



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por  
desembarque de petróleo crudo -Muelle Dársena, Callao 2019

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

Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Azaña Felix, Ronaldo Arturo (ORCID: 0000-0002-0875-4398)

Román Chuquillanqui, Andrea Mishell (ORCID: 0000-0002-5989-3507)

**ASESOR:**

MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel (ORCID: 0000-0001-7889-7928)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LIMA - PERÚ**

**2019**

## DEDICATORIA

A Dios en primer lugar por cuidarnos y guiarnos en nuestro caminar.

A nuestros padres, por habernos formado valores a lo largo de nuestras vidas y apoyarnos a poder culminar con nuestros estudios.

Y sobre todo a nuestras familias, que es la base de nuestra carrera, nos formó a ser personas de bien, por brindarnos su confianza dándonos fuerzas y ánimos para poder seguir con nuestra investigación.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Cesar Vallejo, por habernos dado la oportunidad de estudiar en su prestigiosa casa de estudio, la carrera de Ingeniería Ambiental, por brindarnos enseñanza de primera que me ha impulsado a seguir estudiando y lograr ser profesionales de bien.

A nuestras madres por su apoyo incondicional en cada etapa de nuestra tesis, por su confianza y sus sabios consejos a poder seguir estudiando alcanzando cada uno de nuestros objetivos.

Al MSc. Wilber Quijano Pacheco por ayudarnos y guiarnos con dedicación en toda la etapa de nuestra tesis, brindándonos sabios consejos para seguir mejorando en nuestra investigación.

A todos los docentes por compartir sus conocimientos, enseñanzas y consejos en lo largo de nuestra carrera universitaria.

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado: Dando cumplimiento a las normas de elaboración del Reglamento y Elaboración y Sustentación de tesis de la Facultad de Ingeniería, sección de Pregrado de la Universidad César Vallejo, para elaborar la tesis y obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental, presento el trabajo de investigación denominado “Almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo -Muelle Dársena, Callao 2019”. La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Ambiental.

Ronaldo Arturo Azaña Felix

Andrea Mishell Román Chuquillanqui

# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	MÉTODO .....	14
	2.1 Tipo y diseño de la investigación .....	14
	2.2 Operacionalización de variables .....	15
	2.3 Población, muestra y muestreo .....	16
	2.3.1 Población .....	16
	2.3.2. Tamaño de muestra.....	16
	2.3.3 Técnica de Muestreo.....	16
	2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad. ....	17
	2.4.1 Técnica e instrumento de recolección de datos .....	17
	2.4.3 Validez del instrumento.....	17
	2.4.4 Confiabilidad del instrumento .....	18
	2.5 Procedimiento.....	18
	2.5.1 Ubicación de la zona de estudio .....	18
	2.5.2 Duración del Proyecto de investigación .....	18
	2.5.4 Materiales y equipos.....	18
	2.5.5 Proceso de la investigación.....	20
	2.5.6 Parámetros físicos.....	25
	2.6 Métodos de análisis de datos .....	31
	2.7 Aspectos éticos .....	32
III.	RESULTADOS .....	33
	3.1 Características de la almohadilla .....	33
	3.2. Capacidad de retención.....	34
	3.3 Reducción de petróleo crudo .....	38
	3.4 Características fisicoquímicas del agua antes y después del tratamiento .....	42
IV.	DISCUSIÓN.....	56
V.	CONCLUSIONES .....	58
VI.	RECOMENDACIONES .....	59
VII.	REFERENCIAS.....	60
	ANEXO .....	66

## Índice de Tablas

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de variables .....	15
Tabla 2: Validación de datos .....	17
Tabla 3: Análisis de humedad de las plumas de pollo.....	33
Tabla 4: Características de la almohadilla de pluma de pollo para la remoción de aguas contaminadas con petróleo crudo. ....	34
Tabla 5: Análisis de retención de la almohadilla.....	34
Tabla 6: Análisis de varianza para la retención de la almohadilla .....	35
Tabla 7: Prueba de contraste de Tukey para la retencion de la almohadilla .....	36
Tabla 8: Análisis de Porcentaje de reducción con respecto al vexilo y raquis.....	36
Tabla 9: Análisis de varianza para el porcentaje de raquis y vexilo.....	37
Tabla 10: Prueba de contraste de Tukey para el porcentaje de reduccion con respecto al raquis y vexilo.....	38
Tabla 11: Análisis de crudo retenido total.....	38
Tabla 12: Análisis de varianza para el crudo retenido total .....	39
Tabla 13: Prueba de contraste de Tukey para el crudo retenido total .....	40
Tabla 14: Volumen del crudo retenido.....	40
Tabla 15: Análisis de varianza para el volumen del crudo retenido .....	41
Tabla 16: Prueba de contraste de Tukey para el volumen del crudo retennido.....	42
Tabla 17: Características fisicoquímicas del agua antes y después del tratamiento.....	42
Tabla 18: Resultado de las características fisicoquímicas del agua antes del tratamiento .....	43
Tabla 19: Resultado de los análisis de DBO del agua después del tratamiento. ....	43
Tabla 20: Análisis de varianza para la demanda biológica del agua.....	44
Tabla 21: Prueba de contraste de Tukey para el DBO.....	45
Tabla 22: Resultado de los análisis de DQO del agua después del tratamiento .....	45
Tabla 23: Análisis de varianza para la demanda química de oxígeno.....	46
Tabla 24: Prueba de contraste de Tukey para el DQO .....	47
Tabla 25: Resultado de los análisis de turbiedad del agua después del tratamiento .....	47
Tabla 26: Análisis de varianza para la turbiedad. ....	48
Tabla 27: Prueba de contraste de Tukey para la turbidez .....	49
Tabla 28: Resultado de los análisis de conductividad eléctrica del agua después del tratamiento. ....	49
Tabla 29: Analisis de varianza para la conductividad electrica. ....	50
Tabla 30: Prueba de contraste de Tukey para la conductividad eléctrica.....	51
Tabla 31: Resultado de los análisis de pH del agua después del tratamiento .....	51
Tabla 32: Análisis de varianza para el pH .....	52
Tabla 33: Prueba de contraste de Tukey para el pH.....	53
Tabla 34: Resultado de los análisis de hidrocarburos totales de petróleo del agua después del tratamiento .....	53
Tabla 35: Análisis de varianza de los hidrocarburos totales de petróleo.....	54
Tabla 36: Prueba de contraste de Tukey para los hidrocarburos totales de petróleo.....	55

## Índice de Figuras

Figura 1: Obtención de las plumas de pollo .....	20
Figura 2: Proceso de secado de las plumas de pollo al sol .....	20
Figura 3: Corte de plumas de pollo de 10 cm y 5 cm.....	21
Figura 4: Fórmula para determinar la humedad .....	21
Figura 5: Pesaje de 5gramos de pluma de pollo para la humedad.....	22
Figura 6: Obtención de la humedad de las plumas de pollo a 60 °C.....	22
Figura 7: Almohadilla de pluma de pollo.....	23
Figura 8: Agua contaminada con petróleo crudo .....	24
Figura 9: Muestreo de agua para hidrocarburos totales de petróleo.....	24
Figura 10: Aplicación de la almohadilla en el agua con petróleo crudo .....	25
Figura 11: Pesaje de la almohadilla de pluma de pollo .....	25
Figura 12: Diagrama de flujo del mecanismo de adsorción del crudo en la queratina..	26
Figura 13. Formula de la capacidad de retención .....	27
Figura 14: Análisis de Conductividad eléctrica.....	28
Figura 15: Análisis de DBO .....	29
Figura 16: Análisis de DQO .....	29
Figura 17: Análisis de la turbiedad del agua tratada .....	30
Figura 18: Análisis de pH del agua tratada con la almohadilla.....	30
Figura 19: Análisis los hidrocarburos totales de petróleo en el agua tratada .....	31
Figura 20: Diseño de tratamientos experimentales.....	31
Figura 21: Retención de la almohadilla de pluma de pollo .....	35
Figura 22: El porcentaje de reducción con respecto al vexilo y raquis .....	37
Figura 23: Volumen del crudo retenido.....	39
Figura 24: Volumen del crudo retenido.....	41
Figura 25: Análisis del DBO del agua después del tratamiento.....	44
Figura 26: Análisis del DQO del agua después del tratamiento.....	46
Figura 27: Análisis de la turbiedad del agua después del tratamiento.....	48
Figura 28: Análisis de la conductividad eléctrica después del tratamiento.....	50
Figura 29: Análisis de pH del agua después del tratamiento.....	52
Figura 30: Análisis de los hidrocarburos totales de petróleo después del tratamiento...	54

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de evaluar el uso de la almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-muelle Dársena, Callao. Las almohadillas fueron hechas de yute de forma cuadrada de 30 cm x 30 cm x 30 mm y rellenas con pluma de pollo lavadas, se utilizó para absorber el petróleo crudo contaminado en el agua de mar. El tipo de investigación fue aplicada con un enfoque cuantitativo y diseño experimental. La muestra colectada fue de 18 litros del agua, se ejecutó en laboratorio utilizando cubetas de capacidad de 10 litros. Los parámetros evaluados fueron: las características de las almohadillas de pluma de pollo, capacidad de retención, reducción de petróleo crudo y características fisicoquímicas del agua. Los tratamientos fueron tres tamaños de longitud de plumas de pollo (10 cm, 5cm y 1 cm) con tres repeticiones y una almohadilla como unidad experimental, se evaluó mediante el Diseño Completamente al Azar (DCA). Los resultados indican que la mejor cantidad de retención del petróleo de la almohadilla de pluma de pollo fue de 5,75 g de petróleo crudo en dos litros de agua contaminada, además dentro de los parámetros evaluados del agua, resultó ser significativas ( $p < 0.05$ ) para todos los tratamientos y a la prueba de contraste de Tukey resultó mejor el tamaño de longitud de pluma de pollo de 10 cm, además después del tratamiento mejoraron las características fisicoquímicas del agua contaminada con petróleo crudo cuyos valores fueron para la demanda bioquímica de oxígeno de 3,63 mg/L, la demanda química de oxígeno de 12 mg/L, turbiedad de 1,27 NTU, conductividad eléctrica de 12,98 mS/cm, un pH, en consecuencia se recomienda el uso de las plumas de pollo para descontaminar las aguas de mar por derrames con petróleo.

**Palabras claves:** Plumitas de pollo, petróleo crudo, remoción, capacidad de retención, hidrocarburos totales de petróleo.

## ABSTRACT

The present research work was carried out with the objective of evaluating the use of the chicken feather pad for the removal of contaminated water from crude oil landing, Dársena dock, Callao. The pads were made of jute with a square shape of 30 cm x 30 cm x 30 mm and filled with washed chicken feather, it was used to absorb the contaminated crude oil in the sea water. The type of research was applied with a quantitative approach and experimental design. The collected sample was 18 liters of water, it was executed in laboratory using 10 liters capacity buckets. The parameters evaluated were: the characteristics of the chicken feather pads, retention capacity, reduction of crude oil and physicochemical characteristics of the water. The treatments were three sizes of chicken feather length (10 cm, 5cm and 1 cm) with three repetitions and one pad as experimental unit, it was evaluated by means of the Complete Random Design (DCA). The results indicate that the best amount of oil retention of the chicken feather pad was 5.75 g of crude oil in two liters of contaminated water, also within the parameters evaluated of water, proved to be significant ( $p < 0.05$ ) for all treatments and Tukey's contrast test, the size of the chicken feather length of 10 cm was better, and after the treatment the physicochemical characteristics of the water contaminated with crude oil were improved, whose values were for the biochemical oxygen demand of 3, 63 mg/L, chemical oxygen demand of 12 mg/L, turbidity of 1.27 NTU, electrical conductivity of 12.98 mS/cm, a pH, therefore the use of chicken feathers is recommended to decontaminate seawater from oil spills. Storeroom.

**Keywords:** Chicken feathers, crude oil, removal, retention capacity, total oil hydrocarbons.

## I. INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación se basó en el uso de la almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo en el muelle Dársena, Callao 2019, ya que en la actualidad se han incrementado la cantidad de embarcaciones petroleras que ocasionan derrames de petróleo en la zona costera generando así una realidad alarmante.

La industria petrolera es una de las principales actividades que generan impactos negativos al recurso agua. Los derrames de hidrocarburos ocasionados en el océano cada vez son más frecuentes, este hecho deja daños a largo plazo. En el Perú los derrames de petróleo han dejado varias hectáreas afectadas, ya sea en lagos, ríos, quebradas y mares. Estos daños han perjudicado gravemente a la fuente hídrica, suelo, flora y fauna; debido al nivel de contaminación son prácticamente irreparables, por consiguiente el proceso de recuperación del recurso agua no abastece a cubrir la totalidad de las áreas afectadas.

Por otro lado, las plumas de pollo son desechos generados por empresas avícolas, vienen a ser residuos naturales y sostenibles. Presentan características de fibras de queratina; tiene una resistencia mecánica y su peso es ligero, cuenta con un carácter hidrófobo que le permite ser un material ideal para adsorber petróleo crudo presentes en el agua mediante la retención de petróleo crudo a partir de biopolímeros naturales.

El Perú ha sufrido daños graves producto del derrame de petróleo crudo generando el agotamiento de los recursos naturales, nuestro país no cuenta con suficientes recursos y tecnologías para desarrollar un tratamiento rápido para la remoción de diversos contaminantes. Un ejemplo es el derrame ocurrido en la playa, Lobitos, Piura, los responsables de la actividad fue la empresa SAVIA PERÚ, el derrame de petróleo hacia las aguas de la playa fue debido a la ruptura de los oleoductos o tanques de almacenamiento la cantidad de petróleo fue esparcida en las aguas marítimas es un promedio de 200 barriles de petróleo. Este hecho afecta tanto económicamente como ambientalmente debido a las consecuencias que genera ocasionando la pérdida de diversos recursos para generaciones futuras (Gestión, 2013).

El mar del Callao es una zona costera de actividad industrial que es afectada por descargas directas al mar debido a operaciones de desembarque de petróleo crudo por su cercanía a la refinería La Pampilla, Por lo tanto se afirma que es una zona vulnerable a los derrames

de hidrocarburos y acumulación de residuos petroligenos en el fondo del mar (Cabello y Jacinto, 2004).

Como antecedentes se tiene a Nwadiogbu et al. (2016), quienes utilizaron mazorcas de maíz como una técnica de adsorción para la limpieza de derrames de petróleo. Para esto las mazorcas de maíz fueron combinadas con anhídrido acético mediante un proceso de acetilación. Las capacidades máximas de adsorción en monocapa fueron de 0,0768mg /g y 0,0043mg/g para las panojas acetiladas en la superficie de petróleo crudo. Por lo tanto se afirmaron que las mazorcas modificadas con ácido acético mejoran la capacidad de sorcion de petróleo crudo.

Asimismo, Ukotije et al. (2016), estudiaron el uso potencial del cabello humano como un sorbente natural para derrames de petróleo. Para esto se realizaron experimentos de adsorción en agua de mar artificial con tres tipos de cabello (africano, asiático y europeo) siguiendo el método estándar ASTM F 726-99. Determinaron que el cabello humano africano adsorbió 7470 mg/ g, el asiático fue de 6176 mg/g y el europeo obtuvo un valor de 5246mg /g de petróleo crudo. Por lo tanto, demostraron que los distintos cabellos humanos vienen a ser una técnica amigable con el ambiente y de bajo costo para la limpieza de derrames de petróleo.

Así también, Kelle y Eboatu (2018), determinaron la viabilidad de la pluma de pollo como sorbente de limpieza de derrames de petróleo crudo y sus fracciones más bajas. Es por ello que evaluaron la capacidad de adsorción del equilibrio de la pluma de pollo y la membrana sintética del sorbente para el petróleo crudo, diésel y querosene. De este modo la pluma de pollo adsorbió 13,10 g / g de petróleo crudo, 11,15 g / g de diésel y 8,20 g / g de querosene. De esta manera, manifestaron que la pluma de pollo en un sorbente eficaz y viable para los derrames de petróleo.

Por su lado, Eskham y Banat (2018), elaboraron un hidrogel de alginato de calcio para la remoción de aceite de soluciones acuosas. Para esto se trataron químicamente el aliganato de calcio con el anhídrido maleico mediante técnicas de micrografía de FTIR, SEM, BET , DSC/TGA y realizaron experimentos en lotes de adsorción. Los resultados revelaron que la capacidad de adsorción máxima en el modelo BET para el aliganato de calcio fue de 143,0 mg/g. Las perlas de aliganato de calcio es un sorbente que puede ser utilizado para remover aceites en soluciones acuosas.

Salas et al. (2017), aprovecharon el ostión americano *Crassostrea virginica* para la bioacumulación de hidrocarburos con efecto de temperatura. Se aplicaron cuatro tratamientos con diferentes temperaturas y concentración de hidrocarburos con hidrocarburos y sin hidrocarburos a dicha temperatura de 26°C, 30°C. En conclusión, las diferentes temperaturas no afectan la bioacumulación de hidrocarburos en los ostiones, pero si negativamente el desarrollo gametogénico y la tasa de sobrevivencia.

Wang et.al. (2015), utilizaron la fibra de algodón para la limpieza de derrames de hidrocarburos. Para esto se realizó el experimento de inmovilización robusta de nano partículas de sílice en las hebras de algodones con polidopamina en efecto hidrofóbico. Los resultados de nivel de absorción para los hidrocarburos (hexano, tolueno, cloroformo, aceite de linaza, parafina y petróleo crudo) obtuvieron valores de 39,8%, 35,2%, 29,4%, 39,3%, 41,7% y 34%. Por lo tanto esta hebra preparada de algodón evidencio una excelente efectividad para la limpieza de los derrames de hidrocarburos.

Ifelebuegu et al. (2015), utilizaron el cabello humano para limpiar derrames de petróleo. Es por ello que aplicaron pruebas de adsorción en lotes de petróleo crudo, diésel y aceite vegetal utilizando tres tipos de cabello humanos (asiático, europeo y africano). Para lo cual se lograron capacidades de adsorción de 9300 mg/g para aceite vegetal, 8100mg/g para el petróleo crudo y 7917 mg/g para el diésel. Por lo tanto, comprobaron que el cabello humano tiene un gran valor potencial como adsorbente, bajo, costo, ecológico y eficaz para limpieza de aguas contaminadas con petróleo.

G. Alaa El-Din et al. (2018), aplicaron cáscaras de plátano para la limpieza de derrames de petróleo. Por ello se analizaron a procesos de micrografía FTIR y SEM para calcular la capacidad de adsorción de este biopolímero en soluciones de gasóleo y petróleo crudo. De esta manera se obtuvieron resultados de capacidad de adsorción de 1 día y 7 días de 5,31, 6,35, 6,63 g / g de sorbente de plátano para el gasóleo y el petróleo crudo. De este modo las cascarras de plátano es un residuo agrícola de bajo costo y adecuado para la remoción de hidrocarburos.

Tesfaye (2018), evaluó la capacidad de absorción de las plumas de pollo en derrames de aceites. Para esto se realizó experimentos con las plumas de pollo tratadas con solución acuosa de sulfato de dodecilo y sodio (SDS) y fueron sometidas a condiciones dinámicas. La capacidad de adsorción de las plumas de pollo para los aceites líquidos fue de 16,21g

en un tiempo de absorción de 10 minutos. Por lo tanto, las plumas de pollo son un desecho prometedor y viable para la limpieza de vertimientos de aceites en el mar.

Barros (2014), evaluó la capacidad de adsorción de petróleo crudo vertido en el mar mediante quitina y quitosano. Para esto se utilizó copos de quitina, polvo de quitina, copos de quitosano, polvo de quitosano y solución de quitosano y se aplicó la técnica de la capacidad de adsorción cilindrada a condiciones dinámicas. Los resultados para los copos de quitina fueron de 0,258 g/petróleo crudo, para el polvo de quitina fue de 0,170 g/petróleo crudo, en cambio para los copos de quitosano fue de 0,379g/petróleo crudo, y por último para el polvo de quitosano obtuvo un valor de 0,281g/petróleo crudo. Los copos de quitosano presentaron una adsorción superior a los polvos de quitosano y de igual forma para los copos de quitina en la retención de petróleo crudo.

Yeo Bee Geok (2017), evaluó los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y hopanes en pellets de resina plástica como marcadores de contaminación por hidrocarburos a través del monitoreo internacional de vigilancia de pellets. Para esto aplico concentraciones de HAP en IPW como indicador inicial de petróleo crudo reciente contaminado a gran escala en derrames de hidrocarburos. Los resultados de concentraciones de HAP fueron más evidentes en Europa occidental, especialmente alrededor del Mar del Norte, seguido por la región de Asia Oriental y la región de América del Norte con contaminación moderada.

