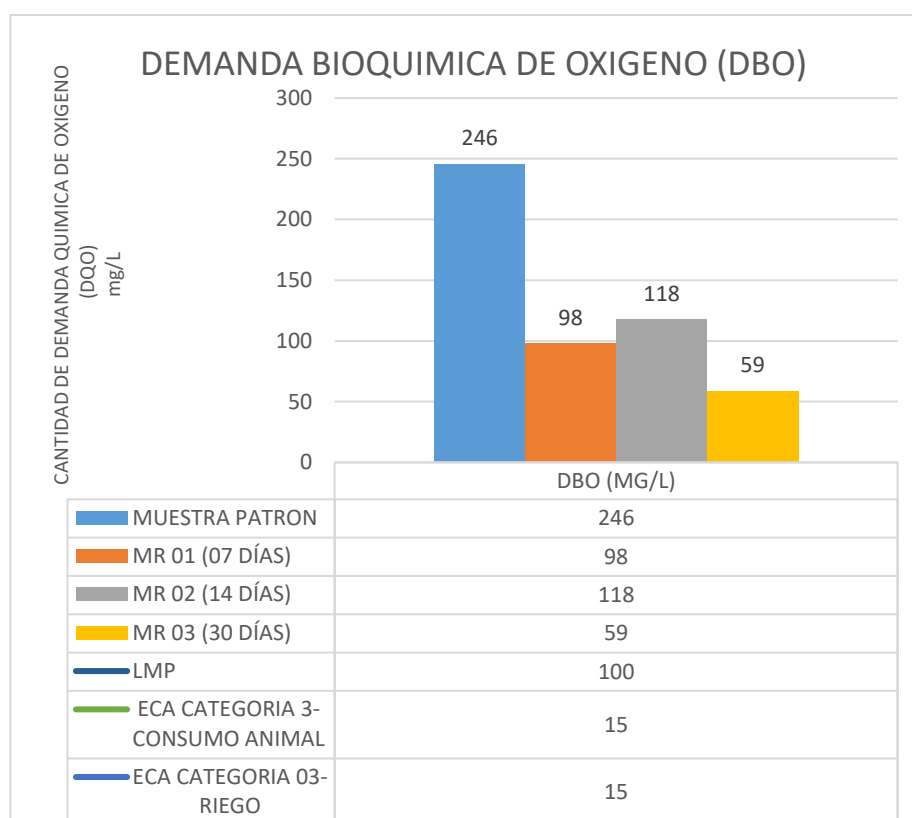
*Nota:* Se puede observar que desde el resultado obtenido de la muestra patrón y el transcurrir de los periodos se nota una disminución del parámetro analizado cumpliendo con el rango del LMP.

**Tabla N°07: Resultados del  $DBO_5$  obtenidos en los periodos de 7, 14 y 30 días**

META (días)	Tipo de Agua	Demanda Química de Oxígeno (DQO)
MUESTRA PATRÓN (03-05-2022)	Agua Residual	371 mg/L
MUESTRA RECIPIENTE 01 (10-05-2022)	Agua Residual	157 mg/L
MUESTRA RECIPIENTE 02 (17-05-2022)	Agua Residual	192 mg/L
MUESTRA RECIPIENTE 03 (02-06-2022)	Agua Residual	90 mg/L

Nota: Laboratorio Colecbi S.A.C

**Figura N°05: Gráfico de cantidad de DQO en los diferentes periodos.**



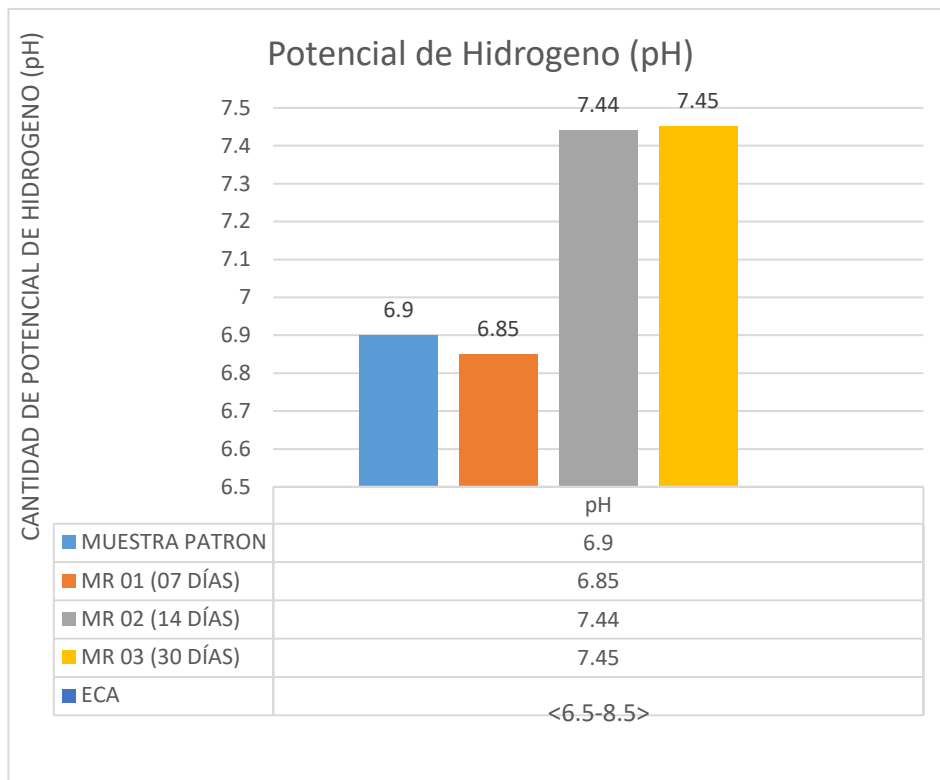
Nota: Se puede observar que desde el resultado obtenido de la muestra patrón y el transcurrir de los periodos se nota una disminución del parámetro analizado solo cumpliendo con el parámetro del LMP

**Tabla N°08: Resultados del pH obtenido en los periodos de 7, 14 y 30 días**

META (días)	Tipo de Agua	Potencial Hidrogeno (pH)
MUESTRA PATRÓN (03-05-2022)	Agua Residual	6,90
MUESTRA RECIPIENTE 01 (10-05-2022)	Agua Residual	6,85
MUESTRA RECIPIENTE 02 (17-05-2022)	Agua Residual	7,44
MUESTRA RECIPIENTE 03 (02-06-2022)	Agua Residual	7,45

Nota: Laboratorio Colecbi S.A.C

**Figura N°06: Gráfico de la cantidad de pH obtenido en los periodos de 7, 14 y 30 días**



Nota: Se puede observar que el pH (ácido) obtenido de la muestra patrón está entre el rango establecido por la ECA que es <7,00, con el transcurrir de los periodos el pH (alcalino) obtenido también cumple con lo establecido por la ECA, lo cual se observa una mejora del pH analizado.



**Determinar la eficiencia de remoción de DQO empleando carbón vegetal activado de algarrobo.**

**Tabla N°09:** Resultados de la eficiencia de remoción de DQO en 7 días

$$\begin{aligned} \text{\% Remoción} &= \frac{(\text{Mi} - \text{Mf})}{\text{Mi}} \times 100 \\ \text{\% Remoción} &= \frac{(317 - 98)}{317} \times 100 \\ \text{\% Remoción} &= 69.08\% \end{aligned}$$

*Nota:* La eficiencia de remoción en el periodo de 7 días fue de 69.08% de DQO.

**Tabla N°10:** Resultados de la eficiencia de remoción de DQO en 14 días

$$\begin{aligned} \text{\% Remoción} &= \frac{(\text{Mi} - \text{Mf})}{\text{Mi}} \times 100 \\ \text{\% Remoción} &= \frac{(317 - 157)}{317} \times 100 \\ \text{\% Remoción} &= 50.47\% \end{aligned}$$

*Nota:* La eficiencia de remoción en el periodo de 14 días fue de 50.47% de DQO.

