



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

**Potencial de absorción del aserrín mediante variación de tiempo y peso, para incrementar la remoción de hidrocarburos en cuerpos  
*de agua***

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Br. Espinoza Tantalean, Deivis (ORCID: 0000-0002-5346-5536)

Br. Hernandez Quispe, Jose Luis (ORCID: 0000-0001-5430-4788)

**ASESOR:**

Dr. Ponce Ayala, José Elías (ORCID: 0005-0002-0190-3143)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

Chiclayo – Perú

2020

## **Dedicatoria**

A nuestros padres por brindarnos tanto cariño, comprensión, amor, por guiarnos en cada etapa de nuestras vidas, con el fin de cumplir todas las actividades presentadas en los transcurso de nuestra formación. Por el sacrificio que hicieron para que nosotros logremos culminar nuestra carrera profesional.

Así mismo dedicamos este proyecto a todas las personas que ayudaron a desarrollar nuestro proyecto de investigación y nos animaron para culminarlo en el tiempo establecido.

***Deivis y José***

## **Agradecimiento**

Primeramente, queremos agradecer a Dios por permitirnos culminar con éxito nuestros estudios superiores, por tantas bendiciones en diferentes aspectos de nuestras vidas, guiando cada uno de nuestros pasos para ser personas de bien integras para la sociedad.

A nuestro asesor Ing. Ponce Ayala por brindarnos las herramientas necesarias para culminar con éxito nuestro proyecto de investigación para nuestra titulación, su apoyo fue sumamente importante puesto que nos apoyó cada vez que se requirió.

A la universidad César Vallejo Filial Chiclayo por habernos permitido formarnos en ella, y por ende cada uno de los docentes que fueron parte de nuestra etapa universitaria.

***Deivis y José***

## **Página del jurado**

## **Página del jurado**

## Declaratoria de autenticidad



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores

Yo (Nosotros), DEIVIS ESPINOZA TANTALEAN, JOSE LUIS HERNANDEZ QUISPE estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: "POTENCIAL DE ADSORCIÓN DEL ASERRÍN MEDIANTE VARIACIÓN DE TIEMPO Y PESO, PARA INCREMENTAR LA REMOCIÓN DE HIDROCARBUROS EN CUERPOS DE AGUA", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Desarrollo de Proyecto de Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

| Apellidos y Nombres del Autor  | Firma   |
|--|---|
| DEIVIS ESPINOZA TANTALEAN<br><b>DNI:</b> 75115249<br><b>ORCID</b> 0000-0002-5346-5536  | Firmado digitalmente por:<br>ETANTALEAND el 25 Jul<br>2020 10:47:53 |
| JOSE LUIS HERNANDEZ QUISPE<br><b>DNI:</b> 73804008<br><b>ORCID</b> 0000-0001-5430-4788 | Firmado digitalmente por:<br>HQUISPEJL el 25 Jul 2020<br>11:09:58   |

Código documento Trilce: 25688



## Índice de contenidos

|  |           |
|--|-----------|
| Dedicatoria .....  | ii        |
| Agradecimiento .....   | iii       |
| Página del jurado .....  | iv        |
| Declaratoria de autenticidad.....  | vi        |
| Índice de contenidos .....   | iv        |
| Índice de tablas .....   | v         |
| Índice de gráficos y figuras.....  | vi        |
| Índice de anexos .....   | vii       |
| Índice de abreviaturas .....   | viii      |
| Resumen.....   | ix        |
| Abstract.....  | x         |
| <b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>III. METODOLOGÍA.....</b>   | <b>10</b> |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación .....                                  | 10        |
| 3.2. Variables y operacionalización.....                                   | 11        |
| 3.3. Población, muestra y muestreo.....                                    | 11        |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....                  | 11        |
| 3.5. Procedimiento .....   | 12        |
| 3.6. Método de análisis de datos.....                                      | 13        |
| 3.7. Aspectos éticos .....   | 13        |
| <b>IV. RESULTADOS .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>V. DISCUSIÓN .....</b>  | <b>18</b> |
| <b>VI. CONCLUSIONES .....</b>  | <b>22</b> |
| <b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>   | <b>23</b> |
| <b>REFERENCIAS.....</b>  | <b>24</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>32</b> |
| Acta de aprobación de originalidad de tesis.....                           | 33        |
| Reporte turnitin.....  | 34        |
| Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV..... | 35        |
| Autorización de la versión final de trabajo de investigación .....         | 36        |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> <i>Constante del peso de aserrín</i> .....  | 14 |
| <b>Tabla 2.</b> <i>Variación del peso del aserrín</i> ..... | 15 |



## Índice de gráficos y figuras

|   |    |
|---|----|
| <i>Figura 1.</i> Variación de remoción con un peso constante del aserrín..... | 16 |
| <i>Figura 2.</i> Variación de remoción aumentada el peso del aserrín. ....    | 17 |

## **Índice de anexos**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables.....</b> | <b>32</b> |
|--|-----------|

## Índice de abreviaturas

|                |  |
|----------------|--|
| cm             | : Centímetro                           |
| DIGESA         | : Dirección general de salud ambiental |
| g              | : Gramos                               |
| min            | : Minutos                              |
| MINAM          | : Ministerio del ambiente              |
| mm             | : Milímetro                            |
| O <sub>2</sub> | : Oxígeno                              |
| PE             | : Petróleo                             |

## Resumen

La presente investigación tuvo como finalidad la propuesta de utilizar el aserrín como medio adsorbente natural, para generar soluciones de contaminación producto de los derrames de hidrocarburos, afectando no solo el recurso hídrico sino también a la flora y fauna acuática, entre otros, se planteó como objetivo determinar los factores del potencial de adsorción del aserrín mediante variación de peso y tiempo que influyen para incrementar la remoción de hidrocarburos en cuerpos de agua. Con un modelo propositivo – descriptivo, su población fue los trabajos de investigación realizados entre los años 2014 y 2020.

Se realizó mediante un peso constante de 10 g y su variación de peso con una concentración de 10 g a 50 g a intervalos de 10 g (10 g, 20 g, 30 g, 40 g y 50 g) en 400 ml de agua, con intervalos de tiempo de 30, 60, 90, 120 y 150 min para un tamaño de 0.25 mm, 0.5 mm y 0.63 mm. Los resultados mostraron una mayor adsorción fue en el segundo tratamiento empleando 50 g de aserrín adsorbente con un tiempo de contacto de 150 min reflejando el mayor incremento de remoción del 71%.

**Palabras claves:** adsorbente, medios acuoso y remoción.

## **Abstract**

The purpose of this research was to propose the use of sawdust as a natural adsorbent medium, to generate pollution solutions as a result of oil spills, affecting not only the water resource but also the aquatic flora and fauna, among others, it was proposed as The objective is to determine the factors of the adsorption potential of the sawdust through weight and time variations that influence to increase the removal of hydrocarbons in bodies of water. With a descriptive-purpose model, its population was the research work carried out between 2014 and 2020.

It was performed using a constant weight of 10 g and its weight variation with a concentration of 10 g to 50 g at intervals of 10 g (10 g, 20 g, 30 g, 40 g and 50 g) in 400 ml of water, with time intervals of 30, 60, 90, 120 and 150 (min) for a size of 0.25 mm, 0.5 mm and 0.63 mm. The results showed a higher adsorption was in the second treatment using 50 g of adsorbent sawdust with a contact time of 150 minutes reflecting the greater increase in removal of 71 %.

**Keywords:** adsorbent, aqueous media and removal

## I. INTRODUCCIÓN

Según Zamora y Ramos (2010), los hidrocarburos han resultado ser un problema mundial desde hace décadas, cuando la gente comenzó a usar cada vez más. La contaminación por hidrocarburos derramados afecta no solo al suelo, la vida marina y el medio ambiente, sino que también tiene influencia en la economía mundial, obteniendo como consecuencias ambientales, alterando poco a poco los ecosistemas, uno de estos problemas es la contaminación de agua por hidrocarburos, echo que se manifestó frecuentemente a lo largo de los años generando riesgo a los seres humanos que viven de ese importante recurso natural.