Sarbatly et.al. (2016), aprovecharon las nanofibras de polímeros por electrohilado y su aplicación en la separación de petróleo en agua para la limpieza de derrames de petróleo. Para ello se analiza la aplicación del absorbente de nanofibras para la extracción de aceite del agua con sus propiedades físicas y mecánicas en el área de superficie muy alta y tamaños de poros pequeños. Por lo tanto los adsorbentes de nanofibras son materiales alternativos para limpiar las aguas contaminadas con petróleo.

Tuncaboylu et al. (2019), realizaron redes de almidón como sorbente para la eliminación de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP). Por ello se aplicaron dos tipos de reticulantes epíclorhidrina (ECH) y glutaraldehído (GA), con ello se formaron las redes de Gel-E, Gel-G. Las redes de almidón mostraron capacidades de adsorción de 1,42g hidrocarburos aromáticos policíclicos, las redes de geles del tipo Gel-E tienen mayor adsorción que los geles Gel-G. Las redes de almidón presentaron capacidades altas de

adsorción para hidrocarburos aromáticos policíclicos y se caracteriza por ser una técnica de bajo costo con métodos de preparación simple.

Xiaobiao. Zhu et.al. (2019), estudiaron la adsorción de aceite en agua mediante el uso de telas no tejidas hidrófobas recubiertas con nanofibras de polidivinilbenceno (HNF-PDVB). Para esto la tela no tejida hidrofóbica fue añadida con polidivinilbenceno y aplicaron la técnica de adsorción de HNF- PDVB. La capacidad de adsorción sostuvo un rendimiento de 7,5 g/g del aceite en agua. En este estudio se demostraron que las telas no tejidas hidrófobas tienen valor potencial y práctico para la adsorción del aceite en agua.

Castillo et al. (2017), evaluaron la capacidad adsorbente del bagazo de caña de azúcar y *Luffa cylindrica* para los derrames de petróleo Para esto se realizó la caracterización física (MEB) y química (FTIR) de los sorbentes y luego fueron sometidos a ensayos de adsorción estática y dinámica. La capacidad de adsorción en condiciones dinámicas fue de 1,16 g de petróleo/g de *Luffa* y 1,39 g de petróleo/g de bagazo mientras para las condiciones estáticas fueron de 9,10 g de petróleo/ g de *Luffa* y 10,90 g de petróleo/ g de bagazo. Por lo tanto los adsorbentes en condiciones estáticas presentaron mejores resultados de adsorción, debido a que en condiciones estáticas tienen fuerte adherencia reteniendo mayor cantidad de petróleo crudo.

Wilton et al. (2018), realizaron la remediación de hidrocarburos en suelos utilizando biopolímero vegetal con perlas de espuma de poliestireno. Para esto se ejecutaron experimentos de control en dos fases de control con biopolímero de origen vegetal primero y después con las perlas de poliestireno. El estudio obtuvo resultados de remoción para los hidrocarburos totales de petróleo del 97%,91% y 75% para las fracciones de arena, limo y arcilla. Por lo tanto este proceso de remediación es eficiente y sostenible porque el biopolímero es reutilizable y las perlas de poliestireno son materiales reciclados

Cárdenas (2017), utilizó cascaras de desechos agrícolas para la retención de aceites y combustibles presentes en agua. Para ello se aplicó distintos sorbentes, como la, cascarilla de arroz y ceniza de salvado de arroz sometiéndolos al método internacional estandarizado ASTM F726-12. De este modo se obtuvieron resultados de adsorción para la cascarilla de arroz de 3,893g aceite/g adsorbente, 1,420 g diésel/g adsorbente y 0,707g agua/g adsorbente. En cambio para la ceniza de cascarilla de arroz fueron de 1,833 g aceite/g adsorbente, 1,427 g diésel/g adsorbente y 1,007g agua/g adsorbente. En conclusión los adsorbentes fueron eficientes para retener aceites y combustibles.

Trasancos et al. (2018), evaluaron la capacidad de absorción de la bentonita en hidrocarburos mediante dos tipos de arcilla: bentonita natural ácida y sódica. Para ello se aplicaron las metodologías de absorción de hidrocarburos: ASTM D 5831-96, F 726-12 y el protocolo canadiense Oil sorbente. Los resultados de las capacidades de sorción para la bentonita sódica fue de 0,68g de hidrocarburos y para la bentonita ácida obtuvo un valor de 0,94 g de hidrocarburos. Por lo tanto las mejores capacidades de absorción fueron obtenidas con los menores pesos de cada uno de los sorbentes.

Díaz et al. (2018), utilizaron el bagazo para recoger hidrocarburos en aguas y suelos, Para ello realizaron un tratamiento químico del bagazo modificado por la Patente 23392 en pruebas a condiciones dinámicas y estáticas (hidrofilicas y oleofilicas), por el método ASTM F 726-12. Los resultados en condiciones estáticas para la absorción de hidrocarburos tuvieron valores promedios de 4,32g y 5, 13 g para el diésel. En cambio, para el petróleo crudo obtuvo un valor promedio de 5, 36 g y 5, 72 g, En condiciones dinámicas los valores de absorción promedios para el 5,13 y 5,30 g para el diésel. Por otro lado, para el petróleo crudo fueron de 4, 9 g y 5, 9 g. El bagazo modificado con tratamiento químico presenta altas capacidades de absorción para la limpieza de derrames de petróleo.

Dong, et al. (2015), utilizaron fibras de totora estructurados para la limpieza de derrames de petróleo. Para esto realizaron colocaciones de aire con fibras compuestas con vaina de propileno/polietileno y se sometieron a pruebas de sorción con petróleo puro y petróleo en agua. Los resultados de retención de aceite fueron de 11-14 g de sorbente de fibras de espaldaña alcanzando una eficiencia del 90% en la adsorción de petróleo. Por lo tanto, las fibras combinadas mostraron sorción de petróleo en el agua y las fibras de espaldaña mejoran la sorción de hidrocarburos en el agua.

Shengbin Cao, et al. (2017), utilizaron fibras naturales hidrófobas para tratar derrames de aceite. Para esto realizaron la humectación y la absorción de aceite con tres tipos de fibra natural con material de kapok, totora y fibras de algodón. Los resultados para los tres conjuntos de fibra mostraron una rápida absorción de aceite en donde el kapok mostró una capacidad de retención y absorción de aceite excepcionalmente alta. La fibra de bambú demostró su rápida absorción de aceite y su excelente capacidad de retención de aceite, a pesar de una absorción de aceite relativamente baja.

Martínez-Nodal et al. (2017), efectuaron una caracterización fisicoquímica del bagazo de caña azúcar aplicándolo como biosorbente en la descontaminación de petróleo en

superficies de agua. Por ello se realizó estudios de equilibrio de sorción con técnicas de análisis fundamental y microscopía electrónica de barrido. De esta manera la corteza natural de caña de azúcar obtuvo un valor de absorción natural de 1,77g hidrocarburo/g de cascara en condiciones dinámicas y 1,81g hidrocarburo/g de cáscara en condiciones estáticas. La cascara de bagazo demostró que es un material sorbente adecuado para remover hidrocarburos en agua.

Li Ji et.al. (2013), estudiaron los residuos de concha de bocina amarilla tratados con líquido iónico (IL) para la eliminación de aceite del agua. Para ellos se realizaron análisis de microscopio electrónico de barrido (SEM), se aplicó el tratamiento con IL con el biosorbente celulósico. Las capacidades máximas de sorción de los residuos de concha tratados con IL fueron de 0,39-0,61 g /g y para los desechos de concha sin tratar fueron de 0,32-0,42 g / g. De esta manera se demostró que los residuos de concha de bocina amarilla tratados con IL presentaron características efectivas como un biosorbente apropiado para la limpieza de derrames de aceites del agua.

Zheng et.al. (2016), utilizaron la fibra de *Calotropis gigantea* como un biosorbente para remover aceite en agua. Para esto se realizaron pruebas de absorción rápida utilizando la hebra de *Calotropis gigantea* en superficies de aceite y líquidos orgánicos. La capacidad de absorción para los aceites fue de 22.6 g/g y 47.6 g/g para los líquidos orgánicos. Por lo tanto este sorbente tiene una alta capacidad de absorción por sus propiedades hidrofóbicas-oleofilicas.

Mateen et.al. (2015), determinaron la eficiencia de la remoción hidrocarburos poliaromáticos y colorantes azoicos de aguas residuales utilizando la ceniza incineradora de zeolita natural (ZIA). Por ello realizaron tratamientos de adsorción de la zeolita natural en lotes de antraceno, fenantreno, pireno y en tintes mediante el espectrofotómetro UV-Vis. Los resultados mostraron un rendimiento de eliminación para el antraceno fue del 98%, en cambio para el fenantreno fue del 97% , para el pireno fue del 96% y por ultimo para los tintes fue del 90%, Por lo tanto la zeolita hecha de materiales de desecho natural posee propiedades porosas únicas y fue efectiva para la eliminación de contaminantes orgánicos.

Flores (2018), utilizo partículas hidrófobas de bagazo de caña de azúcar para el adecuado tratamiento de hidrocarburos en agua. Se aplicó la metodología de caracterización de partículas de bagazo para la intensificar el carácter hidrófobo de partículas y así determinar

la cantidad de hidrocarburos en agua. El mayor porcentaje de remoción del hidrocarburo de 94% durante un tiempo de 30 min y a condiciones de una operación discontinua. Concluyendo que utilizando el bagazo hidrófobo con parafina mantiene potencial absorbente para el tratamiento de hidrocarburos en agua.

Salazar (2012), evaluó el uso de las plumas de pollo para la remoción de hidrocarburos. Para ello se realizaron pruebas experimentales descritas por la norma ASTM F-276: Método de prueba estándar para el rendimiento de los adsorbentes en tres hidrocarburos (petróleo crudo, gasolina y diésel). Los resultados de las capacidades de retención fueron de 20,5 g/g para el petróleo crudo, en cambio para el diésel fue de 9,6 g/g y para la gasolina obtuvo un valor de 6,2 g/g. Las plumas de pollo vienen a ser biopolímero eficaz para la retención de hidrocarburos en superficies acuosas.

Domínguez (2017), determinó el nivel de retención de la pluma de pollo y aserrín para la eliminación de diésel en el mar del Callao. Para ello se elaboró mangas absorbentes con las plumas de pollo y el aserrín evaluando la metodología completamente al azar, con 5 tratamientos dos tipos de adsorbente y 3 tiempos con 3 repeticiones por cada tratamiento. La capacidad de retención para las plumas de pollo fue de 75 g y para el aserrín obtuvo un valor de 25 g, removiendo 135, 222 g de diésel y volumen de diésel de 64,778L. Las plumas de pollo y el aserrín obtuvieron un elevado nivel de retención de diésel en aguas de mar.

Espino (2018), determinó la cantidad de petróleo impregnado en la pluma de pollo y cabello humano en agua sintética. Para ello se aplicó la metodología MATTER OF TRUST para el cabello humano, en cambio para las pruebas de retención empleó la metodología ASTM F-726 y CAN/CSGB-183,2-4 para las plumas de pollo. Los resultados para la capacidad de sorción de la pluma de pollo fue de 4,76g de petróleo y para el cabello humano fue de 3,22g de petróleo. Por lo tanto, en este estudio se comprobó que estos residuos naturales de bajo costo pueden ser utilizados para la remoción de hidrocarburos.

Abanto (2019), utilizo la hebra de coco para la remediación de aguas con hidrocarburos y su efecto en la temperatura con la salinidad. Para esto se preparó cuatro soluciones de hidrocarburos (kerosene, gasolina-84 y diésel B5), aplicando la metodología de la norma ASTM F-726 y el protocolo canadiense para la prueba de adsorción del filamento de coco. La capacidad de retención para el diésel B5 fue de 8,247 g, en cambio para el kerosene obtuvo un valor de 7,693g y 6,330g para la gasolina-84. Las fibras de coco es una técnica adecuada para la adsorción de hidrocarburos en cuerpos de agua

Como bien se conoce, los hidrocarburos vienen a ser un líquido espeso e inflamable de color negro que contiene una mezcla de productos orgánicos de los cuales son mayormente los hidrocarburos que tienen como composición hidrógenos y carbono. Se considera que contiene entre 83-86% de carbono y 11-13% de hidrógeno. Por otro lado, el petróleo tiene una gran variedad de componentes entre ellos se puede encontrar más de 200 compuestos y se pueden clasificar en 4 categorías parafinico, naftenico, asfáltico y aromáticos, así mismo se encuentra algunos metales como son vanadio, níquel, hierro, aluminio y cobré la concentración de estos metales va a depender de la región o lugar donde se formaron. Además, se tiene conocimientos que los hidrocarburos totales de petróleo vienen a ser una mezcla de compuestos con distintas polaridades extraídas del petróleo en estado de crudo empleando solventes orgánicos. Son la medida de una concentración de hidrocarburos de petróleo en una determinada cantidad de agua y suelo, (Celis, 2009; Agras, 2015; Murgueitio, 2018).

La adsorción se define como el resultado de atracción entre las moléculas de la superficie del sólido y las del fluido. En este proceso de adsorción, el soluto retenido se le denomina adsorbato y el sólido sobre el cual es contenido se le denomina adsorbente por lo general presentan una enorme superficie de contacto y comúnmente son porosos por lo general presentan propiedades de ser altamente selectivo, proceso veloz y por lo general son exotérmicos, (Garcés y Coaba, 2012).

La contaminación de los ecosistemas marinos es causada por los derrames producidos por las embarcaciones petroleras generan severas alteraciones metabólicas por lo general los organismos sésiles vivos marinos que habitan en las zonas aledañas de las playas desaparecen debido a la intoxicación del agua del mar contaminado por petróleo crudo.

Mientras que los organismos no sésiles como peces incorporan sustancias tóxicas en sus órganos vitales, como también afectan a las aves por la porción viscosa que se adhiere en la superficie lo cual se impregna en las plumas de las aves causándoles daños como aislante térmico y mueren al ingerir petróleo en su organismo, por otra parte, también afecta el plancton de las aguas de las playas al filtrarse petróleo crudo, (García, 2016).

Los parámetros que se deben tener en cuenta para las características fisicoquímicas del agua son la demanda bioquímica del agua y la demanda química del agua, por lo que son considerados para medir la materia orgánica que se encuentra en la descarga residual, (Bauer, Castro y Chung, 2017).

Consecutivamente se mide los parámetros de turbiedad, pH, y C.E. Para la conductividad eléctrica en las aguas superficiales es un parámetro que se puede relacionar con la concentración de sólidos disueltos debido a que estos compuestos son iones de calcio y magnesio como también reflejar la cantidad de salinidad lo cual afecta la vida acuática, en riego a la planta como también a los suelos, (Ortiz, 2015).

Se conoce que la fibra de pollo es un desecho avícola, son productos que se generan en la industria avícola en enormes cantidades, es un residuo natural, copioso y renovable que presenta propiedades notables en su capacidad de adsorbente, (Monroy, 2007).

La composición de las plumas presenta un 90% de queratina teniendo una estructura de varios elementos como el raquis ubicado en la parte central el cual sirve como eje para la pluma, la parte del raquis más ancha y hueca se la conoce como cálamo, el hueco inferior del raquis se le denomina ombligo, la parte del ombligo superior, viene a ser el comienzo del cuerpo laminar de la pluma. El vexilo que crece alrededor del raquis, el cual tiene una estructura laminar por una serie de barbas perpendiculares entre las que se originan las barbulas, (Salazar, 2012). Ver Figura N°32 y Figura N°33.

El eje central que se localiza en la pluma tiene por nombre de raquis el cual tiene la función de proporcionar rigidez y estructura a la pluma. En la zona del raquis se encuentra insertada el cálamo en la piel del ave. El raquis posee dos márgenes en donde crece el vexilo el cual es la parte superficial de la pluma que estas forman las barbillas en la pluma, (Valencia ,2018).

Se denomina vexilo a la parte que se encuentra en los contornos al lado del raquis que se encuentra formado por ramificaciones paralelas llamadas barbas éstas se adhieren con los ganchillos de las barbillas colindantes haciendo que se forma una parte plumosa, (Chávez y Tenorio, 2014). Presentan características de ser repelentes e impermeables debido a su microestructura esto es causado por la proteína de la queratina, (Salinas, 2010).

El mecanismo de adsorción de pluma de pollo para remover contaminantes es debido a la presencia de queratina, viene a ser una proteína organizada con abundante estabilidad mecánica, Presentan alto contenido de aminoácidos glicina, alanina, serina, cisteína y valina. Debido a estos aminoácidos permiten encontrar grupos carboxilos, hidroxilo y aminas, por este efecto la pluma de pollo tiene la propiedad para adsorber compuestos inorgánicos y orgánicos, (Shamik, 2012).

La queratina es un compuesto rico en azufre que es uno de los componentes principales de las capas más externas de la epidermis de los vertebrados. En el mundo existen dos tipos de queratina:  $\alpha$  y  $\beta$  diferenciadas por su composición, la  $\alpha$  posee cisteína lo cual le da dureza en cambio la que queratina  $\beta$  no posee la cisteína siendo así inextensible. La queratina presenta componentes de carbono en mayor cantidad a su vez también nitrógeno, oxígeno, hidrogeno y azufre en menor cantidad, (Salinas, 2010).

Con respecto a las propiedades fisicoquímicas de la queratina, sabemos que está constituida el 80 y 85% de los productos nitrogenados de la pluma el cual se clasifica como el grupo de las escleroproteínas de tipo fibrosas con abundante cantidad de azufre y cisteína, las cuales suelen ser insolubles al agua fría. Otra de las propiedades es que contribuye a la formación de intra-peptídicos de tipo covalente, la resistencia de la queratina es que es una proteína que es difícil de romper sus enlaces, presentando enlaces como enlaces amídicos, puentes salinos, enlaces di sulfuro y puentes de hidrogeno, (Chávez y Tenorio ,2014).

Por otro lado, las almohadillas de pluma de pollo presentan formas cuadradas y tiras, utilizadas para zonas confinadas para recoger pequeñas cantidades de petróleo crudo ligeros con un adecuado tiempo de contacto para la descontaminación de petróleo. Las plumas de pollo tienen distintas capacidades de retención dependiendo de su tamaño y su valor porcentual del raquis debido al vexilo que contiene las almohadillas de pluma de pollo, (Salazar, 2012).

Los adsorbentes son materiales utilizados para remover líquidos mediante procesos de adsorción, por lo general se caracterizan por su hidrofobicidad y lipofilicidad. Para un derrame de petróleo crudo se consideran la velocidad de adsorción, velocidad de absorción, tipo de hidrocarburo derramada como también la factibilidad de la aplicación. Por lo general vienen a ser de 3 tipos, naturales orgánicos, inorgánicos y sintéticos son económicos y abundantes tienen capacidades de retención de petróleo en caso de los naturales y orgánicos su capacidad de retención es de 3 hasta 15 veces su peso de petróleo crudo, (Salazar, 2012).

Seguidamente a lo mencionado en los párrafos anteriores y acorde a la problemática descrita con anterioridad, se precisó como problema general de investigación: ¿Cómo es el uso de la almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo - muelle Dársena, Callao 2019?, Además se planteo como problemas específico de la investigación: ¿Cuáles son las características de la almohadilla

de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo - muelle Dársena, Callao?, ¿Cuál es el tamaño de longitud de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-muelle Dársena, Callao?, ¿Cuál es la capacidad de retención de la almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo -muelle Dársena, Callao?.

En el contexto ambiental nuestra investigación aportó una posible solución para los derrames de petróleo crudo que ocurren en las aguas de los mares. La producción de hidrocarburos, ha dejado diversas secuelas ocasionando daños a los recursos hídricos afectando la salud integral de las personas, ecosistema y a los animales. Debido a derrames tanto accidentales como imprudencia, (Lushbikov et al. 2006, Lezama et al. 2012). La aplicación de almohadillas de pluma de pollo permite la reducción de cantidades considerables de petróleo crudo, asimismo mejorar las propiedades fisicoquímicas del agua salada.

En un enfoque económico las plumas de pollo son un desecho que se emiten a diario en las industrias avícolas, estos residuos pueden ser aprovechados y utilizados como un adsorbente natural para la remoción de petróleo crudo. Por lo tanto, en esta investigación se le dio un valor agregado a este residuo que es un sorbente económico y rentable para la limpieza de derrames de petróleo crudo en el mar.

En la perspectiva social la contaminación por derrames de petróleo crudo afecta los recursos hidrobiológicos del mar, asimismo generan en la población disminución de actividades como la pesca, el turismo, comercio y afectan la salud pública. De esta manera nuestra investigación difundió un beneficio social de la aplicación de las almohadillas de las plumas de pollo para disminuir los efectos de la contaminación de los derrames de petróleo crudo y evitar que se pierdan recursos hidrobiológicos que son importantes para la sociedad.