**Tabla N°11:** Resultados de la eficiencia de remoción de DQO en 14 días

$$\begin{aligned} \text{\% Remoción} &= \frac{(\text{Mi} - \text{Mf})}{\text{Mi}} \times 100 \\ \text{\% Remoción} &= \frac{(317 - 192)}{317} \times 100 \\ \text{\% Remoción} &= 39.43\% \end{aligned}$$

*Nota:* La eficiencia de remoción en el periodo de 30 días fue de 39.43% de DQO

**Tabla N°12:** Resultados de la eficiencia de remoción de DQO en 30 días

---

$$\% \text{ Remoción} = \frac{(\text{Mi} - \text{Mf})}{\text{Mi}} \times 100$$

---

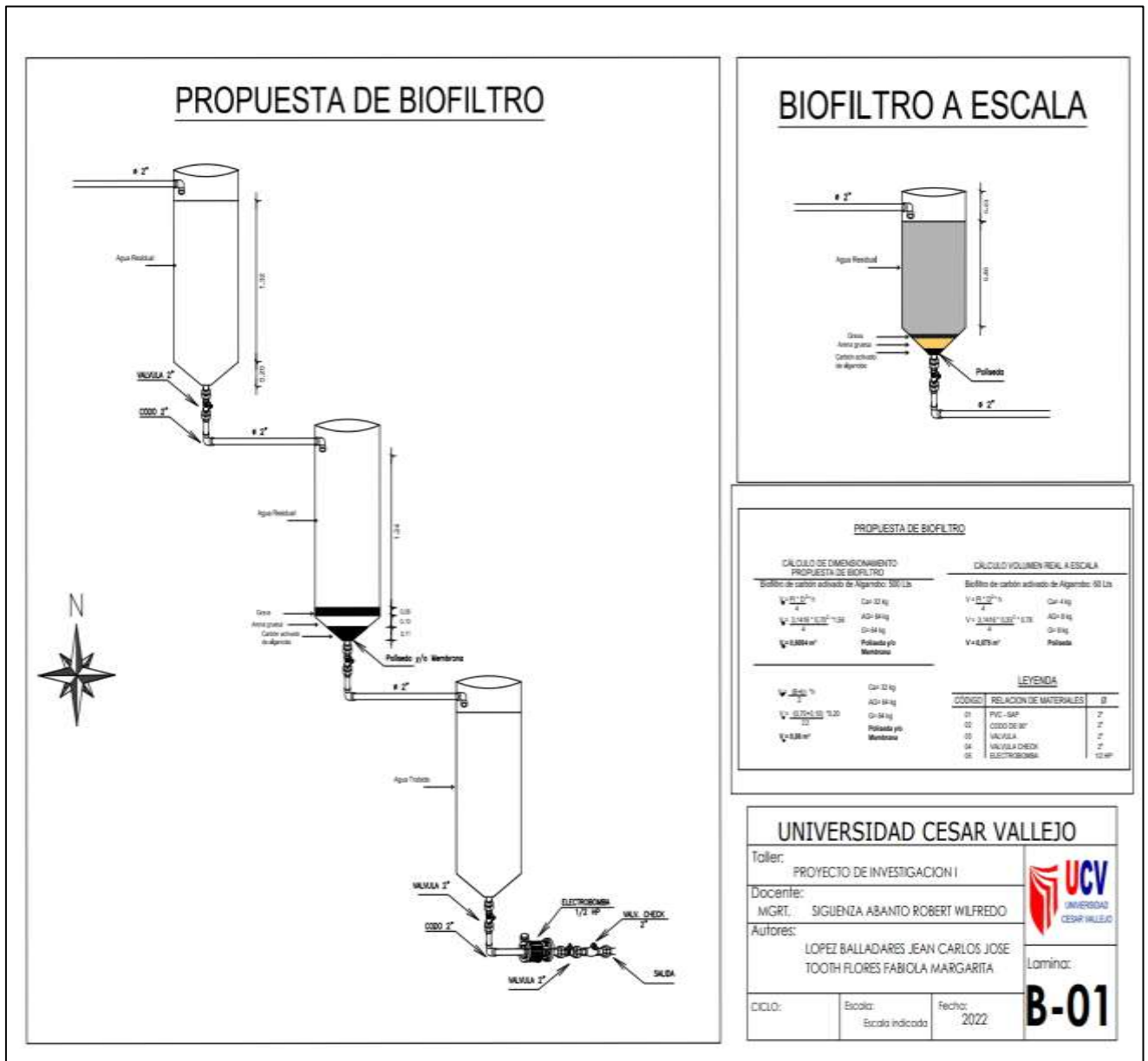
$$\% \text{ Remoción} = \frac{(317 - 90)}{317} \times 100$$
$$\% \text{ Remoción} = \quad \mathbf{71.61\%}$$

---

*Nota:* La eficiencia de remoción en el periodo de 30 días fue de 71.61% de DQO.

# Propuesta de Biofiltro

Figura N°07: Plano de Propuesta de Biofiltro



Fuente: Elaboración Propio.

## **V. DISCUSIÓN**

La Demanda Química de Oxígeno obtenido de las aguas residuales como muestra patrón de la laguna de oxidación “La Gaviota” tiene como resultado 371 mg/L (tabla 1) comparado con las aguas residuales provenientes de la textilería “ANDELAS” ubicada en el parque industrial de Ambato, Provincia de Tungurahua- Ecuador, tiene como resultado 1129 mg/L de Demanda Química de Oxígeno. Por otra parte, las aguas residuales domesticas extraídas del AA.HH. 10 de octubre, Lima- Perú obtuvo como muestra patrón un resultado de 1021.33 mg/L DQO lo producido por una vivienda unifamiliar, y se debe a que probablemente los resultados obtenidos como muestra patrón presentan menos cantidad de esta característica debido a que proviene a la actividad diaria de una textilería y de una vivienda de un AA.HH. En cambio, mi muestra patrón fue extraída de una laguna de oxidación, donde se vierten una mayor cantidad de esta característica debido a la acumulación de todas las actividades de una ciudad y por lo tanto verificando que ningunas de las muestras patrones obtenidas cumplen el rango establecido por la ECA y TULSMA. Por otro parte, también se identificó el  $DBO_5$  con un resultado de 246 mg/L que no está entre el límite permitido, y pH de 6,90.

Las propiedades químicas analizadas del carbón vegetal granular (tabla 3) en el presente trabajo de investigación como la Humedad (7.4%), Ceniza (2.5%), Mat. Volátil (12.6%) y el Carbón Fijo. (84.9%) después de su activación química presenta resultados de las mismas propiedades químicas del carbón activado granular (tabla 4), ya que nos menciona ESPINAL (2017) que la mayor capacidad de remoción de DQO se presenta en un carbón activado granular para la remoción del DQO. Y los resultados del carbón activado granular presentan Mat. Volatil (4.5%) y Carbón Fijo (92.3%) esto indica que hubo cambios favorables después del proceso de activación ya que disminuir el porcentaje de Mat. Volátil y aumentar el porcentaje de Carbón Fijo, el carbón tiene una mayor capacidad de adsorción. Además, obteniendo un pH del carbón activo de 6,30 lo cual (38) indica que el pH de carbón activo tiene una mejor eficiencia de remoción aumenta en pH de niveles bajos y según la norma (anexo 13) del carbón activo está entre el rango del pH estimado.

Como resultado final del periodo de la muestra del agua residual analizada después de estar en contacto directo y pasar el estructura del biofiltro con el carbón activado granular, se obtuvo un resultado de DQO 90 mg/L,  $DBO_5$  59 mg/L (figura 4 y 5)

identificando que sigue superando los parámetros establecidos por la Estándares de Calidad Ambiental (ECA) respecto a la categoría 3 para el uso de riego y consumo de bebida animal. No obstante, se llega a cumplir con el Límite Máximo Permisible establecido por la dicha entidad. Además, que el pH final es de 7,45 que se encuentra entre el rango establecidos por la ECA y a su vez una temperatura de 21°. Comparando con el periodo del resultado final mediante del carbón activado granular realizado por ESPINAL (2017), que obtuvo un resultado final de 408.59 mg/L de DQO, 204.83 mg/L de DBO y un pH de 7 la cual no cumple con ni los Estándares de Calidad Ambiental, ni mucho menos el LMP establecido por la entidad. En cambio, su pH está entre el rango permitido por la entidad. Respecto a Vayas (2017) obtuvo un resultado final de 145 mg/L de DQO y 60 mg/L que comparado con el tiempo de contacto que estuvo el carbón activado granular, la capacidad de adsorción del carbón vegetal activado de Algarrobo fue más eficiente. Se pudo determinar la eficiencia de la remoción del último periodo obtenido un resultado de 71.61% de DQO, comparado con ESPINAL (2017) en su último periodo obtuvo una remoción de 60.72% de DQO y lo realizado por VAYAS (2017) obtuvo un porcentaje de remoción de 87.16% en 90 días. Por lo tanto, se comprueba que el carbón vegetal activado de Algarrobo obtuvo un mejor porcentaje de remoción en el último periodo de análisis.

