



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

**Remoción de Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) en  
aguas dulces mediante biomasa animal de cascos y cuernos  
de caprinos 2020.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL

**AUTORES:**

Salas Pineda, Denisse Sofía (ORCID: 0000-0002-0868-3403)  
Ventura Salazar, Gianfranco Giovanni (ORCID: 0000-0002-4445-6769)

**ASESOR:**

Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales (ORCID: 0000-0003-1504-2089)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

Dedico esta Tesis a mis padres Luis Ventura Gonzales y María Salazar Hernández que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para poder llegar a ser un buen profesional.

Gianfranco Giovanni Ventura Salazar.

A Dios por brindarme la constancia para poder culminar satisfactoriamente la carrera profesional, a mi madre Gina Pineda Riega y a mi hija Valentina Amayo por ser mi soporte diario para ser una profesional exitosa.

Denisse Sofia Salas Pineda

## **Agradecimientos**

Agradecemos a Dios por proporcionarnos la sabiduría para lograr nuestras metas, al Dr. Elmer Benites Gonzales por brindarnos su apoyo constante y conocimientos en la presente tesis a lo largo del presente año.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN .....	9
II. MARCO TEÓRICO .....	12
III. METODOLOGÍA .....	29
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	29
3.2. Variables y operacionalización.....	30
3.3. Población, muestra y muestreo.....	30
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
3.5. Procedimientos.....	33
3.6. Método de análisis de datos.....	36
3.7. Aspectos éticos.....	36
IV. RESULTADOS .....	37
V. DISCUSIÓN .....	42
VI. CONCLUSIONES.....	50
VII. RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS	

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Prueba de la normalidad.....	38
Tabla 2: Resultados de la muestra inicial.....	38
Tabla 3: Comparación de varianzas mediante ANOVA de un factor.....	39
Tabla 4: Estadísticos descriptivos para datos del pH.....	39
Tabla 5: Estadísticos descriptivos para datos de la turbidez.....	40
Tabla 6: Prueba de Tukey para la determinación de cantidad de biomasa con mayor % de remoción.....	41
Tabla 7: Prueba de Tukey para la determinación de la granulometría con mayor % de remoción.....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Corte sagital de pezuña (casco). .....	25
Figura 2: Sección sagital de cuernos y astas. ....	26
Figura 3: Método de separación de aceites y grasas. ....	28
Figura 4: Río Chillón. ....	31
Figura 5: Puntos muestrales en el Río Chillón.....	32
Figura 6: Diagrama de flujo.....	34
Figura 7: Remoción de HTP con biomasa animal de cascos y cuernos de caprino.....	35
Figura 8: Biomasa animal de cascos y cuernos de caprino con HTP.....	36

## **RESUMEN**

En la presente tesis, el objetivo principal es la remoción de los Hidrocarburos Totales de Petróleo del agua dulce utilizando la biomasa animal de cascos y cuernos de caprino a nivel de laboratorio, la población y muestra del estudio se dio a nivel de laboratorio en el cual se contaminó 30 L de agua dulce. Asimismo, se procedió a medir los parámetros de pH y turbidez en la muestra empleada, posteriormente se aplicó la técnica de remoción y se tomaron los mismos parámetros para poder observar la eficiencia de la técnica. Para calcular la concentración de HTP (Hidrocarburos Totales de Petróleo) se utilizó el método de fraccionamiento de aceites y grasas y se determinó el porcentaje de remoción de HTP. Se concluyó que la mejor concentración y granulometría de la biomasa animal de cascos y cuernos de caprino fue de 10 g con una granulometría de 2 mm removiendo el 98,80% de la muestra.

Palabras clave: Biomasa, cascos, cuernos, caprinos, hidrocarburos.

## **ABSTRACT**

In the present thesis, the main objective is the removal of Total Petroleum Hydrocarbons from fresh water using animal biomass from goat hoofs and horns at laboratory level. The population and sample of the study was given at laboratory level where 30 L of fresh water was contaminated. Likewise, the pH and turbidity parameters were measured in the sample used, then the removal technique was applied and the same parameters were taken in order to observe the efficiency of the technique. To calculate the concentration of TPH (Total Petroleum Hydrocarbons), the method of fractionation of oils and fats was used and the percentage of TPH removal was determined. It was concluded that the best concentration and granulometry of animal biomass from goat hoofs and horns was 10 g with a granulometry of 2 mm removing 98.80% of the sample.

**Keywords:** Biomass, hoofs, horns, goats, hydrocarbons

## I. INTRODUCCIÓN

La **investigación** abarca el tema de remoción de hidrocarburos mediante biomasa de animales, el cual se puede referir como la eliminación de hidrocarburos presentes en aguas dulces. La motivación para este trabajo surge de la necesidad, ante los accidentes por derrame de petróleo que cada vez son más frecuentes y repentinos por ello la necesidad de brindar alternativas para este problema. Por este motivo se recurrirá al empleo de la biomasa animal como cascos y cuernos, ya que está demostrado que son muy buenos sorbentes y poseen la característica de ser hidrofóbicos, por lo cual son altamente afines a los hidrocarburos.

Para analizar esta problemática es necesario mencionar la causa, el cual es la falla en el transporte de hidrocarburos incluyendo dos actividades principales siendo traslado acuático y terrestre, tomando en este trabajo como relevante el traslado acuático ya que incluye a todos los medios empleados para el traslado de hidrocarburos mediante vía marítima, fluvial y lacustre desde las instalaciones donde se produce hacia las plantas de refinamiento de petróleo.

La investigación de esta problemática ambiental, se realizó por el interés de conocer una alternativa eficiente y de bajo costo para controlar el avance de hidrocarburos de petróleo en fuentes de agua. Esto permitió identificar, que estos derrames ocurren por fallas operacionales o falta de equipos adecuados en la industria petrolera. Asimismo, nos interesamos por aportar sobre una alternativa de remoción de hidrocarburos en aguas dulces mediante subproductos de animales, el cual reduce costos y se obtiene un gran beneficio para el ambiente y la industria.

La **realidad problemática** del estudio nombrado, se enfocó en la contaminación por hidrocarburos en agua dulces, ya que por la decadencia de cultura y los reiterados derrames de petróleo lo hace un problema mundial. Uno de los

accidentes más recientes fue en 2018 en el país de Colombia, la refinería Ecopetrol generó el derrame más grande del país, ya que logro afectar a 16 comunidades, según los cálculos de las autoridades de dicho país, el derrame bordea los 24000 barriles de crudo de petróleo y fue generado por la presión constante del agua de la represa Hidrosogamoso sobre los pozos de petróleo (Lourdes, 2018). Otro de los casos más escuchados y más recordados fue el que sucedió el 23 de abril del 2017, cuando se presentó el derramé de 301 barriles de petróleo en el país de Trinidad y Tobago, el causante de este derrame de petróleo fue la refinería Pointe a Pierre por fallas de mantenimiento de sus máquinas, logrando una pérdida del 70% de las especies marítimas (Gutiérrez, 2017).

A nivel nacional se reportaron altas cantidades de derrames de petróleo en la Costa Norte del Perú, el reporte lo analizó el Osinergmin, reportó que en 10 años por lo menos 9743 toneles de petróleo que se han vertido en todo el país, es decir que 1549137 L es el total de los derrames registrados han sucedido en el mar del Norte del Perú. Asimismo, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), verificó aproximadamente 40 emergencias ambientales originadas por la empresa Savia Perú S.A dentro del lote Z-2B, afirmando Osinergmin que entre el 2018 y 2019 dicha empresa vertió 7,2 barriles en tres eventuales derrames, lo cual es 1144.8 Litros de petróleo vertido en la costa del norte peruano. (De la Torre 2019).

Como **problema general**: ¿Cuál es el efecto de la biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos para la remoción significativa de la concentración de hidrocarburos totales de petróleo en aguas dulces 2020? y los **problemas específicos**: ¿Cuál es la cantidad ideal de biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos para la remoción significativa de la concentración de hidrocarburos totales de petróleo en aguas dulces 2020? y ¿Cuál es la granulometría ideal de biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos para la remoción significativa de hidrocarburos totales de petróleo en aguas dulces 2020?.

La investigación se **justifica** por su eventual aporte a: los pobladores aledaños a los ríos contaminados por los HTP, ya que son afectados directamente por los accidentes de derrame de petróleo contaminando así la fauna de ríos, es por eso que se verán beneficiados por la implementación de la técnica de remoción de hidrocarburos con biomasa animal de cascos y cuernos de caprino, ya que ayudará a purificar el agua contaminada por HTP de río. Esta propuesta brindará una solución beneficiosa a las empresas que realizan el transporte de hidrocarburos, siendo una técnica eficiente y óptima para la remoción de hidrocarburos en aguas que pueda desencadenarse después de un accidente. La importancia económica radica en la reducción de costos en el proceso de purificación del agua de ríos mediante los desechos de los camales, lo cual el proyecto aprovechará los desechos de los camales como los cascos y cuernos de caprino para poder ejecutar la técnica de remoción, ya que se evitará invertir en altas cantidades económicas en algún método de remoción de compuestos orgánicos y de igual manera por el empleo de dicha biomasa, ya que normalmente se consideran como desechos dentro de los mataderos. Asimismo, el juicio de esta investigación busca aportar al desarrollo sostenible de la población, utilizando sorbentes de biomasa animal, los cuales no generan impacto negativo en su elaboración hacia el recurso hídrico y suelo, de tal manera que no genere daños futuros en la población, protegiendo de esta forma a todos los seres vivos.

Por lo tanto, se tiene como **objetivo general**: Determinar el efecto de la biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos para la remoción significativa de la concentración de hidrocarburos totales de petróleo en aguas dulces 2020 y como **objetivos específicos**: Determinar la cantidad ideal de la biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos para la remoción significativa de hidrocarburos totales de petróleo en aguas dulces 2020 y calcular la granulometría ideal de la biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos para la remoción significativa de hidrocarburos totales de petróleo en aguas dulces 2020. De esta manera se pretende verificar la **hipótesis general**: La biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos remueven un 90% de hidrocarburos presentes en aguas dulces 2020

y las **hipótesis específicas**: La cantidad ideal de biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos es de 10 g para la remoción significativa de hidrocarburos totales de petróleo en aguas dulces 2020 y la granulometría ideal de biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos es con el tamiz 2mm para la remoción significativa de hidrocarburos totales de petróleo en aguas dulces 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

POYER, VALLADARES, DANGLAD Y SALAZAR (2015) desarrollaron la remoción de hidrocarburos en aguas mediante el bagazo de la caña de azúcar, obteniéndose una remoción de hidrocarburos con una eficiencia de 92%, demostrando que hubo presencia de remociones por arriba de los 90% hasta el abarrotamiento del lecho fijo y que el bagazo de caña de azúcar hidrofobado con surfactante es efectivo para la remoción de TPH en el agua.

MASCCO, INGA Y DEL ROCIO (2019), realizaron la remoción de hidrocarburos por manga adsorbente de celulosa de bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en las aguas del puerto del Callao, obteniéndose como valor inicial de HTP, 427 mg/L y luego de aplicar los 3 tratamientos se obtuvo una remoción del 78% (95,53 mg/L) de HTP, quedando demostrado que la remoción de hidrocarburos por manga absorbente es efectiva para la remoción de HTP

GONZÁLEZ, HEREDIA Y RODRÍGUEZ (2019) realizaron bioremediación de hidrocarburos en aguas residuales empleando microorganismos: caso Lubricadora Puyango, empleando microorganismos descomponedores de hidrocarburos, mediante el proceso de bioaumentación, obteniéndose que la remoción resultó eficiente con porcentajes mayores al 86% de HTP y en la tercera semana es el tiempo máximo donde se observó mejores resultados de remoción llegando al 92% y además remueve el DQO al 40 %, aceites y grasas en 50 % y

tensoactivos en 43 % presente en el agua, representando una técnica viable y económica.

PARUCH Y ROSETH (2018), realizaron un tratamiento de aguas de lavado de túneles mediante sorbentes orgánicos para la remoción de hidrocarburos aromáticos policíclicos y aceite no polar, donde los niveles de reducción alcanzaron 97.6% para aceite no polar (NPO), 97.2% para benzo [a] pireno y 96.5% para hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), demostrando que las eficiencias del tratamiento fueron evaluando los niveles de concentraciones y reducciones de los contaminantes medidos en los efluentes, además la combinación de dos materiales sorbentes orgánicos proporcionó la más alta eficiencia de tratamiento para las aguas de lavado liberadas del túnel.

ZHANG LU Y WU (2019), realizaron el estudio científico para la eliminación de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) por detritos de algas en sedimentos costeros, obteniendo que las capacidades de adsorción de equilibrio de naftaleno, fenantreno y benzo [a] pireno en los detritos de *U. prolifera* fueron 1.27, 1.97 y 2.49 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente, a la concentración inicial de 10 µg L<sup>-1</sup>, por ello, se concluyó que la aparición de la marea verde podría proporcionar una nueva alternativa de remediación natural para la contaminación de

los Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) mediante la eliminación adsorbente por el detrito de algas verdes de marea depositadas en el sedimento costero.

AL-JAMMAL, JUZSAKOVA, SEBESTYÉN Y NÉMETH (2019), realizaron la experimentación de Toba zeolítica para la remoción de hidrocarburos del agua superficial, obteniendo que la eficiencia de eliminación de queroseno aumentó en 32% usando ZT desaluminado en lugar de ZT crudo; sin embargo, este resultado

sigue siendo moderado en comparación con el logrado por carbón activado comercial que alcanzó 72-82%, por lo cual, la capacidad de sorción usando queroseno como modelo mixto (agua-aceite) se mejoró en tres y cuatro veces para TZT y toba zeolítica microemulsionada (MeTZT) respectivamente y estas se compararon con la del carbón activado que aún tiene mayor capacidad de adsorción.