Según Villabona y Candelaria (2017), el agua es un recurso no renovable esencial para la generación y sustentabilidad de la vida, esta contiene unos ciclos hidrológicos en los cuales estén involucrados la flora, mediante los espacios de agua (mares, ríos, lagunas), yacimientos subterráneos, entre otros. La presencia de riesgos de contaminación ambiental por residuos de hidrocarburos ha aumentado con el crecimiento del desarrollo industrial y los procesos de exploración y refinación de los hidrocarburos. El aumento del volumen de aguas residuales oleosas y su efecto una vez vertidas en el ambiente son actualmente una preocupación ambiental, razón por la cual el tratamiento de este tipo de contaminantes es fundamental para la protección del medio ambiente.

Según Cavazos, Pérez y Mauricio (2014), el impacto de los hidrocarburos derramado y sus productos sobre la salud humana y el medio ambiente es uno de los problemas que cada día está en aumento. Generando preocupación debido a eventos que evidencian el alto grado de destrucción que sufren diariamente los recursos naturales. Por tal motivo se busca interés en el desarrollo de tecnologías más sostenibles al ambiente favorables basada en el uso de materias primas renovables.

El propósito de esta investigación es evaluar la eficiencia del aserrín permitiéndonos generar soluciones alternativas, las investigaciones, de antemano, mencionan que el manejo de aserrín, funcionará como un material bioadsorbente, buscando las condiciones favorables y necesarias para lograr un mayor beneficio en pro del medio ambiente.

Se enunció el siguiente problema ¿qué factores del potencial de adsorción del aserrín mediante variación de tiempo y peso influyen para incrementar la remoción de hidrocarburos en cuerpos de aguas?

Según Días et al. (2018), esta investigación surge de la necesidad de estudiar los hidrocarburos mediante medidas correctivas empleando adsorbentes naturales, con estos materiales orgánicos se buscará evaluar su capacidad de retención de hidrocarburos, para lograr la eliminación de derrames de hidrocarburos en cuerpos de agua, mediante el uso razonable de la tecnología con menor costo.

Según Leiva et al. (2012), permitiendo buscar el equilibrio en la mejora de la situación ambiental del país, así como también desarrollar el aspecto social y cultural de las poblaciones, en cuanto a estos temas de gran importancia.

La justificación del presente trabajo tiene el propósito buscar alternativas de solución al deterioro ambiental por la polución de hidrocarburos en los diferentes ecosistemas, esto ha incrementado en los últimos años debido al aumento en la actividad de explotación y producción de la industria petrolera, debido a que este tipo de eventos se evidencian una gran devastación que sufren diariamente los recursos naturales mostrando la falta de interés por parte de las organizaciones de tratar de mitigar sus efluentes para que no afecten directamente al medio ambiente natural.

En cuanto a esta investigación, buscó afianzar el mayor conocimiento sobre la manera de contribuir al desarrollo sostenible con miras a la protección y cuidado ambiental, frente a la contaminación por derrames de hidrocarburos puesto que, una vez finalizada esta investigación se podrá establecer si es una alternativa viable con múltiples beneficios.

Es por ello que el objetivo general, determinar los factores del potencial de adsorción del aserrín mediante tiempo y peso, que influyen para incrementar la remoción de hidrocarburos en cuerpos de agua.

Así mismo los siguientes objetivos específicos son: analizar el potencial de adsorción del aserrín mediante su peso constante para incrementar la remoción de hidrocarburos en cuerpos de agua, analizar el potencial de adsorción del aserrín mediante su variación de peso, para incrementar la remoción de hidrocarburos en cuerpos de agua, evaluar el potencial de adsorción del aserrín en función al tiempo para detectar variación en la remoción de hidrocarburos en cuerpos de agua.

Para ello se creyó conveniente plantear las siguientes hipótesis y así evidenciar la eficiencia del adsorbente a emplear:

$H_1$ : La eficiencia del potencial de adsorción del aserrín mediante variación de tiempo y peso incrementará la remoción de hidrocarburos en cuerpos de agua.

$H_0$ : La eficiencia del potencial de adsorción del aserrín mediante variación de tiempo y peso no incrementará la remoción de hidrocarburos en cuerpos de agua.



## II. MARCO TEÓRICO

Según García y Aguirre (2014), los hidrocarburos como el petróleo es recurso natural, conocido como aceite mineral, formado por una mezcla heterogénea de hidrocarburos principalmente para alcanos, nafténico y aromáticos, son compuestos binarios formados por carbono e hidrógeno en una proporción del 90 % el petróleo crudo es un líquido color pardo hasta negro, cuya densidad varía de 0.7 a 0.9 / cm<sup>3</sup>.

Según Olguin, Hernández y Sánchez (2007), los combustibles son el motor principal de los países desarrollados donde emergen las grandes economías. Cada día se viene buscando nuevas alternativas de energías mediante el uso constante de la tecnología, para lograr obtener energías limpias, por esta razón se debe tener en cuenta la parte ambiental para generar el bienestar humano.

Según Tabugbo, Duwilson y Usman (2014), el aserrín es un subproducto de la madera que resulta de cortar, moler, perforar, lijar y cortar madera con una sierra u otras herramientas. En muchas partes del mundo, estos subproductos son arrojados o quemados. La celulosa es una larga cadena de moléculas de azúcar unidas que le da fuerza a la madera. La celulosa es principal componente de la madera.

Según Onwurah et al. (2007), los derrames de hidrocarburos en el medio ambiente generalmente son atraídos al suelo debido a gravedad hasta que se cumpla un horizonte impermeable, para ejemplo roca madre, arcilla hermética o un acuífero. Los efectos ambientales por hidrocarburos son globales. Los hidrocarburos son el resultado de tanques de almacenamiento, plataformas en alta mar, plataformas de perforación y pozos, así como también derrames de productos refinados y sus productos derivados.

Según Villanueva (2016), el aserrín de madera es un producto compuesto principalmente de fibra celulosa asociados con la lignina, su composición es de un 50 % de carbono uno de los elemento más abundante de la naturaleza, un 42 % de oxígeno, 6 % de hidrógeno, 2 % de nitrógeno, relacionados con otros elementos que son escasos en la naturaleza.

Según Valdés (2018), para atenuar esta situación los científicos, recomiendan usar el aserrín junto con caliza y estiércol de corral para reducir los contaminantes que llegan a las aguas de los ríos y otras cuencas hidrográficas y como fuente de energía.

Según Corredor (2018), de acuerdo a los resultados obtenidos para los dos productos evaluados (diésel y gasolina), solo en las pruebas con estropajo natural se evidenció relación directa del tamaño de grano y capacidad de adsorción (menor tamaño y mayor adsorción), contrario al aserrín y la cascarilla de arroz donde el tamaño intermedio 1.16 mm fue el que registró los mejores resultados. Esto podría sugerir que la capacidad de adsorción depende de las características de cada material y no es posible generalizar en la conveniencia del uso de un rango específico de tamaños de grano para todos los materiales adsorbentes.

Según Ricaurte y Mora (2020), por esta razón, se han creado barreras de adsorción de hidrocarburos como respuesta a estos derrames, las cuales, al tener un material sintético o natural adsorbente con una recubierta en polímeros, logran retener y adsorber toda clase de hidrocarburos, pero a un valor económico alto, al cual solo tiene acceso las grandes empresas. Minimizando el impacto negativo que ocasionan los derrames de hidrocarburos en cuerpos de agua naturales, siendo estas construidas con materiales naturales que en la gran mayoría son desechados y siendo una alternativa que económicamente accesible por el público en general.