## **VI. CONCLUSIONES**

Se determinó que la cantidad de DQO emitidas en la laguna de oxidación “La Gaviota” no cumple con los estándares de calidad respecto al LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de agua.

Se logró evaluar la eficiencia del carbón activado compuesto de carbón vegetal de Algarrobo para la remoción de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) conformada por aguas residuales de la laguna de oxidación “La Gaviota”- Nuevo Chimbote con los resultados obtenidos del laboratorio, con la que se logró determinar al día 30, una eficiencia de remoción de DQO del 71.61% (Tabla 12).

Se logró visualizar también que al estar en condiciones controladas (vivienda) al pasar de los días, las aguas residuales en los diferentes periodos presentan un cambio de color.

Se determinó también la cantidad de  $DBO_5$  adsorbida en el día 30 es de 59 %. Y además que el pH al final del periodo presentó un pH alcalino con resultado de 7,45 Se pudo comprobar que la remoción del DQO en un periodo de 30 días, llega a cumplir con el parámetro correspondiente al LMP. No obstante, no llega a cumplir con el parámetro de la categoría 3 establecidos por el ECA.

Los resultados obtenidos en la presente tesis, indica que el carbón vegetal activado de Algarrobo es un material muy versátil para la remoción y purificación de las aguas residuales de la laguna de oxidación “La Gaviota” ya que al final del periodo de 30 días el DQO, DBO y pH se encuentran establecidos dentro de LMP.



## **VII. RECOMENDACIONES**

La muestra extraída en los diferentes periodos se recomienda que el análisis del pH sea realizado in-situ a cargo de profesionales para obtener una mejor precisión del resultado obtenido.

Para obtener una mayor eficiencia de remoción de DQO se recomienda emplear más cantidad de carbón activado, debido a que en el periodo establecido no llegó a cumplir con el parámetro de la categoría 3, correspondiente al uso para riego y consumo animal.

Se recomienda como una opción viable el carbón vegetal activado de Algarrobo para el tratamiento de aguas residuales de lagunas de oxidación, debido a que es un material muy versátil y puede tener mejoras posibles para un nuevo estudio de investigación.

## REFERENCIAS

1. **AGENCIA SUIZA PARA LA COOPERACION Y EL DESARROOLO.** El biofiltro como alternativa tecnológica para el tratamiento de las aguas residuales domésticas. [blog]. Teucigalpa [Consulta: 14 octubre 2015]. Disponible en: <https://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/biofiltro.pdf>.
2. **ALVARADO VALDIVIESO, Karen Guadalupe.** Diseño de un sistema de tratamiento de aguas para la recirculación en los procesos industriales de la hormigonera de los andes, Provincia Chimborazo” [en línea]. Tesis ( Título de Ingeniero Químico). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, 2016. [Fecha de consulta: 01 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/234575498.pdf>
3. **Appelo and Postma, G. G.** (2011). Wikispace/Adsorción. Recuperado el 29 de 6 de 2015, de Procesosbio: <http://procesosbio.wikispaces.com/Adsorci%C3%B3n>
4. **AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA).** (2010, enero). Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, Ley N 29338. Ministerio de Agricultura. [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/reglamento\\_lrh\\_-\\_no\\_29338\\_0.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/reglamento_lrh_-_no_29338_0.pdf)
5. **Avalos D. (2017).** “ANÁLISIS DE CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA Y LUBRICADORA DE AUTOS “HEREDIA” DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27016/1/Tesis%201205%20-%20Avalos%20Rodr%C3%ADguez%20Katherine%20Daniela.pdf>
6. **BASTIDAS-OYANADEL,** Juan-Rodrigo, et al. Waste biorefinery in arid/semi-arid regions. Bioresource technology, 2016, vol. 215, p. 21-28. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.04.010>
7. Chiclote, Y. (2018). Mejora de la calidad del agua del río cumbe empleando filtro de carbón activado. Univseridad Privada del Norte, Cajamarca- Perú. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13839>

8. **Daniels , RB. & RD. Hammer . (1992).** Soil Geomorphology Wiley. New York EEUU. 236 pp.
9. **DAVID C. SAMMON. (1960).** MEMBRANE PROCESSES. Volume 37. Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). <http://publications.iupac.org/pac/1974pdf/3703x0423.pdf>
10. **DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL (DIGESA). (2014).** Tratamiento de aguas residuales domésticas. Octubre 15,2016, de Digesa Sitio web: <http://www.digesa.minsa.gob.pe/Expedientes /Busquedas.asp>.
11. Escuela Universitaria Politécnica (03 de 10 del 2019). [www.aguapedia.net](http://www.aguapedia.net). (G. TAR, Editor, & U.d. (2009), Productor) Obtenido de <http://www.elaguapotable.com/Manual%20del%20carb%C3%B3n%20activo.pdf>.
12. **ESPIÑOZA, D. (2018).** Aplicación de carbón activado proveniente de la cascarilla de arroz como filtro purificador de agua. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo- Ecuador. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3940/1/T-UTEQ-0101.pdf>
13. Espinal G. (2017). En su investigación “Eficiencia del carbón activado a base de cascara de coco en el tratamiento de aguas residuales domesticas en el AA.HH. 10 de octubre, distrito de San Juan de Lurigancho, Lima, año 2017”. Universidad Cesar Vallejo, Lima-Perú. Disponible en [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22568/ESPINAL\\_HG.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22568/ESPINAL_HG.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
14. Esteve Pardo, José. ¿Las aguas residuales generan sustancias que dañan el medio ambiente? [en línea] [Fecha de consulta: 01 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/noticias/las-aguas-residuales-generan-sustancias-que-danan-el-medio-ambiente/>
15. **FLORES,** Granulometría de los suelos. [Blog]. Arequipa: 2014/Consulta: 14 noviembre 2015]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/freddyramirofloresvega/granulometria-en-los-suelos>.
16. **FLUENCE. (2019, 27 septiembre).** Membranas para el tratamiento del agua y sus procesos.AGUASRESIDUALES.INFO. <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/membranas-para-el-tratamiento-del-agua-y-sus-procesos>.

17. FUNDNEIDER, T.; ACEVEDO ALONSO, V.; WICK, A.; ALBRECHT, D. and LACKNER, S. Implications of biological activated carbon filters for micropollutant removal in wastewater treatment. Water Research [online]. 2021, february, Vol. 189, n.1, pp. 1-11. [Fecha de consulta: 22 de febrero de 2021]. ISSN 0043-1354. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116588>
18. Galarza C. (2017). En su Investigación "ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE LAVADO DE JEANS "TINTEX RIVER" SITAUDO EN EL BARRIO EL TAMBO CENTRAL DE CANTÓN PELILEO", Universidad Técnica de Ambato. Ambato- Ecuador. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26864/1/Tesis%201198%20-%20Galarza%20Villalba%20Carlos%20Alberto.pdf>
19. Galera, F. 2000. Los algarrobos: Las especies del genero Prosopis de America Latina con especial énfasis en aquellas de interés económico. Consultado 8 ago. 2016, Disponible en <http://www.fao.org/docrep/006/AD314S/AD314S00.htm#TOC>.
20. GEDAR. Opciones de Tratamiento de aguas residuales mediante carbón activo. [https://www.gedar.com/PDF/Industrial/GEDAR-Carbon\\_Activo\\_Aguas\\_Residuales.pdf](https://www.gedar.com/PDF/Industrial/GEDAR-Carbon_Activo_Aguas_Residuales.pdf).
21. Guy Sela (2021). Los Fundamentos de Tratamientos de Aguas. Disponible en [https://croipaia.com/es/fundamentos-tratamiento-aguas/?key1=tdar&fbclid=IwAR3pNSLv-3DtWnHRaoaiGgLSVtAhOu0MPha\\_rCkqvl-P6sv2ZEK\\_sU6EPEk](https://croipaia.com/es/fundamentos-tratamiento-aguas/?key1=tdar&fbclid=IwAR3pNSLv-3DtWnHRaoaiGgLSVtAhOu0MPha_rCkqvl-P6sv2ZEK_sU6EPEk)
22. GONZÁLES, Bárbara Daniela. Desarrollo de carbón activado a partir de desechos agroindustriales con aplicación en adsorción de arsénico. Tesis de titulación en ingeniería. Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2017. [Fecha de consulta: 06 de mayo de 2020]. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/147405>.
23. HERNÁNDEZ, Hernán y TOBÓN, Sergio. Análisis documental del proceso de inclusión. Ra Ximhai [en línea]. Vol. 12, núm. 6, julio-diciembre, 2016, p.