WICKRAMASINGHE Y SHUKLA (2018), desarrollaron una evaluación en la eficiencia de un lecho de columna empleando gránulos para la remoción de HAP en aguas donde se mostró que el lecho de columna a base de gránulos mostró una eficiencia de remoción máxima de HAP de 91% con un tiempo de 120 minutos y las concentraciones fueron variando en un rango de 0.01 a 10.0 ppm, por lo tanto, la forma y textura granular del material envolvente para el lecho de columna es innovadora y única para elevar la eficiencia de la remoción y la reutilización de materiales empleados para la preparación de dicha columna.

ZHANG, ZHANG Y GAMAL EL-DIN (2019), desarrollaron la ozonización integrada con la biofiltración para mejorar la eficiencia de remoción con ácidos nafténicos de aguas con hidrocarburos, obteniendo que el proceso de ozonización suave (con una dosis de ozono utilizada de 30 mg/L) eliminó el 84.8% del crudo de petróleo y el 11.5% de los NA oxidados con una eficiencia de degradación de 0.3 mg de NA clásicos/mg, sin embargo, al usar la misma dosis de ozono utilizada, la degradación de los NA clásicos y los NA oxidados crudos fue de 32.1% y 3.9% con una eficiencia de ozonización de 0.1 mg de NA clásicos/mg, por lo cual, el proceso de biodegradación integrado de ozonización arroja un gran potencial para ser empleado en la industria del petróleo y gas.

RODRÍGUEZ (2017), realizó una experimentación de remoción de las aguas contaminadas con hidrocarburos mediante sistemas de bio-absorbentes, obteniendo que la configuración del biorreactor de flujo vertical tuvo mayor eficiencia al eliminar los hidrocarburos, teniendo una tasa de reducción de TPH superiores al 90%, por lo tanto, la cepa *Brevundimonas diminuta* fue la que demostró la eficacia del proceso de tratar aguas contaminadas con hidrocarburos.

ÁLAVA (2015), empleó quitosano como coagulante en aguas negras contaminadas con hidrocarburos, obteniendo antes de la aplicación del quitosano en las muestras un pH=8.17, Turbidez=216 NTU, DQO=568 mg/L, TPH=416 mg/L, luego de la aplicación del quitosano en la muestra contaminada se obtuvo un pH= 5,51, Turbidez= 3,92 NTU, DQO= 124 mg/L, y TPH= 3,80, teniendo un porcentaje de remoción del 99.09% de TPH, por lo tanto, los residuos de camarón que siempre son botados, pueden ser utilizados para la obtención de quitosano y quitina, que a la vez pueden ser utilizados como biocoagulante para la remoción en las aguas residuales con hidrocarburos.

ACOSTA, TOLEDO, SÁNCHEZ, SAN MARTÍN Y GARCÍA (2017), desarrollaron una investigación y clasificación de bacterias aerobias degradadoras de HTP aisladas de costas de Cuba, obteniendo resultados de las pruebas fisiológicas y bioquímicas la identificación de 28 a 33 cepas las cuales se les hicieron pruebas para saber la amplitud de degradación de los HTP, después de 45 días de cultivo estático, la remoción 69.26% del hidrocarburo, por consiguiente, se demostró que las 33 cepas bacterianas hidrocarbonoclastas de las costas de Felton son de la familia *Bacillus*, *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Marinomonas*, *Kurthia* y *Azothobacter*.

SALAZAR (2015), realizó la extracción de hidrocarburos mediante polímeros naturales: consecuencia de la dimensión de partícula, demostrando que la

disminución en la dimensión del polímero natural del de plumas completas a plumas cortadas en fragmentos de 1 cm elevó rápidamente las capacidades de retención a 34.6 g/g sorbente para el crudo de petróleo, 12.6 g/g sorbente para el diesel y 10.7 g/g sorbente para la gasolina, concluyendo que el biopolímero utilizado es un excelente agente removedor de hidrocarburos, y a la vez es económico para conseguirlo, ya que la mayoría de veces las plumas de pollo son botadas como desperdicio en los basureros.

ARAUJO (2015), en su trabajo de remoción de hidrocarburos policíclicos aromáticos de muestras de agua de la bahía de amuay por hongos autóctonos del género *Aspergillus*, obtuvo que los hongos tienen una efectividad del 90% para la remoción de hidrocarburos en aguas impactadas por este contaminante, por ello, se demuestra que los parámetros fisicoquímicos se encontraron dentro de los LMP por la normativa ambiental y a la vez permitieron el crecimiento de los hongos del género *Aspergillus*, este hongo se comprobó que es un agente removedor de HAPs presentes en las aguas contaminadas con hidrocarburos.

VELASCO Y ESPINOSA (2016), realizó la valoración de la fitorremediación en la remoción de carga orgánica, tratando aguas contaminadas con HTP, obteniendo que el sistema construido es una opción para la extracción de hidrocarburos y materia orgánica en la primera etapa fue  $>14.72 \text{ g/m}^2/\text{d}$  y en la segunda etapa  $>64.82 \text{ g/m}^2/\text{d}$ , concluyendo que el humedal construido más eficiente en cuanto a depuración DQO, DBO y HTP es el plantado y no el natural.

OLGUIN, HERNANDEZ Y SANCHEZ (2017), desarrollaron tácticas de biorremediación, fitorremediación y restauración de manglares infectados por hidrocarburos, obteniendo que la biomasa de *Salvinia* absorbió de dos a tres veces más petróleo y vaselina en equiparación con una turba comercial que es el peat

sorb de 11.8g a 4.8 g de petróleo y 7.3g a 3.0 g de vaselina, este mando de *Salvinia sp*, parece deberse a su hidrofobicidad y a los filamentos en su área y concluyeron que la biomasa de *Salvinia* es un potente absorbedor de petróleo para recuperar manglares contaminados con hidrocarburos.

CÓRDOBA Y CARDOZO (2019), realizaron un análisis porcentual de remoción de hidrocarburos totales de petróleo utilizando Echencapsulador de hidrocarburos como un agente biorremediador aplicado en residuos generados en tanques de crudo, obteniendo como resultado que la mayor remoción de hidrocarburos totales de petróleos en borras con un ambiente controlado se pudo remover más del 90% de HTP y concluyendo que se puede remover una mayor cantidad de HTP si es que el ambiente donde se trata es controlado y se le da el ambiente adecuado para que se pueda realizar.

ROVERO E YEGRES (2017), realizaron el reconocimiento de especies microbianas en aguas con hidrocarburos del petróleo en la bahía de Carirubana, Península de Paraguaná, obteniendo que las aguas de la Bahía de Carirubana presentan 1.4 mg/L de HPA's y 1,3 mg/L de aceites de minerales, a la vez se encontraron especies microbianas como el *Aspergillus niger*, *Trichoderma sp* y *Rhizopus sp* y se concluyó que son capaces de sobrevivir a concentraciones de HAPs (Hidrocarburos policíclicos aromáticos) y a la vez alimentarse de todos los HAPs presente en el agua.

ROSENBLUM, SITTERLEY, THURMAN, FERRER Y LINDEN (2016), realizaron el tratamiento de aguas empleando fracturación hidráulica mediante coagulación para remoción de hidrocarburos y turbidez, donde los resultados con cloruro férrico redujeron el 90% de turbidez con una dosis baja de clorhidrato de aluminio en presencia y ausencia de carbón activado suelto y removió el 80% de HTP y el empleo de carbón activado logró remover más del 90% de HTP, por ello se concluyó que la coagulación empleando cloruro férrico en dosis bajas es un

proceso altamente efectivo para remover turbidez y HTP'S en aguas de fracturación hidráulica y combinándolo con el carbón activado puede mejorar su eficiencia y eliminar mayor cantidad de compuestos orgánicos.

ROTAR, ROTAR, ISKRIZHITSKY, SHARIPOV Y PIMENOVA (2015), realizaron un estudio sobre la eliminación de hidrocarburos mediante absorbentes vegetales naturales. Tuvo como objetivo investigar si los sorbentes naturales remueven eficientemente hidrocarburos del agua, obteniendo que los musgos *Sphagnum Dill* y *Nature Corby* tienen una alta capacidad de absorción de hidrocarburos, obteniéndose finalmente aceite residual menor a 0,03 g/L y concluyendo que los sorbentes naturales se desintegran a través del tiempo y no requieren un tratamiento especial después de su uso, además de ser de bajo costo y practicidad, el musgo y el aserrín son recursos potenciales para eliminar aceites y grasas en aguas.

GUPTA Y GUPTA (2015), realizaron la remoción de hidrocarburos aromáticos policíclicos empleando carbón activado de cáscara de plátano, demostraron que el tiempo para la adsorción de carbón activado sintetizado es de 80 min y la desorción cuantitativa se logró empleando el hidróxido de sodio con etanol, lo cual propicia a la reutilización del carbón activado preparado y concluyeron que el carbón activado con cáscara de plátano es un potencial removedor de hidrocarburos aromáticos policíclicos en medio acuoso, siendo un sorbente barato, eficiente y reciclable.

WAHONO, CAVALLERO, VASILEV Y MIERCZYNSKA (2018), emplearon un polímero de plasma para facilitar el magnetismo para la remoción de aceites en aguas contaminadas con HTP y obtuvieron que la superficie de nanopartículas de acero inoxidable cambió por deposición en plasma de 1,7-octadieno y

perfluorooctano, creando superficies hidrófobas y en ambos su eficiencia de remoción de aceite fue de 99%, concluyendo que es posible que la hidrofobicidad de perfluorooctano sea más eficiente en cuanto remoción de aceite en aguas contaminadas por HTP, así mismo la polimerización por plasma ayuda a la remoción de aceites y a eliminar otro tipo de contaminantes químicos y biológicos presentes en el agua.

ALESSANDRELLO, PARELLADA, JUÁREZ, NESKE, VULLO Y FERRERO (2017) Removieron HAP empleando bacterias inmovilizadas usando acetogeninas anáceas para la creación de biopelículas en espuma de poliuretano, obteniendo como resultado el 90 % de sorción de HAP en 7 días y aproximadamente el 15-22% de biodegradación por el empleo de células inmovilizadas, así mismo la creación de biopelículas no elevó la remoción de HAP.

IQBAL, MUKHERJEE, RASHID, KHAN, ALI Y ARSHAD (2019) desarrollaron un sistema de fitorremediación usando plantas y microbios para la remoción de hidrocarburos derivados de petróleo, se obtuvieron como resultados que las *Pseudomonas sp.* absorbieron el 90% de hidrocarburos derivados del petróleo a la vez arrojó una eficiencia de remoción de HTP en todas las especies de plantas analizadas, los endófitos vegetales tuvieron una remoción de 45,6%, siendo el más significativo.

LUIS, RODRIGUEZ, ALATRISTE, CHAZARO Y RANGEL (2018) utilizaron la Endocarpio de coco y mesocarpio para la remoción de hidrocarburos disueltos en agua y como fuente de energía cuando termina su vida útil, se obtuvieron como resultados que la fibra de coco (mesocarpio) arrojó capacidades de remoción más altas de 222; 96 y 5,85 mg/g para benceno, tolueno y naftaleno respectivamente, esto se debe a sus características asociados con la estructura de la lignina,

también se analizó el calor de combustión que mostró resultados de 4407,79; 5064,43; 11,6 cal/g respectivamente.

GARCÍA, PEÑAFIEL Y RODRIGUEZ (2019) aplicaron el método de biorremediación de hidrocarburos en aguas residuales empleando un cultivo mixto de microorganismos en la Lubricadora Puyango, obteniendo como resultado que la cantidad de HTP en las aguas residuales de la lubricadora 38,30 mg/L<sup>-1</sup> y luego de aplicar el tratamiento de biorremediación con cultivo mixto de microorganismos se obtuvieron 3,21 mg/L<sup>-1</sup> de HTP en el agua de la lubricadora.

MINDA Y JAVIER (2018) utilizaron la biodegradación de HTP por hongos Endófitos de la Amazonia Ecuatoriana, obteniendo como resultado que las tasas máximas de remoción de HTP fueron del 99.6% y 99.8% con los hongos del género *Verticillium sp* y *Aspergillus sp*. Se concluyó que el hongo del género *Aspergillus sp*. fue la más eficiente al remover los HTP en las aguas residuales.

DIAZ (2016), desarrolló un estudio conceptual de un sistema de manejo de aguas para el fracturamiento hidráulico en yacimientos de hidrocarburos no convencionales en la Regional del Magdalena medio de Ecopetrol S.A., demostrando que el método de flowback llega a remover un 98% en el agua contaminada con HTP y que las mejores técnicas para remover hidrocarburos no convencionales en Ecopetrol S.A es el tratamiento de flowback que consiste desalinización por los métodos de Osmosis inversa.

RODRÍGUEZ Y LEONARDO (2017) hallaron la eficiencia en el cultivo de microorganismos eficaces para reducir HTP presentes en aguas de grifos, Huarocharí-2017, obteniendo como resultado después de 30 días de tratamiento la muestra n°1 del 98% y la n°2 del 99% de HTP y la muestra n°3 se logró reducir el

51% de HTP. Se concluyó que los cultivos de microorganismos aplicados en la muestra n°1 y n°2 fueron más eficientes al remover los HTP en las aguas del grifo.

VILLEGAS, ARCILA, ORTEGA, FRANCO Y CORTÉS (2017) emplearon la remoción de hidrocarburos en aguas de la industria petrolera empleando nanointermedios compuestos por SiO<sub>2</sub> funcionalizados con nanopartículas magnéticas, obteniendo como resultado la disminución de los HTP con el tratamiento de compuestos funcionalizados con nanopartículas magnéticas removiendo un 98% quedando demostrado la efectividad de la técnica.