Según Larios (2019,), existen dos tipos de adsorbentes de uso común natural y sintético. Materiales adsorbentes orgánicos naturales, como el musgo de turba y el aserrín, o materiales adsorbentes orgánicos sintéticos, como polipropileno, espuma de poliéster. Los adsorbentes generalmente se aplican manualmente y se recuperan con el uso de redes y rastrillos.

Según, Tabugbo, Duwilson y Usman (2017), el resultado del procesamiento se estudió como un sorbente potencial para las aguas residuales, tratamiento de productos derivados de los hidrocarburos. Se sabe que las propiedades de adsorción de los sorbentes dependen del tamaño de una superficie específica y de estructura, es decir en el tamaño de un tiempo y su distribución por los tamaños.

Según Bautista y Muñoz (2017), los adsorbentes en respuesta a derrames de hidrocarburo como se observa en las evidencias, en los últimos años el aserrín ha tomado un papel importante como material adsorbente con una capacidad de adsorción alta, especialmente para derrames de hidrocarburo pesado, en cuerpos de agua, la gran superficie de aserrín permite una evaporación eficiente del contenido de agua en condiciones atmosféricas normales, además de ser un adsorbente abundante, es eficiente y económico a la hora de adsorber diferentes contaminantes como tintes, sales, metales pesados.

Según Kenneth y Benedict (2017), el aserrín de madera interactúa con el agua en las superficies la cual depende de adsorción del petróleo crudo por sus agentes adsorbentes puede no depender totalmente de la composición química de los materiales compuestos, sino de la naturaleza del material compuesto, la disposición y la compatibilidad de la matriz. Dado que la mayoría de los compuestos adsorben hidrocarburos que agua, se sugiere que los compuestos podrían usarse como medios efectivos para combatir el derrame de petróleo en un ambiente acuático que alberga petróleo crudo.

Según Ahmed (2015), la celulosa es un carbohidrato complejo formando parte de la pared de fibra y contribuye 40 - 45 % del peso seco de la madera. Es el componente estructural básico de las paredes celulares de las plantas es la más abundante en la Tierra. El contenido de fibra en la madera es de un 40 - 50 %. Son adsorbentes que mejor rendimiento muestran frente a la remoción de hidrocarburos, debido a su disponibilidad, bajo costo y tiempo, estos productos muestran gran adsorción sin ningún tipo de tratamiento o adición de químicos para alterar su composición natural.

Según Jammal y Juzsakova (2016), su resistencia a la biodegradación, persistencia y ocurrencia revela claramente los efectos de los hidrocarburos a las actividades industriales y antropogénicas en la biota acuática en el área de estudio. Los residuos se producen anualmente, el equivalente térmico de aproximadamente 1.2 billones de toneladas de petróleo o el 25 % de producción mundial actual. La conversión de requiere material lignocelulósico para productos valiosos. Un método eficiente de fraccionamiento de los principales componentes: Hemicelulosas 10 - 25 %, celulosa 40 - 50 % y lignina 25 - 40 %.

Para Flores, Torras y Téllez (2004), los combustibles destilados del petróleo se encuentran la gasolina, diésel, el estudio como contaminantes del agua, suelo y aire se han desarrollado en las últimas décadas. Los accidentes por hidrocarburos ocurren durante la exploración, transporte, transferencia, utilización y almacenamiento del mismo y son motivo de gran intranquilidad, ya que provocan manera negativa al entorno ecológico, entendiendo como tal la flora, fauna, e incluso la población que está en contacto con los sitios contaminados por hidrocarburos y sustancias químicas.

Según Jiménez, Cova (2012), Diversos autores demuestran la eficacia del aserrín para la remoción de contaminantes, el aserrín se utilizó para eliminar metales pesados y colorantes su estructura constituida por celulosa y lignina, componentes altamente relacionadas con la adsorción para remover hidrocarburos, el aserrín es producto desechable.

Según Téllez (2007), la mayor adsorción de hidrocarburos presentó el aserrín, alcanzando retener 5.64 g de petróleo / g de aserrín. Para el caso de la alfalfa, la máxima adsorción fue de 4.91 g de petróleo / g de adsorbente. El resto de los materiales probados presentaron menor adsorción de petróleo: 2.88 y 2.32 g de petróleo / g de adsorbente. No hay diferencias significativas en la capacidad de adsorción entre residuos con el mismo hidrocarburo,

Según Tejada, Villabona y Garcés (2015), los procesos de bioadsorción están constituido mediante los estados sólidos y líquido, los cuales se encuentran disueltos para obtener la adsorción de iones pesados, para llevar a cabo este proceso de bioadsorción se viene realizando mediante la afinidad de la biomasa y el medio contaminado.

Según Adriana Ferla de Oliveira (2015), los accidentes relacionados con derrames de petróleo y sus derivados. En el suelo y en los cuerpos de agua son habituales y debido a las propiedades de esos materiales. Se presta especial atención a los materiales de fibra natural, paja, casco de cultivos de granos, desechos de procesamiento de lino, aserrín y turba que se han empleado como sorbentes. Para seleccionar un sorbente de aceite, oleofilicidad, hidrofobicidad, retención en el tiempo, recuperación de aceite de sorbentes, la cantidad de aceite sorbido por unidad de sorbente, y la reutilización y la biodegradabilidad del sorbente son factores importantes para ser observado.

Según Aronu (2007), la descontaminación por hidrocarburos es un proceso que involucra muchas técnicas diferentes. El método a utilizar depende de muchos factores, como un tipo de derrame, la ubicación del derrame (tierra, agua, mar, costa, tierra rocosa, playa arenosa, etc.), volumen del derrame, duración del derrame, condiciones en mar, corrientes de agua y viento. Los métodos de descontaminación de hidrocarburos son los adsorbentes orgánicos naturales: incluyen turba, paja, heno, aserrín, mazorcas de maíz molidas, plumas y otros productos a base de carbono fácilmente disponibles. Pueden adsorber entre 3 y 15 veces su peso en aceite.

Según Hoang et al. (2018), los productos originados a partir de petróleo marino fueron mezclas complejas de hidrocarburos con una estructura molecular y características físico-químicas muy diferentes que resultan en cambios rápidos mientras se derraman y se liberan en el agua de mar y el medio marino. El proceso de bioadsorción físico-químico está formado por diversos fenómenos de adsorción molecular y de intercambio iónica. Una de las tecnologías similares es el carbón activado y el aserrín gracias a su intercambio iónico en su estructura. Está dirigida a remover metales pesados diluidos en medios acuosos.

Según B. Meitei et al. (2010), la actividad de adsorción de adsorbentes naturales que se utilizarán para limpiar la superficie del agua de hidrocarburos mediante varias temperaturas. Los cuales se compararon por su capacidad de aceite, flotabilidad y adsorción de agua. El aserrín como adsorbentes naturales introducidos puede aumentar la eficiencia de la limpieza de la superficie del agua hasta que esté casi limpia y el contenido residual de aceite en el agua.

Según Grote et al. (2016), la mayoría de los hidrocarburos está consolidado a un área mucho más pequeña con un grosor de varios milímetros en caso de una emulsión estable. En las primeras horas o días, la mayoría de los crudos perderán hasta el 40 % de su volumen evaporación. Este proceso, impulsado por la temperatura y la velocidad del viento, reduce la porción de componentes más livianos del aceite que dejan un volumen de contaminación más pequeño con una viscosidad más alta y una toxicidad menor.

Los adsorbentes se dividen (turba, aserrín o paja) se caracteriza por una capacidad para retener aceites, las tecnologías avanzadas permiten limpiar el agua de productos derivados de los hidrocarburos utilizando polvo o ceniza de carbón, su capacidad de adsorción se puede aumentar mediante activación térmica y química. (Molina, 2016).

Mediante procesos de tecnologías de coagulación y floculación; se busca evaluar el proceso de adsorción para incrementar hidrocarburos en cuerpos de agua, gracias a los materiales como es el aserrín el cual contiene propiedades naturales para retener hidrocarburos (Serret, Giralt y Quintero, 2016).