- 399-420. [Fecha de consulta: 06 de mayo del 2020]. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46148194028>
24. López Vega, S. (2019,31 octubre). Reducción DQO & DBO. Aguas residuales. iagua.<https://www.iagua.es/blogs/alejandro-santos-altas/reduccion-dqo-dbo-aguas-residuales>
  25. Manosalva, K. (2016). Efecto del carbón activado en la turbidez del agua del río sector, puente Moche-2016. Tesis para optar el grado de Ingeniero Ambiental. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Universidad Cesar Vallejo. Trujillo-Perú, 1-50. Disponible en <https://www.repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/6798>
  26. Mayta, Jhony , & Mayta, Roddy (2017). REMOCIÓN DE CROMO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO DE AGUAS RESIDUALES DE CURTIEMBRE POR ELECTROCOAGULACIÓN. Revista de la Sociedad Química del Perú, 83(3),331-340.[fecha de Consulta 1 de Julio de 2022]. ISSN: 1810-634X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371953709008>
  27. **Ministerio del Ambiente. (2018, 24 noviembre).** Conoce cuánto gastas en agua y cuánto puedes ahorrar en tu vida cotidiana con la Revista MINAM. [https://issuu.com/minam\\_peru/docs/revista\\_minam05](https://issuu.com/minam_peru/docs/revista_minam05)
  28. **MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). (2010).** Decreto Supremo N°003-2010-MINAM. Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.
  29. **MINAM. (2017).** ECA para agua, establecen disposiciones complementarias D.S. N° 004-2017- MINAM. Lima: Diario oficial el peruano.
  30. **OLADIMENJI, Temitayo.;** ODUNOYE, Babatunde O. ; ELEHINAFE, Francis. B.; OBANLA, Oyinlola, R. and ODUNLAMI, Olayemi A. Production of activated carbon from sawdust and its efficiency in the treatment of sewage wáter. Heliyon [online]. 2021, january. Vol. 7, n.1, pp. 1-6. [Fecha de consulta: 22 de febrero de 2021]. ISSN 2405-8440. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e05960>
  31. PRADO ORELLANA, Vanessa. “Aprovechamiento de aguas residuales en el patio taller de la línea 1 del metro de Lima” [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero agrícola). Universidad Nacional Agraria La molina, Perú, 2015.

- [Fecha de consulta: 01 de febrero de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2168/p10-p7T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
32. Raffo Lecca, E., & Ruiz Lizama, E. (2015). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. Industrial Data. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81640855010>.
  33. SERRANO, Danny Josué. Síntesis del carbón activado a partir del endocarpio de Cocos nucifera y su aplicación en la adsorción de algunos metales pesados. Quito: Universidad Central de Ecuador, 2019. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7349879> ISSN 2007-0411.
  34. Samal, K., Dash. R. R., & Bhunia, O. (2018). Effect of hydraulic loading rate and pollutants degradations kinetics in two stage hybrid macrophyte assisted ver,ifiltratio system. Biochemical Engineering Journal [en línea]. Abril 2018, vol. 132., [Fecha de consulta: 22 de abril del 2020]. Disponible <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1369703X18300020> doi:10.1016/j.bej.2018.01.002
  35. SEGAMI, Miki. Efecto de la aplicación de microorganismos benéficos para el tratamiento de aguas residuales domésticas en un humedal artificial. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2018. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3390>
  36. SUZUKI, Y. ET AL. Large- Area and On-Site Water Reuse in Japan. Ministerio de Tierra, Infraestructura y Transporte (MLIT). Japón. <http://www.pwri.go.jp/eng/kokusai/conference/suzuki-yutaba020327.pdf>
  37. Taller Iberoamericano de Adsorbentes, 2005. Algunos grupos funcionales en el carbón activado. Composición típica: 1-22%O, 73-99% C, 0,5-5% H y 1-20% Cenizas.
  38. TORTAJADA, C., 2020. Contributions of recycled wastewater to clean wáter and sanitation Sustainable Development Goals. Npj Clean Water [en línea], vol. 3, no. 1. ISSN 20597037. DOI 10.1038/s21545-020-0069-3. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s41545-020-0069-3>.

39. Tous, J. 1984. Cultivo de Algarrobo (en línea). Hojas Divulgadoras 10. ES, Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Consultado 22 oct. 2017. Disponible en <http://www.biblioteca.org.ar/libros/327003.pdf>
40. Tuset, Sergio. Adsorción en carbón activado para el tratamiento de aguas residuales [en línea][Fecha de consulta: 20 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://blog.condorchem.com/adsorcion-en-carbon-activado-para-el-tratamiento-de-aguas-residuales/>
41. URES RODRIGUEZ, PABLO; JÁCOME BURGOS, ALFREDO; SUAREZ LÓPEZ, JOAQUÍN. Adsorción en Carbón Activo (FT-TER-002) [en línea]. Inditex. España: Agosto- Setiembre 2014. [Fecha de consulta: 20 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://www.wateractionplan.com/documents/177327/558161/Adsorci%C3%B3n+en+carb%C3%B3n+activo.pdf/29bfa658-fbd1-c98b-1606-8eb1252fc1b9>
42. VALLADARES CISNEROS, María Guadalupe; VALERIO CARDENAS, Cintya; DE LA CRUZ BURELO, Patricia y MELGOZA ALEMAN, Rosa María. Adsorbentes no convencionales, alternativas sustentables para el tratamiento de aguas residuales. Revista Ingenierías- Universidad de Medellín [en línea]. 2017, Vol. 16, n.31, pp. 55-73. [Fecha de consulta: 01 de febrero de 2021]. ISSN. 1692-3324. Disponible en: <https://doi.org/10.22395/rium.v16n31a3>
43. WORLD WATER ASSESSMET PROGRAMME (WWAP). Un world wáter development report 2019: Leaving no one behind. En: UNESCO. Physical and environmental dimensions [online]. WWAP. Paris: Edited by Connor Richard, 2019 [Fecha de consulta: 01 de febrero de 2021]. Pp. 44-57. ISBN 978-92-3-300108-4. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367306>
44. Vayas J. (2017). "ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO DE ORIGEN VEGETAL CON LAS COSTRAS DE COCO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA TEXTILERA "ANDELAS" CIA LTDA, UBICADA EN EL PARQUE INDUSTRIAL DE AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA". Facultad de



Ingeniería Civil y Mecánica, Ambato-Ecuador. Disponible en <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/27014>

45. Biofiltros. (2020, 17 de junio). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 23:39, julio 3, 2022 desde <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Biofiltros&oldid=127019688>.
46. SUZUKI, Y. ET AL. Large- Area and On-Site Water Reuse in Japan. Ministerio de Tierra, Infraestructura y Transporte (MLIT). Japón. <http://www.pwri.go.jp/eng/kokusai/conference/suzuki-yutaba020327.pdf>
47. **ESPINOZA, M.** Riobamba- Ecuador. Libro de Edafología. Riobamba- Ecuador. 200 p 130.

## ANEXOS

### ANEXO N°01.

#### Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
<p><b>Variable 1</b>  <b>Carbon vegetal</b>  <b>Activado de Algarrobo</b>  <b>(Independiente)</b></p>	<p>Es el producto derivado del carbón vegetal, que posee una estructura cristalina reticular; excesivamente poroso con capacidad de llegar a desarrollar áreas superficiales.</p>	<p>Consiste en la cantidad de átomos disponible en la superficie para realizar la adsorción, en otros términos, la activación de cualquier carbón consiste en multiplicar el área superficial del carbón creando una estructura porosa. Debido a su capacidad absorbente se ve muy favorecida por la estructura porosa y la interacción con adsorbatos polares y no polares. Debido a su naturaleza apolar y por el tipo de fuerzas conformadas en el proceso de adsorción, retendrá preferentemente moléculas apolares y de alto volumen molecular. (Manual del carbón activo,2002)</p>	<p><b>GRANULAR</b>  <b>PULVERIZADO</b></p>	<p>NORMA DE ANALISIS DE CARBON ACTIVADO</p>	<p><b>Por sus valores: Variable cuantitativa</b></p>
<p><b>Variable 2</b>  <b>Aguas Residuales Municipales</b>  <b>(Dependiente )</b></p>	<p>Son aquellas aguas cuyas características han sido modificadas por actividades humanas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias y provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población. Están compuestos por características físicas, químicas y microbiológicas. (Díaz, E &amp; Alvarado A. &amp; Camacho K. 2012)</p>	<p>De acuerdo al tipo de variable, que corresponde a la variable dependiente, lo cual será determinada a través de muestras en el Laboratorio COLECBI S.A.C.</p>	<p><b>ANALISIS DE LABORATORIO</b></p>	<p>REGLAMENTO DE ACUERDO AL ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL(ECA)</p> <p>PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA CATEGORIA 3-USO PARA RIEGO EN PLANTAS Y CONSUMO PARA ANIMAL.</p> <p>LIMITE MAXIMO PERMISIBLE(LMP)</p>	<p><b>Por su escala de medición: Por intervalos.</b></p>