DÍAZ, BRICEÑO, GARCÍA, ROSALES, MARÍN, AIELLO Y MORALES (2016) emplearon la biodegradación de queroseno mediante cultivos de bacterias aisladas de una fosa extractora de petróleo en Venezuela, obteniendo como resultados que las bacterias con mejor crecimiento en queroseno fueron *Yersinia rohdei*, *Pantoea agglomerans*, *Sphingobacterium thalpophilum* y *Actinobacillus capsulatus* y la eliminación de queroseno 0,5% estuvo en el rango de 48,12-52,54% y el queroseno 1% varió entre 49,99-60% con tendencias remover mayor cantidad de hidrocarburos. Se concluyó que hubo un logro al aislar e identificar las cepas bacterianas *Yersinia rohdei*, *Pantoea agglomerans*, *Sphingobacterium thalpophilum* y *Actinobacillus capsulatus* dentro de la fosa petrolera y que hubo un logro al degradar el queroseno (0,5 y 1%) entre el 48 y el 60% en 30 días.

AL-JAMMAL, ADNAN ABDULLAH, JUZSAKOVA, ZSIRKA, CRETESCU, VÁGVÖLGYI, SEBESTYEN, LE PHUOC, T. RASHEED Y DOMOKOS (2020) desarrollaron nanotubos de carbono empleados para la remoción de hidrocarburos en aguas dulces, obteniendo como resultados que la capacidad de adsorción máxima aumentó en un 63,5%. Además, los resultados indicaron que las

capacidades de adsorción de n-octano sobre nanotubos de carbono de paredes múltiples alcanzaron 6.07 g/g.

SULLIVAN, PRIGMORE, KNIGHT Y GODFREY (2019) realizaron Biochar de carbón activado de desechos municipales como absorbente para la remoción de hidrocarburos poliaromáticos (HAP), fenoles y derivados del petróleo en aguas contaminadas, obteniendo como resultados que la madera de pino de alta temperatura de biochar de carbón activado demostró mayor efectividad en la remoción de sustancias petroquímicas siendo mayores al 76%.

FRANCISCO, IDOWU, FRIESEN, MCDOUGALL, CHOI, BOLLUCH, DARAMOLA, JOHNSON, PALACE, STETEFELD Y TOMY (2018) emplearon la absorción de HAP empleando un polímero absorbente, obtuvieron como resultados que la adsorción de HAP fue eficiente y logró remover  $86 \pm 4\%$  de la fase orgánica en 120 s. y la absorción fue impulsada por el volumen molecular ( $A^3$ ) por ello las tasas aumentaron notablemente para los HAP con volúmenes moleculares entre  $130 A^3$  y  $190 A^3$ .

ALONSO-DE-LINAJE, MANGAYAYAM, TOBLER, DIETMANN, ESPINOSA, RIVES Y DALBY (2019) realizaron sorción de hidrocarburos clorados de aguas subterráneas naturales y artificiales empleando organohidrotalcitas, obteniendo como resultados los coeficientes de sorción ( $K_d$ ) y el coeficiente de partición normalizado de materia orgánica ( $K_{om}$ ) se correlacionaron inversamente con su hidrofobicidad en el orden de: tetracloroetileno > tetraclorometano > tricloroetileno > 1,1,2-tricloroetano > triclorometano, lo que indica que la competencia entre los hidrocarburos clorados y la fuerza iónica tienen un efecto marginal sobre la afinidad de sorción.

MEHETRE, DASTAGER Y DHARNE (2019) realizaron la *degradación de HAP* mixtos mediante cultivos puros y mixtos de biosurfactantes que producen bacterias termófilas y termorresistentes. Obteniendo como resultado una degradación mayor de ANTRACENO del 92-96%, FLUORENO del 83-86%, FENANTRENO del 54% y PIRENO del 51-71% y a la vez el petróleo crudo se usó como sustrato para poder investigar la degradación de los HAP utilizando los organismos de esta investigación.

GOSWAMI, MANIKANDAN, DOLMAN, PAKSHIRAJAN Y PUGAZHENTHI (2018) realizaron el tratamiento de aguas residuales con Hidrocarburos aromáticos policíclicos utilizando la bacteria oleaginosa (*Rhodococcus opacus*), obteniendo como resultado la biodegradación de HAP del 91.6%,82.3%,80.7% respectivamente para cada muestra, concluyendo que la eficiencia de degradación de los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos se vio afectada por la concentración inicial y la complejidad aromática de los HAP.

MÉNDEZ Y RENÉ (2018) realizaron la remoción de hidrocarburos solubles mediante macro algas marinas, polímeros naturales y oxido de grafeno como materiales adsorbentes, obteniendo como resultado la sorción lineal pero con un comportamiento de desorción no lineal a la vez, el grado de desorción se correlaciona inversamente con la hidrofobicidad de sus compuesto, se concluyó que el balance de masa de las pruebas de sorción y desorción indica que la absorción excedió la liberación disruptiva en un número dado de volúmenes de poro.

INTERIANO, RAMÍREZ, ZAMUDIO, GODÍNEZ (2019) removieron hidrocarburos mediante recortes de perforación utilizando ácidos húmicos en procesos de lavado logrando reducir hasta el 70% de HTP (Hidrocarburos Totales de Petróleo), ya que

esta remoción está ligada al proceso de lavado en el que se utilizaron ácidos húmicos.

MOUSSAVI, SHEKOOHIYAN Y NADDAFI (2016) aplicaron la técnica de biodegradación anóxica de hidrocarburos de petróleo en medios salinos utilizando biogránulos denitrificadores, obteniendo como resultados el 99% de 4g/L de TPH fue biodegradado en medios salinos por biogránulos anóxicos. Se concluyó que la biodegradación de HTP por biogránulos anóxicos fue mucho más rápida que por otros biorreactores.

MOUSSAVI Y GHORBANIAN (2015) aplicaron la biodegradación de HTP mediante un biorreactor de lodos y película fina en condiciones reducidas de nitrato, obteniendo como resultados la biodegradación de HTP del 99.7% en presencia de nitrato a 37.6%, solo 3 días después de que se retirara el nitrato del afluente.

El análisis de la presente investigación se basó en las siguientes **teorías**:

Las pezuñas de las cabras se componen de cuatro componentes básicos que del exterior al interior son los siguientes: El casco cumpliendo su función de protección. Es una capa dérmica el cual posee gran cantidad de queratina. El estrato vásculo-nervioso transporta nutrientes para el casco, siendo comparado con la dermis. Asimismo, la estructura ósea interior de soporte y finalmente el sistema de articulación y tendones los cuales proporcionan flexibilidad. (BUCH, 2003).

Una de las proteínas encontradas dentro de los cascos de los caprinos es la queratina, la cual se caracteriza por su alto valor porcentual de cistina, lo que conlleva a buenas propiedades mecánica, asimismo, es un aminoácido que tiene la facilidad de cruzarse entre una proteína y sus enlaces biomoleculares de bisulfuro. (KAR Y MIRSA, 2004). Además, encontraron que la queratina es un

potencial sorbente de algunas sustancias las cuales se encuentran los metales pesados. Así como, es representada mediante CÁCERES (2007), en el cual muestra el corte sagital de pezuña como se muestra en la Figura 1. Por otro lado, SALAZAR (2012), demostró que la queratina presenta un carácter hidrófobo lo cual significa que tiene afinidad a compuestos no polares como lo son los hidrocarburos.

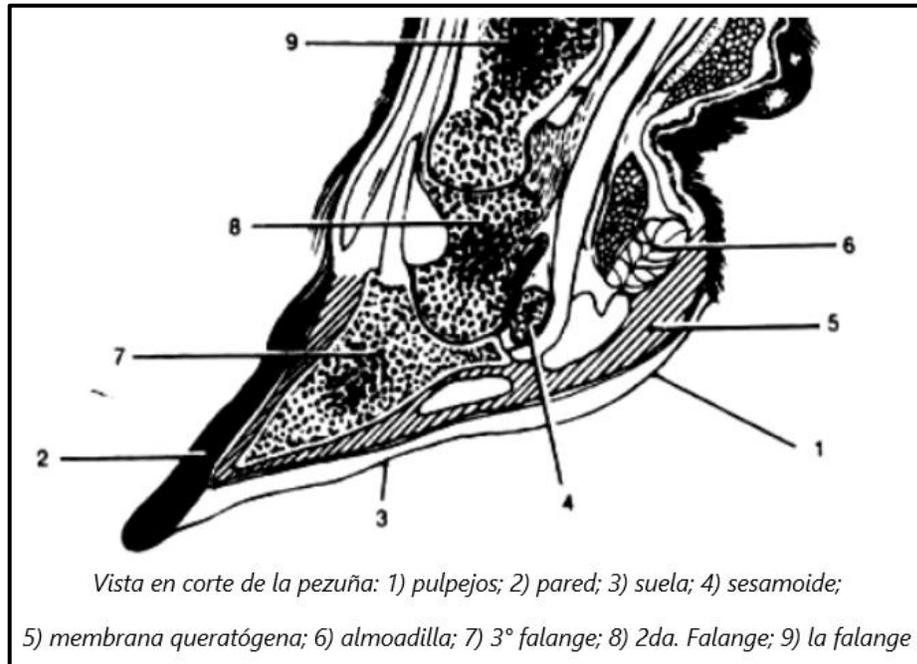


Figura 1. Corte sagital de pezuña (casco). (CÁCERES, 2007).

Según FLORIDO (2010), señala que la queratina presenta aminoácidos hidrofóbicos dentro de su composición los cuales son (fenilalanina, isoleucina, valina y alamina) siendo pocas solubles en agua, debido a que el agua es una sustancia polar por eso no presenta afinidad con esta. Según un estudio de BALLESTEROS (1994), señala que, los cascos y cuernos de animales poseen gran cantidad de queratina, siendo sus características principales que son sólidas y fuertes, no presentan escamas, baja cantidad de lípidos en su composición, poseen azufre superior al 3%, son estables térmicamente, reaccionan abruptamente Los cuernos de ganados, están compuestos por dos partes: la parte

con callosidad la cual presenta gran contenido de queratina y la otra parte es la parte del hueso. Es por ello, se muestra en la Figura 2 la sección sagital de cuernos y astas observándose el contenido de queratina en el cuerno (KARDONG, 1999). Asimismo, la queratina presenta cistina y cisteína la cual le brinda las características de dureza a los cuernos, siendo la cistina la unión de dos cisteínas, mediante puentes de di-sulfuro que son los que dan la fortaleza y la dureza a la proteína queratina (SALINAS, 2004).

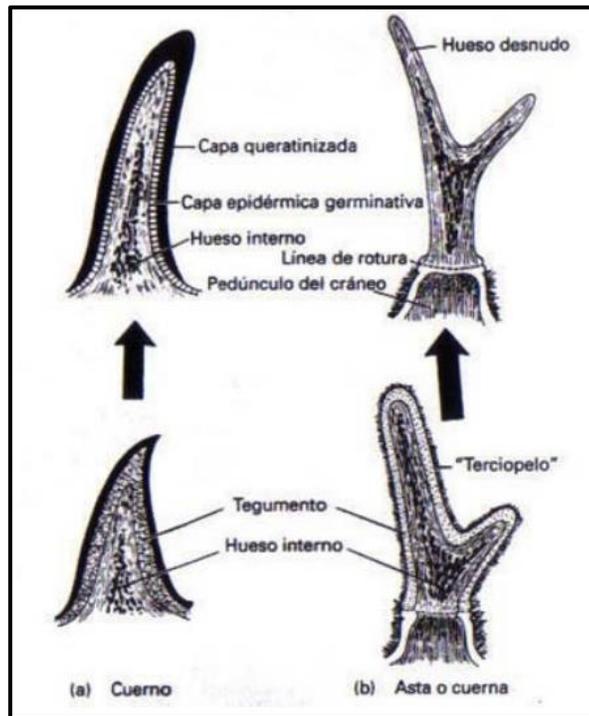


Figura 2. Sección sagital de cuernos y astas. (KARDONG, 1999).

Para la obtención de harina de cascos y astas de bovinos, se lavaron con agua y detergente para remover cualquier tipo de contaminantes, para luego secarlas al sol. Se dejó reposar 24 horas, se volvió a enjuagar para eliminar cualquier rastro de detergente y se dejó secar al sol. Se pasteurizó a menos de 100°C para eliminar la humedad para extender su vida útil y se introdujeron a la estufa y obtener el peso inicial de los cascos y astas de bovinos. Luego, se trituraron hasta volverlos harina mediante un molino con bolas de acero. Asimismo, se pesaron 10 g de

harinas solas y luego 10 g ya combinadas ambas harinas, Luego, en un vaso de precipitado de 250 ml se añadió 200 ml de agua dulce y 7 ml de crudo de petróleo y diésel 2. Posteriormente se añadieron 10 g de harina y se dejó actuar por 15 min y siguiendo el protocolo se dejó escurrir por 5 min y se procedió a pesar la harina con hidrocarburo. Finalmente se determinó el hidrocarburo removido para pesar la harina con el hidrocarburo. (MORENO Y GÓMEZ, 2020).