Para responder a las interrogantes generadas en la investigación, se planteó como objetivo general: Evaluar el uso de la almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada con petróleo crudo por desembarque de petróleo crudo-muelle Dársena, Callao 2019. Así como también se formuló los siguientes objetivos específicos: Identificar las características de la almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada con petróleo crudo por desembarque de petróleo crudo-muelle Dársena

Callao, determinar el tamaño de longitud de la pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo -muelle Dársena, Callao, determinar la capacidad de retención de la almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-muelle Dársena, Callao.

Según referido en el párrafo previo, se definió como hipótesis general de la investigación: La almohadilla de pluma de pollo es eficaz para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-muelle Dársena, Callao, 2019. De igual manera se formuló las siguientes hipótesis específicas de la investigación: Las características de la almohadilla de la pluma de pollo influyeran positivamente en la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo- muelle Dársena Callao, el tamaño de longitud de 10 cm de pluma de pollo será eficaz en la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-muelle Dársena Callao, la capacidad de retención de la almohadilla de pluma de pollo será eficaz para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo -muelle Dársena, Callao.

## **II. MÉTODO**

### **2.1 Tipo y diseño de la investigación**

La investigación llevada a cabo es de tipo aplicada, en donde se evaluó la remoción de agua contaminada con petróleo crudo por almohadillas de pluma de pollo. Una investigación del tipo aplicada es un proceso que transforma el conocimiento teórico para aplicarlo directamente en la realidad, presentan un gran aporte que está destinado a la investigación básica de conceptos (Lozada, 2014).

El trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo, por el cual se midieron las variables de estudio como la remoción de agua contaminada con petróleo crudo mediante las almohadillas de pluma de pollo y de esta manera se evaluó la hipótesis de investigación planteada. El enfoque cuantitativo viene a ser la recolección de datos que sirven para poder aprobar las hipótesis puede ser secuencial y probatorio (Hernández, 2014).

La investigación fue de nivel explicativo, debido a que se implementó la almohadilla de pluma de pollo mediante el cual se explicó la remoción de agua contaminada con petróleo crudo en el mar del Callao, debido al desembarque de petróleo crudo en la zona colindante al muelle Dársena. Los estudios explicativos no solo consideran la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; sino que se preocupan por responder las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales (Hernández, 2014).

El diseño de la investigación fue experimental, de pre y post prueba. Por lo tanto la investigación consistió en evaluar la capacidad de retención de las almohadillas de plumas de pollo en agua contaminada con petróleo crudo a distintos tamaños de longitud de plumas de pollo. El diseño de investigación son estrategias que busca obtener respuestas a las interrogantes y así poder comprobar las hipótesis de investigación, con la única meta de alcanzar los objetivos de la investigación, mediante la manipulación de las variables de estudio, mediante la recolección de datos y de esta manera sirven para poder aprobar las hipótesis puede ser secuencial y probatorio (Hernández, 2014).

## 2.2 Operacionalización de variables

Se obtuvo las variables de la investigación aplicando la experimentación, midiendo cada una de las variables (independiente: almohadillas de plumas de pollo y dependiente: remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo). En la Tabla 1 se muestra la matriz de Operacionalización de variables

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
<b>Almohadilla de pluma de pollo</b>	Las almohadillas son de forma cuadradas y tiras, utilizadas en zonas confinadas para recoger pequeñas cantidades de petróleo crudo. Las plumas de pollo tienen distintas capacidades de retención dependiendo de su tamaño y su valor porcentual del raquis debido al vexilo que contiene las almohadillas de pluma de pollo. Salazar (2012) p.40.	Se recolectaron 6.5 kg de plumas de pollo de una avícola, para luego ser lavados, desinfectados, enjuagados y dejar secar al sol. Luego se cortaron cada pluma de tamaño de 1cm, 5cm y 10cm. Posteriormente se elaboró 3 almohadillas por cada tamaño de pluma y se le asignó un grosor, largo y ancho por cada almohadilla de .30cm, 3 cm y 30 cm, Seguidamente se incorporó a las muestras de agua del mar del Callao que han sido contaminadas por desembarques de petróleo crudo	Características de la almohadilla	Largo	cm
				Grosor	cm
				Ancho	cm
				Vexilo	%
				Raquis	%
			Tamaño de longitud de las pluma de pollo	1 cm	cm
				5 cm	cm
				10 cm	cm
			Capacidad de retención.	Retención de la almohadilla	g de petróleo crudo/pluma
				Porcentaje de reducción de con respecto al vexilo y raquis.	%
<b>Remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo - muelle Dársena, Callao</b>	La remoción de aguas contaminadas con petróleo crudo es una de las técnicas de reducción de impactos ambientales en los derrames de petróleo crudo. Mediante procesos físicos, químicos o biológicos, capaz de remover una cantidad significativa de petróleo crudo del ambiente. Zarate, (2015) p.6.	Se aplicaron las almohadillas de pluma de pollo en tamaño de 1cm, 5cm y 10cm en las muestras de agua del mar del Callao. En donde se les dejó flotar las almohadillas durante un tiempo de 1 hora por cada tamaño de pluma de 1cm, 5cm y 10cm. Luego se determinó la capacidad de remoción de aguas contaminada por desembarque de petróleo crudo,	Reducción de Petróleo crudo	Crudo retenido total	g de petróleo crudo /pluma
				Volumen del crudo retenido	ml de petróleo crudo /pluma
			Características fisicoquímicas del agua antes y después del tratamiento.	DBO	mg/L
				DQO	mg/L
				Turbiedad	NTU
				Conductividad Eléctrica (CE)	mS/cm
				pH	0-14
				Hidrocarburos totales del petróleo (TPH)	mg/L

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

### **2.3.1 Población**

Para la nuestra investigación, se tomó como población las aguas del mar del Callao contaminados con petróleo crudo, del muelle Dársena cercana al terminal portuario, ubicado en la provincia constitucional del Callao.

Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Hernández, 2014).

### **2.3.2. Tamaño de muestra**

La muestra para el estudio de investigación fue de 24 litros de agua del mar del Callao, ubicada en el punto marítimo: el sueño de Grau, con presencia de agua contaminada con petróleo crudo, productos del derrame de petróleo de las operaciones de transporte de las embarcaciones fleteras de las refinerías aledañas.

La muestra viene a ser un subgrupo de la población que pertenece a un conjunto de características de una determinada población (Hernández, 2014).

### **2.3.3 Técnica de Muestreo**

En el desarrollo de nuestra investigación se aplicó el muestreo aleatorio simple, en el cual se tomó muestras de aguas del mar del Callao adyacentes al muelle Dársena , mediante el uso de un bote para acercarse al lugar y extraer las muestras de aguas contaminadas con petróleo crudo en el mar del Callao, en un punto situado como el sueño de Grau para después proceder con el muestreo , tomando los puntos de coordenada de la muestras extraídas, así mismo colocando la muestras en envases esterilizados ,para luego ser homogenizadas para su posterior tratamiento en donde el cual para realizar el muestreo se tomó en cuenta el Protocolo Nacional de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (Resolución Jefatura N°010-2016-ANA).

Muestreo: El muestreo tiene como objetivo de seleccionar casos representativos con la finalidad de generar y probar teorías que expliquen un fenómeno mediante el uso de una técnica adecuada (Hernández, 2014).

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

### **2.4.1 Técnica e instrumento de recolección de datos**

La técnica del estudio que se empleó para la investigación fue la observación directa, que es mayormente aplicada para investigaciones cuantitativas de tipo experimental. De esta manera se aplicó un análisis de los parámetros fisicoquímicos antes y después del tratamiento, como también se observará la mejora en la remoción del agua contaminada con petróleo crudo a través de las almohadillas de plumas de pollo.

La técnica de la observación directa nos permite facilitar al investigador la obtención de los datos, para la realización de la investigación y generar así información fundamental (Rojas, 2011).

Los instrumentos que utilizamos en nuestra investigación fueron las fichas técnicas de recolección de datos, en donde se registra con un enfoque válido y confiable mediante indicadores que proporcionan a la investigación veracidad tales como las características de la almohadilla de pluma de pollo, capacidad de retención, reducción de petróleo crudo y características fisicoquímicas del agua antes y después del tratamiento. Esto se aprecia en el Anexo 2, Anexo 3, Anexo 4 y Anexo 5.

### **2.4.3 Validez del instrumento**

La validez de los instrumentos se dará mediante la calificación de 3 expertos directamente relacionados al tema, ellos evaluaron con respecto a los objetivos que se plantearon en la investigación en donde se obtuvo un promedio de validación de 85% de aceptación para el instrumento.

En la Tabla 2, se muestran los porcentajes de validación por los expertos para las fichas de instrumentos de la investigación.

Tabla 2: Validación de datos

Nombre del experto	Especialidad	CIP	Valoración
Juan Peralta Medina	Ing. Químico	56071	85%
Juan Ordoñez Gálvez	Ing. Mecánico de fluidos	89972	85%
Jorge Jave Nacayo	Ing. Agrónomo	43444	85%
Promedio de valoración			85%

#### **2.4.4 Confiabilidad del instrumento**

La confiabilidad de un instrumento explica el grado de aplicación en el cual el instrumento del mismo individuo en condiciones parecidas, genera resultados similares por lo tanto se afirma que el instrumento es confiable, (Hernández, 2014).

#### **2.5 Procedimiento**

##### **2.5.1 Ubicación de la zona de estudio**

La zona de estudio se ubica en el mar del Callao para ser más exactos cercanos al muelle Dársena perteneciente a la provincia constitucional del Callao.

##### **2.5.2 Duración del Proyecto de investigación**

Las temporalidades del trabajo de investigación fueron de 3 meses de inicio: Agosto y terminando en Octubre.

##### **2.5.3 Tratamientos**

El tratamiento se realizó aplicando tres tratamientos con tres repeticiones a distintos tamaño de longitud de pluma de pollo en la almohadilla para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo, por ello se elaboró nueve almohadillas a 3 distintos tamaños de longitud de pluma de pollo de 1cm, 5cm y 10 cm con medidas de 30 cm de largo y 20 cm de ancho con un grosor de 30 mm a cada una de ellas para luego ser sumergidos en 9 tinas con un volumen de agua contaminada con petróleo crudo de 3 litros por cada una de ellas.

Se evidencia los tratamientos mediante el tamaño de longitud de pluma de pollo en cada almohadilla:

TI: Tamaño de longitud de 1 cm de pluma de pollo en la almohadilla.

T2: Tamaño de longitud de 5cm de pluma de pollo en la almohadilla.

T3: Tamaño de longitud de 10cm de pluma de pollo en la almohadilla.

##### **2.5.4 Materiales y equipos**

###### **Materiales**

- 2 sacos de Pluma de pollo
- 2 metros de Maya
- Baldes
- Guantes y mascarillas quirúrgicos
- Regla
- Wincha
- Cúter
- Agua potable
- Agua destilada
- Envases esterilizados de 3L

- Frascos ámbar de 1L y 500 mL
- Rotuladores
- Plumón indeleble
- Plástico (2 metros)
- Crisoles
- Placas Petri
- Frascos de DBO
- Vasos precipitados
- Tinas
- Bandejas de metal
- Cooler
- Guardapolvo
- Hilo
- Fiolas de 1000 mL, 500 mL
- Pipeta de 5ml
- Pinzas
- Propipetas
- Papel filtro
- Ácido clorhídrico (200 ml)
- Petróleo (1L)
- Cloroformo (1L)
- Embudo de vidrio
- Sulfato de potasio (100g)
- Ftalato de potasio (25g)
- Fosfato dipotasico (21g)
- Fosfato disodico hidratado (73g)
- Sulfato de magnesio (23g)
- Cloruro de calcio (23g)
- Ácido sulfúrico (200 mL)

- Sulfato de mercurio (10g)
- Solución amortiguadora (12ml)
- Cloruro férrico (23g)
- Dicromato de potasio (23g)
- Cloruro de amoniaco (25 g)
- Sulfato de sodio (23 g)
- Fosfato monopotasio (23g)

### **Equipos**

- Potenciómetro
- Romana
- Turbidímetro
- Multiparámetro
- Conductímetro
- Espectrofotómetro
- Centrifuga de tubos de vidrio
- Incubadora de DBO
- Cronometro
- GPS
- Balanza
- Horno
- Oxímetro
- Reactor para digestión
- Colorímetro

### 2.5.5 Proceso de la investigación

#### -Recolección de la pluma de pollo

En la Figura 1, se observa la recolección de 6.5 kg de plumas de pollo de una avícola en Villa el Salvador como parte del estudio debido a que es uno de los residuos que se emite en mayor cantidad de residuos de pluma de aves.



Figura 1: Obtención de las plumas de pollo

#### -Proceso de lavado y secado de las plumas de pollo

En la Figura 2, se muestra el proceso de lavado de los 6,5 kg de plumas de pollo usando detergente y se escurrieron las plumas, luego se tendió el plástico y se colocaron encima las plumas de pollo a una temperatura ambiente durante dos semanas.



Figura 2: Proceso de secado de las plumas de pollo al sol

#### -Corte de plumas de pollo

En la Figura 3, se muestra como se realizó las mediciones en 3 tamaños de longitud de pluma de pollo de 1cm, 5cm y 10 cm. Luego fueron cortadas en los diferentes tamaños de longitud de plumas de pollo mencionados anteriormente, después se pesó el raquis con el vexilo de cada almohadilla, de esta manera se determinó el porcentaje de raquis y el porcentaje de vexilo..



Figura 3: Corte de plumas de pollo de 10 cm y 5 cm.

**-Determinando la humedad de las plumas de pollo.**

Luego del corte se procedió a enjuagar con agua destilada, posteriormente se pesó 5 gramos de plumas y fueron llevadas al horno a una temperatura de 60°C por un tiempo de 24 horas. Después se volvieron a pesar las plumas de pollo, una vez retirada del horno y por último se determinó la humedad por la diferencia de pesos de las plumas de pollo. (Ver Figura 5, Figura 6)

$$\% \text{ humedad} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

Figura 4: Fórmula para determinar la humedad

Fuente: García y Hernández (2012).

En la Figura 4, se observa la fórmula para el cálculo de la humedad para las plumas de pollo.

Dónde: Pi: peso inicial de la muestra expresado en gramos

Pf: peso final de la muestra expresado en gramos

% Humedad: Porcentaje de humedad



Figura 5: Pesaje de 5gramos de pluma de pollo para la humedad.



Figura 6: Obtención de la humedad de las plumas de pollo a 60 °C.

#### **-Elaboración de las almohadillas plumas de pollo.**

Luego del proceso de corte y secado, primeramente se colocó las plumas de pollo de tamaño de longitud de 1 cm, amarrando con malla en forma cuadrada con las medidas de 30cm de largo, 30 cm de ancho y 3 cm de grosor por almohadilla, este procedimiento se va a repetir para distintos tamaño de longitud de 5cm y 10 cm. De esta manera se elaboró 9 almohadillas de plumas de pollo y posteriormente se sumergieron en las muestras de aguas del mar del Callao contiguo al muelle Dársena contaminadas por desembarques de petróleo crudo. (Ver Figura 7)

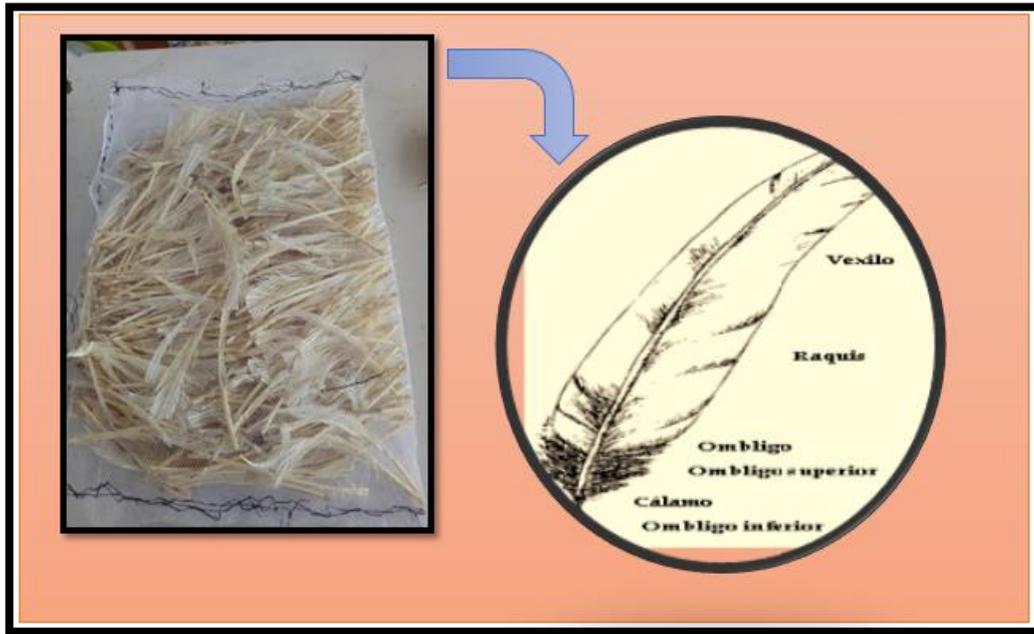


Figura 7: Almohadilla de pluma de pollo.

#### **Obtención del agua del mar del Callao contaminada con petróleo crudo-Muelle Dársena.**

En la Figura 8 y Figura 9, se observa la recolección de las muestras de agua del mar del muelle Dársena, perteneciente a la provincia constitucional del Callao, por medio del apoyo de un bote del muelle Dársena. Seguidamente recolectamos la muestra de agua de mar a una distancia de 100 metros para evitar las olas, apuntando las coordenadas de georreferenciación del punto que se tomó la muestra a 10 cm de profundidad, en donde se recolectaron 24 litros de agua del mar del Callao que ha sido contaminada con petróleo crudo paralela al muelle Dársena. Luego se homogenizó la cantidad de agua de mar recolectada, para luego escoger aleatoriamente 12 muestras del agua del mar del Callao con presencia de petróleo crudo, rotulando cada muestra para realizar la ejecución del tratamiento por almohadilla de pluma de pollo y luego posteriormente fueron llevadas al laboratorio de biotecnología de la Universidad Cesar Vallejo para sus análisis de los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua.

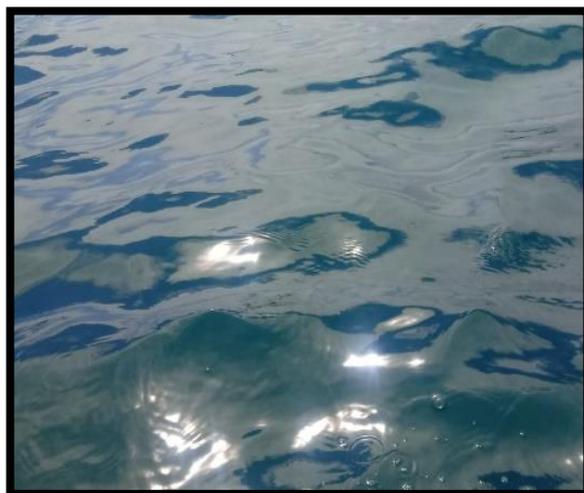


Figura 8: Agua contaminada con petróleo crudo



Figura 9: Muestreo de agua para hidrocarburos totales de petróleo

**-Aplicación de las almohadillas de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada con petróleo crudo.**

Las muestra de aguas obtenidas del mar del Callao situadas en el muelle Dársena fueron vertidas en 9 tinas en una cantidad de 3 litros a cada tina y posteriormente se aplicó el estímulo de las almohadillas de pluma de pollo a sus distintos tamaños de longitud de pluma de pollo de 1cm, 5cm y 10 cm para cada una, se añadió a las 3 muestras de 3 litros de agua del mar del Callao.

Para cada almohadilla del tamaño de longitud de pluma de pollo de 1 cm se dejó flotar en la muestra de agua del mar del Callao contaminada con petróleo crudo, perteneciente a una zona marítima llamada el sueño de Grau, durante un tiempo de 60 min, para el tamaño de longitud de pluma de pollo de 5 cm se sumergió a un tiempo de 60 minutos y para el tamaño de 10 cm de pluma de pollo en la almohadilla por un tiempo de 60 minutos. (Ver Figura 10 y Figura 11)



Figura 10: Aplicación de la almohadilla en el agua con petróleo crudo



Figura 11: Pesaje de la almohadilla de pluma de pollo

### **2.5.6 Parámetros físicos**

#### **Capacidad de retención**

Para realizar la separación del petróleo contaminante de las muestras tratadas se llevó a cabo teniendo en cuenta el principio de afinidad química por la cual el agua de mar que es de naturaleza inorgánica (iónica) no es el solvente adecuado del petróleo que se derrama por embarcaciones de desembarque por tratarse de un material orgánico (no polar) como consecuencia se tiene un sistema de dos fases: son inmiscibles y de diferentes densidades específicas.