# ANEXO N°02

## Matriz de Consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	GRANULAR		GUIAS	<b>Tipo de investigación :</b> APLICADA  <b>Enfoque de investigación :</b> CUANTITATIVO  <b>El diseño de la investigación :</b> CUASIEXPERIMENTAL  <b>El nivel de la investigación:</b> EXPLICATIVA  <b>Población:</b> Laguna de oxidación "La Gaviota", ubicado en el distrito de Nuevo Chimbote <b>Muestra:</b> 60 litros de aguas residuales <b>Técnica:</b> Observación Experimental.  <b>Muestreo:</b> Probabilístico-Ensayos realizados.
¿Cuánto será el nivel de remoción de Demanda Química de Agua Residuales Empleando Carbón Activado en la Laguna de Oxidación, Nuevo Chimbote-2022?	Determinar la remoción de Demanda Química de aguas residuales empleando carbón activado en la laguna de oxidación, Nuevo Chimbote-2022	Mediante el proceso de adsorción física que utiliza el carbón activado removerá la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en aguas residuales Municipales del Distrito de Nuevo Chimbote de la laguna de oxidación "La Gaviota	Carbón vegetal Activado de Algarrobo	PULVERIZADO	NORMAS DE ANALISIS DEL CARBON ACTIVADO	ENSAYOS EN LABORATORIO	
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	ANALISIS DE LABORATORIO	REGLAMENTO DE ACUERDO A ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA)	GUIAS ENSAYOS EN LABORATORIO	
¿De qué manera podría determinar y verificar los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA), la cantidad de demanda Química de Oxígeno(DQO), demanda Bioquímica de Oxígeno(DBO <sub>5</sub> ) y pH que existe en las aguas residuales municipales de Oxidación La Gaviota, Nuevo Chimbote-2022?	Determinar y verificar con los estándares nacionales de Calidad Ambiental (ECA) la cantidad de Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) y pH que existe en las aguas residuales municipales vertidos en la laguna de oxidación La Gaviota en el distrito de Nuevo Chimbote-2022.	Para esto, irémos al punto de derivación ubicado en la laguna de oxidación "La Gaviota" y extraeremos de un punto aleatorio 60 litros de agua residual, y posteriormente en un recipiente de 1 litro, etiquetada como muestra patrón lo llevaremos al laboratorio Colecibi SAC para determinar los resultados.	Aguas Residuales Municipales				
¿De que manera podría analizar las propiedades químicas obtenidas del carbón vegetal de Algarrobo y las propiedades químicas del carbón activado de algarrobo, además su pH después de su activación?	Analizar las propiedades químicas obtenidas del carbón vegetal de Algarrobo y las propiedades químicas del carbón activado de algarrobo, además su pH después de su activación.	Será proporcionado y analizado por profesional especializado, tanto un Laboratista Químico y un Ingeniero Químico.					
¿De que manera se podrá determinar la composición química del carbón activado por difracción de rayos X ?	Determinar la composición química del carbón activado por difracción de rayos X.	Se determinará en base a los resultados obtenidos por difracción de rayos x, realizados por profesional especializado en la UNT.					
¿De que manera se podría determinar la cantidad de DQO, DBO <sub>5</sub> , pH, y temperatura de las muestras experimentales en las aguas residuales municipales de nuevo Chimbote a 7, 14 y 30 días de estar en el reactor y verificar si cumple con los estándares de Calidad Ambiental. ?	Determinar la cantidad de DQO, DBO <sub>5</sub> , pH, y temperatura de las muestras experimentales en las aguas residuales municipales de nuevo Chimbote a 7, 14 y 30 días de estar en el reactor y verificar si cumple con los estándares de Calidad Ambiental.	Los resultados serán proporcionados y analizados por el laboratorio Colecibi S.A.C.					
¿De que manera se podría determinar la eficiencia de remoción de DQO empleando carbón vegetal activado de algarrobo en aguas residuales de la laguna de oxidación "La Gaviota" en los periodos de 7, 14 y 30 días de estar en el reactor?	Determinar la eficiencia de remoción de DQO empleando carbón vegetal activado de algarrobo en aguas residuales de la laguna de oxidación "La Gaviota" en los periodos de 7, 14 y 30 días de estar en el reactor.	En base a los resultados que se obtendrá de la muestra patrón y después de los recipientes en fechas indicadas. Y a la vez con formula para determinar la capacidad de porcentaje de remoción.					
¿De que manera se desarrollara la Propuesta de Biofiltro?	Propuesta de Biofiltro.	Para ello se realizará una estructura en base de piedra chancada, arena gruesa (para reterner los sedimentos sólidos), y en boca de salida nuestra variable independiente.					

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO N°03:Muestra Patrón



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 046**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20220503-003**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: JEAN CARLOS JOSÉ LOPEZ BALLADARES <b>FABIOLA MARGARITA TOOTH FLORES.</b>
DIRECCIÓN	: Mz. G Lote 18 Inca Garcilazo de la Vega Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: NO APLICA.
PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE)	: <b>AGUA RESIDUAL.</b>
LUGAR DE MUESTREO	: NO APLICA.
MÉTODO DE MUESTREO	: NO APLICA.
PLAN DE MUESTREO	: NO APLICA.
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: NO APLICA.
FECHA DE MUESTREO	: NO APLICA.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 03 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: Frasco de plástico con tapa cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado. Refrigeradas.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2022-05-03
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2022-05-03
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2022-05-09
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: <b>SS 220503-3</b>

**RESULTADOS**

**"REMOCIÓN DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO DE AGUAS RESIDUALES EMPLEANDO CARBÓN ACTIVADO EN LA LAGUNA DE OXIDACIÓN, NUEVO CHIMBOTE - 2022"**

**ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS**

ENSAYOS	MUESTRA
	MUESTRA PATRÓN "LAS GAVIOTAS"
(**) pH	6.90
D.B.O. <sub>5</sub> (mg/L)	246
D.Q.O. (mg/L)	371

(\*\*) Fuera del alcance por tiempo de vigencia de la muestra, según la tabla 1060: I: SMEWW-APHA-AWWA-WEF METODOLOGÍA EMPLEADA

pH: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed 2017, pH Value, Electrometric Method.  
D.B.O.<sub>5</sub>: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017, Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test.  
D.Q.O.: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 C, 23rd Ed. 2017, Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Titrimetric Method.

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras: **Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ( X )**
- El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA, salvo donde la metodología lo indique
- COLECBI S.A.C. no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente, que pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías: **SI ( ) NO ( X )**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Mayo 11 del 2022.

GVR/jms  
LC-MP-4REVO  
Rev. 07  
Fecha 2021-11-26

A. Gustavo Vargas Ramos  
Presidente de Laboratorio  
BIOLOGICOS VICERREYES, OGG  
S.A. S.R.L.  
**COLECBI S.A.C.**

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN  
DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - 1 Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
e-mail: [colecbi@speedy.com.pe](mailto:colecbi@speedy.com.pe) / [medicambiente\\_colecbi@speedy.com.pe](mailto:medicambiente_colecbi@speedy.com.pe)  
Web: [www.colecbi.com](http://www.colecbi.com)

## ANEXO N°4: Informe de Muestra Carbón Vegetal de Algarrobo



### LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICOS

*Análisis de minerales, Calicatas, Estudios Geotécnicos, Carbón, etc.  
Control de procesos de cianuración aurífera, control de maduración de caña de  
azúcar y Ensayos de Control de calidad.*

#### ANALISIS QUIMICO

**SOLICITA :** López Balladares Jean Carlos José

**Tooth Flores** Fabiola Margarita

**MUESTRA :** MINERAL CARBON VEGETAL

**TITULO :** "Remoción de Demanda Química de Oxígeno de Aguas Residuales  
Empleando Carbón Activado en la Laguna de Oxidación, Nuevo  
Chimbote – 2022".