Para hallar la concentración de hidrocarburos totales de petróleo se emplea el método de aceites y grasas, así como se muestra en la Figura 3 (THRONES, 2001). Se extrae una muestra de 150 ml se le añade 10 ml de bencina y 5 ml de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), se realiza la separación de fases en la pera de decantación evitando la emulsión, cuando ya se observa la separación de fases se procede a abrir la pera de decantación para dejar caer el agua en tubos de ensayos para posteriormente llevarlos a la centrifuga a 2000 rpm, cuando salen de la centrifuga se les añade bencina para retirar el extracto orgánico. Asimismo, se coloca el vaso de precipitado previamente lavado en la estufa para retirar complementa mente la humedad por 10 minutos a 80°C, cuando se saca de la estufa se procede a pesarse. Cuando ya se extrajo el extracto orgánico de las muestras se proceden a verter en el vaso de precipitado que se introdujo en la estufa previamente y luego se introduce en la estufa nuevamente a 80°C por 30 minutos y mediante diferencia de pesos se halla el hidrocarburo que posee la muestra.

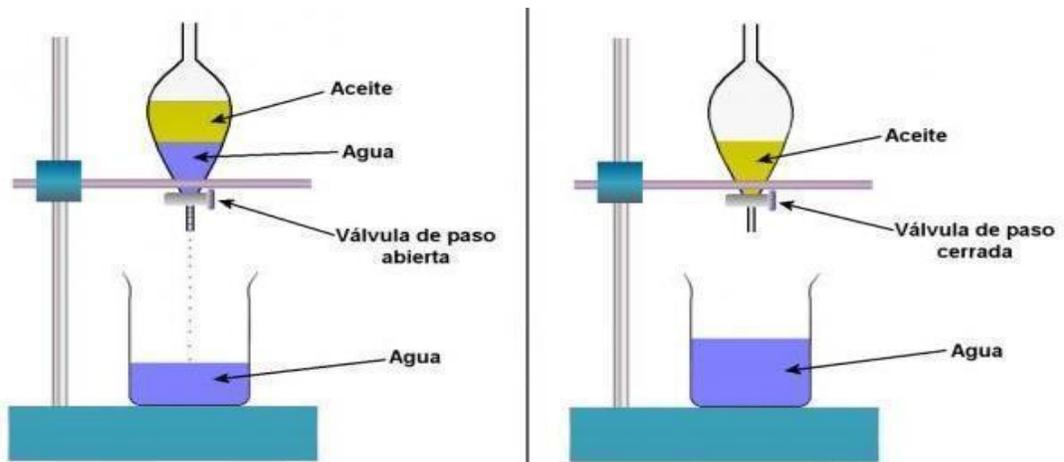


Figura 3. Método de separación de aceites y grasas. THRONES, (2001)

Asimismo, se considera aguas dulces al agua encontrada en la superficie del planeta Tierra y conformando ríos, lagos, entre otros.

Los enfoques conceptuales de las **variables** y sus componentes son:

Biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos: Según Apelsa: "La harina de pezuña y astas comienza con un lavado y un cocimiento mecánico para poder fabricar una harina rica en queratinas, alta en proteína" (2016). Además, "La queratina es un componente principal de capas superficiales de los vertebrados y presente en otros derivados como ectodermo como: pelos, uñas, cuernos y plumas." Todo esto con lleva a que estos derivados poseen alta cantidad de queratina dentro de ellos, por lo tanto, presentan hidrofobicidad en sus moléculas siendo de gran ayuda para la remoción de hidrocarburos. (FLORIDO, 2010). Cantidad: "Toda Magnitud se puede comparar con otra de la misma especie", es decir, se puede medir y contar. (CERDA, 1758). Granulometría: "Permite conocer los rangos de tamaño de las partículas trituradas", identificando el material fraccionado con la misma dimensión de partícula. (CONSENTINO, SOTA Y AVID, 2011).

Remoción de hidrocarburos: Según Toro (2018): “La remoción de hidrocarburos es separar los restos de aceite y grasas minerales, combustibles y otras fases flotantes presentes en las aguas con vertido”. Asimismo, Se estudió la remoción de hidrocarburos a través de materiales que permitan la sorción y sean biodegradables, por ello según CERVANTES-GONZÁLEZ ET. AL., (2009), “hicieron una comparación de la biodegradación mediante microorganismos y la adición de desecho queratinoso, comprobando que la queratina por su propiedad hidrófoba de su estructura hace más efectiva la remoción de hidrocarburos”.

### **III. METODOLOGIA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

El tipo de diseño de investigación aplicada es cuando un problema específico conocido por el investigador es utilizado para investigar y dar respuestas y soluciones a preguntas y problemas específicos, la investigación aplicada es la solución eficiente y con argumentos a un problema específico (HERNÁNDEZ, 2017). El tipo de diseño de investigación fue aplicada porque, el proyecto de investigación se diseñó una técnica económica para solucionar un problema específico que son los HTP (Hidrocarburos Totales de Petróleo) en aguas dulces.

Un diseño experimental es planificar anticipadamente de forma que se conduzca el experimento para poder obtener de la investigación la información buscada, en pocas palabras es adaptar los diseños experimentales en proyectos de investigación (MENDOZA, 2014). El diseño de investigación de nuestro proyecto será experimental porque se manipularán dos variables que serán la biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos.

El tipo de diseño experimental puro es cuando se manipula 1 o varias variables independientes para poder observar los cambios en las variables dependientes en un ambiente controlado (CAROLINA, 2010). La experimentación que se dará en nuestro proyecto de investigación será experimental puro porque,

habrá un grupo de control, esto significa que habrá una muestra contaminada con petróleo sin aplicar la técnica (estímulo) y por otro lado, las muestras de agua aplicando la técnica para poder comparar la remoción de hidrocarburos (efecto).

### **3.2. Variable y operacionalización**

Se ha realizado una matriz de operacionalización donde se encuentra especificado las variables: independiente y dependiente, donde se especifica la definición conceptual de las variables, su definición operacional, sus indicadores y su escala de medición, la matriz de operacionalización se encuentra en el **Anexo 1**.

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

#### **3.3.1 Población**

La población del proyecto de investigación es el total de aguas dulces del Río Chillón contaminadas por hidrocarburos como se muestra en la Figura 4 extraída de Google Earth (s.f.), ya que ocurren accidentalmente derrames en los ríos ocasionados por accidentes en la industria petrolera. Entonces se dice que una población es una suma finita o infinita de componentes con características habituales para las cuáles serán las conclusiones de la investigación (ARIAS, 2006, p.81). La experimentación tuvo 6 tratamientos con 9 repeticiones respectivamente, en total se analizarán 54 muestras de 400 ml.



Figura 4. Rio Chillón. (GOOGLE EARTH, s.f.)

### 3.3.2. Muestra

En el presente proyecto de investigación se recolectó 2 L por cada punto muestral (15 puntos muestrales), en total serán 30 L, se realizarán los muestreos en el Río Chillón donde se ubica el desarrollo de actividades de pesca, todo este procedimiento se realizó basándose en el Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (2016).

### 3.3.3. Muestreo

Se realizó un muestreo aleatorio en el Río Chillón, se tomarán en cuenta 15 puntos muestrales, se tomarán las 15 muestras con la misma cantidad de 2 L para poder homogenizar las muestras en el laboratorio basándonos en El protocolo nacional de monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos para aguas de río (Figura 05 y Anexo N° 03).

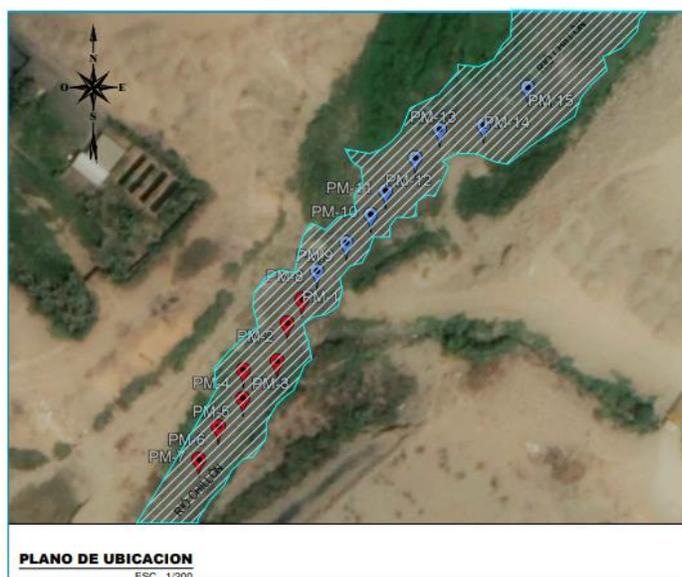


Figura 5. Puntos muestrales. (Río Chillón. GOOGLE EARTH, s.f.)

### 3.3.4. Unidad de análisis

21,600 ml (21,6 L) de agua dulce del río Chillón.

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

### 3.4.1. Técnicas

Las técnicas que se utilizaron en esta investigación fueron **la observación** porque se observó la problemática que había con la contaminación de hidrocarburos en los ríos de Perú y del mundo,

detallado en la realidad problemática y **la medición directa** porque en la experimentación se observaron procesos de disolución con el fin de comprobar cuán eficaz fue la remoción de hidrocarburos. Se utilizaron equipos para poder medir los parámetros del agua tratada con la técnica utilizando biomasa de cascos y hueso de bovino y comparar con la muestra de control.

#### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.**

Se usó como instrumentos de recolección de datos formatos previamente validado por expertos, los cuales demostrarán la validez de nuestros resultados. **(Anexo 4)**.

#### **3.5. Procedimiento**

El modo el cual se utilizó para la recolección de información fue mediante artículos científicos, luego de tener claro el tema a investigar, se iniciará con la obtención de los insumos y con la recolección de toma de muestras. Asimismo, el muestreo se llevó a cabo en el río Chillón, después se georreferenciaron los puntos de muestreo y para tener evidencias se toma fotos del muestreo, se prosiguió a recolectar las 15 muestras de agua siguiendo el Protocolo Nacional de Monitoreo de la calidad de Recursos Hídricos, todo ello realizado con la indumentaria y los materiales requeridos para dicho muestreo, así como se detalla en la Figura 6 mediante la representación del procedimiento de experimentación en el flujograma.

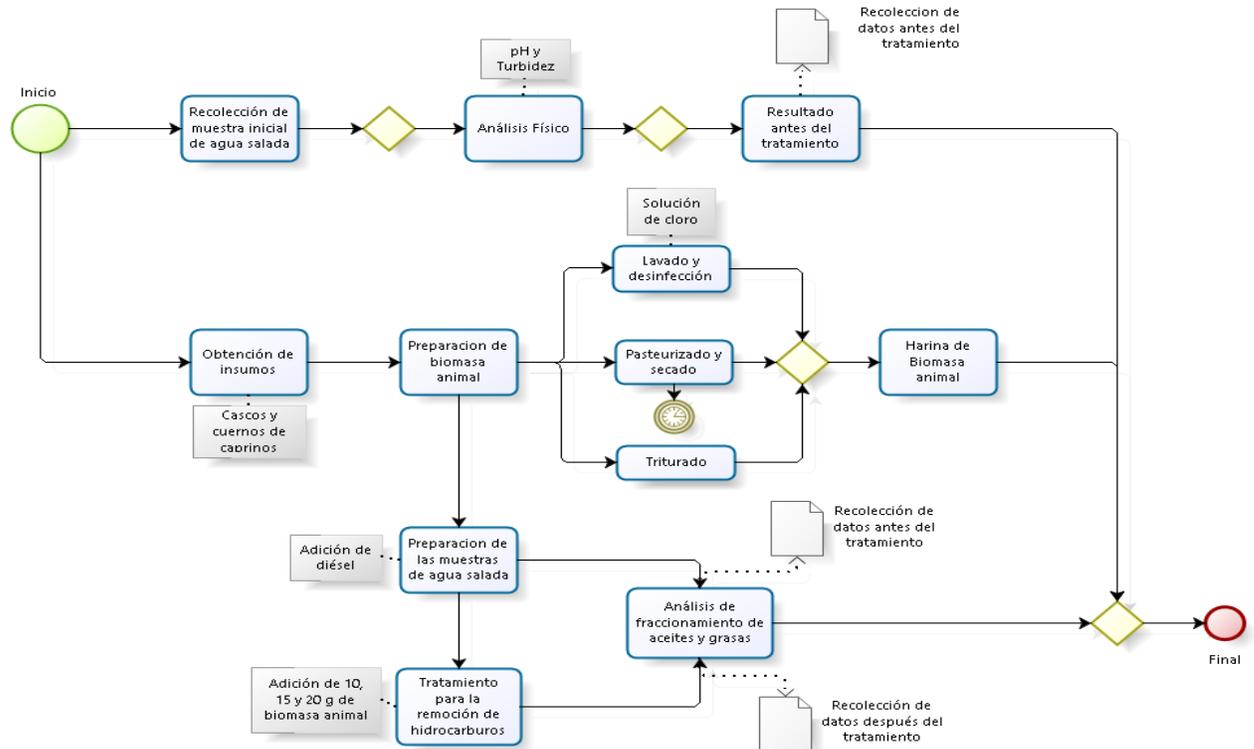


Figura 6: Flujograma del procedimiento de experimentación

La investigación se realizó en las siguientes fases:

**Fase 1: Obtención de los insumos:** Adquirimos los residuos orgánicos de cascos y cuernos de caprinos de los mataderos (camales).

**Fase 2: Toma de muestra inicial:** Se realizó la toma de muestra en 15 puntos georreferenciados de acuerdo al Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos (ANA) para aguas dulces en el río Chillón en Comas y se midieron los parámetros físicos de la muestra inicial (pH y turbidez).

**Fase 3: Preparación de la biomasa animal:** Se lavaron adecuadamente los cascos y cuernos de caprinos para eliminar las impurezas o contaminantes que puedan poseer con detergente y abundante agua, para luego secarlas al sol. Asimismo, para una correcta desinfección los cascos y cuernos se sumergirán en una solución con cloro y se dejará reposar hasta

el próximo día. Luego, se enjuagó nuevamente con agua para eliminar el cloro residual en los residuos orgánicos y se pondrá a secar al sol. Se pasteurizó a 80°C y se colocaron las muestras en la estufa para eliminar la humedad. Posterior a ello, se trituraron y pulverizaron mediante un molino.