El contenido de humedad de la madera depende de las condiciones en que se encuentre, la madera en condiciones normales de uso siempre contiene una cierta humedad de agua en las paredes de sus células que la conforman, debido a que las capas de aserrín evitan la generación de malos olores, exceso de humedad entre otros. (Según Mejía, 2013)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

Descriptiva – propositiva.

Descriptiva, porque se describió el comportamiento de los hidrocarburos presentes en las fuentes naturales de agua expuestas al medio ambiente debido al crecimiento del desarrollo industrial según Hernández, Fernández y Baptista (2011), de esta manera se busca realizar exploraciones que nos informen el comportamiento de los datos, para luego describir la interpretación del estudio mediante los resultados obtenidos.

Propositiva: se elaboró una propuesta para evaluar el potencial de adsorción del aserrín para la remoción de hidrocarburos en cuerpos de agua. Según Tantaleán (2015), la investigación es propositiva debido a que busca fomentar una necesidad o vacío, una vez obtenida la información descriptiva se buscará una propuesta para identificar, problemas, investigarlos profundizarlos y dar una solución dentro del contexto específico.

El diseño es no experimental: transversal descriptivo - propositivo

**Esquema:**

M → O → P

Dónde: M = Muestra. O = Observación. P = Propuesta.

### **3.2. Variables y operacionalización**

Variable dependiente:

- Adsorción del aserrín

Variable independiente:

- Variación de tiempo y peso, para remover hidrocarburos en cuerpos de agua

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

Población - muestra

Son los trabajos de investigación realizados entre los años 2014 al 2020 relacionados al potencial de adsorción del aserrín mediante variación de tiempo y peso para incrementar la remoción de hidrocarburos en cuerpos de agua.

Muestreo

Con un muestreo no probabilístico, por conveniencia, según Otzen y Manterola (2017), es decir por agrado y disposición por parte del investigador.

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

Se presenta las técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizando el método de la observación mediante los trabajos previos de tesis, fuentes de investigaciones, con este método se pondrán observar para identificar resultados, los cuales serán recopilados para su interpretación.

La validez y confiabilidad será mediante los diferentes resultados, de análisis realizados en los trabajos previos, la cual servirán como instrumentos para ser evaluados.



### 3.5. Procedimiento

Cantidad a utilizar del aserrín de Pino:

La cantidad a utilizar de aserrín de Pino será de 1 kg, la muestra es separada mediante el proceso de tamizado con la finalidad de obtener partículas más finas, apropiadas para su desarrollo. Según Loarte y Sanabria (2015), previamente a su utilización, el aserrín fue lavado con agua destilada para eliminar polvo, hongos y otros materiales extraños que puedan afectar el proceso, el aserrín se secó en horno a 78 °C durante 8 horas y posteriormente tamizado, para eliminar por completo cualquier agua que aún estuviera presente durante dos horas, el aserrín seco luego se machaca con mortero, mano de mortero y se tamiza a diferentes tamaños (0.25 mm, 0.5 mm y tamaño 0.63 mm).

Determinación de adsorción de hidrocarburos del aserrín:

Se obtuvo una muestra de cinco juegos de peso constante de 10 g de aserrín (para malla de 0.25 mm, 0.5 mm y 0.63 mm). Se sumergieron 400 ml de agua para 8.35 ml de hidrocarburos en recipientes de plástico. Los adsorbentes se eliminaron después de 30, 60, 90, 120 y 150 min respectivamente por decantación. Los adsorbentes se secaron al horno a 105 °C y se tabuló el porcentaje del peso del aceite adsorbido.

Los procesos se repitieron aumentando su concentración progresivamente de 10 g a 50 g a intervalos de 10 g (10 g, 20 g, 30 g, 40 g y 50 g). Para un tamaño de malla de 0.25 mm, 0.5 mm y 0.63 mm respectivamente y los resultados tabularon en la tabla 2. Los experimentos se llevaron a cabo en intervalos de tiempo variados de 30 min, comenzando con 30 min y terminando a 150 min a temperatura ambiente.

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

Para identificar el método de análisis de datos se evaluará en una hoja de cálculo de Excel, teniendo en cuenta los gráficos de dispersión, tablas y figuras del programa, de esta manera se analizará el potencial de adsorción del aserrín mediante variación de tiempo y peso, para remover hidrocarburos en cuerpos de agua, desde el punto inicial hasta el proceso final.

### **3.7. Aspectos éticos**

Para el desarrollo del aspecto ético se identificó la importancia de un adecuado análisis de investigaciones originales, elaborado con fines de investigación, no ha sido extraído o plagiado de otras investigaciones. Generando la autenticidad en los datos.

La presente investigación contiene información confiable bajo los siguientes criterios: honestidad, el respeto a la producción intelectual de otros autores.

#### IV. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la presente investigación los mismos que se muestran en las siguientes tablas y figuras, de acuerdo a nuestros objetivos específicos.

**Tabla 1.** *Constante del peso de aserrín*

| Constante de peso del aserrín |                                 |                      |                                       |                                      |                                       |
|-------------------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Tiempo de adsorción en (min)  | Peso del hidrocarburo usado (g) | Peso del aserrín (g) | % de hidrocarburo adsorbido a 0.25 mm | % de hidrocarburo adsorbido a 0.5 mm | % de hidrocarburo adsorbido a 0.63 mm |
| 30                            | 8.35                            | 10                   | 38.8                                  | 38.6                                 | 44.05                                 |
| 60                            | 8.35                            | 10                   | 42                                    | 40                                   | 52.6                                  |
| 80                            | 8.35                            | 10                   | 49                                    | 48.8                                 | 52.65                                 |
| 120                           | 8.35                            | 10                   | 51                                    | 50                                   | 53                                    |
| 150                           | 8.35                            | 10                   | 61.5                                  | 60                                   | 54.1                                  |

Fuente: Tabugbo, Duwilson y Usman (2014)

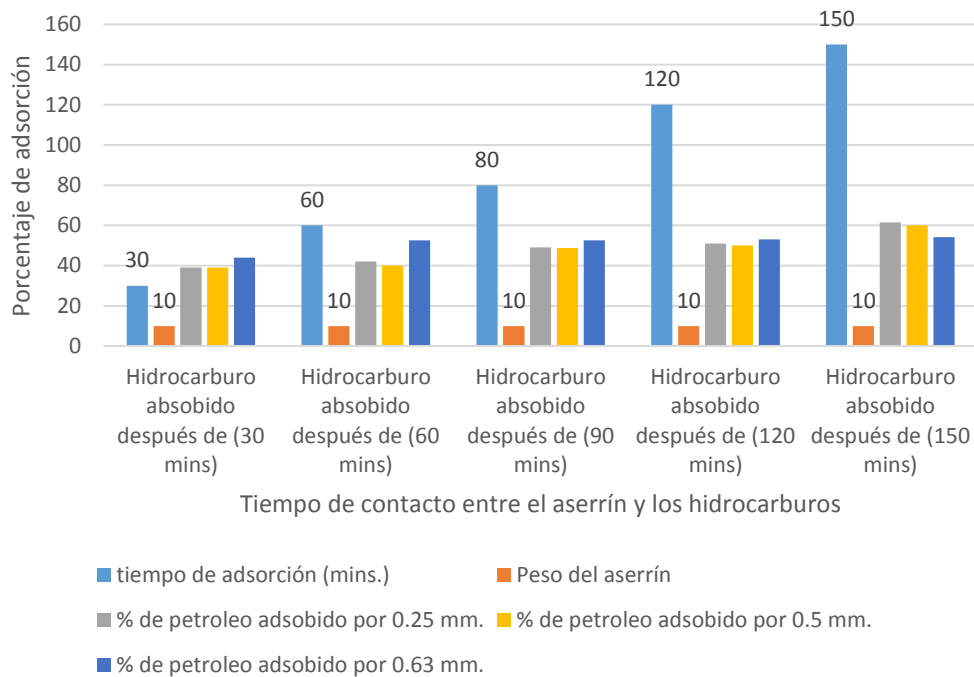
En la siguiente tabla se muestra la variación de peso constante de 10 g de aserrín, en función al tiempo, a medida que aumenta el tiempo de contacto el aserrín con los hidrocarburos, aumenta la adsorción de los hidrocarburos, cuando menor es el área de la superficie, mayor es la tasa de adsorción. La máxima adsorción de produjo a los 150 min cuando se utilizó con un peso constate del aserrín.