#### **INFORME :**

##### **Preparación de Muestra:**

- Previamente se pulveriza la muestra a emplear y si es necesario tamizar por un tamiz N° 200 (opcional)  
- Se toma una muestra representativo del material  
- Pesamos la muestra un aproximado de 20 gramos luego colocar en una tara e identificamos para  
luego posterior colocarle al Horno a una temperatura de 100 a 110 ° C, para así seguir con el  
procedimiento del secado en el horno y posterior a ello pesar la muestra para ser pesado y calcular el  
porcentaje de Contenido de humedad.luego a ello la muestra se coloca en un desecador, para así  
mantener el secado a temperatura ambiente sin obtener humedad del aire...

##### **Determinación de cenizas:**

Pesar un Aproximado de 1.00 gr. de muestra previamente secada en un crisol de porcelana, también se  
puede realizar en 0.50 gr. Luego llevar a Calcínación gradualmente a una temperatura de 775 a 820°C;  
Mantener temperatura constante hasta un promedio de 2 hrs.; luego enfriar ligeramente y luego colocar  
en un secador par así pesar la Ceniza. %Cz viene hacer el Peso de Ceniza entre la diferencia de la muestra  
pesada y multiplicado por el porcentaje.

##### **Determinación de Materia Volátil :**

Pesar 1.00gr de muestra seca en un crisol de cuarzo con tapa hermética ya que puede ser crisol de níquel  
o crisol de platino con tapa  
se llega a calentar a una temperatura de 950 a 970° C durante un tiempo de 5 min. exactamente con un  
cronómetro a partir de la desaparición de la llama, enfriar en un desecador y pesar.  
La Materia volátil en materia prima ya sea en estado natural su temperatura debe ser a 900°C y durante  
unos 9 min.

##### **Determinación del Carbón Fijo:**

se determina solo por Cálculo a la diferencia de un a total de la sumatoria del 100% de los pesos en  
porcentaje de ceniza y Materia Volátil.

##### **Proceso de Activación del Carbón Vegetal de Algarrobo:**

El método empleado para la activación del Carbón Vegetal es mediante el proceso químico, en que  
predominan para su proceso de activación una pequeña dilatación en base 1:1(litro de agua y litro de  
ácido sulfúrico) y posteriormente llevado a una mufla a una temperatura de 600°C. durante 2 horas y  
luego llevarlo con agua destilada unas tres veces hasta quitar restos de ácido y luego se colocara carbón  
activado a una temperatura de 110°C para remover toda la humedad y tener en un desecador.



  
Jorge Luis Merlo Rosario  
LABORATORISTA QUIMICO

Chimbote, 05 de Mayo del 2022

  
Nelson Augusto Ramírez Sicha  
INGENIERO QUIMICO  
C.I.P. 23051

ATENCIÓN DE LUNES A SABADO

CEL. : 973779619 - 939890745

CHIMBOTE - PERU

## ANEXO N°07:Carbon Vegetal de Algarrobo



### LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICOS

*Análisis de minerales, Calicatas, Estudios Geotécnicos, Carbón, etc.  
Control de procesos de cianuración aurífera, control de maduración de caña de azúcar y Ensayos de Control de calidad.*

#### ANALISIS QUIMICOS

**SOLICITA** : López Balladares Jean Carlos José

**Thooth Flores** Fabiola Margarita

**MUESTRA** : MINERAL CARBON VEGETAL

**TITULO** : "Remoción de Demanda Química de Oxígeno de Aguas Residuales  
Empleando Carbón Activado en la Laguna de Oxidación, Nuevo  
Chimbote – 2022".

#### RESULTADOS:

MUESTRA	ANALISIS	RESULTADOS	C/M
CARBON VEGETAL	HUMEDAD (H <sub>2</sub> O)	7.4 %	1
	CENIZA(Cz)	2.5%	1
	MAT. VOLATIL (Mv)	12.6%	1
	CARBON FIJO	84.9%	1
	P. CALORIFICO (Pcal.)	6683.9 Kcal/Kg	1
T.P.	0	0	100

NOTA: La muestra fue traída por el solicitante a este Laboratorio.

Chimbote, 05 de Mayo del 2022



  
Jorge Luis Merlo Rosario  
LABORATORISTA QUIMICO

  
Nelson Augusto Ramirez Siche  
INGENIERO QUIMICO  
C.I.P. 23051



## ANEXO N°6: Carbon Vegetal de Algarrobo Activado



### LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICOS

*Análisis de minerales, Calicatas, Estudios Geotécnicos, Carbón, etc.  
Control de procesos de cianuración aurífera, control de maduración de caña de  
azúcar y Ensayos de Control de calidad.*

#### ANALISIS QUIMICOS

**SOLICITA** : López Balladares Jean Carlos José

**Thooth Flores** Fabiola Margarita

**MUESTRA** : MINERAL CARBON VEGETAL

**TITULO** : "Remoción de Demanda Química de Oxígeno de Aguas Residuales  
Empleando Carbón Activado en la Laguna de Oxidación, Nuevo  
Chimbote 2022".

#### RESULTADOS:

MUESTRA	ANALISIS	RESULTADOS	C/M
CARBON VEGETAL ACTIVADO	HUMEDAD (H <sub>2</sub> O)	4.4 %	1
	CENIZA(Cz)	3.2%	1
	MAT. VOLATIL (My)	4.5%	1
	CARBON FIJO	92.3%	1
	P. CALORIFICO (Pcal.)	7 725 Kcal/Kg	1
T.P.	0	0	100

*NOTA: La muestra fue procesada en este Laboratorio.*

Chimbote, 05 de Mayo del 2022



  
Jorge Luis Merlo Rosario  
LABORATORISTA QUIMICO

  
Nelson Hugo Ramirez Siche  
INGENIERO QUIMICO  
C.I.P. 23051

## ANEXO N°07: Muestra Carbón (PH)



**CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES**

**“COLECBI” S.A.C.**

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

**INFORME DE ENSAYO N° 20210515-016**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: JEAN CARLOS JOSÉ LOPEZ VALLADARES.
DIRECCION	: Mz. G Lote 48 Inca Gardalzo de la Vega Nuevo Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: NO APLICA
PRODUCTO DECLARADO	: ABAJO INDICADO.
LUGAR DE MUESTREO	: NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO	: NO APLICA
PLAN DE MUESTREO	: NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: NO APLICA
FECHA DE MUESTREO	: NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En bolsa de polietileno, cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021-05-15
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2021-05-15
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2021-05-15
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS	: Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 210515-8

**RESULTADOS**

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
CARBÓN	6,30

**METODOLOGIA EMPLEADA**

pH : Potenciométrico.

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:  
Proporcionadas por el Solicitante ( X ) Muestras por COLECBI S.A.C. ( )
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Diferencia por su perechibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : Si ( ) NO ( X )
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Mayo 17 del 2021.

GVR/jms

LC-IMP-HRIE  
Rev. 06  
Fecha 2019-07-01

*A. Gustavo Vargas Ramos*  
Gustavo Vargas Ramos  
BIÓLOGO MICROBIOLOGO  
S. R. N. 128

**COLECBI S.A.C. EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD**

FIN DEL INFORME



**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752  
Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127  
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
Web: www.colecbi.com

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.



## ANEXO N°08:Difracción por Rayos X

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO</b> LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION	
<b>LASACI</b>		
<b>REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X</b>		
<b>SOLICITANTE</b>	LÓPEZ BALLADARES, Jean Carlos José TOOTH FLORES, Fabiola Margarita	
<b>TESIS</b>	"REMOCIÓN DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO DE AGUAS RESIDUALES EMPLEANDO CARBÓN ACTIVADO EN LA LAGUNA DE OXIDACIÓN, NUEVO CHIMBOTE - 2022"	
<b>MUESTRA</b>	CARBÓN ACTIVADO DE ALGARROBO	
<b>FECHA</b>		

**MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO**

**1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES**

**CONDICIONES DE LA MEDICION:**  
El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.  
Fuente de rayos x: tubo de Mo.  
Tiempo de medida: 2000 segundos.

**ESTANDAR INTERNACIONAL PARA CUANTIFICACION: Elemento: Galio (Ga)**  
Concentración: g/l.


**2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA**

Se analizó 25 mg de la muestra de CARBÓN ACTIVADO DE ALGARROBO, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

**3. METODO**

- BASADO EN LA NORMA : ASTM C25
- VOLUMETRIA : USAQ-ME06

JEFE DE LABORATORIO : ING. CARLOS VALQUI MENDOZA  
ANALISTA RESPONSABLE : ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**  
✉ lasaciant@gmail.com ☎ 949959632



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

## LASACI



### 4. RESULTADOS

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
CARBONO (C)	86.87	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
HIDRÓGENO (H)	2.08	
NITRÓGENO (N)	0.77	
OXÍGENO (O)	6.75	
AZUFRE (S)	0.23	
PÉRDIDA POR QUEMADO	3.30	

### 5. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente Carbono y Oxígeno con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; Hidrógeno, nitrógeno y azufre.