**Fase 4: Preparación de las muestras:** Se homogenizaron las muestras tomadas del río Chillón y se separaron en submuestras en las cuales se les echó cantidades de (10,15 y 20) g de biomasa animal y el diésel, asimismo mediante el método de fraccionamiento de aceites y grasas se evaluó la concentración inicial presentes en las submuestras.

**Fase 5:** Evaluación de remoción de hidrocarburos: Se realizó la evaluación de la remoción de hidrocarburos mediante el método de fraccionamiento de aceites y grasas y se midieron los parámetros físicos del agua (pH y turbidez).



Figura 7: Remoción de HTP con biomasa animal de cascos y cuerpos de caprino



Figura 8: Biomasa animal de cascos y cuernos de caprino con HTP

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

#### **3.6.1 Estadística Descriptiva**

Se aplicaron medidas de tendencia central, las cuales están representadas por estadísticos como las medias muestrales obtenidos de los parámetros pH, turbidez y aceites y grasas.

#### **3.6.2 Estadística Inferencial**

Con los datos obtenidos en laboratorio, cuando el estímulo ha sido aplicado a los grupos de tratamiento, se realizó una prueba de normalidad de los resultados obtenidos para posteriormente realizar una prueba estadística de diferencia de grupos.

### **3.7. Aspectos éticos**

Los criterios los cuales se basó esta investigación fue el Protocolo de monitoreo de la calidad del agua de la Autoridad Nacional del agua, el cual

nos da la seguridad y certeza para la obtención de datos precisos para una muestra representativa.

Con respecto a la confiabilidad de los instrumentos de medición utilizados en el procedimiento de la investigación se comprobaron su confiabilidad mediante los certificados de calibración, el cual nos garantiza resultados precisos.

Asimismo, se utilizó el turnitin para poder corroborar la autenticación de la investigación, así como los lineamientos establecidos por la Universidad César Vallejo para desarrollar el proyecto de investigación.

#### **IV. RESULTADOS**

Los resultados obtenidos se detallan a continuación de acuerdo a los objetivos planteados en la presente investigación:

##### **4.1 Resultado del Objetivo General**

De acuerdo al objetivo general, se buscó determinar el efecto de biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos para la remoción significativa de hidrocarburos totales de petróleo, es por ello que se procedió a realizar los siguientes análisis:

##### **4.1.1 Análisis de normalidad de datos**

Se utilizó el estadístico de prueba de hipótesis de Shapiro- Wilk debido a que el tamaño de la muestra es 18 muestras por tratamiento.

Se tienen como hipótesis:

Ho: Los datos pertenecen a una distribución normal

Ha: Los datos no pertenecen a una distribución normal.

**Tabla 1: Prueba de normalidad**

<b>Pruebas de normalidad<sup>a</sup></b>							
	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Remoción %	10 g	.146	18	.200*	.942	18	.310
	15 g	.133	18	.200*	.930	18	.192
	20 g	.189	18	.090	.928	18	.180
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.							
a. Remoción % es constante cuando Tratamientos = 0. Se ha omitido.							
b. Corrección de significación de Lilliefors							

Fuente: Software SPSS 24

Según la Tabla 1, se observa la normalidad de los datos aplicando el software SPSS 24, donde se interpreta que los datos son normales ya que los valores del sig. 0.310, 0.192 y 0.180 son mayores al 0.05. Por ello, se contrasta que los datos forman parte de una distribución de probabilidad normal.

Tabla 2: Resultado de Muestra inicial

<b>Parámetros físicos de la muestra inicial</b>			
Volumen de la muestra (L)	Concentración de HTP (ppm)	pH	Turbidez
30	4600	7,88	53,17

### **Interpretación**

En la Tabla N° 2 se presenta las características de la muestra inicial en función a la concentración de HTP (Hidrocarburos Totales de Petróleo) y sus parámetros físicos tomados en laboratorio.

#### 4.1.2 Contratación de la Hipótesis general

Ho: No existe diferencia entre los porcentajes de remoción de los diferentes cantidades y grosor de partículas de los cascos y cuernos de caprinos.

Ha: Existe diferencia entre los porcentajes de remoción de los diferentes cantidades y grosor de partículas de los cascos y cuernos de caprinos.

**Tabla 3: Comparación de varianzas mediante ANOVA de un factor**

ANOVA					
Remoción (ppm)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	72565.689	3	24188.563	42484.207	.000
Dentro de grupos	33.592	59	.569		
Total	72599.281	62			

Fuente: Software SPSS 24

Siendo el Sig. (Bilateral) < 0.05 (Tabla 3), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación: Existe diferencia entre las cantidades y la granulometría de las partículas de cascos y cuernos de caprinos. Por lo que se deduce que la utilización de la biomasa si remueve la concentración de hidrocarburos totales de petróleo en aguas.

#### 4.1.3 Análisis descriptivo

Los análisis descriptivos analizados fueron los parámetros físicos del pH y turbidez, serán la media y desviación estándar.

#### - pH

Tabla 4: Estadísticos descriptivos para datos de pH.

Descriptivos						
pH						
Tratamientos	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Error estándar de la media
0	18	7.8856	.12890	7.69	8.15	.03038
10 g	18	7.2872	.11846	7.12	7.57	.02792
15 g	18	7.3144	.13934	7.12	7.56	.03284

20 g	18	7.3194	.13799	7.15	7.56	.03252
Total	72	7.4517	.28343	7.12	8.15	.03340

Fuente: Software SPSS 24.

Según la Tabla N° 4 para los estadísticos descriptivos del pH, para el tratamiento con 10 g es el que mostró mayor cercanía a la neutralidad del agua siendo su media muestral de 7.2872.

#### - Turbidez

Tabla 5: Estadísticos descriptivos para datos de la turbidez.

Descriptivos						
Turbidez						
Tratamientos	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Error estándar de la media
0	18	53.1722	1.04870	51.20	55.30	.24718
10 g	18	9.4111	2.15431	7.00	13.00	.50778
15 g	18	9.8222	2.28127	7.10	15.70	.53770
20 g	18	9.6833	1.72465	7.10	12.70	.40650
Total	72	20.5222	19.07094	7.00	55.30	2.24753

Fuente: Software SPSS 24.

Según la Tabla N° 5 para los estadísticos descriptivos de la turbidez, el tratamiento con 10 g es el que mostró mayor reducción de turbidez, siendo la turbidez final de las medias muestrales de 9.4111 NTU.

## 4.2. Resultado al Objetivo específico 1

De acuerdo al objetivo específico 1, se buscó determinar la cantidad ideal de biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos para la remoción significativa de hidrocarburos totales de petróleo, es por ello que se analizó la hipótesis específica 1:

### 4.2.1 Análisis de la Hipótesis específicas 1

- **Ho:** La cantidad ideal de biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos no es de 10 g para la remoción significativa de hidrocarburos totales de petróleo en aguas dulces 2020.

- **Ha:** La cantidad ideal de biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos no es de 10 g para la remoción significativa de hidrocarburos totales de petróleo en aguas dulces 2020.

**Tabla 6: Prueba de Tukey para la determinación de cantidad de biomasa con mayor % de remoción.**

Remoción %					
HSD Tukey <sup>a</sup>					
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
20 g	18		95.5517		
15 g	18			97.2150	
10 g	18				98.5900
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.					
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 18.000.					

Fuente: Software SPSS 24

En la tabla N° 6 se muestran las tres cantidades de biomasa animal empleadas para la remoción de hidrocarburos, asimismo, obteniéndose por el método Post Hoc y comparaciones múltiples con HSD de Tukey de ANOVA, que la cantidad de 10g arrojó una remoción de 98.6 % la cantidad ideal para la remoción significativa de hidrocarburos.

### 4.3 Resultado del objetivo específico 2

De acuerdo al objetivo específico 2, se buscó calcular la granulometría ideal de biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos para la remoción significativa de hidrocarburos totales, es por ello, que se analizó la hipótesis específica 2:

#### 4.3.1 Hipótesis específicas 2

- **Ho:** La granulometría ideal de biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos no es de 2mm para la remoción de hidrocarburos totales de petróleo en aguas dulces 2020.

- **Ha:** La granulometría ideal de biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos es de 2mm para la remoción de hidrocarburos totales de petróleo en aguas dulces 2020.

**Tabla 7: Prueba de Tukey para la determinación de la granulometría con mayor % de remoción**

<b>Remoción %</b>			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Granulometría	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1 mm	27		97.0211
2 mm	27		97.2393
Sig.		1.000	.720
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 27.000.			

Fuente: Software SPSS 24

En la tabla N° 7 se muestran las 2 granulometrías empleadas para la remoción de hidrocarburos, asimismo, se obtuvo por el método Post Hoc y comparaciones múltiples con HSD de Tukey de ANOVA, que con la malla de 2 mm obtuvo una remoción de 97.26% siendo la granulometría ideal para la remoción significativa de hidrocarburos totales de petróleo.

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos aplicando la técnica de remoción de hidrocarburos utilizando biomasa animal de cascos y cuernos de caprino que son ricas en queratina, se obtuvieron como resultados una remoción mayor al 90% de HTP, contrastando con POYER, et al., (2015) y MASCCO, et al., (2019) realizaron la remoción de hidrocarburos utilizando bagazo de caña de azúcar como insumo empacado en una columna de lecho que previamente había sido hidrofobadas por el surfactante no iónico Span 80 obteniendo una remoción de HTP mayores al 90%, la diferencia es que la biomasa animal

utilizado en la investigación tiene ya la propiedad de ser hidrófoba ya que tiene queratina, esto quiere decir que tiene afinidad con los compuestos no polares como los hidrocarburos.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la remoción de hidrocarburos mediante biomasa animal de cascos y cuernos de caprino. Según GONZALES, et al., (2019) que realizó la biorremediación de aguas residuales con hidrocarburos, utilizando microorganismos descomponedores de hidrocarburos mediante la bioaumentación, se logró remover porcentajes del 50 % de HTP. Nuestro resultado de análisis de agua nos muestra que se logró remover un porcentaje mayor al 90%. La diferencia entre ambas técnicas es que en el primero se usó microorganismos los cuales su función es descomponer, en cambio la técnica que se empleó en el proyecto es remoción, por lo cual, adhiere los hidrocarburos a la biomasa animal, lo cual quiere decir, que ocurre una hidrofobicidad.

Según los resultados obtenidos en la presente investigación, se logró observar que la técnica de remoción de hidrocarburos utilizando biomasa animal de cascos y cuernos de caprino es una técnica económica y ecológica ya que se realiza con residuos orgánicos, comparando con la investigación de PARUCH, et al., (2018) utilizaron sorbentes orgánicos para la remoción de HAP (Hidrocarburos aromáticos policíclico) logrando remover 687 mg/L utilizando las revoluciones de la centrifuga para que el sorbente orgánico se adhiriera al HAP y mediante la centrifugación separe la parte líquida de la parte del sorbente adherido con los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos en cambio en la investigación se utilizó el método de fraccionamiento de aceites y grasas para poder conocer las concentraciones removidas.

En la presente investigación se removió HTP (Hidrocarburos totales de petróleo) utilizando como insumo principal la biomasa animal de cascos y cuernos de caprino los cuales son mayormente desechados de los camales,

obteniendo una remoción mayor al 90%, contrastando con ZHANG LU, et al., 2019, VELASCO, et al., (2016) y ARAUJO (2015), los cuales eliminaron hidrocarburos mediante algas en sedimentos, hongos autóctonos del género *Aspergillus* y carga orgánica obteniendo como resultado la remoción de hidrocarburos con un porcentaje mayor al 90% removiendo grandes cantidades de agua contaminada por hidrocarburos, siendo mejor la técnica utilizado por ellos, ya que la investigación utilizando biomasa animal de cascotes y cuernos de caprino se hizo a micro escala.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la investigación, se logró obtener una remoción de HTP mayor al 90%, utilizando diferentes cantidades de biomasa animal y diferentes tamaños de harina para saber cuál es mejor removedor de HTP, en el artículo científico de AL-JAMMAL, et al.,(2019) y WICKRAMASINGHE, et al., (2018), usaron Toba zeolítica y gránulos para la remoción de HAP (Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos) en aguas contaminadas, dando como resultados que la eficiencia de eliminación de queroseno es más del 32% usando Toba zeolítica desaluminada y los gránulos mostraron una eficiencia de remoción máxima del 91% de HAP, ya que actúan como un agente de sorción. La técnica de remoción de hidrocarburos utilizando la biomasa animal de cascotes y cuernos de caprino realizado en la investigación también es buen instrumento de absorción de agua ya que al haber filtrado el agua contaminada por HTP hace que la biomasa animal reaccione con las partículas de hidrógeno del agua y hace que filtre el agua reteniendo las partículas sólidas y repeliendo los aceites y grasas.

Según los resultados ZHANG, et al., (2019), sostuvo que como resultado la eliminación del 84.8% del crudo del petróleo y el 11.5% de los NA oxidados, en cambio Rodríguez (2017), realizó la remoción de hidrocarburos mediante sistemas de bio-adsorbentes obteniendo una eficiencia superior al 90%. Por otro lado, MÉNDEZ Y RENÉ (2018) emplearon adsorbentes que son las

macro algas marinas, polímeros naturales, óxido de grafeno con resultados favorables, haciendo una comparación con la técnica empleada en la tesis utilizando la biomasa animal de cascos y cuernos de caprino, llegando a pasar el 90%, siendo más económico realizarlo, pero en menor escala, siendo el sistema de bio-adsorbentes más efectiva ya que es a mayor escala.