#### **El mecanismo de adsorción**

El factor más importante para la adsorción física se trata del carácter liofílico presente entre el agua de mar y el petróleo y en segundo lugar la afinidad que existe entre el petróleo (compuesto orgánico) y las plumas de pollos (elemento orgánico).

Se produce la adsorción física debido a la fuerza de Van Der Waals, a que se realiza a temperatura ambiente y tiene una energía de adsorción relativamente baja, es decir el adsorbato no está adherido fuertemente al adsorbente. (Vera, 2006).

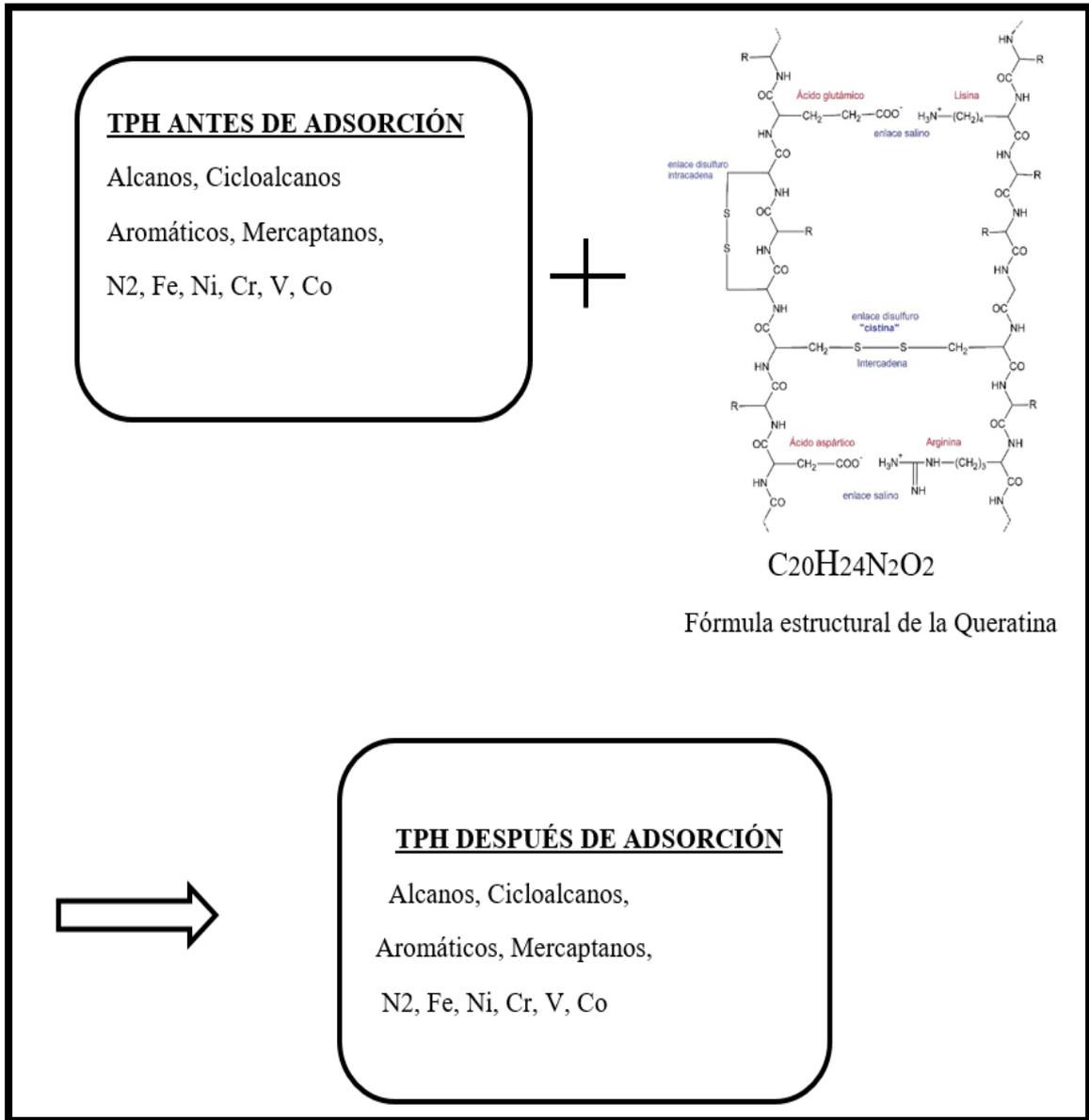


Figura 12: Diagrama de flujo del mecanismo de adsorción del crudo en la queratina

### Retención de almohadilla

Para este parámetro se evaluó la capacidad de retención de petróleo crudo para el cual primero se pesó inicialmente las almohadillas de tamaño de longitud de pluma de pollo de 1cm, 5cm y 10 cm, por consiguiente se determinó la masa inicial del sorbente seco y luego se pesó nuevamente la almohadilla de pluma de pollo pero en esta oportunidad con

la masa del petróleo crudo retenido, de esta manera se estimó la capacidad de retención de petróleo crudo en las almohadilla de pluma de pollo en sus tamaños de longitud de pluma de pollo de 1 cm, 5 cm y 10 cm.

$$CR = \frac{m_t - m_0}{m_0} \dots\dots\dots (2)$$

Figura 13. Formula de la capacidad de retención

Fuente: Salazar, E (2012)

En la Figura 13, se observa la fórmula para determinar la capacidad de retención de la almohadilla:

Donde:

CR= capacidad de retención

Mt=masa del material adsorbido (peso del material retenido o petróleo crudo retenido).

Mo=masa del material adsorbente seco.

### **Porcentaje de reducción con respecto al vexilo y el raquis.**

Para la evaluación de este parámetro se calculó el nivel de porcentaje de reducción de petróleo crudo en la aplicación de la almohadilla de pluma de pollo en donde se analizó con respecto al vexilo y el raquis, a partir de las características de la pluma que son el vexilo y el raquis de cada calamos a través de un conteo de cada uno de los componentes de la plumilla, mediante el peso del raquis retenido y el peso total de la pluma. De esta manera se calculó el porcentaje de reducción de los niveles de petróleo crudo en el material biosorbente, este mecanismo es aplicado para cada tipo de tratamiento de las almohadillas de plumas de pollo a distintos tamaños de longitud de cada pluma de 1cm, 5cm y 10cm.

### **Crudo retenido total**

Para la evaluación de este parámetro se determinó mediante el uso de la almohadilla de pluma de pollo, en donde se sumergió los sorbente en las aguas del muelle Dársena que

han sido contaminadas con petróleo crudo. Luego se calculó la cantidad de petróleo crudo retenido mediante la diferencia del peso de la almohadilla inicial y el peso final de la almohadilla de pluma de pollo, aplicando el uso del tratamiento por almohadillas de pluma de pollo a diferentes tamaños 1 cm, 5 cm y 10 cm por un tiempo de aplicación de una hora.

### **Volumen del crudo retenido**

Para la determinación de este parámetro se aplicaron las almohadillas de plumas de pollo, seguidamente, se midió el volumen del crudo que retuvieron las almohadillas de plumas de pollo a tamaños de longitud de pluma de pollo de 1cm, 5cm y 10 cm en sus tiempos requeridos de 60min que están sumergidos con el agua contaminada con petróleo crudo.

### **Características fisicoquímicas del agua**

#### **Conductividad eléctrica:**

En la Figura 14, se observa cómo se ejecutó este parámetro en el laboratorio de biotecnología la universidad Cesar Vallejo en donde previamente se transportó las muestras del mar del Callao aledaño al muelle Dársena al laboratorio, por lo tanto se midió la conductividad eléctrica aplicando el método electrométrico en el pretratamiento y posteriormente después del tratamiento.



Figura 14: Análisis de Conductividad eléctrica

#### **DBO:**

En la Figura 15, se observa cómo se realizó la evaluación de este parámetro en el laboratorio de biotecnología de la universidad Cesar Vallejo para lo cual primero se recolectaron las aguas del mar del Callao, luego se determinó la cantidad biológica de oxígeno disuelto aplicando el método de incubación de 5 días y después se realizó otro análisis para el DBO después de aplicar el tratamiento de las plumas de pollo.

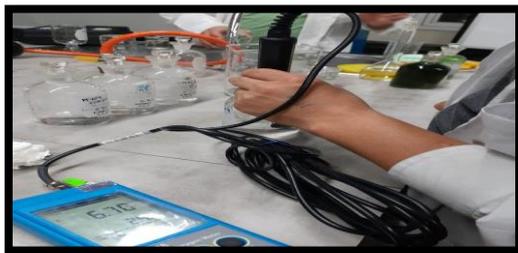


Figura 15: Análisis de DBO

### **DQO:**

En la determinación de la demanda química de oxígeno de las aguas del mar del Callao paralelas al muelle Dársena, las muestras fueron llevadas al laboratorio de biotecnología de la Universidad Cesar Vallejo para lo cual se analizó la cantidad de demanda química de oxígeno utilizando el método de reflujó con dicromato y posteriormente otro análisis de demanda química de oxígeno después de ser aplicado el estímulo de las almohadillas de pluma de pollo. (Ver Figura 16).



Figura 16: Análisis de DQO

### **Turbidez:**

Las muestras de las aguas del mar del Callao situadas al muelle Dársena fueron analizadas en el laboratorio de biotecnología de la Universidad Cesar Vallejo usando el equipo Turbilímetro mediante el método nefelométrico y otro análisis luego de ejecutar la remoción del petróleo crudo mediante el tratamiento de las almohadillas de pluma de pollo. (Ver Figura 17).



Figura 17: Análisis de la turbiedad del agua tratada

### **pH:**

En la evaluación de este parámetro se realizó en el laboratorio de biotecnología de la Universidad Cesar Vallejo, seguidamente se sometió las muestras del agua del mar del Callao extraídas de una zona marítima llamada el sueño de Grau, localizada en el muelle Dársena a la lectura del pH, en el cual fueron realizadas por el método del potenciómetro y otro análisis de pH después del tratamiento. (Ver Figura 18).

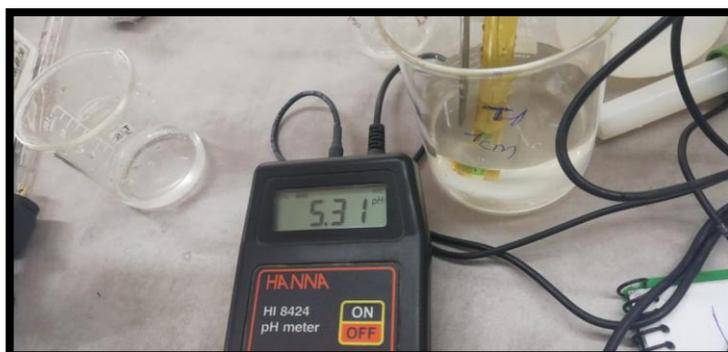


Figura 18: Análisis de pH del agua tratada con la almohadilla

### **Hidrocarburos totales de petróleo (TPH):**

Para la evaluación de este método las muestras de agua fueron llevados al laboratorio de biotecnología de la universidad Cesar Vallejo para el cual se determinó la cantidad de hidrocarburos totales de petróleo que contienen las aguas del mar del Callao lindante al muelle Dársena mediante el método Espectrofotométrico UV-Vis ,en donde se determinó la concentración inicial de TPH y posteriormente se realizó otro análisis de post prueba una vez aplicado el tratamiento de las almohadillas de pluma de pollo para proceder al cálculo de la reducción de la concentración de los hidrocarburos totales de petróleo. (Ver Figura 19).



Figura 19: Análisis los hidrocarburos totales de petróleo en el agua tratada

## 2.6 Métodos de análisis de datos

El trabajo de investigación se utilizó la estadística descriptiva mediante el proceso de datos por medio del uso del programa Excel y el programa SAS en el cual se llevó a cabo bajo el diseño completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial de 3x3, representando con tres tratamientos y tres repeticiones por cada tratamiento con un hoyo como unidad experimental: el modelo aditivo lineal será:  $Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$ , donde  $i = 1, 2, 3$  y  $j = 1, 2, 3$ ,  $Y_{ij}$  = al  $i$ -ésimo tratamiento de la  $J$ -ésima repetición,  $U$  = media poblacional  $T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento,  $E_{ij}$  = error experimental. Las medias serán evaluadas mediante la prueba de contraste de tukey y se evaluará usando el software MiniTAB o SAS, para los cuadros o gráficos se usará el Excel.

El diseño experimental estará distribuido de la siguiente manera.

T1	T1	T3
T2	T3	T2
T1	T3	T2

Figura 20: Diseño de tratamientos experimentales

## **2.7 Aspectos éticos**

La presente investigación demuestra resultados reales, debido a que se hicieron evaluaciones durante la ejecución del estudio, fue puesta a prueba través del software Turnitin que permite evidenciar la originalidad de nuestra investigación.

La investigación cumplió con los principios morales y éticos, por el cual todo aporte de las distintas investigaciones realizadas en el presente trabajo ha sido citado en nuestra investigación respetando la propiedad intelectual de cada autor.

Este trabajo de investigación siguió los lineamientos establecidos de la resolución de consejo universitario N° 0.13-2017/UCV, resolución del consejo universitario N°0126-2017/UCV, el código de ética de la Universidad Cesar Vallejo, el reglamento de investigación de la resolución rectoral N° 0089-2019 de la Universidad Cesar Vallejo y se evaluó la originalidad de la presente investigación en el programa Turnitin.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Características de la almohadilla

Resultados de los análisis de humedad preliminares de las plumas de pollo se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 3: Análisis de humedad de las plumas de pollo

N°	Humedad (%)
M1	17,00%
M2	17,60%
M3	16,80%
M4	17,40%
Total	17,20±0.1

En la Tabla 3, se observa la humedad de las plumas de pollo para el cual se obtuvo un promedio de humedad de 17,20%.

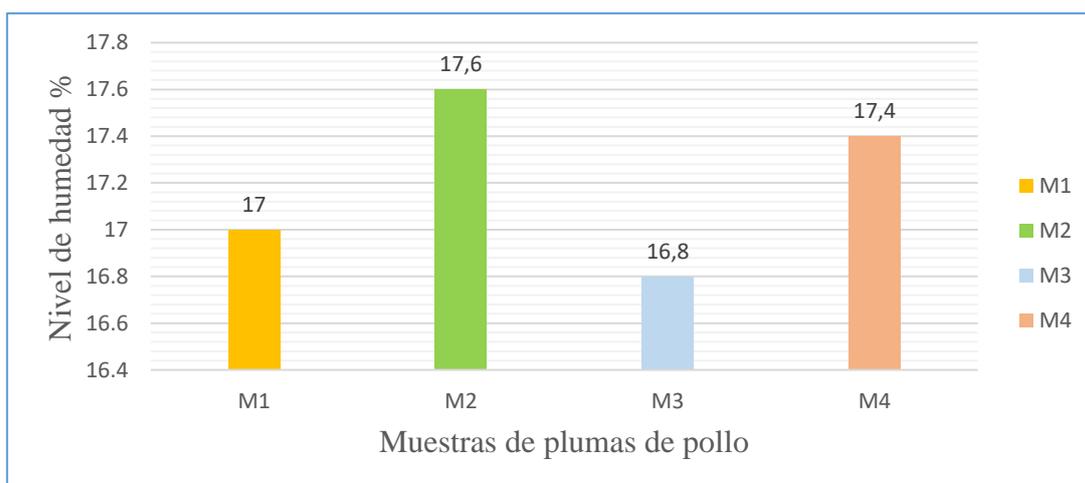


Figura 21: Humedad de las muestras iniciales de las plumas de pollo.

En la Figura 21, se evidenció que la muestra 2 de plumas de pollo logro el mejor resultado de humedad indicando un valor de 17,6%.

Tabla 4: Características de la almohadilla de pluma de pollo para la remoción de aguas contaminadas con petróleo crudo.

Características de la almohadilla		
Indicador	Unidad	Valor
Largo	Cm	30
Grosor	Cm	3
Ancho	Cm	30
Raquis	%	14
Peso	G	100
Vexilo	%	17

En la Tabla 4, se observa las características de la almohadilla de pluma de pollo para la remoción de aguas contaminados con petróleo, en donde se apreció que las dimensiones de largo para cada almohadilla es de 30 cm, ancho de 30 cm y con un grosor de 3 cm, un porcentaje de raquis de 14% de las plumas de pollo, un peso de 100 gramos y presentan cada almohadilla un porcentaje de vexilo de 17% con características de abundante con resistencia fibrosa.

### 3.2. Capacidad de retención

Resultados de los análisis de retención de la almohadilla se pueden ver en la siguiente tabla.

Tabla 5: Análisis de retención de la almohadilla

N° de repeticiones	Retención de la almohadilla		
	(g de petróleo crudo/pluma)		
	1 cm	5 cm	10 cm
R1	4,66	4,70	5,68
R2	4,83	4,95	5,86
R3	4,94	4,45	5,72
Promedio	4,81	4,70	5,75

En la Tabla 5, se colocó los valores del análisis de retención de la almohadilla, para el tercer tratamiento indico la mayor retención de la almohadilla con un resultado de 5,75g de petróleo crudo/pluma usando el tamaño de longitud de pluma de pollo de 10 cm a diferencia de los tratamientos de plumas de pollo con tamaños de longitud de 1cm tuvieron como resultado un valor de 4,81 g de petróleo crudo/pluma y a una longitud de 5cm de pluma de pollo indico un valor de 4,70 g de petróleo crudo/pluma.

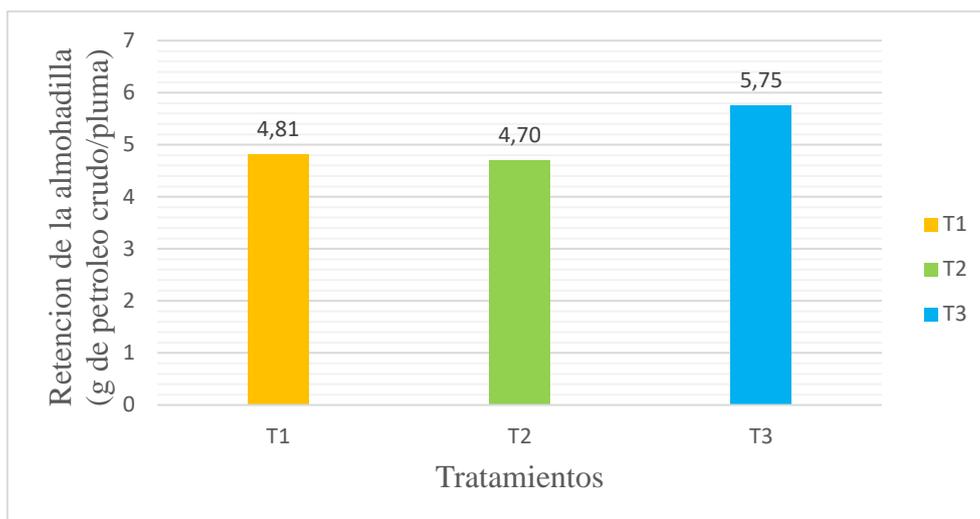


Figura 22: Retención de la almohadilla de pluma de pollo

En la Figura 22, se observa que para el tratamiento 3 con un tamaño de longitud de pluma de pollo de 10 cm, indico un resultado de retención de la almohadilla de 5,75g de petróleo crudo/pluma de pollo, utilizando 100 gramos de pluma de pollo.

Tabla 6: Análisis de varianza para la retención de la almohadilla

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Entre tratamientos	2	2,01148889	1,00574444	33,04	0,0006
Error	6	0,18266667	0,03044444		
Total	8	2,19415556			

Coefficiente de variacion CV: 3,43%

En la Tabla 6, se observa el análisis de varianza (ANVA) para la retención de la almohadilla, en donde existe diferencia significativa, esto es debido a que el tratamiento 3 es diferente a los otros tratamientos para los tamaños de longitud de pluma de pollo en la retención de la almohadilla.

Tabla 7: Prueba de contraste de Tukey para la retención de la almohadilla

Significancia	Promedio	Tratamiento
A	5,7533	T3
B	4,8100	T1
B	4,7000	T2

En la Tabla 7, se evidenció que hay significancia en al menos uno de los tratamientos por la letra A que es diferente a las letras B de los otros tratamientos, siendo el tercer tratamiento a un tamaño de longitud de pluma de pollo de 10 cm, el cual obtuvo el resultado más efectivo en la retención de la almohadilla.

Resultados de los análisis de porcentaje de reducción con respecto al vaxilo y raquis se pueden ver en la siguiente tabla.