Trujillo, 16 de Junio del 2022

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

lasaciunt@gmail.com ☎ 949959632



## ANEXO N° 10: Muestra N°2 (14 días)

1 de 1



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046**



---

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20220517-011**

Pág. 1 de 1

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

SOLICITADO POR	: JEAN CARLOS JOSÉ LOPEZ BALLADARES <b>FABIOLA MARGARITA TOOTH FLORES.</b>
DIRECCIÓN	: Mz. G Lote 18 Inca Garcilaso de la Vega Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: NO APLICA.
PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE)	: <b>AGUA RESIDUAL.</b>
LUGAR DE MUESTREO	: NO APLICA.
MÉTODO DE MUESTREO	: NO APLICA.
PLAN DE MUESTREO	: NO APLICA.
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: NO APLICA.
FECHA DE MUESTREO	: NO APLICA.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 03 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: Frasco de plástico con tapa cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado. Refrigerada.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2022-05-17
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2022-05-17
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2022-05-23
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio Fines Químicos.
CÓDIGO COLECBI	: <b>SS 220517-3</b>

**RESULTADOS**

**"REMOCIÓN DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO DE AGUAS RESIDUALES EMPLEANDO CARBÓN ACTIVADO EN LA LAGUNA DE OXIDACIÓN, NUEVO CHIMBOTE - 2022"**

**ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS**

ENSAYOS	MUESTRA
	MUESTRA N° 2 (14 DÍAS) "LAS GAVIOTAS"
[*] pH	7.44
D.B.O. <sub>5</sub> (mg/L)	118
D.Q.O. (mg/L)	192

[\*] Fuera del alcance por tiempo de vigencia de la muestra, según la tabla 1000-1: SMEWW-APHA-AWWA-WEF

**METODOLOGÍA EMPLEADA**  
 pH: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrode Method.  
 D.B.O.<sub>5</sub>: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test.  
 D.Q.O.: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 C, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Titrative Method.

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:
 

<b>Proporcionadas por el Solicitante ( X )</b>	<b>Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ( )</b>
--	--
- El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL DA, salvo donde la metodología lo indique
- COLECBI S.A.C. no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente, que pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Diligencia por su perechabilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías: SI ( )      NO ( X )
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra roja y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Mayo 25 del 2022.

DWR/MS  
 CO-AP-00010  
 Rev. 01  
 Fecha 2021-11-26

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD.  
 FIN DEL INFORME

  
 A. Gustavo Ferrero Ramos  
 Inge. Civil y Químico  
 INACAL DA  
 COLECBI S.A.C.

---

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
 Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
 Web: www.colecbi.com





## ANEXO N°12: Normas de Análisis del Carbón Activado

PARAMETRO	UNIDADES EN LA QUE SE EXPRESA	RANGO DDE VALORES TIPICOS	EJEMPLO DE UNA NORMA QUE SE APLICA
Número de yodo	mg/g de carbón	500 a 1200	ASTM D-4607
Área Superficial	m <sup>2</sup> /g	500 a 1200	Adsorción de N2 (método BET) ATSM D-3037
Radio medio de poro y volumen total de poro	nm y cm <sup>3</sup>	0,70 a 500 y 0,2 a 1,0	Porosimetría con mercurio y adsorción de N2, ASTM C-699
Densidad aparente	g/cm <sup>3</sup>	0,26 a 0,65	ASTM D-2854
Dureza	Adimensional	30 a 99	AST D-3802
Rango de tamaño de partícula	Malla estándar americana (U.S. Std Sieve)	4x8 a 20x50	ANSI/AWWA B604-90
Tamaño efectivo de partícula	mm	0,4 a 3,3	ANSI/AWWA B604-90
Coefficiente de Uniformidad	Adimensional	menor a 2,1	ANSI/AWWA B604-90
Contenido de cenizas totales	%base seca	3 a 15	ASTM D-2866
Solubles en agua	%base seca	0,5 a 7	ASTM D-5029
Ph del extracto acuoso	Ph	2 a 11	ASTM D-3838
Humedad (al empacar)	%	2 a 15	ASTM D-2867
Longitud de semidecloración	cm	2 a 10	DIN 19603
Contenido de Material Volátil	%	21.25 a 28.84	ASTM D-2865

**ANEXO 13: Normas Técnicas de Reutilización y Vertimiento de Aguas Residuales**

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES  
PARA LOS EFLUENTES DE PTAR**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS</b>
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

## ANEXO 14: Normas técnicas para los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua

<b>CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES</b>		
<b>PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO</b>		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
<b>Fisicoquímicos</b>		
Bicarbonatos	mg/L	370
Calcio	mg/L	200
Carbonatos	mg/L	5
Cloruros	mg/L	100-700
Conductividad	(uS/cm)	<2 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
Fluoruros	mg/L	1
Fosfatos - P	mg/L	1
Nitratos (NO3-N)	mg/L	10
Nitritos (NO2-N)	mg/L	0,06
Oxígeno Disuelto	mg/L	> =4
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,5
Sodio	mg/L	200
Sulfatos	mg/L	300
Sulfuros	mg/L	0,05
<b>Inorgánicos</b>		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0,05
Bario total	mg/L	0,7
Boro	mg/L	0,5-6
Cadmio	mg/L	0,005
Cianuro Wad	mg/L	0,1
Cobalto	mg/L	0,05
Cobre	mg/L	0,2
Cromo (6+)	mg/L	0,1
Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	2,5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0,2
Mercurio	mg/L	0,001
Niquel	mg/L	0,2
Plata	mg/L	0,05
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,05
Zinc	mg/L	2
<b>Orgánicos</b>		
Aceites y Grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0,001
S.A.A.M. (detergentes)	mg/L	1
<b>Plaguicidas</b>		
Aldicarb	ug/L	1
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/L	0,004
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0,3
DDT	ug/L	0,001
Dieldrin (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0,7
Endrin	ug/L	0,004

**NOTA:** Parámetros establecidos para el uso de riego en plantas



PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Endosulfán	ug/L	0,02
Heptacloro (Nº CAS 76-44-8) y heptacloropóxido	ug/L	0,1
Lindano	ug/L	4
Peratión	ug/L	7,5

**CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES**

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES.			
PARÁMETROS	Unidad	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto
		Valor	Valor
<b>Biológicos</b>			
Coliformes Termotolerantes	MMP/100mL	1 000	2 000(3)
Coliformes Totales	MMP/100mL	5 000	5 000(3)
Enterococos	MMP/100mL	20	100
Escherichia coli	MMP/100mL	100	100
Huevos de Helminfos	huevos/litro	<1	<1(1)
Salmonella sp.		Ausente	Ausente
Vibión cholerae		Ausente	Ausente
<b>PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES</b>			
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR	
<b>Físicoquímicos</b>			
Conductividad Eléctrica	(µS/cm)	<=5000	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<=15	
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40	
Fluoruro	mg/L	2	
Nitratos (NO3-N)	mg/L	50	
Nitritos (NO2-N)	mg/L	1	
Oxígeno Disuelto	mg/L	> 5	
pH	Unidades de pH	6,5 – 8,4	
Sulfatos	mg/L	500	
Sulfuros	mg/L	0,05	
<b>Inorgánicos</b>			
Aluminio	mg/L	5	
Arsénico	mg/L	0,1	
Bario	mg/L	0,1	
Boro	mg/L	5	
Cadmio	mg/L	0,01	
Cianuro WAD	mg/L	0,1	
Cobalto	mg/L	1	
Cobre	mg/L	0,5	
Cromo (6+)	mg/L	1	
Hierro	mg/L	1	
Litio	mg/L	2,5	
Magnesio	mg/L	150	
Manganeso	mg/L	0,2	
Mercurio	mg/L	0,001	
Níquel	mg/L	0,2	
Plata	mg/L	0,05	
Plomo	mg/L	0,05	
Selenio	mg/L	0,05	
Zinc	mg/L	24	
<b>Orgánicos</b>			
Aceites y Grasas	mg/L	1	
Fenoles	mg/L	0,001	
S.A.A.M. (detergentes)	mg/L	1	
<b>Plaguicidas</b>			
Aldicarb	ug/L	1	
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/L	0,03	
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0,3	
DDT	ug/L	1	
Dieldrin (Nº CAS 72-20-8)	ug/L	0,7	
Endosulfán	ug/L	0,02	

Endrin	ug/L	0,004
Heptacloro (N° CAS 75-44-8) y heptacloropérido	ug/L	0,1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7,5
<b>Biológicos</b>		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1 000
Coliformes Totales	NMP/100mL	5 000
Enterococos	NMP/100mL	20
Escherichia coli	NMP/100mL	100
Huevos de Helmintos	huevos/filtro	<1
Salmonella sp.		Ausente
Vibron cholerae		Ausente

**NOTA:**

**NMP/100:** Número más probable en 100 ml.

**Vegetales de Tallo alto:** Son plantas cultivables o no, de porte arbustivo o arbóreo y tienen una buena longitud de tallo. las especies leñosas y forestales tienen un sistema radicular pivotante profundo (1 a 20 metros). Ejemplo: Forestales, árboles frutales, etc.