Según los resultados obtenidos demuestra que a mayor abertura del tamiz y a mayor cantidad de harina se puede lograr remover más HTP de las aguas contaminadas, así mismo se puede llegar a reducir el pH y la turbidez de la muestra, contrastando con los resultados de ALAVA (2015), ellos emplearon el quitosano como coagulante obteniendo un mejor resultado para la remoción de HTP, ya que removieron el 99.09% en su muestra, ya que sus propiedades del quitosano son provechosas para remover los HTP.

Según los resultados demuestran que la biomasa animal de cascos y cuernos de caprino son muy buenos removedores de HTP para aguas dulces, en comparación con ACOSTA, et al., (2017), clasificaron y utilizaron bacterias aerobias de HTP las cuales su función era degradar los HTP que se encontraban en el agua, logrando remover el 69,26% de hidrocarburos y ROVERO, et al., (2017), utilizaron especies microbianas capaces de alimentarse HAPs, la diferencia de las investigaciones es que lo hicieron insitu, esto quiere decir que en la zona contaminada colocaron estas bacterias y especies microbianas para que pudieran degradar los hidrocarburos. Asimismo, ALESSANDRELLO, et. al., (2017), emplearon bacterias inmovilizadas usando acetogeninas anáceas para la creación de biopelículas en espuma de poliuretano con remociones arriba de los 90% de HAP en 7 días. También GOSWAMI, et. Al. (2018) y MEHETRE, et. Al (2019) también emplearon microorganismos obteniendo como máximo remociones del 96% de HAP. Asimismo, RODRIGUEZ Y LEONARDO (2017) usaron microorganismos eficaces para remover hidrocarburos con resultados por encima de los 98%. Además DÍAZ, et. al., (2016) emplearon cultivos de

bacterias aisladas con resultados sobre 48% en 30 días, sin embargo, en la presente investigación se realizó a nivel de laboratorio en 1 día y se empleó desechos de camales obteniéndose mayores resultados de remoción considerándose más efectiva en costo y tiempo para la remoción de hidrocarburos que el empleo de microorganismos.

Según los resultados demuestran que a mayor grosor de la dimensión de la biomasa animal de cascos y cuernos de caprino, mayor es la remoción de HTP, ya que se logró una remoción mayor al 90% habiendo experimentado con 2 dimensiones de tamiz, comparando con la investigación de SALAZAR (2015), realizó la remoción de HTP mediante polímeros naturales (plumas de aves), el cual tuvo más pruebas en sus dimensiones del polímero, ya que hizo de varios tamaños para probar que tamaños podrían remover más el crudo de petróleo, logrando remover más del 90% de su concentración inicial.

Según los resultados se comprobó que la biomasa animal de cascos y cuernos de caprino son muy buenos encapsuladores de HTP por la presencia de la queratina, comparando con OLGUIN, et al., (2017), los cuales utilizaron la biomasa de la salvinia la cual posee polímeros orgánicos en su composición para absorber los HTP, se observó que absorbe doble o el triple de petróleo que una turba comercial, esto se debe a su hidrofobicidad, esto significa que tiene afinidad a compuestos no polares como los hidrocarburos. Asimismo, LUIS, et. al., (2018) emplearon biomasa de endocarpio de coco y mesocarpio obteniendo resultados favorables de 222 mg/g de hidrocarburos aromáticos por la presencia de lignina siendo este un polímero orgánico. Por otro lado, SULLIVAN, et. al., (2019), también emplearon una sustancia con presencia de polímeros orgánicos como el biochar de carbón activado, obteniendo resultados del 76% de remoción mediante la adsorción. Por ello, comparando todas las técnicas se emplean biomasa animal siendo sus principales componentes polímeros orgánicos que son los responsables de

la adsorción de hidrocarburos y la biomasa de cascos y cuernos de caprinos siendo la más efectivas por los resultados encima del 90% de adsorción de hidrocarburos totales de petróleo.

Según los resultados obtenidos de la investigación, se demuestra que la biomasa animal de cascos y cuernos de caprino lograron remover un porcentaje del 90% de HTP de la concentración inicial (4575 ppm) aplicando el método de fraccionamiento de aceites y grasas para poder conocer la concentración removida, contrastando con la investigación de ROSENBLUM, et al., (2016) y DÍAZ (2016) emplearon la fracturación hidráulica para la remoción de hidrocarburos, el primero obtuvo 90% de eficiencia empleando la coagulación, sin embargo el segundo obtuvo el 98% de remoción debido a que empleó la desalinización por ósmosis inversa, ambos tratamientos son efectivos siendo el más rentable el empleo de biomasa animal por su bajo costo y alta efectividad.

Para la investigación se utilizaron como insumo principal la biomasa animal de cascos y cuernos de caprino, los cuales poseen rica abundancia de queratina, la cual es hidrófoba y nos ayudara atraer a los hidrocarburos, comparando con la investigación de ROTAR, et al.,2015, utilizaron musgos de las especies Sphagnum Dill y Nature Corby, y GUPTA, et al., 2015, empleo carbón activado de cascara de platano, las cuales tuvieron una capacidad de absorción de hidrocarburos del 86 - 90% y que al igual que la biomasa animal de cascos y cuernos de caprino son sorbentes naturales y no necesitan un tratamiento especial después de su uso, ya que con el tiempo se desintegran.

En la presente investigación se removió HTP (Hidrocarburos totales de petróleo) empleando biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos los cuales son mayormente desechados de los camales, obteniendo una remoción que asciende al 98%, comparando con WAHONO, et al., (2018)

emplearon nanopartículas para la remoción de hidrocarburos obteniendo resultados mayores de 99% siendo una técnica efectiva pero costosa, al igual que VILLEGAS, et. al., (2017) emplearon nanotubos para la remoción de hidrocarburos fusionando compuestos de SiO<sub>2</sub>, obteniendo 98% de remoción. Por otro lado, AL-JAMMAL, et. al., (2020), también emplearon la misma técnica siendo sus resultados del 63.5% debido a que usaron la microemulsión para modificar la estructura de los nanotubos, es por ello que ambas técnicas son eficientes siendo más económica la remoción aplicada en esta investigación y con los mismos resultados aproximados.

Según los resultados obtenidos de la investigación, se obtuvieron resultados del 98% de remoción de hidrocarburos con el empleo de residuos orgánicos de los camales, así como MINDA Y JAVIER (2018) emplearon hongos endófitos para la remoción de hidrocarburos alcanzando resultados de 99.8% de eliminación de estos compuestos, en comparación a los resultados el último método empleó 10 días aproximadamente para la remoción, sin embargo, el empleo de residuos de camales se da en 1 día siendo una técnica rápida y efectiva para la contención de los posibles derrames de hidrocarburos en aguas.

Dentro de la investigación se obtuvieron resultados del 98% de remoción de hidrocarburos con el empleo de biomasa de cascos y cuernos de caprinos los cuales poseen queratina lo que los caracteriza por ser hidrófobos, es decir, repelen los hidrocarburos, por otro lado, IQBAL, et. Al (2019), desarrollaron la fitorremediación empleando plantas y microorganismos para remover hidrocarburos obteniendo una absorción del 90% con los microorganismos y del 45.6% con el empleo de plantas. Por ello, la técnica con biomasa animal es más eficiente, ya que la remoción es en un par de horas y no se tiene que adaptar a ciertos parámetros porque no son seres vivos en comparación con la otra técnica.

Los cascos y cuernos de caprinos removieron 98% de hidrocarburos totales de petróleo lo que equivalen a una concentración de hidrocarburos inicial de 4600 mg/L y la concentración final de 50 mg/L, así también GARCÍA, et. al., (2019) emplearon la biorremediación con cultivo mixto de microorganismos con una concentración inicial de 38.3 mg/L y después del tratamiento obtuvieron 3.21 mg/L teniendo una eficiencia del 92%. Por otro lado, MOUSSAVI, et. al., (2016) emplearon biodegradación anóxica para la remoción de hidrocarburos con biogránulos denitrificadores con lo cual al final del tratamiento se obtuvo 4 mg/L con una eficiencia de remoción del 99%. También MOUSSAVI, et. al., (2015), emplearon biorreactor de lodos en condiciones reducidas de nitrato para remover HTP con una eficiencia del 99%, es decir, las técnicas empleando microorganismos, biogránulos o biorreactores son efectivos, sin embargo, empleando biomasa animal las cuales contienen queratina no se tiene que dar condiciones estables para la remoción por lo que lo convierte en una técnica más rápida y fácil de aplicar.

En la presente investigación empleando biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos se obtuvo una remoción del 98% de HTP, comprando con FRANCISCO, et. al. (2018), emplearon un polímero absorbente del 86% en 120 s, ambas técnicas son efectivas, sin embargo, la remoción fue de HAP y con mayor rapidez que a biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos.

Se obtuvo una concentración final de 50 ppm de HTP equivalente a una remoción del 98% del total de HTP en aguas con el uso de biomasa de cascos y cuernos de caprinos. Por otro lado, ALONSO-DE-LINAJE, et. al. (2019), realizaron la sorción de hidrocarburos clorados en aguas empleando organohidrotalcitas lo cual indicaron que la competencia entre los hidrocarburos clorados y la fuerza iónica tienen un efecto marginal sobre la afinidad de sorción obteniendo resultados favorables. Además, INTERIANO, et. al., (2019) emplearon ácidos húmicos para la remoción de hidrocarburos

los cuales lograron reducir el 70%, ambas técnicas son efectivas, sin embargo, la biomasa es un residuo fácil de encontrar y aprovechar.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Se determinó que, la aplicación de cascos y cuernos de caprinos permitió la remoción de hidrocarburos totales de petróleo en aguas contaminadas, se obtuvo resultados favorables, con 10 g de biomasa y granulometría 1 mm se removió 98.43%, con 10 g de biomasa y granulometría removió 98.85%, con 15 g de biomasa y granulometría 1 mm removió 97.09%, con 15 g de biomasa y granulometría 2 mm removió 97.32%, con 20g de biomasa y granulometría 1 mm removió 95.74% y con 20 g de biomasa y granulometría 2 mm removió 96.26 % de remoción de hidrocarburos de petróleo, siendo una muestra representativa con un nivel de significancia de 0.000.
- Se determinó que la cantidad ideal de biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos para la remoción significativa de hidrocarburos totales de petróleo mediante el método de Post Hoc y comparaciones múltiples de Tukey, es de 10 g con una remoción de 98.85%.
- Se determinó que la granulometría ideal de biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos para la remoción significativa de hidrocarburos totales de petróleo mediante el método de Post Hoc y comparaciones múltiples de Tukey, es de 2 mm con una remoción de 98.85%.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Para futuras investigaciones se debería experimentar con diferentes granulometrías mayores a 2 mm para ver si se obtienen resultados más favorables.
- Al final del tratamiento el agua necesita pasar por un proceso terciario empleando cloración para el rompimiento de las cadenas de hidrocarburos y estos puedan ser removidos en la superficie cumpliendo así los

estándares de calidad ambiental de aceites y grasas (mg/L) para aguas de río y pueda volver a utilizarse.

## REFERENCIAS

- ABDULLAH ADNAN, THAMER., JUZSAKOVA, T., ZSIRKA, B., CRETESCU, I., VAGVOLGYI, V y LE PHUOC, C. Functionalized carbón nanotubes for the removal of hydrocarbons from water, 2020 Environmental Chemical Engineering Magazine [en línea], vol. 8, n 2, pp 46-54. ISSN 1040-1120. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343719306931>
- ACOSTA, S., TOLEDO, A., SANCHEZ, A., SAN MARTIN, Y. y GARCÍA, R. Eliminación de hidrocarburos totales de petróleo del agua subterránea mediante procesos de electrocoagulación, 2017 Revista de Química y Biotecnología [en línea], n 20, pp 120-135. ISSN 1500- 3000.
- AL-JAMMAL, N., JUZSAKOVA, T., SZIRKA, B., SEBESTYÉN, V., NÉMETH, J., CRETESCU, I. y RÉDEY, Á, Modified Jordanian zeolitic tuff in hydrocarbon removal from surface water, 2019 Journal of Environmental Management [en línea], vol. 239, n.25, pp. 333–341. ISSN 2032-1023. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479719303780>
- ALAVA, J. Aplicación de quitosano como biocoagulante en aguas residuales contaminadas con hidrocarburos, 2015 Revista Scielo [en línea], vol. 6 n 35, pp 135-150. ISSN 2300-2670. Disponible en [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-65422015000300052](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422015000300052)
- ALESSANDRELLO, MJ., PARELLADA, EA., JUÁREZ TOMÁS, MS., NESKE, A., VULLO, DL y FERRERO, MA. Polycyclic aromatic hydrocarbons removal by immobilized bacterial cells using annonaceous acetogenins for biofilm formation stimulation on polyurethane foam, 2017. Journal of Environmental Chemical Engineering. [en línea]. Vol. 5, n 12, pp 189-195. ISSN 2213 3437

- APELSA ACEBO, F. Procesos de deshidratación y/o hidrolisis de los subproductos de origen animal. Fao.org, 1994 [en línea] N 15, pp 71-76- ISSN 1014-1200 Disponible en <http://www.fao.org/3/a-w4132s.pdf>
- ARAUJO, J. Remoción de hidrocarburos policíclicos aromáticos de muestras de agua de la bahía de Amuay por hongos autóctonos del género *Aspergillus*, 2019 [en línea] Universidad del Zulia. Bolivia. n 32, pp 127-144. ISSN 1001-1320. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/333775039\\_REMOCION\\_DE\\_HI DROCARBUROS\\_POLICICLICOS\\_AROMATICOS\\_DE\\_MUESTRAS\\_DE\\_AGUA\\_DE\\_LA\\_BAHIA\\_DE\\_AMUAY\\_POR\\_HONGOS\\_AUTOCTONOS\\_DE L\\_GENERO\\_Aspergillus](https://www.researchgate.net/publication/333775039_REMOCION_DE_HI DROCARBUROS_POLICICLICOS_AROMATICOS_DE_MUESTRAS_DE_AGUA_DE_LA_BAHIA_DE_AMUAY_POR_HONGOS_AUTOCTONOS_DE_L_GENERO_Aspergillus)
- ARIAS, F. Introducción a la metodología científica [en línea]. 6ta ed. Venezuela: Episteme, 2012. [fecha de consulta: 23 de octubre de 2020] Disponible en <https://evidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACI%C3%93N-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>. ISSN 980-07-8529-9
- BALLESTEROS, E. Macrophytes from lakes in the Eastern Pyrenees; Comunity composition and ordination in relation to environmental factors, 1994 [en línea], n 32, pp 73-81. ISSN 1230-1400. Disponible en [https://jolube.files.wordpress.com/2008/07/gacia\\_al\\_1994.pdf](https://jolube.files.wordpress.com/2008/07/gacia_al_1994.pdf)
- BUCH, D. Histología de la piel. UNAM [en línea]. Guatemala, 2003 [fecha de consulta: 23 de octubre de 2020] Histología de la piel. UNAM. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/35294174.pdf>.
- CACERES, A. 2007. Evaluación anatómica del piso de boca mediante resonancia magnética. Recuperado de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1019-43552015000400009](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1019-43552015000400009).
- CAROLINA, M. Diseño de experimentación puro. SlideShare. Recuperado de <https://es.slideshare.net/CARRROM/sintesis-metodos>.