Tabla 8: Análisis de Porcentaje de reducción con respecto al vaxilo y raquis

N° de repeticiones	Porcentaje de reducción con respecto al vaxilo y raquis		
	%		
	1 cm	5 cm	10 cm
R1	21,46	21,27	17,60
R2	20,70	20,20	17,06
R3	20,24	22,47	17,48
Promedio	20,80	21,31	17,38

En la Tabla 8, se colocó los datos del porcentaje de reducción con respecto al raquis y vaxilo con respecto a varios tipos de plumas, en el cual se obtuvo que el tratamiento 1 con un tamaño de longitud de 10 cm de pluma de pollo, el porcentaje de reducción con respecto al vaxilo y raquis fue de 17,38%, en cambio para el tamaño de longitud de pluma

de pollo de 1cm fue de 20,80% y por ultimo para el tamaño de longitud de pluma de pollo de 5 cm se obtuvo un valor de 21,31%.

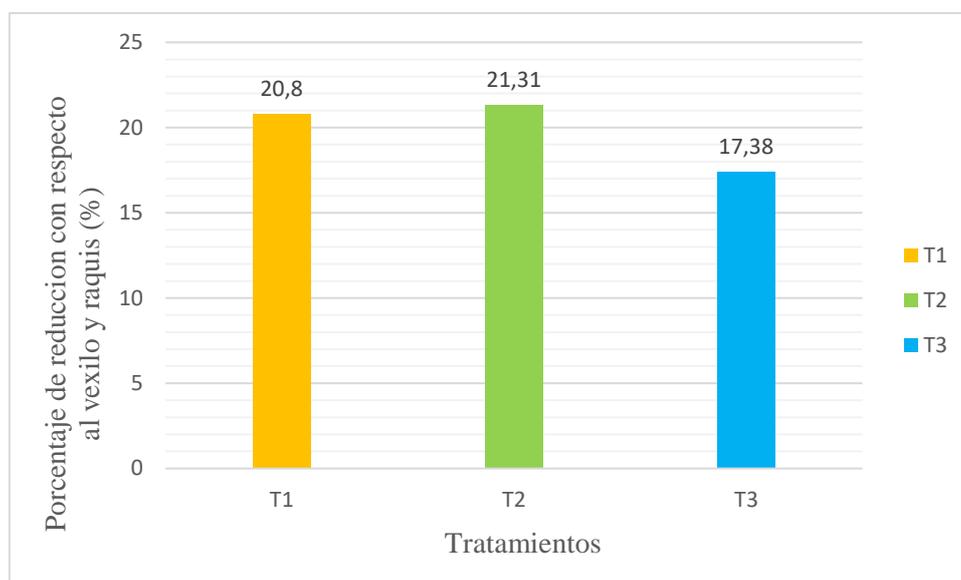


Figura 23: El porcentaje de reducción con respecto al vexilo y raquis

En la Figura 23, se observa el porcentaje de reducción con respecto al vexilo y raquis en donde el tratamiento 2 con un tamaño de longitud de pluma de pollo de 5cm posee un porcentaje efectivo de 21,31% de reducción con respecto al raquis y vexilo a diferencia de los demás tratamientos.

Tabla 9: Análisis de varianza para el porcentaje de raquis y vexilo

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Entre tratamientos	2	27,43102222	13,71551111	23,52	0,0014
Error	6	3,49926667	0,58321111		
Total	8	30,93028889			

Coefficiente de variacion CV: 3,85%

En la Tabla 9, se apreció el analisis de varianza (ANVA) para el porcentaje de reduccion con respecto al vexilo y raquis , existe diferencia significativa , para lo cual el tratamiento

3 es diferente a los otros tratamientos para los tamaños de longitud de pluma de pollo en el porcentaje de reducción con respecto al raquis y el vexilo.

Tabla 10: Prueba de contraste de Tukey para el porcentaje de reducción con respecto al raquis y vexilo

Significancia	Promedio	Tratamiento
A	21,3133	T2
A	20,8000	T1
B	17,3800	T3

En la Tabla 10, se evidenció que hay significancia en al menos un tratamiento por la letra B que es diferente a los otros tratamientos pero también se ve que el mejor resultado se encuentra en el tratamiento 2, con un tamaño de longitud de 5 cm de pluma de pollo en el porcentaje de reducción con respecto al vexilo y el raquis.

### 3.3 Reducción de petróleo crudo

Resultados de los análisis de crudo adsorbido total se pueden ver en la siguiente tabla.

Tabla 11: Análisis de crudo retenido total

N° de repeticiones	Crudo retenido total(g)		
	1 cm	5 cm	10 cm
R1	466	470	568
R2	483	495	586
R3	494	445	572
Promedio	481	470	575

En la Tabla 11, se observa los resultados del crudo retenido total efectuado por el tratamiento de las almohadillas de pluma de pollo, que se realizó en 3 tratamientos a distintos tamaños de partícula de pluma de pollo con 3 repeticiones cada uno, considerando el valor promedio de cada tratamiento, resultando que para el tamaño de longitud de pluma de pollo de 10 cm indicó un valor de 572 g, para el tamaño de pluma de pollo de 5 cm resultó un valor de 445g y para el tamaño de pluma de pollo de 1 cm indicó un valor de 494 gramos de crudo retenido total.

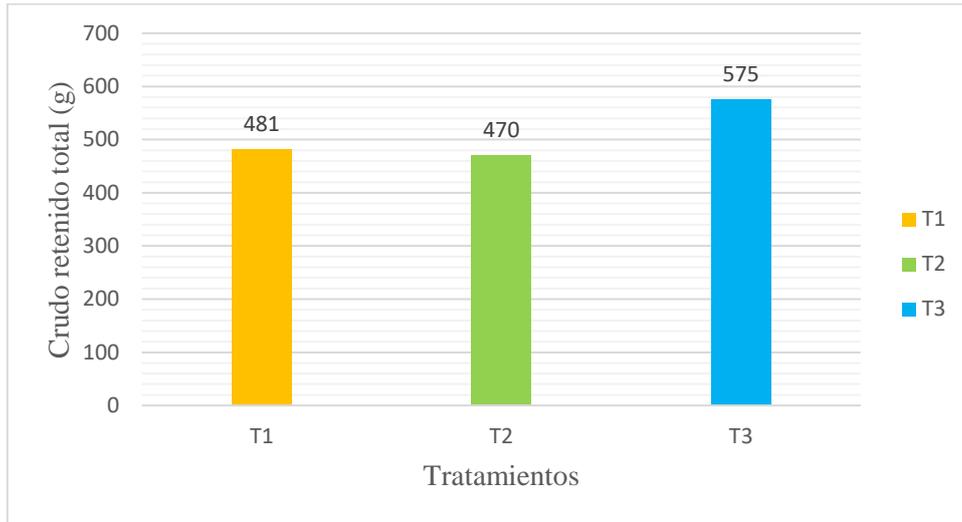


Figura 24: Volumen del crudo retenido

En la Figura 24, se observa que para el tratamiento 3, con un tamaño de longitud de pluma de pollo de 10 cm indico que la pluma obtuvo una retención total de 575 g de petróleo crudo mientras que los demás tratamientos retuvieron menor cantidad de petróleo crudo, esto es debido que a mayor tamaño de longitud de pluma de pollo sus características son más fibrosas y consistentes por lo tanto se obtiene una mayor cantidad de crudo retenido total.

Tabla 12: Análisis de varianza para el crudo retenido total

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Entre tratamientos	2	20114,88889	10057,44444	33.04	0.0006
Error	6	1826,66667	304,44444		
Total	8	21941,55556			

Coefficiente de variacion CV: 3,43%

En la Tabla 12 ,se indicó el analisis de varianza (ANVA) para el crudo retenido total , notandose que existe diferencia significativa , en donde al menos el tratamiento 3 es diferente a los otros tratamientos para el crudo retenido total.

Tabla 13: Prueba de contraste de Tukey para el crudo retenido total

Significancia	Promedio	Tratamiento
A	575,33	T3
B	481,00	T1
B	470,00	T2

En la Tabla 13, se observa que existe significancia en al menos un tratamiento por la letra A siendo este diferente a los otros tratamientos, afirmando que el tercer tratamiento con tamaño de longitud de plumas de pollo de 10 cm fue el más efectivo en el indicador del crudo retenido total.

Resultados de los análisis del volumen de crudo adsorbido total se pueden ver en la siguiente tabla.

Tabla 14: Volumen del crudo retenido

N° de repeticiones	Volumen del crudo retenido(ml)		
	1 cm	5 cm	10 cm
R1	1400	1400	1600
R2	1500	1500	1700
R3	1200	1600	1500
Promedio	1367	1500	1600

En la Tabla 14, se evidenció los resultados del análisis de volumen de crudo retenido con las almohadillas de pluma de pollo en donde se aplicaron 3 tratamientos a distintos tamaños de longitud de pluma de pollo con 3 repeticiones cada uno, por lo que para el tamaño de longitud de pluma de pollo de 10 cm se obtuvo 1600 ml de volumen retenido de crudo siendo el más efectivo, por su parte para el tamaño de longitud de pluma de pollo de 5 cm resultó un valor de 1500 ml de crudo y para el tamaño de longitud de pluma de pollo de 1 cm indicó un resultado de 1367 ml de volumen de crudo retenido.

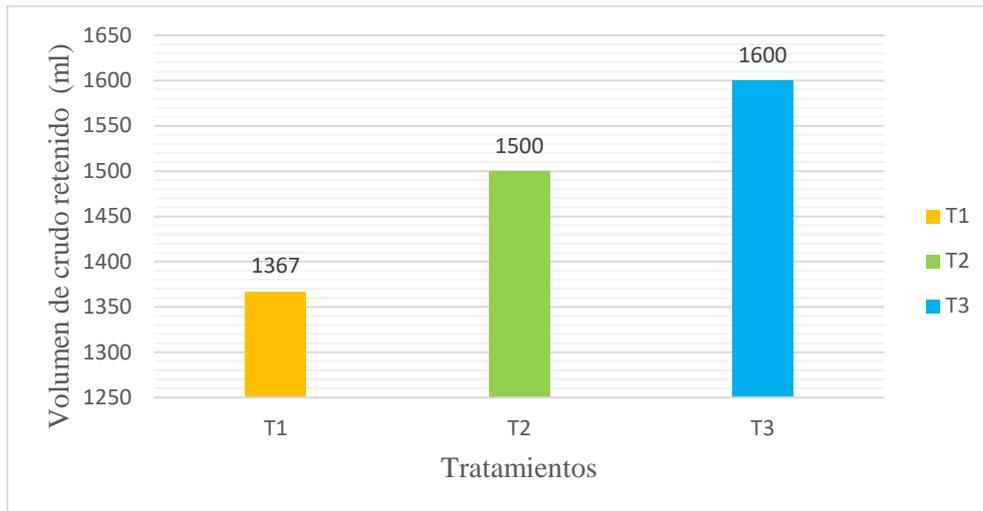


Figura 25: Volumen del crudo retenido

En la Figura 25, se observa los resultados de los análisis del volumen del crudo retenido aplicando el tratamiento de las plumas de pollo a distintos tamaños de longitud, el mayor volumen de crudo retenido se obtuvo en el tratamiento 3, utilizando plumas de pollo de 10 cm, con un resultado de 1600 ml lo cual indica que a mayor cantidad de tamaño de longitud de pluma de pollo adhiere mayor cantidad de volumen del crudo retenido.

Tabla 15: Análisis de varianza para el volumen del crudo retenido

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Entre tratamientos	2	20114,88889	41111,1111	2,85	0,1351
Error	6	86666,6667	14444,4444		
Total	8	168888,8889			

Coefficiente de variación CV: 8,07%

En la Tabla 15, se apreció el análisis de varianza (ANVA) para el volumen del crudo retenido, en donde no existe significancia entre los tratamientos, lo que significa que todos los tratamientos son iguales, entonces cualquier tamaño de longitud de pluma de pollo es igual para el volumen del crudo retenido.

Tabla 16: Prueba de contraste de Tukey para el volumen del crudo retenido

Significancia	Promedio	Tratamiento
A	1600,00	T3
A	1500,00	T2
A	1366,67	T1

En la Tabla 16, se observa que no hay significancia entre los tratamientos por las letras que son iguales, pero el tratamiento 3 indica que es el resultado más efectivo para el volumen del crudo retenido.

### 3.4 Características fisicoquímicas del agua antes y después del tratamiento

En la Tabla 17, se muestra los resultados de las características fisicoquímicas del agua antes y después del tratamiento.

Tabla 17: Características fisicoquímicas del agua antes y después del tratamiento.

Características fisicoquímicas del agua antes del tratamiento							
Muestra	Repeticiones	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Conductividad eléctrica (mS/cm)	pH	Hidrocarburos totales de petróleo (mg/L)
1	1	200	340	37,65	60.6	6,91	1841,8
Características fisicoquímicas del agua después del tratamiento							
Tratamiento	Repeticiones	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Conductividad eléctrica (ms/cm)	pH	Hidrocarburos totales de petróleo (mg/L)
T1	1	4,38	18	3,21	12,38	5,31	73,02
T1	2	5,67	20	3,64	13,09	5,20	76,37
T1	3	5,21	14	3,83	13,47	5,65	70,42
T2	1	3,61	17	1,72	13,33	5,23	21,61
T2	2	4,09	15	1,35	13,45	5,40	29,18
T2	3	4,11	14	2,98	13,52	5,34	31,84
T3	1	4,34	10	1,09	12,89	5,20	14,94
T3	2	3,07	14	1,17	13,55	5,29	15,43
T3	3	3,47	12	1,55	13,42	5,31	16,37

Los resultados iniciales de las características fisicoquímicas del agua contaminada con petróleo crudo se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 18: Resultado de las características fisicoquímicas del agua antes del tratamiento

Parametro	Unidad	Valor
DBO	mg/L	200
DQO	mg/L	340
Turbiedad	NTU	37,65
Conductividad electrica	mS/cm	60,6
pH	0-14	6,91
Hidrocarburos totales de petroleo	mg/L	1841,8

En la Tabla 18, se observa las características fisicoquímicas preliminares del agua con petróleo crudo antes de comenzar con el tratamiento, este se evaluó las características fisicoquímicas del agua, teniendo como resultado para el DBO (mg/L):200, DQO (mg/L):340, Turbiedad (NTU):37,65, Conductividad electrica (mS/cm): 60,6 , pH de 6,91 y HTP (mg/L):1841,8.

### DBO

Tabla 19: Resultado de los análisis de DBO del agua después del tratamiento.

N° de repeticiones	DBO(mg/L)		
	Resultados después del tratamiento		
	1 cm	5 cm	10 cm
R1	4,38	3,61	4,34
R2	5,67	4,09	3,07
R3	5,21	4,11	3,47
Promedio	5,09	3,94	3,63

En la Tabla 19, se observa los resultados de los análisis de DBO después del tratamiento en donde se evaluó bajo 3 tratamientos con 3 repeticiones a diferentes tamaños de longitud de plumas de pollo, para 10 cm fue de 3,63 mg/L siendo este el mejor resultado mientras que para la longitud de pluma de pollo de 5 cm fue de 3,94 mg/L y para el tamaño de longitud de pluma de pollo de 1 cm resulto un valor de 5,09 mg/L.

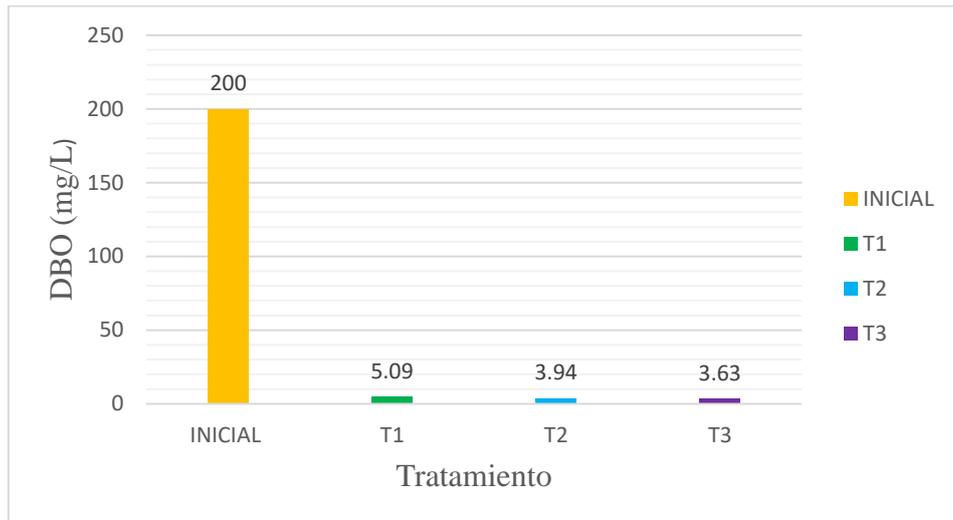


Figura 26: Análisis del DBO del agua después del tratamiento.

En la Figura 26, se evidenció los resultados iniciales antes del tratamiento y después del tratamiento para lo cual inicialmente se obtuvo 200 mg/L de DBO y al aplicar el tratamiento de las almohadillas de pluma de pollo, el resultado más efectivo fue con el tratamiento 3 con un tamaño de longitud de pluma de pollo de 10 cm , en donde indicó un resultado de una concentración de DBO de 3.63 mg/L, es decir que disminuyó considerablemente la concentración de DBO inicial del agua contaminada con petróleo crudo.

Tabla 20: Análisis de varianza para la demanda biológica del agua.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Entre tratamientos	2	3,55020000	1,77510000	5,73	0,0406
Error	6	1,85840000	0,30973333		
Total	8	5,40860000			

Coefficiente de variacion CV:13,20%

En la Tabla 20, se observa el analisis de varianza (ANVA) para la demanda biologica del agua , lo cual indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos, por

consiguiente al menos un tratamiento es diferente pero igual a los otros tratamientos para cada tamaño de longitud de plumas de pollo para el indicador DBO.

Tabla 21: Prueba de contraste de Tukey para el DBO

Significancia	Promedio	Tratamiento
A	5,0867	T1
B-A	3,9367	T2
B	3,6267	T3

En la Tabla 21, se observa en el ANVA que existe diferencia significativa por las letras desiguales pero a la vez existe que el tratamiento 2 es similar a los tratamientos 1, 2 y 3 por lo tanto, el tratamiento 3 obtuvo el mejor resultado en la demanda bioquímica de oxígeno.

## DQO

Tabla 22: Resultado de los análisis de DQO del agua después del tratamiento

N° de repeticiones	DQO(mg/L)		
	Resultados después del tratamiento		
	1 cm	5 cm	10 cm
R1	18	17	10
R2	20	15	14
R3	14	14	12
Promedio	17,33	15,33	12,00

En la Tabla 22, se observa los resultados de los análisis de DQO después del tratamiento en donde se evaluó bajo 3 tratamientos con 3 repeticiones a diferentes tamaños de longitud de pluma de pollo, para 10 cm fue de 12mg/L siendo este el mejor resultado mientras que, para 5 cm fue de 15,33 mg/L y para 1 cm indicó un valor de 17,33mg/L.

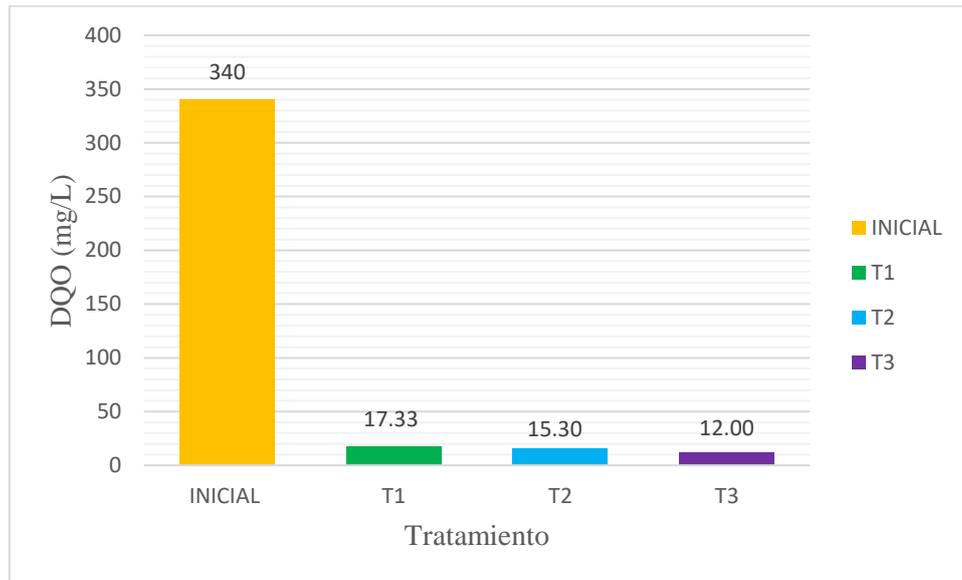


Figura 27: Análisis del DQO del agua después del tratamiento

En la Figura 27, se observa los resultados iniciales antes del tratamiento y después del tratamiento para lo cual inicialmente se obtuvo 340 mg/l de DQO y al aplicar el estímulo de las almohadillas de pluma de pollo, indico que el tratamiento 3 con un tamaño de longitud de pluma de pollo de 10 cm tuvo el mejor resultado de concentración de DQO con un valor de 12 mg/L disminuyendo considerablemente la concentración de DQO inicial del agua contaminada con petróleo crudo.