**Tabla 2.** *Variación del peso del aserrín*

| Variación del peso del adsorbente |                                 |                      |   |  |   |
|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------|---|--|---|
| Tiempo de adsorción en (min)      | Peso del hidrocarburo usado (g) | Peso del aserrín (g) | % de hidrocarburo adsorbido por 0.25 mm | % de hidrocarburo adsorbido por 0.5 mm | % de hidrocarburo adsorbido por 0.63 mm |
| 30                                | 8.35                            | 10                   | 41                                      | 40                                     | 43                                      |
| 60                                | 8.35                            | 20                   | 51                                      | 50                                     | 53                                      |
| 80                                | 8.35                            | 30                   | 60                                      | 59                                     | 54                                      |
| 120                               | 8.35                            | 40                   | 65                                      | 65                                     | 51                                      |
| 150                               | 8.35                            | 50                   | 71                                      | 70                                     | 54                                      |

Fuente: Tabugbo, Duwilson y Usman (2014)

En la siguiente tabla se muestra la variación de peso entre los intervalos de 10 g de aserrín, en función al tiempo, por lo cual el aserrín eliminó la solución del hidrocarburo entre los 30 y los 150 min, el resultado muestra que la adsorción mínima se produjo a los 30 min y la máxima a los 150.



*Figura 1. Variación de remoción con un peso constante del aserrín*

Interpretación: Se muestra la variación del porcentaje de adsorción del aserrín mediante los intervalos de tiempo de 30, 60, 90, 120 y 150 min y su porcentaje de adsorción para un tamaño de malla de 0.25 mm, 0.5 mm y 0.63 mm respectivamente, con un peso de partículas de aserrín constante de 10 g en 400 ml de agua, se descubrió que el adsorbente con área de superficie más pequeña 0.25 mm había adsorbido más hidrocarburo que los de área de superficie más grande de 0.63 mm. La adsorción máxima de los hidrocarburos en agua se produjo a los 120 y 150 min respectivamente.

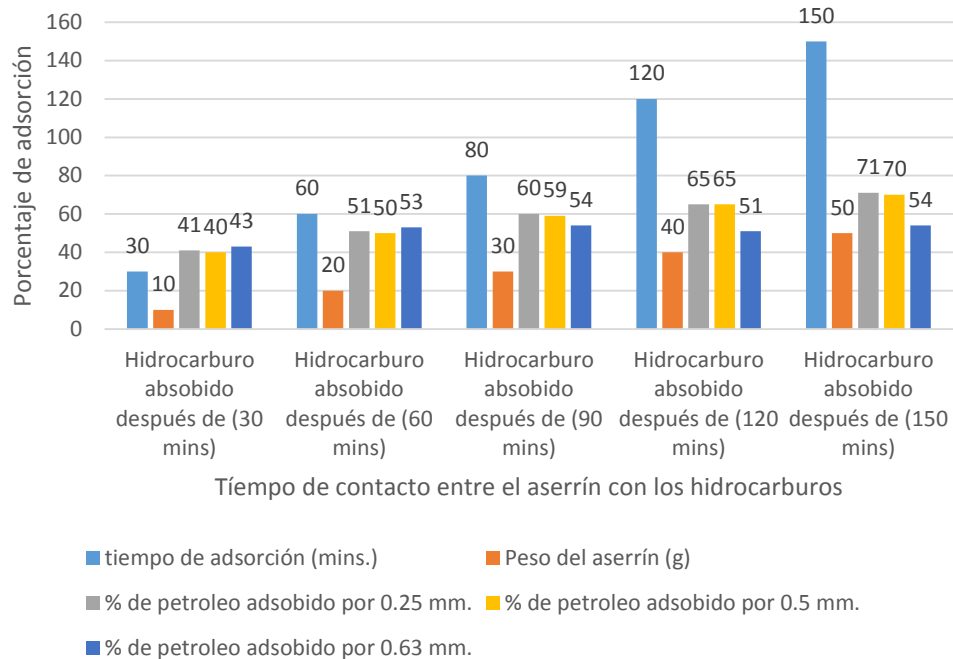


Figura 2. Variación de remoción aumentada el peso del aserrín.

Interpretación: se muestra el porcentaje de adsorción del aserrín mediante los intervalos de tiempo de 30, 60, 90, 120 y 150 min y su porcentaje de adsorción para un tamaño de malla de 0.25 mm, 0.5 mm y 0.63 mm respectivamente, los procesos se repitieron aumentando su concentración de peso del aserrín progresivamente de 10 g a 50 g a intervalos de 10 g (10 g, 20 g, 30 g, 40 g y 50 g) en 400 ml de agua. El aumento de la concentración del adsorbente conduce a aumentar la adsorción de los hidrocarburos a medida que aumenta el tiempo, la adsorción máxima de los hidrocarburos en agua se produjo a los 120 y 150 min respectivamente.

## V. DISCUSIÓN

En la figura 2 del presente trabajo se muestra el porcentaje de adsorción del aserrín mediante los intervalos de tiempo de 30, 60, 90, 120 y 150 min y su porcentaje de adsorción para un tamaño de malla de 0.25 mm, 0.5 mm y 0.63 mm respectivamente, los procesos se repitieron aumentando la concentración de peso del aserrín progresivamente de 10 g a 50 g a intervalos de 10 g. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Rotar et al. (2015), quien señala que los adsorbentes se clasificaron por tamaño utilizando tamices de 0,5 mm, 1 mm y 1,4 mm para aumentar su capacidad de adsorción y relación a superficie-volumen. Es necesario señalar que el aumento de concentración del aserrín también conduce a incrementar la remoción de hidrocarburos en cuerpos de agua, en función al tiempo, según lo analizado indica que la mayor porcentaje de adsorción está en función del tiempo.

Diversos autores han trabajado con materiales orgánicos, obteniendo resultados similares a los arrojados en la presenta investigación, según la tabla 2 los resultados obtenidos para la remoción de hidrocarburos en cuerpos de agua, aserrín mediante los intervalos de tiempo de 30, 60, 90, 120 y 150 min y su porcentaje de adsorción para un tamaño de malla de 0.25 mm, 0.5 mm y 0.63 mm respectivamente, los procesos se repitieron aumentando la concentración de peso del aserrín progresivamente de 10 g a 50 g a intervalos de 10 g, estos resultados guardan relación con lo que sostiene Corredor et al. (2018), quien señala que el aumento en la concentración del aserrín también conduce a aumentar la remoción de hidrocarburos a medida que aumenta el tiempo, este autor expresa que existe una relación directa mediante variación del peso y de su capacidad de adsorción de menor tamaño y mayor adsorción.

En la figura 2 del presente trabajo se muestran los procesos de adsorción aumentando su concentración progresivamente de 10 g a 50 g. Con intervalos de tiempo variados de 30 min comenzando con 30 min y terminando a 150 min, estos resultados guardan relación con lo que sostiene Jiménez y Padilla (2012), quién señala que se utilizó tamaños y cantidades diferentes de partículas de aserrín entre 5 g para un tamaño de 1 mm obteniendo la mayor adsorción en un 60 % y 2 g para un tamaño partícula de 2 mm, obteniendo la menor con un 20 % según el autor expresa que el comportamiento de remoción de hidrocarburos en cuerpos de agua, depende de la variación de su peso se pudo medir que a medida que se disminuye la cantidad de aserrín, disminuye la cantidad de remoción, por el área de contacto entre este y los hidrocarburos suspendidos es más grande, el aserrín se esparce y ocupa una mayor área del recipiente que contiene los hidrocarburos.