- CERDA, T. Liciones de Mathematica o elementos generales de algebra para el uso de la clase. Tomos I y II. Barcelona: Francisco Suriá, Impresor de la real Academia de Buenas Letras de dicha Ciudad, 1758. 15 pp.
- CERVANTES, B., GONZALES, AT. Estudio de inventario de la huella de agua de un pozo de gas de lutitas en el noreste de México. 2009. 23 pp.
- COSENTINO, J., SOTA, J., AVID, F. Forma y tamaño de las partículas y su incidencia en el resultado del Método de Ensayo ASTM C-1260. Scielo.
- CÓRDOBA LEY, E. y CARDOZO CABRERA, S. 2019. Análisis del porcentaje de TPH, utilizando el encapsulador de hidrocarburos como agente biorremediador aplicado en residuos generados en tanques de crudo (borras). Universidad Sur colombiana. Colombia. n 34, pp 35-60. ISSN 2542-3029. Disponible en [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332015000100006](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332015000100006)
- DE LA TORRE, K. Perú: los derrames de petróleo crónico e incalculable de la Costa Norte. Mongabay n 32, pp 40-55.
- DÍAZ, H. 2016. Estudio conceptual de un sistema de manejo de aguas para el fracturamiento hidráulico en yacimientos de hidrocarburos no convencionales en la Regional del Magdalena medio de Ecopetrol S.A. Universidad industrial de Santander. n 18, pp 43-50.
- FRANCISCO, O., IDOWU, I., FRIESEN, KELSEY, L., MCDUGALL, M., CHOIS BOLLUCH, P., DARAMOLA, O y JOHNSON, W. Absorption of polycyclic aromatic hydrocarbons by a highly absorbent polymeric médium. Chemosphere, 2018 [en línea]. Chemosphere, vol. 201,pp 441–447. ISSN 1200-1340. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653518304387>
- FLORIDO, R. 2010. Propiedades de la queratina. UNMSM, n 40, pp 200-230. ISSN 3020-3400.
- GAJANAN MEHETRE, T., SYED DASTAGER, G. y MAHESH DHARNE, S. Biodegradation of mixed polycyclic aromatic hydrocarbons by pure and

mixed cultures of biosurfactants that produce thermophilic and heat resistant bacteria, 2019 [en línea]. *Science of the Total Environment*, n 679, pp 52-60. ISSN 1320-1450. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31082602/>

- GARCÍA GONZÁLES, J., PEÑAFIEL HEREDIA, D., RODRÍGUEZ, R. 2019. Biorremediación de hidrocarburos en aguas residuales con cultivo mixto de microorganismos: caso Lubricadora Puyango. Universidad UTE. Ecuador, n 34, 23-39 pp.
- GONZÁLEZ GARCÍA, J., HEREDIA PEÑAFIEL, D. y RODRÍGUEZ REMBERTO, C. 2019. Bioremediación de hidrocarburos en aguas residuales con cultivo mixto de microorganismos: caso Lubricadora Puyango. Enfoque UTE. Enfoque UTE, 185-196 pp.
- GOSWAMI, L., MANIKANDAN ARUL, N., DOLMAN, B., PAKSHIRAJAN, K. y PUGAZHENTHI, G. Biological treatment of wastewater containing a mixture of polycyclic aromatic hydrocarbons using the oleaginous bacterium *Rhodococcus opacus*, 2018 [en línea]. *Journal of Cleaner Production*, vol. 196, n13, pp 1282-1291. ISSN 1002-1300. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618317207>
- GUTIERREZ TORRES, J. Venezuela: el derrame de petróleo ocurrido en Trinidad y Tobago afecta a la Península de Paria. *Mongabay latam*, n 10, pp 45-50. ISSN 1490-1620.
- GUPTA, H. y GUPTA, B. Adsorption of polycyclic aromatic hydrocarbons on activated carbon with banana peel, 2016 [en línea]. *Desalination and water treatment. Journal Desalination and Water Treatment*, n 43, pp 9498-9509. ISSN 1300-2400. Disponible en <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19443994.2015.1029007>
- HERNANDEZ, A. La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista educación*, n 12, pp 20-40. ISSN 2000-2300.

- IQBAL, A., MUKHERJEE, M., RASHID, J., KHAN, SA, ALI, MA y ARSHAD, M. Development of the plant and microbial phytoremediation system for the degradation of petroleum hydrocarbons: an idea of alb gene alb gene expression and phytotoxicity analysis, 2019 [en línea]. Total environmental science, n 671 pp 696-704 ISSN 1003-1300. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30939322/>
- KAR, P., MISRA, M. Use of keratin fiber for separation of heavy metals from water, 2004 [en línea] Journal Of Chemical Technology y Biotechnology, n 12, pp 34-55. ISSN 2003-2300. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jctb.1132>
- KARDONG, K. Vertebrados: Anatomía comparada, función y evolución. Vertebrados.
- LINAJE, A., MANGAYAYAM, MC., TOBLER, DJ., DIETMANN, KM., ESPINOSA, R., RIVES, V. y DALBY, KN. Sorption of chlorinated hydrocarbons from synthetic and natural groundwater by hydrotalcite organ: towards its applications as remediation nanoparticles, 2019 [en línea] Chemosphere, n 236, pp 124-369. ISSN 8400- 8600. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31323555/>
- INTERIANO, M.L, RAMIREZ, V., ZAMUDIO, E., GODINEZ, LA., Removal of hydrocarbons from drill cuttings using humic acids in washing processes, 2019 [en línea], Revista Internacional de Contaminación ambiental, vol. 35, n 3, pp 50-66. ISBN: 0188-4999. Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992019000300705&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992019000300705&script=sci_arttext)
- MASCCO, E., INGA BERROSPI, D. y DEL ROCIO, K. Remoción de hidrocarburos por manga adsorbente de celulosa de bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en las aguas del puerto del Callao. Perú. Tesis. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2009. Disponible: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46128>

- MÉNDEZ, R. y RENÉ, J. Application of seaweed, natural biopolymers, and carbon-based materials as a wastewater treatment of water-soluble hydrocarbons. IPICYT. Mexico. Posgrado, 2018.  
Disponible:  
<https://repositorio.ipicyt.edu.mx/bitstream/handle/11627/4045/TDIPICYTF5M32018.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- MENDOZA, L. Métodos de investigación en educación especial. Métodos de investigación de enfoque experimental. Alternativas psicología, 2020.12 pp.
- MINDA, M. y JAVIER, F. Biodegradación de hidrocarburos totales de petróleo por hongos endófitos de la Amazonia Ecuatoriana. 2018. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Ecuador, n 21, pp 34-43. ISSN 1000-1400. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/16029>
- MINAGRI. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Autoridad Nacional del agua.
- MORENO CAMPOS, B., GOMEZ PAREDES, Y. Remoción de hidrocarburos en agua dulce mediante harina de astas y cascos de bovino a diferentes granulometrías. Universidad Nacional de Trujillo. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/15985>
- MORTAZAVI, M., BAGHDADI., SEYED JAVADI, NH y TORABIAN, A. Black pearls produced by simultaneous thermal reduction and chemical bonding of graphene oxide on the Surface of amino functionalized sand particles: application for removal of PAH from contaminated water, 2019 [en línea]Journal of Water Process Engineering, vol. 31, n 18, pp 300- 341. ISSN 1003-1250. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214714418307025>
- MOUSSAVI, G., SHEKOOHIYAN, S., NADDAFI, K. Anoxic biodegradation of petroleum hydrocarbons in saline media using denitrifier biogranules, 2016 [en línea] Ecotoxicology and Environmental Safety, vol. 129, n 12, pp 51-

- 56.ISSN 1420- 1520. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147651316300677>
- MOUSSAVI, G y GHORBANIAN, M. The biodegradation of petroleum hydrocarbons in an upflow sludge-blanket/fixed-film hybrid bioreactor under nitrate-reducing conditions: Performance evaluation and microbial identification, 2015 [en línea]Chemical Engineering Journal, vol. 280, n 15, pp 121-131. ISSN 3400-3650. Disponible <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1385894715008268>
  - NIE, M., NIE, H., HE, M., LIN, Y., WANG, L., JIN, P. y ZHANG, S.Immobilization of biofilms of Pseudomonas aeruginosa NY3 and its application in the removal of hydrocarbons from highly concentrated wastewater containing oil on a laboratory scale, 2016 [en línea] Environmental Management Magazine, n 173, pp 34-40. ISSN 1400- 1640. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26963906/>
  - LOURDES ZIMMERMANN, M. Derrame de petróleo en Colombia. Mongabay latam.
  - OLGUIN, E., HERNANDEZ, M., y SÁNCHEZ, G. 2017 Infección de manglares con hidrocarburos y tácticas de biorremediación, fitorremediación y restauración. Instituto de Ecología. n 12, pp 15-35. ISSN 1400-1680.
  - PARUCH ADAM, M y ROSETH, R.Treatment of tunnel wash waters- experiments with organic sorbent materials. Part I: Removal of polycyclic aromatic hydrocarbons and nonpolar oil. Journal of Enviromental Science, 2018 [en línea], vol. 20, pp. 964-969. ISSN 1001-0742.Disponible <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1001074208621944>
  - POYER, P., VALLADARES, S., DANGLAD J. y SALAZAR, V. Adsorción de hidrocarburos de petróleo en agua mediante una columna empacada con bagazo de caña de azúcar, 2015 [en línea], n15, pp130-150. ISSN 1020-1230. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4277/427743080010.pdf>
  - RODRÍGUEZ CALVO, A. Biorremediación de aguas contaminadas con hidrocarburos mediante sistemas bio-absorbentes. Universidad de Granada,

2017 [en línea], n 15, pp. 200- 234. ISSN 1467-1500. Disponible en: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/2844369x.pdf>

- RODRÍGUEZ, L., LEONARDO, A. Eficiencia en el cultivo de microorganismos eficaces para reducir HTP contenidos en fuentes de grifo, Huarochiri-2017. Revista agricultura nacional. Perú, n 12, pp 40-54. ISSN 1200-1340. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/21774>.
- ROSENBLUM, J, SITTERLEY, KA, THURMAN, E, FERRER, I. y LINDEN, KG. Hydraulic fracturing wastewater treatment by coagulation adsorption for the removal of organic compounds and turbidity, 2016 [en línea] Environmental Chemical Engineering Magazine, vol. 4 n 34, pp 1978-1984. ISSN 2300-3500. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343716300926>
- ROTAR, R., ISKRIZHITSKY, S. Y PIMENOVA O, R., VIKTOR, R., ALEXANDER, L., ZINNER, S. y ALEXANDRA, P. Hydrocarbon adsorption using natural plant-based adsorbents. Procedia Chemistry, n 50, pp 45-60. ISSN 3000-4500.
- ROVERO, L., YEGRES, F. Reconocimiento de especies microbianas en aguas con hidrocarburos del petróleo en la bahía de Carirubana, Península de Paraguaná. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. 2017 [en línea], n 18, pp 40-55. ISSN 1400-1700. Disponible en: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-IdentificacionDeEspeciesMicrobianasEnAguasContamin-7088667.pdf>.
- SALAZAR, H. Remoción de hidrocarburos mediante biopolímeros naturales: efecto del tamaño de partícula. Universidad Autónoma de San Luis de Potosí. México. 2012 [en línea], n 12, pp 20-28. ISSN 1250-1340. Disponible en: <https://ninive.uaslp.mx/xmlui/handle/i/3624>
- SALINAS, P. 2004. Producción de harina de plumas de pollo y su utilización como un adsorbente de hidrocarburos en agua dulce. Escuela politécnica del ejército. Sangolqui. Ecuador

- SULLIVAN, GL., PRIGMORE, KNIGHT RM, P. y GODFREY, AR. Activated carbon biochar from municipal waste as an absorbent agent for the removal of polyaromatic hydrocarbons (PAHs), phenols and petroleum-derived compounds in contaminated liquids, 2019 [en línea] Journal of Environmental Management, n 15, pp 251-276. ISSN 1200-1340. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31563055/>
- TORO, A. Bioremediation efficiency of contaminated soils with B5 Diesel by special microorganism, 2018 [en línea] Universidad Nacional Federico Villarreal, n 11, pp 230-250. ISSN 1400-1540.
- VELASCO, F., ESPINOZA, C. Valoración de la fitorremediación en la remoción de carga orgánica, tratando aguas contaminadas con HTP. Universidad Tecnológica de Pereira. 2016 [en línea] n 15, pp 120-140. ISSN 9001-9340. Disponible en <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/2260>
- VILLEGAS, J., ARCILA, N. y ORTEGA, D. Remoción de hidrocarburos de aguas de producción de la industria petrolera. Revista Dyna. 2017 [en línea], n 34, pp 24-43. ISSN 1200-1340. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/63686>
- WICKRAMASINGHE, A. y SHUKLA, S. Performance evaluation of a granule-based column bed for the removal of a potentially carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) from wáter. Environmental Chemical Engineering Magazine. 2018 [en línea], n.15, pp. 200-270. ISSN 1003-1590. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3812823/>.
- ZARATE, L., RODRIGUEZ HERNANDEZ, VH., MONDRAGON ALATRISTE, MC., CHÁZARO RUIZ, LF y RANGEL MENDEZ, JR. El endocarpio de coco y el mesocarpio como biosorbentes de hidrocarburos disueltos en derrames de combustible y como fuente de energía cuando se agotan. Revista de Gestión Ambiental. 2018 [en línea], n 35, pp 54-68. ISSN 2300 2500.
- ZHANG, C., LU, J. y WU, J. Adsorbent removal of polycyclic aromatic hydrocarbons by debris from Green tidal algae deposited in coastal

sediments. Science of The Total Environment.2019 [en línea], n.32, pp. 120-125. ISSN 2003-0632.