Tabla 23: Análisis de varianza para la demanda química de oxígeno.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Entre tratamientos	2	43,55555556	21,77777778	4,17	0,0732
Error	6	31,33333333	5,22222222		
Total	8	74,88888889			

Coefficiente de variacion CV: 15,35%

En la Tabla 23, se aprecio el analisis de varianza(ANVA) para la demanda quimica del agua , en donde no existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo que significa

que todos los tratamientos son iguales esto quiere decir que cualquier tamaño de longitud de la pluma es igual para este parámetro.

Tabla 24: Prueba de contraste de Tukey para el DQO

Significancia	Promedio	Tratamiento
A	17,333	T1
A	15,333	T2
A	12,000	T3

En la Tabla 24 , se evidenció que efectivamente no hay significancia por las letras que son iguales, sin embargo , numericamente el tratamiento 3 posee el mejor resultado de demanda química de oxígeno.

#### **Turbiedad:**

Tabla 25: Resultado de los análisis de turbiedad del agua después del tratamiento

N° de repeticiones	Turbiedad(NTU)		
	Resultados después del tratamiento		
	1 cm	5 cm	10 cm
R1	3,21	1,72	1,09
R2	3,64	1,35	1,17
R3	3,83	2,98	1,55
Promedio	3,56	2,02	1,27

En la Tabla 25, se observa los resultados del análisis de turbiedad del agua después del tratamiento, se aplicó 3 tratamientos a distintos tamaños de longitud de pluma de pollo en 3 repeticiones, para lo cual se obtuvo que el tratamiento 3 fue el más efectivo, a un tamaño de longitud de pluma de pollo de 10 cm , en donde indico un valor de turbiedad de 1,27 NTU para el tratamiento 2 ,con un tamaño de longitud de 5 cm de pluma de pollo obtuvo un resultado de 2,02 NTU y por ultimo para el tratamiento 3 a un tamaño de longitud de pluma de pollo de 1 cm tuvo un resultado de 3,56 NTU.

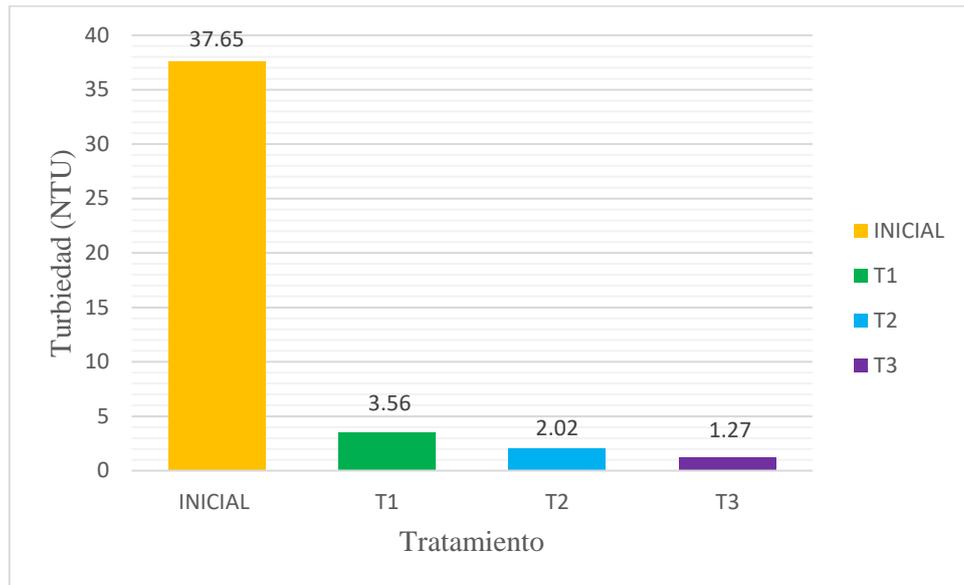


Figura 28: Análisis de la turbiedad del agua después del tratamiento

En la Figura 28, se observa los resultados de los análisis iniciales y después del tratamiento, donde el análisis inicial de la turbiedad obtuvo un valor de 37,65 mg/L, entonces cuando se aplicó el tratamiento de las almohadillas de las plumas de pollo en 3 tratamientos con 3 repeticiones, el tratamiento 3 fue el que redujo mayor cantidad de turbiedad en el agua con un valor promedio de 1.27 NTU.

Tabla 26: Análisis de varianza para la turbiedad.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Entre tratamientos	2	8,18348889	4,09174444	13,77	0,0057
Error	6	1,78306667	0,29717778		
Total	8	9,96655556			

Coefficiente de variacion CV:23,89%

En la Tabla 26, se observa el analisis de varianza (ANVA) para la turbiedad en el cual existe diferencia significativa entre los tratamientos , siendo los tratamientos diferentes

por consiguiente que el tamaño de longitud de pluma de pollo del tratamiento 2 y 3 son diferentes para la turbiedad.

Tabla 27: Prueba de contraste de Tukey para la turbidez

Significancia	Promedio	Tratamiento
A	3,5600	T1
B	2,0167	T2
B	1,2700	T3

En la Tabla 27, se aprecia que existe significancia por tener letras diferentes pero el tratamiento 2 y 3 son diferentes al tratamiento 1, en consecuencia se afirma que el tratamiento 3 obtiene un mejor resultado para la turbiedad del agua.

### Conductividad eléctrica:

Tabla 28: Resultado de los análisis de conductividad eléctrica del agua después del tratamiento.

N° de repeticiones	Conductividad eléctrica(mS/cm)		
	Resultados después del tratamiento		
	1 cm	5 cm	10 cm
R1	12,38	13,33	12,89
R2	13,09	13,45	13,55
R3	13,47	13,52	13,42
Promedio	12,98	13,43	13,29

En la Tabla 28 ,se explica los resultados del análisis de conductividad eléctrica del agua después del tratamiento, se aplicó 3 tratamientos a diferentes tamaños de longitud de pluma de pollo en 3 repeticiones, para lo cual se obtuvo en el tratamiento 1 fue el mejor, a un tamaño de longitud de pluma de pollo de 1 cm indicando un resultado de conductividad eléctrica de 12,98 mS/cm, para el tratamiento 2 con un tamaño de longitud de pluma de pollo de 5 cm indico un resultado de 13,43 mS/cm y por ultimo para el tratamiento 3 a un tamaño de longitud de pluma de pollo de 10 cm obtuvo un resultado de 13,29 mS/cm .

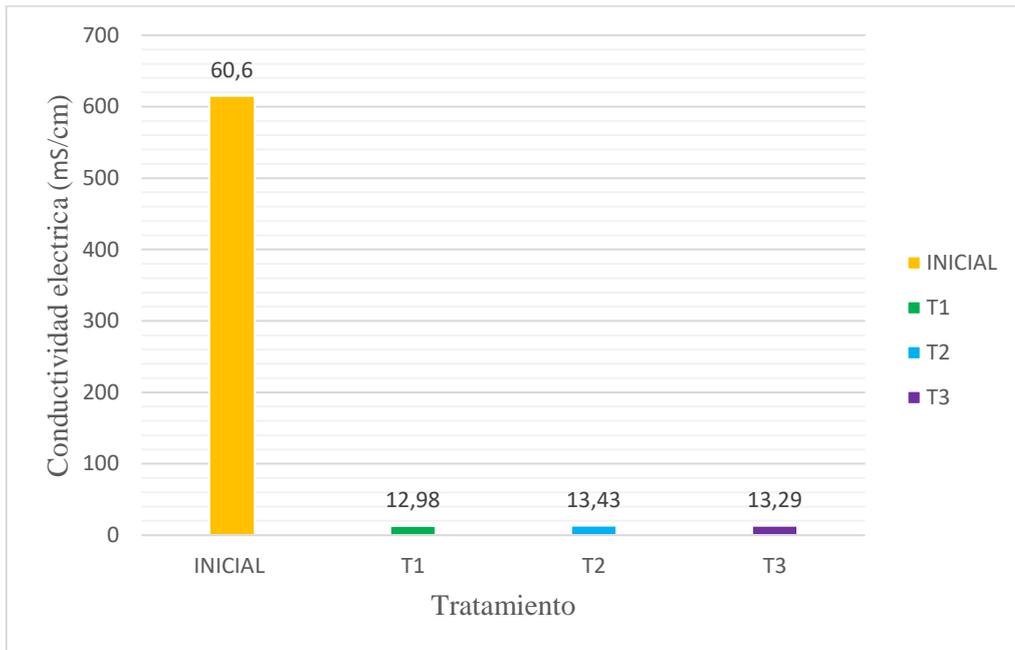


Figura 29: Análisis de la conductividad eléctrica después del tratamiento.

En la Figura 29, se observa los análisis iniciales y después del tratamiento donde el análisis inicial de la conductividad eléctrica obtuvo un valor de 60,6 mS/cm y cuando se aplicó el tratamiento de las almohadillas de las plumas de pollo en 3 tratamientos con 3 repeticiones, el tratamiento 1 a una longitud de pluma de pollo de 1cm fue el que redujo mayor cantidad de conductividad eléctrica en el agua con un valor promedio de 12,98 de mS/cm.

Tabla 29: Analisis de varianza para la conductividad electrica.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Entre tratamientos	2	0,32106667	0,16053333	1,10	0,3916
Error	6	0,87513333	0,14585556		
Total	8	1,19620000			

Coefficiente de variacion CV:2,89%

En la Tabla 29, se observa que el análisis de varianza (ANVA) para la conductividad eléctrica, no existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo tanto se afirma que todos los tratamientos a diferentes tamaños de longitud de pluma de pollo son iguales para la conductividad eléctrica del agua.

Tabla 30: Prueba de contraste de Tukey para la conductividad eléctrica

Significancia	Promedio	Tratamiento
A	13,4343	T2
A	13,2867	T3
A	12,9800	T1

En la Tabla 30, se aprecia que no existe significancia, debido a que todos los tratamientos son iguales, pero el tratamiento 1 es el que obtiene mejor resultado para el análisis de conductividad eléctrica del agua.

## pH

Tabla 31: Resultado de los análisis de pH del agua después del tratamiento

N° de repeticiones	pH(0-14)		
	Resultados después del tratamiento		
	1 cm	5 cm	10 cm
R1	5,31	5,23	5,20
R2	5,20	5,40	5,29
R3	5,65	5,34	5,31
Promedio	5,39	5,32	5,27

En la Tabla 31, se colocó los resultados de los análisis de pH del agua después del tratamiento con las almohadillas de las plumas de pollo a diferentes tamaños de longitud de pluma de pollo en 3 tratamientos con 3 repeticiones, por lo tanto el tratamiento 3 obtuvo un mejor resultado a un tamaño de longitud de 10 cm indicando un pH de 5,27, para el tamaño de longitud de 5 cm su valor fue de 5,32 de pH y por último tamaño de longitud de 1 cm, presentó un resultado de 5,39 de pH.

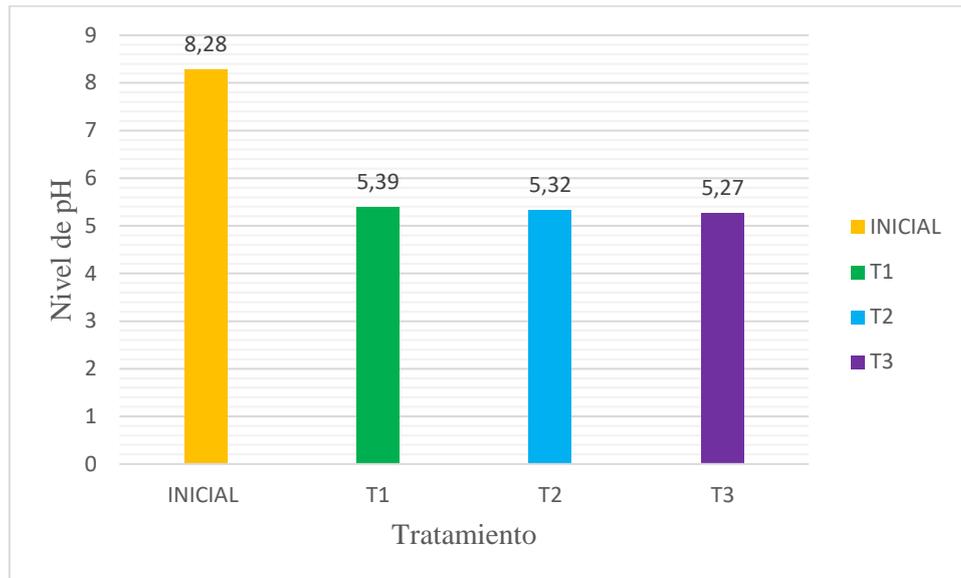


Figura 30: Análisis de pH del agua después del tratamiento

En la Figura 30, se evidenció los análisis iniciales de pH del agua y después del tratamiento, para este parámetro el pH inicial fue de 8,28 y aplicando el estímulo del tratamiento de las almohadillas de las plumas de pollo, el pH disminuyó considerablemente por el tratamiento 3, siendo este el resultado que presento mayor efectividad, indicando un valor de pH de 5,27.

Tabla 32: Análisis de varianza para el pH

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Entre tratamientos	2	0,02162222	0,01081111	0,49	0,6340
Error	6	0,13180000	0,02196667		
Total	8	0,15342222			

Coefficiente de variación CV: 2,78%

En la Tabla 32, se aprecia que el análisis de varianza (ANVA), para el pH no existe diferencia significativa, por lo tanto se afirma que todos los tratamientos son iguales para cada tamaño de longitud de plumas de pollo para el pH.

Tabla 33: Prueba de contraste de Tukey para el pH

Significancia	Promedio	Tratamiento
A	5,3867	T1
A	5,3233	T2
A	5,2667	T3

En la Tabla 33 , se observa que efectivamente entre los tratamientos no hay significancia, pero se puede afirmar que el tratamiento 3, obtuvo un mejor resultado para el analisis de pH.

### Hidrocarburos totales de petróleo

Tabla 34: Resultado de los análisis de hidrocarburos totales de petróleo del agua después del tratamiento

N° de repeticiones	Hidrocarburos totales de petróleo(mg/L)		
	Resultado después del tratamiento		
	1 cm	5 cm	10 cm
R1	73,02	21,61	14,94
R2	76,37	29,18	15,43
R3	70,42	31,84	16,37
Promedio	73,27	27,54	15,58

En la Tabla 34 ,se evidenció los resultados de los análisis de hidrocarburos totales de petróleo del agua después del tratamiento con las almohadillas de las plumas de pollo a diferentes tamaños de longitud de pluma de pollo en 3 tratamientos con 3 repeticiones, para lo cual el tratamiento 3 obtuvo un mejor resultado a un tamaño de longitud de 10 cm indicando un valor de 15,58 mg/L, para el tamaño de longitud de 5 cm su valor fue de 27,54 mg/L y por ultimo tamaño de longitud de 1 cm, obtuvo un resultado de 73,27 mg/L.

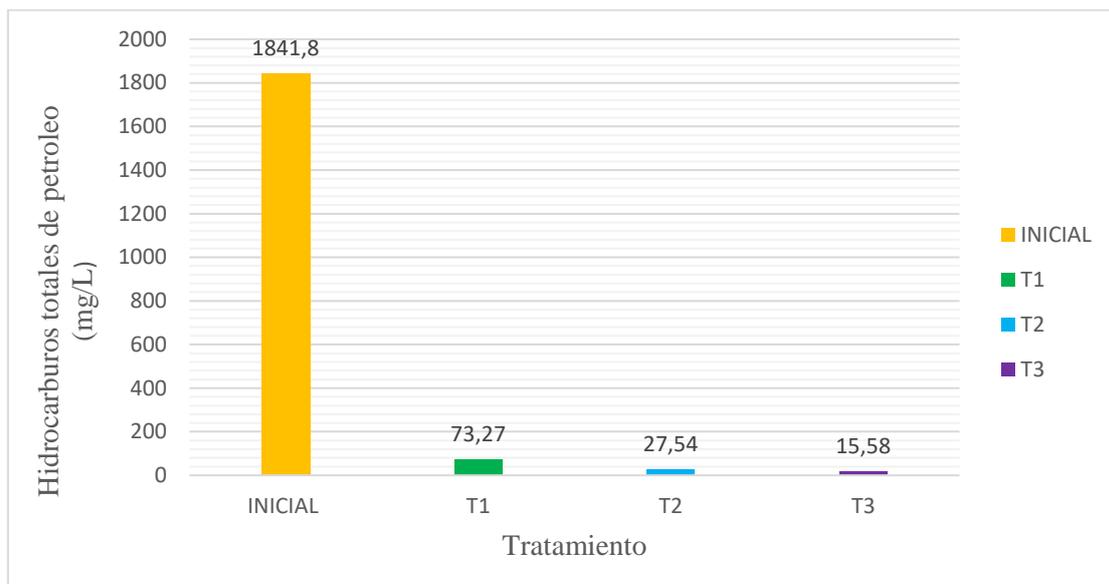


Figura 31: Análisis de los hidrocarburos totales de petróleo después del tratamiento.

En la Figura 31, se observa los resultados de los análisis iniciales de los hidrocarburos totales de petróleo y después del tratamiento en donde, inicialmente se encontró una concentración inicial de hidrocarburos totales de petróleo de 1841,8 mg/L y después se obtuvo una concentración de hidrocarburos totales de petróleo de 15,58 mg/L en el tratamiento 3 a un tamaño de longitud de pluma de pollo de 10 cm, indicando que las plumas de pollo removieron considerablemente la concentración de hidrocarburos totales de petróleo en el agua contaminada con petróleo crudo.

Tabla 35: Análisis de varianza de los hidrocarburos totales de petróleo

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Entre tratamientos	2	5562,185489	2781,092744	221,91	0,0001
Error	6	75,195667	12,532611		
Total	8	5637,381156			

Coefficiente de variación CV: 9,12%

En la Tabla 35, se observa el análisis de varianza (ANVA) para los hidrocarburos totales de petróleo, en donde existe diferencia significativa por lo tanto se afirma que al menos

un tratamiento es diferente, en este caso el tratamiento 3 con el tamaño de longitud pluma de 10 cm es diferente al tratamiento 1 y 2.

Tabla 36: Prueba de contraste de Tukey para los hidrocarburos totales de petróleo

Significancia	Promedio	Tratamiento
A	73,270	T1
B	27,543	T2
C	15,580	T3

En la Tabla 36, se evidenció que efectivamente en los tratamientos existe diferencia significativa por tener letras diferentes, lo cual indica que el tratamiento 3 con la letra C obtuvo el resultado más efectivo usando tamaño de longitud de pluma de pollo de 10cm a diferencia de los tratamientos 1 y 2.

#### IV. DISCUSIÓN

Las características de las almohadillas de plumas de pollo para la investigación fueron de longitud de 30 cm, grosor de 30 mm, un porcentaje de raquis total de la almohadilla de 14 % y un porcentaje de vexilo de 17% de características abundante con resistencia fibrosa. Mientras que para la investigación de Salazar Hernández (2012) obtuvo valores de longitud de 5cm a 13 cm, grosor de 0,33 a 2,77 mm y porcentajes de raquis de 14 % a 67,5%, cabe mencionar que esta investigación se trabajó con plumas a distintos tamaños de 5 cm a 13 cm, con características del vexilo de corto, suave y abundante.

En nuestro trabajo de investigación el valor de retención de la almohadilla de la pluma de pollo fue de 5,75g de petróleo crudo/pluma, siendo el mejor resultado de capacidad de retención de la almohadilla de pluma de pollo, comparando con la investigación de Díaz et.al. (2018), obtuvo un resultado de capacidad de adsorción a partir de bagazo modificado de 5,30 g de hidrocarburo. Otro estudio de Nwadiogbu et al. (2016) mostraron resultados de capacidades de adsorción de la monocapa de 0,0768mg /g y 0,0043mg/g para las panojas acetiladas en la superficie de petróleo crudo para las mazorcas de maíz. En la investigación de Martínez et al. (2017), utilizaron la corteza de la caña de azúcar para remover hidrocarburos que obtuvo una absorción natural de 1,77 g hidrocarburo/g de cascara (dinámica) y 1,81g hidrocarburo/g de cáscara (estática),

El porcentaje de reducción con respecto al raquis y el vexilo en nuestra investigación resulto ser de 21,21 % a un tamaño de longitud de 5cm de pluma de pollo, en cambio para la investigación de Salazar Hernández (2012) su tamaño de longitud de 5 cm de pluma de pollo obtuvo un resultado de porcentaje de raquis con respecto al vexilo del 6%.