Según la tabla 1 de presente trabajo se muestran la variación de peso constante de 10 g de aserrín, en función al tiempo, a medida que aumenta el tiempo de contacto el aserrín con los hidrocarburos, aumenta la adsorción de los hidrocarburos, cuando menor es el área de la superficie, mayor es la tasa de adsorción. La máxima adsorción de produjo a los 150 min cuando se utilizó un peso constate del aserrín. Esto guarda relación con los resultados que sostienen Parihar y Malaviya (2013) quienes señalan la reducción en los efluentes de hidrocarburos tratados con aserrín, estos autores expresan que la adsorción de los hidrocarburos influyen de manera significativa mediante una serie de factores como la masa y el tamaño constante del aserrín, el tiempo de contacto, la velocidad de agitación, la temperatura, etc. Por lo tanto existe la necesidad de optimizar esta serie de factores para tratar de minimizar la eficiencia del tratamiento.



En la tabla 2 del presente trabajo se muestra la variación de peso entre los intervalos de 10 g de aserrín, en función al tiempo, por lo cual el aserrín eliminó la solución de los hidrocarburos entre los 30 y los 150 min, el resultado muestra que la adsorción mínima se produjo a los 30 min y la máxima a los 150. Se obtuvo que el aserrín mostró una eficiencia del 71 % en la máxima remoción considerando el tamaño variado de las partícula y con el tiempo más largo, según los resultados de Villabona y Tejada (2017), este autor expresa que se obtuvo una eficiencia del 74.5 % para lo que se puede decir que la eficiencia depende del tamaño de partícula y la cantidad utilizada durante el proceso y del tipo de material del serrín.

En la figura 1 del presente trabajo se muestra que el aserrín requiere más tiempo para mejorar la capacidad de adsorción mediante intervalos de tiempo de 30, 60, 90, 120 y 150 min logrando su menor capacidad a los 30 y mayor a los 150 min, según los resultados obtenidos de Cervantes et al. (2012), estos autores expresan que el aserrín y los subproductos celulósicos requieren más tiempo, los materiales fueron seleccionados mediante una malla de 0.21 cm, este proceso permitió homogenizar el área y volumen del contacto físico con los hidrocarburos se determinó un periodo de tiempo mediante los intervalos de 1.5 y 15 min, logrando su menor capacidad en el periodo de 1 min y su mayor capacidad a los 15 min.

En la figura 2 del presente trabajo se muestra el porcentaje de adsorción del aserrín mediante los intervalos de tiempo de 30, 60, 90, 120 y 150 min y su porcentaje de adsorción para un tamaño de malla de 0.25 mm, 0.5 mm y 0.63 mm respectivamente, los procesos se repitieron aumentando su concentración de peso del aserrín progresivamente de 10 g a 50 g a intervalos de 10 g, se obtuvo que el aserrín más grande de 0.63 mm, mostró una menor eficiencia del 43 % con el tiempo más corto de 30 min con un peso variado de 10 g, según los resultados obtenidos de Corredor et al. (2018) guarda relación con lo que expresa que el aserrín con mayor tamaño de 4.75 mm tiene limitaciones para desechar la mezcla de hidrocarburos, pero pueden servir para proteger la fauna y flora.

En la tabla 1 del presente trabajo en la siguiente tabla se muestra la variación de peso constante de 10 g de aserrín, en función al tiempo, a medida que aumenta el tiempo de contacto el aserrín con los hidrocarburos, aumenta la adsorción de hidrocarburos, cuando menor es el área de la superficie, mayor es la tasa de adsorción. La máxima adsorción de produjo a los 150 min con un 61.5 %, cuando se utilizó con un peso constate del aserrín, esto guarda relación según Arminda (2011) el cual indica que se presenta un mayor porcentaje con el menor tamaño de partícula que con el mayor tamaño de partícula, los resultados obtenidos muestran que este material solo retiene el 75 % del líquido en un periodo máximo de 30 min.

## VI. CONCLUSIONES

1. En el presente trabajo de investigación se determinó los factores del potencial de adsorción del aserrín mediante variación de tiempo y peso, que influyen para incrementar la remoción de hidrocarburos en cuerpos de agua, la adsorción máxima del aserrín se produjo a los 120 y 150 min para todos los análisis realizados.
2. Se analizó el potencial de adsorción del aserrín mediante un peso constante de 10 g para incrementar la remoción de hidrocarburos en cuerpos de agua, este trabajo de investigación concluye que el aserrín con un peso constante en la concentración de los adsorbentes también conduce a aumentar la adsorción.
3. El aserrín es un material que ha logrado altos porcentajes de remoción de hidrocarburos en cuerpos de agua, en el presente trabajo de investigación se analizó el potencial de adsorción del aserrín mediante variación de peso el cual tiene mayor influencia en la remoción de hidrocarburos, se puede afirmar que el peso del aserrín incrementa la remoción de hidrocarburos en cuerpos de agua, gracias a que ocupa mayor área de la superficie.
4. Se evaluó el potencial de adsorción del aserrín en función al tiempo para detectar la variación de la remoción de hidrocarburos en cuerpos de agua. Porque a medida que aumenta el tiempo de contacto entre el adsorbente y los hidrocarburos, también aumenta la adsorción. Finalmente se concluyó que el mayor incremento de remoción de hidrocarburos fue a los 150 min con un 71 % al finalizar el tratamiento.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar ensayos complementarios del aserrín para evaluar su morfología natural y su comportamiento con los hidrocarburos adsorbidos.
2. Investigar más procesos físicos - químicos para observar las mejores condiciones del aserrín y su adsorción en las estructuras del aserrín.
3. Realizar más ensayos para optimizar el peso exacto y tiempo de mejor adsorción del aserrín.
4. Realizar ensayos de manera in-situ para un monitoreo continuo en el comportamiento en condiciones ambientales.
5. Se deben realizar más investigaciones sobre el uso del aserrín para aumentar su potencial como adsorbente en la remoción de hidrocarburos.

## REFERENCIAS

CARHUANAMBO Villanueva, Jhenifer. Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Cajamarca). Perú: Universidad privada del norte, Facultad de Ingeniería, 2016. 271 pp.

Disponible en

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/7328>

MARIO, Tantaleán. The scope of legal research. Revista de Investigación Jurídica, 10 (11): 221-236, 2015.

Disponible en

[http://mail.upagu.edu.pe/files\\_ojs/journals/6/articles/133/submission/copyedit/133-13-458-1-9-20151124.pdf](http://mail.upagu.edu.pe/files_ojs/journals/6/articles/133/submission/copyedit/133-13-458-1-9-20151124.pdf)

ISSN 2220-2129.

BAIL, M, GUILLÓN, J y ABROU, J. Sustentabilidad y Petróleo, México. International Journal of Good Conscience, 12(3):42-64, diciembre 2017.

Disponible en

[http://www.spentamexico.org/v12-n3/A5.12\(3\)42-64.pdf](http://www.spentamexico.org/v12-n3/A5.12(3)42-64.pdf)

ISSN 1870-557X.

Capacidad de retención de hidrocarburos empleando subproductos industriales. Lezama Cervante [et al]. Revista Latinoamericana de recursos naturales, 8 (1): 21-29, enero 2012.

Disponible en

<http://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/198/134>

ISSN: 1870-0667.

KENNETH, Ibe y BENEDICT Otanocha. Composites of Hydrophilic and Hydrophobic Polymers as Wicking Agents. European Journal of Engineering and Technology [en línea]. 2017, n.o 1. [Fecha de consulta: 10 de diciembre del 2019].