**Vegetales de Tallo bajo:** Son plantas cultivables o no, frecuentemente porte herbáceo, debido a su poca longitud de tallo alcanzan poca altura. Usualmente, las especies herbáceas de porte bajo tienen un sistema radicular difuso o fibroso, poco profundo (12 a 50 cm). Ejemplo: Hortalizas y verdura de tallo corto, como ajo, lechuga, fresas, col, repollo, apio y arveja, etc.

**Animales mayores:** Entiéndase como animales mayores a vacunos, ovinos, porcinos, camélidos y equinos, etc.

**Animales menores:** Entiéndase como animales menores a caprinos, cuyes, aves y conejos

**SAAM:** Sustancias activas de azul de metileno

## ANEXO15: Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos Ley N°20338

### CAPÍTULO VI VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS

#### **Artículo 131°.- Aguas residuales y vertimientos**

Para efectos del Título V de la Ley se entiende por:

- a. Aguas residuales, aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas, tengan que ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas y que por sus características de calidad requieren de un tratamiento previo.
- b. Vertimiento de aguas residuales, es la descarga de aguas residuales previamente tratadas, en un cuerpo natural de agua continental o marítima. Se excluye las provenientes de naves y artefactos navales.

#### **Artículo 132°.- Aguas residuales domésticas y municipales**

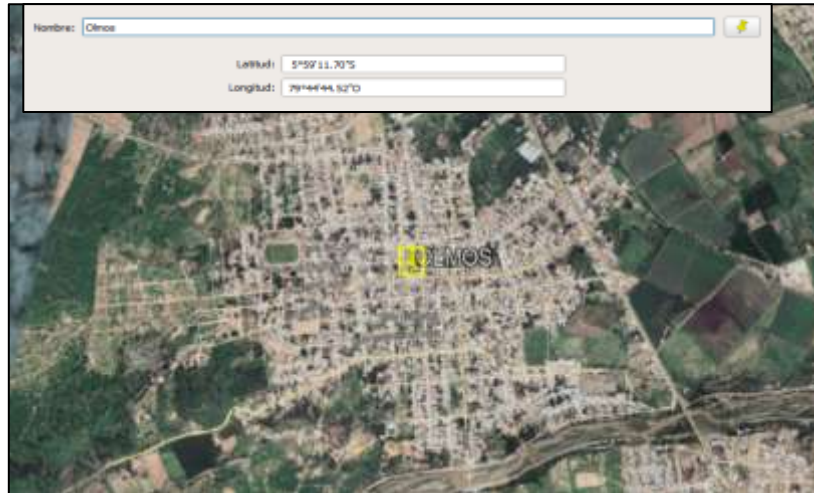
- 132.1 Las aguas residuales domésticas, son aquellas de origen residencial, comercial e institucional que contienen desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana.
- 132.2 Las aguas residuales municipales son aquellas aguas residuales domésticas que puedan incluir la mezcla con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial siempre que éstas cumplan con los requisitos para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.

#### **Artículo 133°.- Condiciones para autorizar el vertimiento de aguas residuales tratadas**

- 133.1 La Autoridad Nacional del Agua podrá autorizar el vertimiento de aguas residuales únicamente cuando:
  - a. Las aguas residuales sean sometidas a un tratamiento previo, que permitan el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles – LMP
  - b. No se transgredan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, ECA - Agua en el cuerpo receptor, según las disposiciones que dicte el Ministerio del Ambiente para su implementación.
  - c. Las condiciones del cuerpo receptor permitan los procesos naturales de purificación.
  - d. No se cause perjuicio a otro uso en cantidad o calidad del agua.
  - e. No se afecte la conservación del ambiente acuático.
  - f. Se cuente con el instrumento ambiental aprobado por la autoridad ambiental sectorial competente.
  - g. Su lanzamiento submarino o subacuático, con tratamiento previo, no cause perjuicio al ecosistema y otras actividades lacustre, fluviales o marino costeras, según corresponda.
- 133.2 La Autoridad Nacional del Agua, dictará las disposiciones complementarias sobre características de los tratamientos y otras necesarias para el cumplimiento de la presente disposición.

## PANEL FOTOGRAFICO

*Figura N°8: Ubicación distrital de la procedencia del carbón vegetal de Algarrobo tomada por Google Earth - Departamento de Lambayeque*



Fuente: Elaboración Propio.

*Figura N°9: Se procedió a comprar 40kg de carbón vegetal de algarrobo (Mercado la Perla)*



Fuente: Elaboración Propio.

**Figura N°10:** Ubicación de la laguna de oxidación “La Gaviota”-Distrito de Nuevo Chimbote



Fuente: Elaboración Propio.

**Figura N° 11:** Llegada a la laguna de oxidación “La Gaviota”, donde se procederá a extraer la muestra



Fuente: Elaboración Propio.



**Figura N°12:** *Recolección de 60 litros de aguas residuales almacenadas en 4 baldes*



Fuente: Elaboración Propio.

**Figura N°13:** *Muestras obtenidas para su posterior desarrollo en nuestro proyecto de investigación*



Fuente: Elaboración Propio.

**Figura N°14:** *Recolección de 60 litros de aguas residuales almacenadas en 4 baldes*



Fuente: Elaboración Propio.

**Figura N°15:** *Entrega de nuestra muestra patrón para su posterior análisis*



Fuente: Elaboración Propio.

**Figura N°16:** Trituración del Carbón



Fuente: Elaboración Propio.

**Figura N°17:** Se procede a pasar la muestra triturada por el tamiz N°10 y N°20



Fuente: Elaboración Propio.



**Figura N°18:** Se procede a zarandear y usar lo que se retiene en el tamiz N° 20 (granular)



Fuente: Elaboración Propio.

**Figura N°19:** Muestra de lo retenido en el tamiz N° 20 (granular)



Fuente: Elaboración Propio.

**Figura N°20:** Se pesó 300 g de carbón vegetal granular hasta llegar a la obtención de 5 kg para su posterior activación



Fuente: Elaboración Propio.

**Figura N°21:** Recolección de una pequeña muestra de carbón activado para el análisis de su pH



Fuente: Elaboración Propio.

*Figura N°22: Visita a la Universidad Nacional De Trujillo*



Fuente: Elaboración Propio.

*Figura N° 23: Entrega de muestra en laboratorio para Determinar la composición química del carbón activado por difracción de rayos X*



Fuente: Elaboración Propio.

**Figura N°24:** Entrega de nuestra muestra N°01 (07 días) en el biofiltro para su posterior análisis



Fuente: Elaboración Propio.

**Figura N°25:** Entrega de nuestra muestra N°02 (14 días) en el biofiltro para su posterior análisis



Fuente: Elaboración Propio.

**Figura N° 26:** Entrega de nuestra muestra N°03 (30 días) en el biofiltro para su posterior análisis



Fuente: Elaboración Propio.

**Figura N°27:** Se procede a cubrir en la base con una tela “poliseda”, y posteriormente 4 kg de carbón activado



Fuente: Elaboración Propio.



**Figura N°28:** Colocar 5 kg de arena gruesa



Fuente: Elaboración Propio.

**Figura N° 29:** Colocar 5 kg de piedra chancada de ½”



Fuente: Elaboración Propio.

**Figura N°31:** Verter los 60 litros de agua residuales extraídas de la laguna de oxidación “La Gaviota”



Fuente: Elaboración Propio.

**Figura N°32:** Biofiltro con el vertido de los 60 litros de aguas residuales



Fuente: Elaboración Propio.