La cantidad de crudo retenido total por las almohadillas de plumas de pollo a distintos tamaños de longitud de plumas de pollo fueron de 575 g de petróleo crudo a un tiempo de 60 minutos, mientras que para otros estudios como la de Kelle y Eboatu (2018) indicaron un resultado de 13,10 g de petróleo crudo a un tiempo de 100 minutos. Para Ukotije et. al. (2016) en su investigación obtuvo un valor de 7470 mg/g de petróleo crudo adsorbido por las plumas de pollo a un tiempo de 5 minutos.

En cambio para el estudio de Ifelebuebuegu et al. (2015) obtuvieron un resultado de 8100 mg/g para el petróleo crudo bajo la sorcion natural del cabello humano, teniendo potencial de bajo costo y presentar características óptimas para la limpieza de aguas contaminadas

con petróleo crudo. Para el estudio de G. Alaa El-Din et al (2018) utilizaron cascaras de plátano para la limpieza de derrames de petróleo crudo obtuvo resultados de 5,31g de petróleo crudo, 6,35 g de petróleo crudo y 6,63 g de petróleo crudo. Según el investigador Castillo et al. (2017) utilizaron el bagazo de caña de azúcar y la luffa, en cambio para el estado dinámico mostraron resultados para la retención de petróleo de 1,16 gramos de petróleo por gramo de luffa y 1,39 gramos de petróleo por gramo de bagazo, en cambio para las condiciones estáticas obtuvieron valores de 9,10 g de petróleo por gramo de luffa y 10,90 gramos de petróleo por gramo de bagazo, Otro estudio de Abanto (2019), aplicó las hebras de coco para adsorber hidrocarburos livianos en donde obtuvieron valores de 8,247g de kerosene , 7,693g de diésel y 6,330g de gasolina. Para Xiaobiao Zhu et.al (2019), utilizaron telas no tejidas hidrófobas recubiertas con nanofibras de polidivinilbenceno (HNF-PDVB), este material poseía una buena estabilidad en aguas contaminadas con aceites, obteniendo un valor de capacidad de adsorción de 7,5g de aceites en la retención de aguas contaminadas con aceites.

El volumen del petróleo crudo retenido con el uso de las almohadillas de plumas de pollo, el resultado más efectivo fue de 1600 ml de crudo adsorbido en la almohadilla a un tamaño de 10 cm de longitud de pluma de pollo. Asimismo, en la investigación de Domínguez (2017), obtuvo un resultado de volumen del hidrocarburo de diésel de 115,383 ml utilizando mangas de plumas de pollo y aserrín.

Las características fisicoquímicas del agua después del tratamiento de las almohadillas de pluma de pollo fueron para la demanda bioquímica de oxígeno de 3,63 mg/l, demanda química de oxígeno de 12 mg/L, turbiedad de 1,27 NTU, conductividad eléctrica de 12,98 mS/cm, un pH de 5,27 y 15,58 mg/L de hidrocarburos totales de petróleo. Por otro lado, Espino (2018) obtuvo resultados de demanda bioquímica de oxígeno de 6,21 mg/L, la demanda química de oxígeno de 20,457 mg/L, turbiedad de 2,64 NTU, la conductividad de 15,78 ms/cm, pH de 6,807 y 96 mg/L de hidrocarburos totales de Petróleo.

## V. CONCLUSIONES

La mejor capacidad de retención por la almohadilla de pluma de pollo de 30 cm x 30 mm (9 cm<sup>2</sup>) fue de 5,75 g de petróleo crudo y un porcentaje de reducción de petróleo crudo con respecto al raquis y vexilo de 21,31%.

Las características de las almohadillas de plumas de pollo, fueron de longitud de 30 cm, grosor de 30 mm, un porcentaje de raquis de 14%, un porcentaje de vexilo de 17% con característica abundante y fibroso siendo estas propiedades las que influyeron positivamente en el tratamiento de agua contaminadas con petróleo crudo.

El tamaño de longitud de pluma de pollo de 10 cm presentó mayores capacidades de retención de la almohadilla para adsorber cantidades considerables de petróleo crudo en agua salada, además para los parámetros del agua resultó ser significativas para todos los tratamientos y positivo en la remoción de las características fisicoquímicas de agua contaminada con petróleo crudo obteniendo valores .para la demanda bioquímica de oxígeno de 3,63 mg/L, la demanda química de oxígeno de 12 mg/L, turbiedad de 1,27 NTU, conductividad eléctrica de 12,98 mS/cm, un pH de 5,27 y 15,58 mg/L de Hidrocarburos totales de petróleo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Realizar estudios de investigación de las almohadillas de plumas de pollo a mayores tamaños de longitud de pluma de pollo.

Realizar otros análisis de parámetros fisicoquímicos del agua para ver cómo influye la pluma de pollo en el tratamiento de aguas contaminadas con derrames de petróleo crudo.

Investigar técnicas de inoculación de cepas bacterianas o microorganismos que se adapten a las condiciones de la pluma para cumplir la función de degradar el petróleo crudo.

Realizar investigaciones del efecto de la pluma de pollo en otros tipos de hidrocarburos como aromáticos y alifáticos que son contaminantes en aguas dulce y salada.

## VII. REFERENCIAS

ABANTO QUINTANA, Fernando; TABOADA RODRIGUEZ, Eduardo Martin. Uso de la fibra de coco para la adsorción de diferentes muestras de hidrocarburos-agua y su relación con la salinidad y temperatura. 2019

AGRAZ-HERNÁNDEZ, Claudia M.; FLORES-VERDUGO, Francisco J. Diagnóstico del impacto y lineamientos básicos para los programas de mitigación y manejo de humedales. Golfo de México, contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias, 2005, p. 597-606.

AGUIRRE IBARRA, Gabriela Michelle; VACA BURGOS, Lisseth Alejandra. *Estudio de las propiedades fisicoquímicas de la gasolina extra aditivada con alcoholes, en la refinería Esmeraldas*. 2017. Tesis de Licenciatura. Quito: UCE.

ALATRISTA, Vera; HERNÁN, Ciro. Capacidad de adsorción de contaminantes químicos de aguas residuales utilizando piedra pómez (pumicita). 2006.

ANDRADE, Valencia; BELÉN, María. *Obtención de queratina a partir de plumas de la industria avícola mediante hidrólisis enzimática*. 2018. Tesis de Licenciatura. Quito: Universidad de las Américas, 2018.

ARVELO REYNOSO, Elvin. *El uso de plumas de pollo para aumentar la tenacidad del yeso*. 2011. Tesis Doctoral. Arquitectura\_Tecnica.

BARROS, Francisco Cláudio de Freitas, et al. Removal of petroleum spill in water by chitin and chitosan. *Orbital: The Electronic Journal of Chemistry*, 2014, vol. 6, no 1, p. 70-74.

BAUTISTA, BIOL ITZA SUGEY GARCÍA; RENOVABLE, MAESTRO EN CIENCIAS EN ENERGÍA. Caracterización metagenómica de sedimentos marinos para la identificación de bacterias con capacidad para degradar hidrocarburos totales del petróleo (HTP). 2016.

BAUER, J.; CASTRO, J.; CHUNG, B. Calidad del AGUA. *Agua en el Perú: Situación y Perspectivas*, 2017, p. 1-42.

CABELLO TORRES, Rita; JACINTO TAYCO, María Elena. Hidrocarburos de petróleo en áreas marino costeras del Perú. 2004. 2008.

CASTRO CABELLO, Daniela. Biorremediación de agua contaminada por diesel y petróleo empleando un microbioma y sustancias húmicas.

CASTILLO VELANDIA, Ángela Esperanza. Adsorbentes naturales en la mitigación del impacto adverso causado por derrames de crudo en fuentes hídricas. 2018.

CÁRDENAS MURILLO, Luis Gustavo, et al. *Estudio de la capacidad de adsorción de materiales orgánicos para la remoción de aceites y combustibles presentes en aguas*. 2017. Tesis de Licenciatura. Quito: USFQ, 2017.

CAO, Shengbin y col. Limpieza de derrames de hidrocarburos mediante fibras naturales hidrofóbicas. *Journal of Natural Fibers* , 2017, vol. 14, no 5, pág. 727-735.

CHÁVEZ MARIN, Katia del Carmen; TENORIO HERNÁNDEZ, Crithian Arely. *Estudio para la obtención de queratina a partir de plumas de pollo con los métodos de sulfuro de sodio y borohidruro de sodio a nivel de laboratorio*. 2014. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Ingeniería.

CHOWDHURY, Shamik a Papita Das SAHA. Biosorption of methylene blue from aqueous solutions by a waste biomaterial: hen feathers. *Applied Water Science* [online]. 2012, vol. 2, no. 3, s. 209-219. ISSN 21905487.

DÍAZ-DÍAZ, Miguel Ángel, et al. Material absorbente para recogida de hidrocarburos en aguas y suelos. *Revista Cubana de Química*, 2018, vol. 30, no 2, p. 289-298.

DOMÍNGUEZ MORA, Patricia Esther. Eficiencia del uso de plumas de pollo y aserrín para la remoción de diésel en el mar del Callao-2017. 2017.

DONG, Ting; XU, Guangbiao; WANG, Fumei. Oil spill cleanup by structured natural sorbents made from cattail fibers. *Industrial Crops and Products*, 2015, vol. 76, p. 25-33.

EL-DIN, G. Alaa, y col. Estudio sobre el uso de las cáscaras de plátano para la eliminación de derrames de petróleo. *Alexandria engineering journal* , 2018, vol. 57, no 3, pág. 2061-2068.

ESKHAN, Asma; BANAT, Fawzi. Removal of oil from water by calcium alginate hydrogel modified with maleic anhydride. *Journal of Polymers and the Environment*, 2018, vol. 26, no 7, p. 2901-2916.

ESPINO MEJIA, Ana Maria Cecilia. Uso de adsorbentes naturales (cabello humano y plumas de pollo) para reducir el petróleo en cuerpos de agua sintética-2018.2018.

FERNÁNDEZ, Edquén, et al. Aplicación del teorema de Cauchy-Peano para determinar la existencia de la solución del modelo matemático de demanda de oxígeno en aguas superficiales. 2016.

FIGUEROA, Jacqueline Monroy. Inmovilización de fibra de pluma de pollo en silica gel para la adsorción de metales pesados en agua. *Conciencia Tecnológica*, 2007, no 33, p. 76-78.

FLORES, Danglad, et al. Partículas hidrofobadas de bagazo de caña de azúcar para el tratamiento de hidrocarburos en agua. *Saber*, 2018, vol. 25, no 1, p. 97-103.

GARCÍA MARTÍNEZ, Eva María; FERNÁNDEZ SEGOVIA, Isabel. Determinación de la humedad de un alimento por un método gravimétrico indirecto por desecación. 2012.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, et al. *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill, 2014.

HIDALGO, José Celis. Efectos de los derrames de petróleo sobre los habitats marinos. *Ciencia Ahora*, 2009, vol. 24.

IFELEBUEGU, Augustine Osamor, et al. Liquid-phase sorption characteristics of human hair as a natural oil spill sorbent. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2015, vol. 3, no 2, p. 938-943.

JARABA, Garces, et al. *Evaluación de la capacidad de adsorción en la cáscara de naranja (Citrus sinensis) modificada con quitosano para la remoción de Cr (VI) en aguas residuales*. 2012. Tesis Doctoral. Universidad de Cartagena.

Kelle, H. I., & Eboatu, A. N. (2018). Determination of the viability of chicken feather as oil spill clean-up sorbent for crude oil and its lower fractions. *Journal of Applied Science & Environmental Management*, 22(2), 267-273. doi:<http://dx.doi.org/10.4314/jasem.v22i2.19>.

LEZAMA-CERVANTES, C., et al. Capacidad de retención de hidrocarburos empleando subproductos industriales.

LI, Ji, et al. Oil removal from water with yellow horn shell residues treated by ionic liquid. *Bioresource technology*, 2013, vol. 128, p. 673-678.

LOZADA, José. Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 2014, vol. 3, no 1, p. 47-50.

LLONTOP GUERRERO, Edgard Omar. Influencia de los niveles de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de las aguas residuales crudas con la cantidad de energía eléctrica utilizando celdas de combustible microbiana. 2018.

MARTÍNEZ-NODAL, Pastora de la C., et al. Caracterización físico química del bagazo de caña natural utilizado como biosorbente en la remoción de hidrocarburos en agua. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 2017, vol. 51, no 2, p. 35-39.

MATEEN, Faryal, et al. New method for the adsorption of organic pollutants using natural zeolite incinerator ash (ZIA) and its application as an environmentally friendly and cost-effective adsorbent. *Desalination and Water treatment*, 2016, vol. 57, no 14, p. 6230-6238.

MÁRQUEZ QUISPE, Carlos José. Implementación de una unidad de reducción del contenido de azufre del combustible diesel en refinería Conchán. 2015.

MARÍN SAN PEDRO, Ana Fabiola. *Optimización de los tratamientos de desorción térmica de suelos contaminados por hidrocarburos derivados del petróleo*. 2010. Tesis Doctoral. Caminos.

MURGUEITIO HERRERA, Erika Sofia. Síntesis, caracterización y aplicación de nanopartículas de hierro, en la remoción de HTPs en suelos y aguas de la provincia de Francisco de Orellana–Ecuador. 2018.

NODAL, Martinez; DE LA CONCEPCIÓN, Pastora. Gestión integral de las aguas residuales generadas en las centrales eléctricas que operan con diésel y fuel oil. 2016. Tesis Doctoral. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Facultad de Química Farmacia. Departamento de Ingeniería Química.

NWADIOGBU, J. O.; AJIWE, V. I. E.; OKOYE, P. A. C. Removal of crude oil from aqueous medium by sorption on hydrophobic corncobs: equilibrium and kinetic studies. *Journal of Taibah University for Science*, 2016, vol. 10, no 1, p. 56-63.

ORTIZ MAYORGA, Laura Cecilia. *Análisis físico, químico y microbiológico del sistema de agua de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco antes y después del tratamiento convencional*. 2015. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

PUMAYAULI, Rosado; MICHAEL, Mildine. *Automatización Mediante PLC De Un Tanque De Neutralización Como Alternativa Para El Control Del PH, En El Tratamiento De Efluentes De La Industria Textil*. 2017.

ROJAS, Peña; CIRILO, Anieval. *Uso de redes neuronales artificiales para optimizar la dosificación de coagulantes en la planta de tratamiento de agua potable, Huancayo*. 2016.

ROJAS, Silvia Liliana Ara. *Comunidad bacteriana degradadora de gasolina en un biorreactor de lecho fluidizado*. University of Puerto Rico, Mayaguez (Puerto Rico), 2005.

ROJAS, Víctor Miguel Niño. *Metodología de la investigación*. Bogotá: Ediciones de la U, 2011., 2011.

RINCONES POYER, Félix, et al. *Adsorción de hidrocarburos de petróleo en agua mediante una columna empacada con bagazo de caña de azúcar*. *Saber*, 2015, vol. 27, no 3, p. 441-453.

SALAZAR HERNÁNDEZ, Elizabeth, et al. *Remoción de hidrocarburos mediante biopolímeros naturales: efecto del tamaño de partícula*. *REPOSITORIO NACIONAL CONACYT*, 2012.

Salas-Salazar, M. L., Martin-Del Angel, S., Cuervo-González, R., Jiménez-Torres, C., & Hernández-Herrera, R. I. (2017). *Efecto de la temperatura sobre la bioacumulación de hidrocarburos en el Ostión americano Crassostrea virginica*. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 4(11), 299-308.

SALINAS, Pablo. *Producción de harida de plumas de pollo y su utilización como un absorbente de hidrocarburos en agua dulce*. 2010. Tesis de Licenciatura. SANGOLQUÍ/ESPE/2010.

SARBATLY, Rosalam; KRISHNAIAH, Duduku; KAMIN, Zykamilia. *A review of polymer nanofibres by electrospinning and their application in oil–water separation for cleaning up marine oil spills*. *Marine pollution bulletin*, 2016, vol. 106, no 1-2, p. 8-16.

- TAPIA, Jesús I. ALVARADO-GÓMEZ, Elizabeth; ENCINAS, Armando. Esponjas hidrofóbicas y magnéticas no costosas de melamina para la eliminación de hidrocarburos y aceites del agua. *Tecnología de separación y purificación*, 2019.
- TRASANCOS, Lester Rivas, et al. Evaluación de bentonita cubana como material absorbente para la recogida de hidrocarburos. *INFOMIN*, 2019, vol. 11.
- TESFAYE, T.; SITHOLE, B.; RAMJUGERNATH, D. Valorisation of waste chicken feathers: Green oil sorbent. *Int J Chem Sci*, 2018, vol. 16, no 3, p. 282.
- TUNCABOYLU, Deniz Ceylan; ABDURRAHMANOGLU, Suzan; GAZIOGLU, Isil. Rheological characterization of starch gels: A biomass based sorbent for removal of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). *Journal of hazardous materials*, 2019.
- UKOTIJE-IKWUT, Peter Rowland, et al. A Novel Method for Adsorption using Human Hair as a Natural Oil Spill Sorbent. *En t. J. Sci. Ing. Res*, 2016, vol. 7, p. 1754-1765.
- WANG, Jintao, et al. Double biomimetic fabrication of robustly superhydrophobic cotton fiber and its application in oil spill cleanup. *Industrial Crops and Products*, 2015, vol. 77, p. 36-43.
- WILTON, Nicholas, et al. Remediation of heavy hydrocarbon impacted soil using biopolymer and polystyrene foam beads. *Journal of hazardous materials*, 2018, vol. 349, p. 153-159.
- ZHU, Xiaobiao, et al. Adsorción eficiente de aceite en agua por telas no tejidas hidrofóbicas recubiertas con fibras de polidivinilbenceno reticuladas. *Revista de Tecnología Química y Biotecnología*, 2019, vol. 94, no 1, p. 128-135.
- YEO, Bee Geok, et al. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) and Hopanes in Plastic Resin Pellets as Markers of Oil Pollution via International Pellet Watch Monitoring. , *Files of environmental pollution and toxicology* 2017, vol. 73, no 2, p. 196-206.
- ZHENG, Yian, et al. Potential of Calotropis gigantea fiber as an absorbent for removal of oil from water. *Industrial Crops and Products*, 2016, vol. 83, p. 387-390.
- ZARATE, Luis; HUGO, Víctor. *Biosorción de hidrocarburos solubles en agua mediante fracciones de la cáscara de coco*. 2015. Tesis de Maestría.