Disponible en

<https://pdfs.semanticscholar.org/34e6/b605047ab66637d526be1ed588a6fa6e7fdf.pdf>

ISSN 2056-5860.

TÉLLEZ Carmona, José. Adsorción de petróleo crudo, diésel y aceite automotriz gastado por residuos lignocelulósicos y su aplicación como sistema de disposición de hidrocarburos. Tesis (maestría en ciencias en desarrollo sostenible). México: instituto tecnológico y de estudios superiores de monterrey campus estado de México, 2007. 83 pp.

Disponible en

[file:///C:/Users/Deivy%20Espinoza/Downloads/CEM296131%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Deivy%20Espinoza/Downloads/CEM296131%20(3).pdf)

VILLABONA, Ángel y TEJADA, Lesly. Adsorción de diésel en solución acuosa sobre aserrín cedro (*cedrela odorata* L.) en columna de lecho fijo. Revista de Investigaciones Andina. 19 (35), 31-44, 2017.

Disponible en

<https://www.redalyc.org/pdf/2390/239058067002.pdf>

ISSN: 0124-8146.

Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico por Candelaria TEJADA, Candelaria, VILLABONA, Ángel y GARCÉS Luz. Revista de investigaciones Tecno Lógicas [en línea]. Enero-junio de 2015 Vol. 18, n.o 34. [Fecha de consulta: 10 de septiembre del 2019].

Disponible en

<file:///C:/Users/Deivy%20Espinoza/Downloads/Adsorcion de metales pesados e n aguas residuales u.pdf>

ISSN 0123-7799

ARMINDA Pérez, Lozada, Estudio inicial de gestión de residuos. Comparación de efectividad y costo de materiales sorbentes de origen residual, natural y sintético en derrames de especies químicas. Tesis (para optar al título de Licenciada en Química, mención Tecnología). Venezuela: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias 2011, 255 pp.

Disponible en

<http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/15606/1/tesis%20completa.pdf>

JIMÉNEZ, María y PADILLA, Gustavo. Evaluación del potencial de adsorción del aserrín para remover aceites pesados en cuerpos de agua a escala laboratorio. Tesis (para optar el título como Ingeniero Químico). Colombia: Universidad de Cartagena, Facultad de Ingeniería, 2012. 109 pp.

Disponible en

<http://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/84/Evaluacion%20del%20potencial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ROTAR, Olga [et al]. Adsorption of hydrocarbons using natural adsorbents of plant origin [en línea]. Procedia Chemistry.: Rusia. 2015, p.234.

Disponible en

[file:///C:/Users/Deivy%20Espinoza/Downloads/1-s2.0-S1876619615001163-main%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/Deivy%20Espinoza/Downloads/1-s2.0-S1876619615001163-main%20(4).pdf)

VALDÉS, Cecilio. Gestión Ambiental y Conocimiento. Revista de investigaciones Avances [en línea]. Abril 2020, n.o 2. [Fecha de consulta: 10 de enero del 2019].

Disponible en

<file:///C:/Users/Deivy%20Espinoza/Downloads/528-12-3298-1-10-20200326.pdf>  
ISSN 1562-3297

RICAURTE, Diego y MORA David. Estudio de viabilidad técnica y análisis de costos de las barreras absorbentes naturales contra derrames de hidrocarburos en cuerpos de aguas naturales. Tesis (para obtener el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario). Bogotá: Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. 2020, 93 pp.

Disponible en

[https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2197&context=ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2197&context=ing_ambiental_sanitaria)

CORREDOR Marín, Karla. Evaluación del rendimiento de adsorción de materiales como el aserrín, cascarilla de arroz y estropajo natural, en diferentes tamaños de grano, para la contingencia de derrames de hidrocarburos en ambientes acuáticos. Tesis (para obtener el optar al título de Ingeniera Química) Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, 2018. 55 pp.

Disponible en

<http://noesis.uis.edu.co/bitstream/123456789/4017/1/172275.pdf>

LOARTE, Arnold y SANABRIA, Víctor. Efecto del ph y tipo de adsorbente en la remoción de manganeso de aguas superficiales contaminadas por relaves mineros. Tesis (para obtener el grado de bachiller) Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ingeniería Química, 2015. 140 pp.

Disponible:

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1013/Loarte%20vargas%20Arnold%20David%20%20%20%2b.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LARIOS Giles, Gerson. Evaluación de tres métodos de tratamiento químico de la fibra de coco para su uso como adsorbente de diésel en agua. Tesis (para optar el título de Ingeniero Químico) Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, 2019. 106 pp.

Disponible en

<http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/4960/BC-TES-3771%20LARIOS%20GILES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BAUTISTA, Alejandra y MUÑOZ Jineth, Caracterización y Desarrollo de una Metodología para la Selección de Biomateriales Sorbentes en Respuesta a Derrames de Hidrocarburo. Tesis (para optar el Título de Ingeniera de Petróleo). Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, 2017. 118 pp.

Disponible en

<http://noesis.uis.edu.co/bitstream/123456789/19392/1/170759.pdf>

Material absorbente para recogida de hidrocarburos en derrames en aguas y suelos. Ánge Díaz Díaz Ángel [et al]. Revista Cubana Quím. [En línea]. Mayo-agosto 2018, n.o 2. [Fecha de consulta: 10 de enero del 2019].

Disponible en

<http://scielo.sld.cu/pdf/ind/v30n2/ind10218.pdf>

ISSN: 2224-5421

Absorción de hidrocarburos en columnas rellenas con bagazo: una solución sostenible por Leiva-Mas, Jorge. [Et al]. Revista sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, 6 (3), 36-44, 2012.

Disponible en

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223124988005>

ISSN: 0138-6204

MOLINA García, Mishel. Elaboración de un filtro artesanal de agua utilizando materiales no convencionales, evaluando su eficiencia para la disminución de los niveles de contaminación de aguas residuales generada por una lavadora de autos. Tesis (para obtener el título de ingeniera civil) Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2016. 125 pp.

Disponible en

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24606/1/Tesis%201086%20-%20Molina%20Garc%c3%ada%20Mishel%20Estefan%c3%ada.pdf>



TABUGBO, Bethrand, DUWILSON Nabut y USMAN Emmanuel. Preparation and characterization of sawdust (cellulose) as an adsorbent for oil pollution remediation. Revista International Journal of Natural Sciences Research [En línea]. 2014 n.o 6 [Fecha de consulta: 10 de agosto del 2019]. pp. 97-102.

Disponible en [http://www.conscientiabeam.com/pdf-files/eng/63/IJNSR-2014-2\(6\)-97-102%20%20%20%20%20JUNE.pdf](http://www.conscientiabeam.com/pdf-files/eng/63/IJNSR-2014-2(6)-97-102%20%20%20%20%20JUNE.pdf)

ISSN: 2311-4746.

ZAMORA, Alejandra y RAMOS, Jesús Las actividades de la industria petrolera y el marco ambiental legal en Venezuela. Una visión crítica de su efectividad. Revista Geográfica Venezolana, 51(1): 115-144, 2010.

Disponible en

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=347730384008>

ISSN: 1012-1617.

AKRITY Parihar y PIYUSH Malaviya, Textile Wastewater Treatment Using Sawdust as Adsorbent. International Journal of Environmental Sciences. 2013, n.o 3. [Fecha de Consulta 7 de Julio de 2020].

Disponible en

<http://www.crdeepjournal.org/wp-content/uploads/2013/07/Vol-2-3-3-IJES.pdf>

ISSN: 2277-1948

GARCÍA, Ulises y AGUIRRE, Leopoldina. Biodegradación de petróleo por bacterias: algunos casos de estudio en el Golfo de México. México. Publisher: UAC, UNAM-ICMYL, CINVESTAV-Unidad, pp. 641-652, 2014.