- ZHANG, L., ZHANG, Y. y GAMAL EL-DIN, M. Integrated biofiltration and ozonation can effectively improve the removal of naphthenic acids from hydrocarbon-contaminated water. Science of The Total Environment. 2019 [en línea], n.12, pp. 300-340. ISSN 2300- 2500.
- WAHONO, S, CAVALLARO, A., VASILEV, K. y MIERCZYNSKA, A. Plasma polymer facilitated magnetic technology for removal of oils from contaminated water. Environmental Pollution.2018 [en línea], n 24, pp 60-72. ISSN 1200-2500.

## ANEXOS

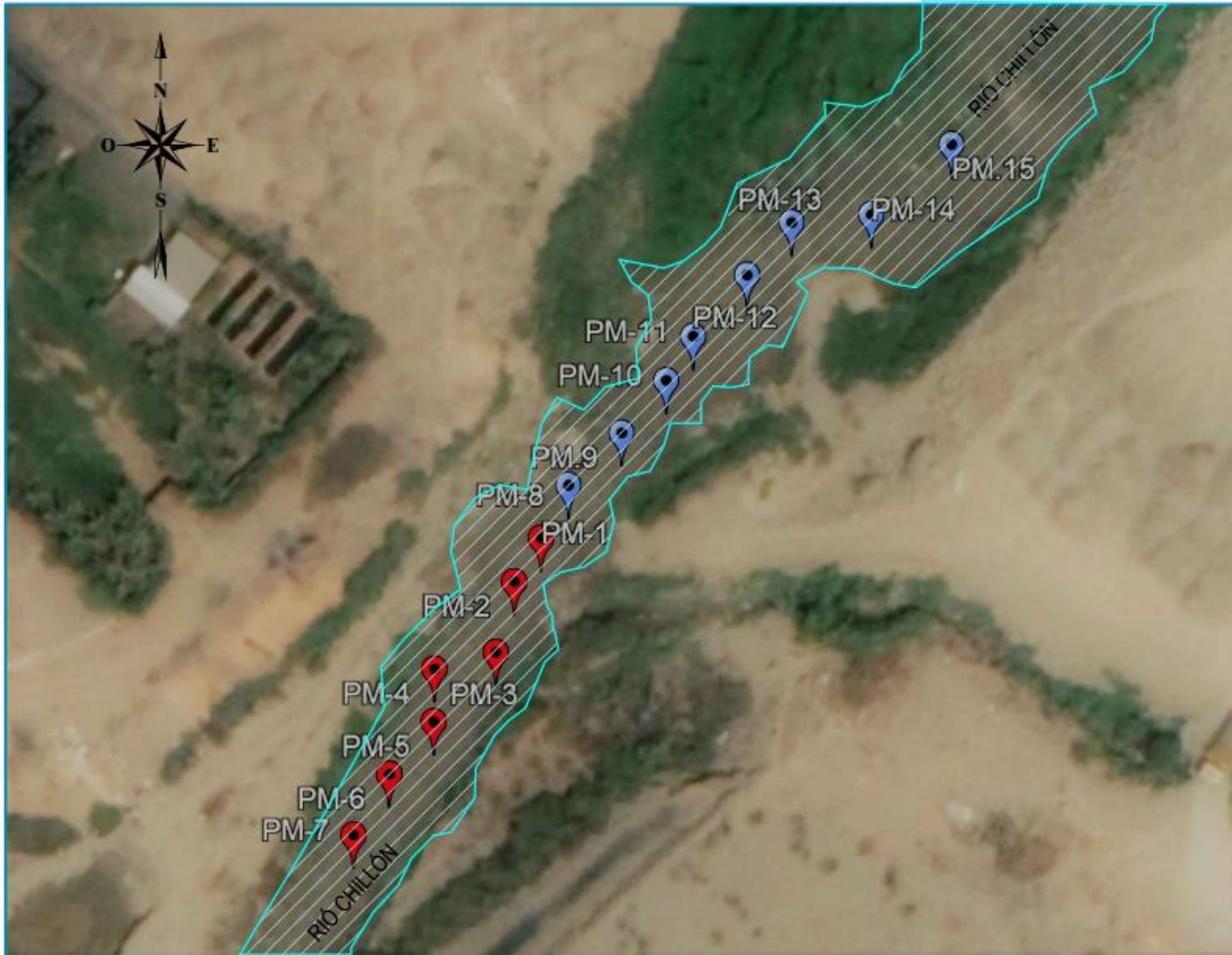
### ANEXO N° 01: Matriz de Consistencia

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>
<b>GENERAL</b>	<b>GENERAL</b>	<b>GENERAL</b>
¿Cuál es el efecto de la biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos para remover significativa de hidrocarburos totales de petróleo en aguas dulces 2020?	Determinar el efecto de biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos para la remoción significativa de hidrocarburos totales de petróleo en aguas dulces 2020	La biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos remueven un 90% de hidrocarburos totales de petróleo en agua dulces 2020.
<b>ESPECÍFICOS</b>	<b>ESPECÍFICOS</b>	<b>ESPECÍFICOS</b>
¿Cuál es la cantidad ideal de biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos para la remoción significativa de la concentración de hidrocarburos totales de petróleo en aguas dulces 2020?	Determinar la cantidad ideal de biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos para la remoción significativa de hidrocarburos totales de petróleo en aguas dulces 2020	La cantidad ideal de biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos es de 10 g para la remoción significativa de hidrocarburos totales de petróleo en aguas dulces 2020
¿Cuál es la granulometría ideal de biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos para la remoción significativa de hidrocarburos totales de petróleo en aguas dulces 2020?	Calcular la granulometría ideal de biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos para la remoción significativa de hidrocarburos totales de petróleo en aguas dulces 2020	La granulometría ideal de biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos es de 2mm para la remoción de hidrocarburos totales de petróleo en aguas dulces 2020.

**ANEXO N° 02: Matriz de Operacionalización**

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIDA</b>
BIOMASA ANIMAL DE CASCOS y CUERNOS DE CAPRINOS	Según Apelsa (2016) La harina de pezuña y astas comienza con un lavado y un cocimiento mecánico para poder fabricar una harina rica en queratinas, alta en proteína	La biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos se evaluarán a través de la concentración y la granulometría	Cantidad de biomasa animal de cascos y de caprinos	Dosis 1 (10,15,20)	g
				Dosis 2 (10,15,20)	g
			Granulometría de biomasa animal de cascos y cuernos de caprino	Abertura 1 y 2	mm
REMOCIÓN DE HIDROCARBUROS	Según Toro (2018) La remoción de hidrocarburos es separar los restos de aceite y grasas minerales, combustibles y otras fases flotantes presentes en las aguas con vertido.	La remoción de hidrocarburos se evaluará mediante la concentración de hidrocarburos empleando el método de fraccionamiento de aceites y grasas, además de evaluar los parámetros físicos del agua.	Concentración de Hidrocarburos en el Agua	Aceites y grasas	mg/L
			Parámetros Físicos	pH	0 - 14
				Turbidez	NTU

### ANEXO N° 3: Puntos de muestreo



**PLANO DE UBICACION**

ESC. 1/200



**ESQUEMA DE LOCALIZACION**

ESC. 1/2500

ZONIFICACIÓN: PUNTOS DE MUESTREO EN AGUA DEL RÍO CHILLÓN

DEPARTAMENTO : LIMA  
 PROVINCIA : LIMA  
 DISTRITO : COMAS  
 NOMBRE DE LA VIA : FAJA MARGINAL DEL RÍO CHILLÓN  
 ACCESO : MALECÓN CHILLÓN / AV. TRAPICHE

PUNTO DE MUESTREO	FECHA	HORA	COORDENADAS UTM		VOLUMEN DE MUESTRA (Lts)
			X	Y	
PM-1	26/09/2020	8.00 a.m	276481	8685011	2000
PM-2	26/09/2020	8.05 a.m	276483	8685024	2000
PM-3	26/09/2020	8.15 a.m	276484	8685024	2000
PM-4	26/09/2020	8.20 a.m	276486	8685025	2000
PM-5	26/09/2020	8.25 a.m	276488	8685025	2000
PM-6	26/09/2020	8.30 a.m	276490	8685030	2000
PM-7	26/09/2020	8.35 a.m	276493	8685033	2000
PM-8	26/09/2020	8.40 a.m	276495	8685036	2000
PM-9	26/09/2020	8.45 a.m	276498	8685042	2000
PM-10	26/09/2020	8.50 a.m	276510	8685055	2000
PM-11	26/09/2020	8.55 a.m	276523	8685057	2000
PM-12	26/09/2020	8.60 a.m	276525	8685060	2000
PM-13	26/09/2020	9.00 a.m	276530	8685073	2000
PM-14	26/09/2020	9.05 a.m	276550	8685088	2000
PM-15	26/09/2020	9.10 a.m	276610	8685015	2000

PROYECTO:  
 PLANO DE UBICACIÓN Y DATOS TÉCNICOS

PLANO:  
 UBICACION Y LOCALIZACION

LAMINA:  
**U-1**

ESCALA:  
 INDICADA

FECHA:  
 SETIEMBRE 2020





	<b>REMOCIÓN DE HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO (HTP) EN AGUAS SALADAS MEDIANTE BIOMASA ANIMAL DE CASCOS Y CUERNOS DE CAPRINOS 2020</b>	<b>FICHA N° 03</b>
	<b>FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE TRATAMIENTOS Y REPETICIONES</b>	

DATOS PERSONALES	
NOMBRES Y APELLIDOS	DENISSE SOFÍA SALAS PINEDA / GIANFRANCO GIOVANNI VENTURA SALAZAR
FACULTAD	INGENIERÍA AMBIENTAL
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

Repeticiones	Número de muestra	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3		Tratamiento 4		Tratamiento 5		Tratamiento 6	
		Biomasa	Abertura										
		10 g	1 mm	10g	2 mm	15 g	1 mm	15 g	2 mm	20g	1 mm	20 g	2 mm
Testigo	Testigo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R1	1												
	2												
	3												
R2	4												
	5												
	6												
R3	7												
	8												
	9												

Concentración de hidrocarburos totales de petróleo (mg/L)							
Repeticiones	Testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Tratamiento 6
Promedio							

  
 Dr. Eusebio Horacio Acosta Susanbar  
 CIP N° 25450

  
 Dr. Ing. Carlos Alberto Costales Olivares  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

  
 José Julio Romero Galaz  
 DNI: 08447300

  
 Dr. Elmer G. Benito Alfaro  
 CP 1108

## ANEXO N° 5: PORCENTAJE DEL TURNITIN

Estudio de comentarios - Google Chrome  
ev.turnitin.com/app/carta/en\_us/?BDS=1&o=1446210335&student\_user=1&u=1101806121&s=&lang=en\_us

feedback studio Denisse SALAS AVANCE

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

Remoción de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en aguas dulces mediante biomasa animal de cascos y cuernos de caprinos 2020.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

**AUTORES:**  
Salas Pineda, Denisse Sofia (ORCID: 0000-0002-0868-3403)  
Ventura Salazar, Gianfranco Giovanni (ORCID: 0000-0002-4445-6769)

**ASESOR:**  
Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzalez (ORCID: 0000-0003-1504-2089)

**Resumen del partido**

**7%**

Partido 1 de 1  
Actualmente viendo fuentes estándar  
[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Partidos

Partido	Fuente	Porcentaje
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	Sometido a Universida... Trabajo de estudiante	1%
3	repositorio.uigv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	<1%
5	www.interempresas.net Fuente de Internet	<1%
6	tesis.usat.edu.pe	<1%

Página: 1 de 54 Número de palabras: 11104 Informe de solo texto Alta resolución En 08:17 p. m. 14/11/2020

## ANEXO N° 06 PANEL FOTOGRÁFICO