## ANEXO

**Anexo 1:** Reporte de resultados de las características fisicoquímicas del agua antes y después del tratamiento.

### INFORME DE ENSAYO N° 011-09122019-2

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV  
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

<b>Tesis</b>	“Almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-Muelle Dársena, Callao 2019”
<b>Tesista</b>	: Azaña Felix, Ronaldo Arturo Roman Chuquillanqui, Andrea Mishell
<b>Tipo de muestra</b>	: Agua de mar contaminado con petróleo crudo
<b>Descripción de la muestra</b>	: Determinar los análisis de hidrocarburos totales de petróleo
<b>Muestra tomada por</b>	: Azaña Felix, Ronaldo Arturo Roman Chuquillanqui, Andrea Mishell
<b>Fecha de ingreso de muestra</b>	: 11 de Octubre del 2019
<b>Lugar que se realizó el ensayo</b>	: Laboratorio de biotecnología -UCV Lima Este
<b>Fecha de realización de ensayos</b>	: 14 y 15 de Octubre 2018
<b>Muestra proporcionada por el estudiante</b>	

\*Los resultados obtenidos son válidos solo para uso de investigación –académico

RESULTADOS INICIALES DE LAS CARACTERITICAS FISICOQUIMICA DEL AGUA			
PARAMETRO	UNIDADES	METODO	M1
Conductividad electrica	mS/cm	APHA-AWWA-WEF (2005)método 2510 B	60.6
Turbidez	NTU	SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. (2012)	37.65
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) APHA 5210 B	200
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B	340
Hidrocarburos totales de petróleo (HTP)	mg/L	Espectrofotometría UV-Vis previa extracción con cloroformo	1841.8
pH	Numérico	APHA-AWWA-WEF(2005)método 4500 H <sup>+</sup> B	8.28



*[Signature]*  
Daniel Neciosup Gonzales  
Jefatura de laboratorios



V.ºBº Dr. Eduardo Espinoza Fariña  
Director



Página 1 de 3

## INFORME DE ENSAYO N° 011-09122019-2

PARAMETROS	UNIDADES	METODO	RESULTADOS DESPUES DEL TRATAMIENTO								
			T1	T1	T1	T2	T2	T2	T3	T3	T3
Conductividad eléctrica	mS/cm	APHA-AWWA-WEF (2005)método 2510 B	12.38	13.09	13.47	13.33	13.45	13.52	12.89	13.55	13.42
Turbidez	NTU	SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. (2012)	3.21	3.64	3.83	1.72	1.35	2.98	1.09	1.17	1.55
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) APHA 5210 B	7.56	8.01	6.97	7.71	7.84	6.25	6.67	6.84	6.42
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B	18	20	14	17	15	14	10	14	12
Hidrocarburos totales de petróleo (HTP)	mg/L	Espectrofotometría UV-Vis previa extracción con cloroformo	73.02	76.37	70.42	21.61	29.18	31.84	14.94	15.43	16.37
pH	Numérico	APHA-AWWA-WEF(2005)método 4500 H <sup>+</sup> B	5.31	5.2	5.65	5.23	5.4	5.34	5.2	5.29	5.31



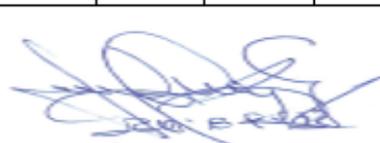
*Daniel Neciosup Gonzales*  
 Daniel Neciosup Gonzales  
 Jefatura de laboratorios

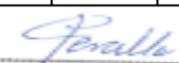
*V.ºBº Dr. Eduardo Espinoza Farfán*  
 V.ºBº Dr. Eduardo Espinoza Farfán  
 Director



Anexo 2: Validación del primer instrumento

	FORMATO DE ALMOHADILLA DE PLUMA DE POLLO												REV. 01		
	FORMATO DE FICHA DE OBSERVACION														
<b>DATOS GENERALES</b>															
<b>TITULO:</b>	Almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo- Muelle Dársena, Callao 2019														
<b>LINEA DE INVESTIGACION</b>	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales														
<b>FACULTAD:</b>	Ingeniería Ambiental														
<b>INTEGRANTES:</b>	1. <u>Azaña Felix, Ronaldo Arturo</u> 2. <u>Román Chuquillanqui, Andrea Mishell</u>														
<b>ASESOR:</b>	Dr. Wilber Samuel Quijano Pacheco														
<b>FICHA:</b>	<u>Características de la almohadilla</u>														
<b>FECHA:</b>	17/06/ 2019														
<b>ALMOHADILLA DE PLUMA DE POLLO</b>															
<b>CARACTERISTICAS DE LA ALMOHADILLA</b>															
	<u>LONGITUD(cm)</u>			<u>GROSOR(cm)</u>			<u>ANCHO(cm)</u>			<u>VEXILO (%)</u>			<u>RAQUIS (%)</u>		
<b>REPETICIONES</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>R1</b>	30	30	30	3	3	3	30	30	30	17	17	17	14	14	14
<b>R2</b>	30	30	30	3	3	3	30	30	30	17	17	17	14	14	14
<b>R3</b>	30	30	30	3	3	3	30	30	30	17	17	17	14	14	14



  
 Juan Alberto Fereño Medina  
 Ing. Químico - CIP N° 56071  
 Espec. en Gestión Ambiental



JORGE LEONARDO JAIME NAKAYO  
 CIP 434744

Anexo 3: Validación del Segundo instrumento

	<b>FORMATO DE ALMOHADILLA DE PLUMA DE POLLO</b>						<b>REV. 02</b>
	<b>FORMATO DE FICHA DE OBSERVACION</b>						
<b>DATOS GENERALES</b>							
<b>TITULO:</b>	Almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-Muelle Dársena, Callao 2019.						
<b>LINEA DE INVESTIGACION</b>	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales						
<b>FACULTAD:</b>	Ingeniería Ambiental						
<b>INTEGRANTES:</b>	1. Azaña Feliz, Ronaldo Arturo 2. Román Chuquillanqui, Andrea Mishell						
<b>ASESOR:</b>	Dr. Wilber Samuel Quijano Pacheco						
<b>FICHA:</b>	Capacidad de adsorción						
<b>FECHA:</b>	17/06/ 2019						
<b>ALMOHADILLA DE PLUMA DE POLLO</b>							
<b>CAPACIDAD DE RETENCION</b>							
	<b>RETENCION DE LA ALMOHADILLA (g de petroleo crudo/pluma)</b>			<b>PORCENTAJE DE REDUCCION DE CON RESPECTO AL RAQUIS Y VEXILO (%)</b>			
<b>REPETICIONES</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
<b>R1</b>	4,66	4,70	5,68	21,46	21,27	17,60	
<b>R2</b>	4,83	4,95	5,86	20,70	20,20	17,06	
<b>R3</b>	4,94	4,45	5,72	20,24	22,47	17,48	



  
 Juan Alberto Peralta Medina  
 Ing. Químico - CIP N° 54071  
 Mtro. en Gestión Ambiental

  
 JORGE LEONARDO JAVE NAKAYO  
 CIP 43424

**Anexo 4: Validación del Tercer instrumento**

	<b>FORMATO DE REMOCION DE AGUA CONTAMINADA POR DESEMBARQUE DE PETROLEO CRUDO</b>						<b>REV. 03</b>
	<b>FORMATO DE FICHA DE OBSERVACION</b>						
<b>DATOS GENERALES</b>							
<b>TITULO:</b>	Almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo- Muelle Dársena, Callao 2019						
<b>LINEA DE INVESTIGACION</b>	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales						
<b>FACULTAD:</b>	<u>Ingeniería Ambiental</u>						
<b>INTEGRANTES:</b>	1. Azaña Feliz, Ronaldo 2. Román <u>Chuquillanqui</u> , Andrea <u>Mishell</u>						
<b>ASESOR:</b>	Dr. Wilber Samuel Quijano Pacheco						
<b>FICHA:</b>	<u>Reduccion de petroleo crudo</u>						
<b>FECHA:</b>	17/06/ 2019						
<b>REMOCION DE AGUA CONTAMINADA POR DESEMBARQUE DE PETROLEO CRUDO</b>							
<b>REDUCCION DE PETROLEO CRUDO</b>							
	<b>CRUDO RETENIDO TOTAL(g)</b>			<b>VOLUMEN DEL CRUDO RETENIDO(ml)</b>			
<b>REPETICIONES</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
<b>R1</b>	466	470	568	1400	1400	1600	
<b>R2</b>	483	495	586	1500	1500	1700	
<b>R3</b>	494	445	572	1200	1600	1500	



  
 Juan Alberto Peralta Medina  
 Ing. Químico - CIP N° 56071  
 Afiro. en Gestión Ambiental

  
 SORÉS LEONARDO JAVE NAKAYO  
 CIP 434244

Activar Windows

Anexo 5: Validación del cuarto instrumento

	FORMATO DE REMOCION DE AGUA CONTAMINADA POR DESEMBARQUE DE PETROLEO CRUDO																REV. 04	
	FORMATO DE FICHA DE OBSERVACION																	
	DATOS GENERALES																	
TITULO:	Almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-Muelle Dársena, Callao 2019.																	
LINEA DE INVESTIGACION	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales																	
FACULTAD:	<u>Ingeniería Ambiental</u>																	
INTEGRANTES:	1. Azaña <u>Felix</u> , Ronaldo Arturo 2. Román <u>Chuquillanqui</u> , Andrea <u>Mishell</u>																	
ASESOR:	Dr., Wilber Samuel Quijano Pacheco																	
FICHA:	Características fisicoquímicas del agua antes y <u>despues</u> del tratamiento.																	
FICHA:	17/06/ 2019																	
	REMOCION DE AGUA CONTAMINADA POR DESEMBARQUE DE PETROLEO CRUDO																	
	CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DEL AGUA ANTES Y DESPUES DEL TRATAMIENTO																	
		CONDUCTIVIDAD ELECTRICA(ms/cm)			DQO(mg/L)			pH(0-14)			TURBIDEZ (NTU)			HIDROCARBUROS TOTALES DE PETROLEO(mg/L)			DBO(mg/L)	
REPETICIONES	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
R1	12,38	13,33	12,89	18	17	10	5,31	5,23	5,20	3,21	1,72	1,09	73,02	21,61	14,94	4,38	3,61	4,34
R2	13,09	13,45	13,55	20	15	14	5,20	5,40	5,29	3,64	1,35	1,17	76,37	29,18	15,43	5,67	4,09	3,07
R3	13,47	13,52	13,42	14	14	12	5,65	5,34	5,31	3,83	2,98	1,55	70,42	31,84	16,37	5,21	4,11	3,47



*Jeralte*  
 Juan Alberto Peralta Medina  
 Ing. Químico - CIP N° 56071  
 Área. en Gestión Ambiental



JORGE LEONARDO SAUVE NAKAYO  
 CIP 43424

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: AGRICULTURA - CIENCIAS AMBIENTALES  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: .....  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: .....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación


IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, ..... del 201

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP.....  
 DNI No..... Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: AGRICULTURA - CIENCIAS AMBIENTALES
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: .....
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: .....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación


IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, ..... del 201

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP.....  
 DNI No..... Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: AGRICULTURA - CIENCIAS AMBIENTALES  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:  
 1.5. Autor(A) de Instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación


IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, ..... del 201

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP .....  
 DNI No. .... Telf: .....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: AGRICULTURA - CIENCIAS AMBIENTALES  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:.....  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: .....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación


IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, ..... del 201

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP: 03044  
 DNI No. 01066613 Telf: 992005015

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: PERALTA MEDINA, JUAN  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: .....  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: .....  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: .....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

	%
--	---

Lima, ..... del 201

*Juan Alberto Peralta*  
 Juan Alberto Peralta MEDINA ..... DEL EXPERTO INFORMANTE  
 Ing. Químico - CIP N° 56071 CIP.....  
 Mtro. en Gestión Ambiental DNI No..... Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres:..... PERALTA MEDINA, JUAN .....
- 1.2. Cargo e institución donde labora:.....
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: .....
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:.....
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: .....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

%
---

Lima,..... del 201

  
**Juan Alberto Peralta Medina**  
 Ing. Químico - CIP N° 56871  
 Mtro. en Gestión Ambiental

..... DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP.....  
 No..... Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: PERALTA MEDINA, JUAN  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: .....  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: .....  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: .....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

%
---

Lima, ..... del 201

*Juan Peralta Medina*  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP.....  
 Juan Alberio Peralta Medina  
 Ing. Químico - CIP N° 56071  
 Mtro. en Gestión Ambiental  
 BNI No..... Telf.:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: PERALTA MEDINA, JUAN  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE -UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: .....  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: .....  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: .....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

%
---

Lima, ..... del 201

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP.....  
 Juan Alberto Peralta Medina No..... Telf:.....  
 Ing. Químico - CIP N° 56071  
 Mtro. en Gestión Ambiental

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres:..... O. ROAÑEZ BALVEZ, JUAN JOLÓ  
 1.2. Cargo e institución donde labora:..... DOCENTE  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: .....  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:.....  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: .....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

S
—

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima,..... del 201

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP.....  
 DNI No..... Telf.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: ..... ARNEJOZ BARRERA, JUAN JOSE .....  
 1.2. Cargo e institución donde labora: ..... Docente .....  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: .....  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: .....  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: .....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										✓			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										✓			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										✓			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										✓			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										✓			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										✓			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, ..... del 201

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP: 94772  
 DNI No: ..... Telf: .....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: O. RODRIGUEZ BARRERA, JUAN JOSE  
 1.2. Cargo e institución donde labora: PROFESOR  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: .....  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: .....  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: .....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, ..... del 201

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP.....  
 DNI No..... Telf.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: O. P. DOMÍNGUEZ GARCÍA, Juan José  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: .....  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: .....  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: .....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											/		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											/		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											/		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											/		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											/		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											/		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											/		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											/		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											/		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											/		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI  
 NO

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, ..... del 201

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP.....  
 DNI No..... Tel.....

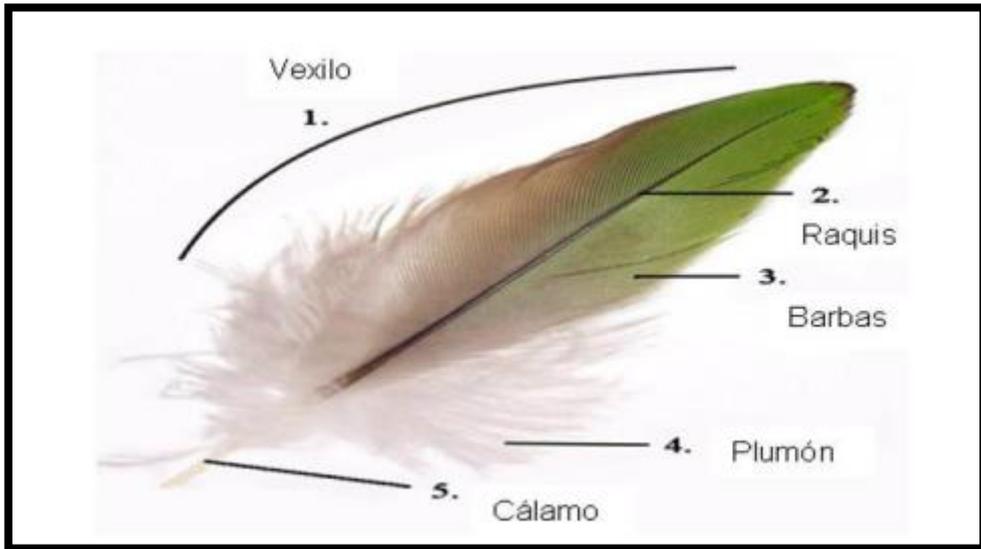
Anexo 7: Matriz de consistencia

Tabla 36: Matriz de consistencia

<b>Problema de investigación</b>	<b>Objetivo de investigación</b>	<b>Hipótesis de Investigación</b>	<b>Variables de estudio</b>	<b>Método</b>
<b>Problema general:</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Variable dependiente</b>	<b>Tipo:</b>
¿Cómo es el uso de la almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-muelle Darsena, Callao ,2019?	Evaluar el uso de la almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-muelle Darsena, Callao ,2019.	La almohadilla de pluma de pollo es eficaz para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-muelle Darsena, Callao, 2019.	Remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo.	Aplicado
			<b>Dimensiones</b>	<b>Enfoque:</b> Cuantitativo
<b>Problema específico 1</b>	<b>Objetivo específico 1</b>	<b>Hipótesis específico 1</b>	1. Reducción de petróleo crudo.	Explicativo
¿Cuáles son las características de la almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-muelle Darsena,Callao?	Identificar las características de la almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-muelle Darsena,Callao.	Las características de la almohadilla de pluma de pollo influirán positivamente en la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-muelle Darsena,Callao.	2. Características fisicoquímicas del agua antes y después del tratamiento.	<b>Diseño:</b> Experimental
			<b>Variable dependiente</b>	<b>Tipo de diseño:</b> Experimental puro con pre y post prueba.
<b>Problema específico 2</b>	<b>Objetivo específico 2</b>	<b>Hipótesis específico 2</b>	Almohadilla de pluma de pollo.	<b>Población:</b>
¿Cuál es el tamaño de longitud de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-muelle Darsena, Callao?	Determinar el tamaño de longitud de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-muelle Darsena, Callao.	El tamaño de longitud de 10 cm de pluma de pollo será eficaz para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-muelle Darsena, Callao.	<b>Dimensiones</b>	Agua del mar del Callao,Muelle Darsena.
			1. Características de la almohadilla.	<b>Muestra:</b>
<b>Problema específico 3</b>	<b>Objetivo específico 3</b>	<b>Hipótesis específico 3</b>	2. Tamaño de longitud de las plumas de pollo.	Agua de mar contaminado con petróleo crudo
¿Cuál es la capacidad de retención de la almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-muelle Darsena,Callao?	Determinar la capacidad de retención de la almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-muelle Darsena,Callao.	La capacidad de retención de la almohadilla de pluma de pollo será eficaz para la remoción de agua contaminada por desembarque de petróleo crudo-muelle Darsena,Callao.	3. Capacidad de retención.	<b>Método de análisis:</b> Observación y medición directa.

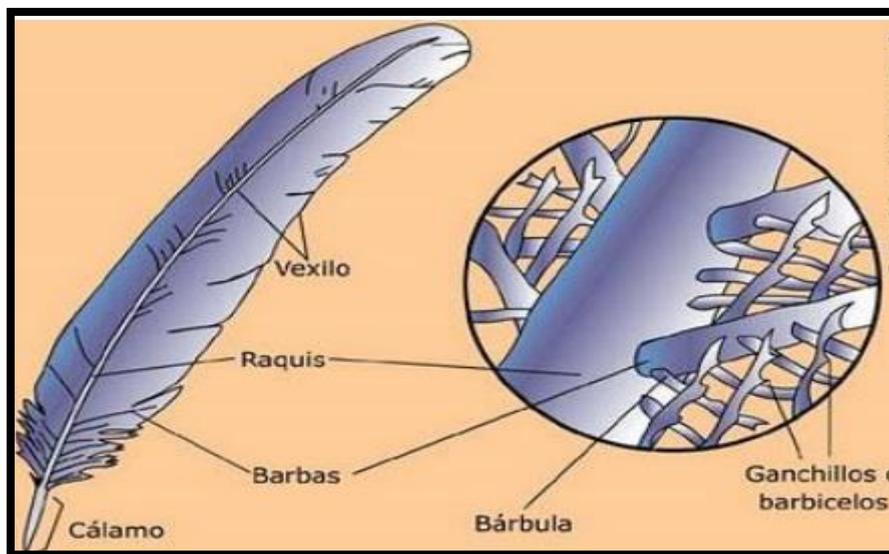
Fuente: Elaboración propia

Figura 32: Estructura de una pluma



Fuente: Salinas P. (2010)

Figura 33: Estructura de una pluma de pollo



Fuente: Arvelo E. (2011)

Tabla 37: Resultados de los estándares para la prueba de hidrocarburos

Curva de calibración				
Longitud de onda	310	328	464	Concentración (mg/l)
ST1	0.014	0.001	-0.003	4
ST2	0.095	0.025	-0.029	10
ST3	0.268	0.101	-0.018	50
ST4	0.442	0.181	-0.018	100

Fuente: Elaboración propia

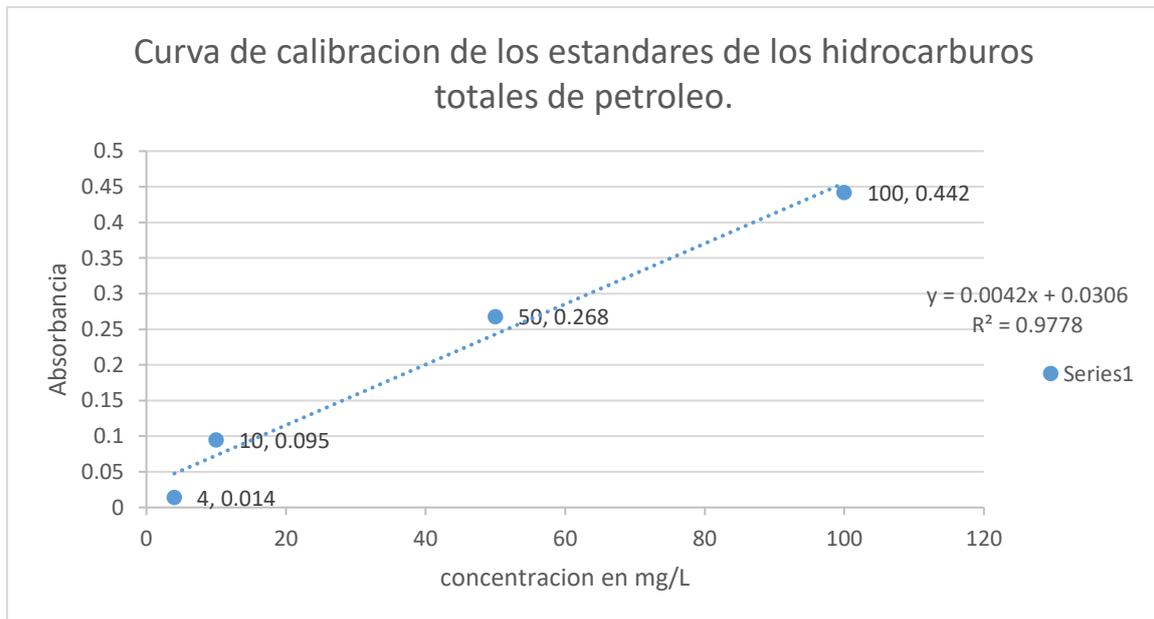


Figura 34: Curva de calibración de los estándares para la prueba de hidrocarburos.

Fuente: Elaboración propia