Disponible en

<file:///C:/Users/Deivy%20Espinoza/Downloads/GarciaAguirreFINAL.pdf>

ISBN 978-607-7887-71-3

CAVAZOS Judith, PÉREZ, Beatriz y MAURICIO, Amparo. Afectaciones y consecuencias de los derrames de hidrocarburos en suelos agrícolas de acatzingo, puebla, México. Revista ASyD, (11): 539-550, noviembre 2014. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v11n4/v11n4a6.pdf>

ISSN 1870-5472

Crude oil spills in the environment, effects and some innovative clean-up biotechnologies. Por ONWURAH, I. [et al]. Revista Int. J. Environ, 1(4): 307-320, otoño 2007.

Disponible en <file:///C:/Users/Deivy%20Espinoza/Downloads/108220070405.pdf>  
ISSN: 1735-6865

OLGUÍN, Eugenia, HERNÁNDEZ, María y SÁNCHEZ, Gloria. Contaminación de manglares por hidrocarburos y estrategias de biorremediación, fitorremediación y restauración. Revista Internacional Contaminación Ambiental, 23 (3):139-154, agosto 2007.

Disponible en  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v23n3/v23n3a4.pdf>  
ISSN 0188-4999

FLORES, Miguel, TORRAS, Sandra y TÉLLEZ, Rodolfo. Medidas de mitigación para uso de suelos contaminados por derrames de hidrocarburos en infraestructura de transporte terrestre, Publicación Técnica [en línea]. 2004, n.o 257. [Fecha de Consulta: 7 de enero del 2020]

Disponible en  
<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt257.pdf>  
ISSN 01887297

JIMÉNEZ Ariel, COVA, Luis. Ventajas y desventajas del uso de sorbentes en la remediación de aguas marinas contaminadas por derrames de crudo. Tesis (para optar al título de Especialista en Ingeniería de Procesos de Refinación de Petróleo y Petroquímicos Básicos) Cartagena de Indias: Universidad de San Buenaventura, Departamento de postgrado programa de especialización en ingeniería de procesos de refinación de petróleo y petroquímicos básicos, 2012. 57 pp.

Disponible en  
[http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/bitstream/10819/3162/1/Ventajas%20y%20desventajas\\_Jim%C3%A9nez\\_2012.pdf](http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/bitstream/10819/3162/1/Ventajas%20y%20desventajas_Jim%C3%A9nez_2012.pdf)

JAMMAL, Noor y JUZSAKOVA, Tatjana. Review on the effectiveness of adsorbent materials in oil spills clean up. Revista Conference of ICEEE [en línea], of November 2016. [Fecha de Consulta 10 enero del 2020].

Disponible en  
[file:///C:/Users/Deivy%20Espinoza/Downloads/14Noor\\_2016\\_11\\_28\\_buda\\_ReviewontheEffectivenessofAbsorbentMaterialsinOilSpillsCleanUp21.pdf](file:///C:/Users/Deivy%20Espinoza/Downloads/14Noor_2016_11_28_buda_ReviewontheEffectivenessofAbsorbentMaterialsinOilSpillsCleanUp21.pdf)  
ISBN 978-963-449-063-0

ARONU Ugochukwu, Edwin. Absorption mats for oil decontamination. Tesis (Master of Science thesis) Suecia: University College of Borås, Chemical - environmental engineering, 2007. 86 pp.

Disponible en

<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1310473/FULLTEXT01.pdf>

The use of dispersants to combat oil spills in Germany at sea. GROTE Matthias [et al]. Revista Federal Institute for Risk Assessment [en línea], Berlin 2016. [Fecha de Consulta 10 enero del 2020].

Disponible en

<https://www.bfr.bund.de/cm/350/the-use-of-dispersants-to-combat-oil-spills-in-germany-at-sea.pdf>

ISSN 1614-3841.

Review of diesel spillage clean-up procedures. Meitei, B [et al]. Revista Project Report [en línea], 2010. [Fecha de Consulta 10 enero del 2020].

Disponible en

<file:///C:/Users/Deivy%20Espinoza/Documents/PPR509.pdf>

ISSN 0968-4093.

AHMED SATTI, Sittana. Synthesis and characterization of sodium carboxymethyl cellulose from the sawdust of pine wood. Tesis (para obtener el grado de M.Sc. in Chemistry). Sudan: University of Science & Technology, College of Graduate Studies, 2012. 48 pp.

Disponible en

<http://repository.sustech.edu/bitstream/handle/123456789/13904/Synthesis%20and%20Characterization%20...%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FERLA DE OLIVEIRA Maringá, Adriana. The performance of curauá fiber as sorbent of the diesel and biodiesel oils. Revista Acta Scientiarum [en línea], July-Sept., 2016. Vol. 38, n.º 3, 295-30 pp.

Disponible en

<file:///C:/Users/Deivy%20Espinoza/Downloads/27561-Article%20Text-143446-1-10-20160622.pdf>

SEK, Jerzy, SHTYKA, Olga y SZYMCZAK, Kamila. Analysis of the effectiveness of polypropylene fibers usage as sorbents of oil spills resulting from the transport accidents. Revista Mokslas Lietuvos Ateitis, 5(5): 536–540, 2013.

Disponible

[file:///C:/Users/Deivy%20Espinoza/Downloads/Analysis\\_of\\_the\\_Effectiveness\\_of\\_Polypropylene\\_Fib.pdf](file:///C:/Users/Deivy%20Espinoza/Downloads/Analysis_of_the_Effectiveness_of_Polypropylene_Fib.pdf).

ISSN 2029-2252.

An absorption capacity investigation of new absorbent based on polyurethane foams and rice straw for oil spill cleanup. Tuan Hoang Anh. [Et al]. Revista Petroleum Science and Technology [En línea]. 2018, n. ° 0. [Fecha de consulta 11 de enero del 2020]

Disponible en

<https://core.ac.uk/download/pdf/159194633.pdf>

ISSN: 1532-2459.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. Metodología de la investigación. 6ª ed. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2014. 98pp.

Disponible: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

ISBN: 978-1-4562-2396-0.

SERRET, Nurian, GIRALT, Giselle y QUINTERO, Mairé. Characterization of Sawdust of different Woods. Revista Tecnología Química [en línea]. 2016, n.º 3. [Fecha de consulta: 25 de febrero del 2019]

Disponible en

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-61852016000300012](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852016000300012)

ISSN 2224-6185.

Reyes Mejía, José Iván. Reacción asistida por microondas para la obtención de hidrocarburos a partir de aserrín de madera. Tesis (para optar por el Título Profesional de Químico). Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas, 2013. 109 pp.

Disponible en

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1868/1/T-UCE-0008-02.pdf>

OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Revista Int. J. Morphol. 35(1):227-232, 2017.

Disponible en <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

ISSN: 0717-9502.

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

| Variables   | Definición conceptual  | Definición operacional  | Dimensiones   | Indicadores    | Escala de dimensión |
|---|--|---|---|----------------|---------------------|
| Adsorción de aserrín (VD).  | Es un producto de desecho sus paredes celulares están compuestos principalmente lignina y celulosa, este material es relativamente hidrofóbico, la interacción con sus componentes mejoran la capacidad de adsorción. (Molina, 2016).                        | Evaluar el desarrollo del aserrín.  | Tamaño de partícula, cantidad de aserrín, densidad y humedad. | mg/L, g, ml.   | Intervalo           |
| Variación de tiempo y peso, para remover hidrocarburos en cuerpos de agua (VI). | Variación del tiempo dependerá principalmente de sus condiciones con respecto a sus propiedades del aserrín, ya que estos dos factores influyen de manera directa en el comportamiento para la adsorción de hidrocarburos. (Tabugbo, DuWilson y Usman, 2017) | Se medirá mediante análisis físicos generando soluciones para dar soluciones que tengan los investigadores con temas relacionados a la variación de tiempo. | Tiempo, Volumen y masa.                                       | min, s, ml, g. | Intervalo           |