



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Musgo *Sphagnum magellanicum* para tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo a nivel de laboratorio, 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Davila Bernal, Sharoon Merly (ORCID: 0000-0002-0828-092X)

Estrada Montero, Julio Cesar (ORCID: 0000-0003-1173-5232)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

La presente investigación está dedicada a nuestros padres y hermanos por la confianza, motivación y fortaleza que nos brindaron para culminar nuestros estudios exitosamente.

Agradecimiento

En primer lugar, agradecemos a Dios por brindarnos salud y habernos permitido llegar hasta aquí, superando cada obstáculo que se nos presentó en el camino.

A la Universidad César Vallejo por brindarnos una educación de calidad, permitiéndonos seguir aprendiendo y fomentando valores dentro de nuestra formación educativa.

A nuestro asesor el Dr. Elmer Gonzales Benites Alfaro por cerciorar que nuestro trabajo llegue a concluir de manera exitosa.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	28
3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	28
3.2 Variables y Operacionalización.....	29
3.3 Población, Muestra y Muestreo.....	29
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	29
3.5 Procedimientos.....	31
3.6 Método de análisis de datos.....	44
3.7 Aspectos éticos.....	44
IV. RESULTADOS.....	45
V. DISCUSIÓN.....	72
VI. CONCLUSIONES.....	74
VII. RECOMENDACIONES.....	75
REFERENCIAS.....	76
ANEXOS.....	94

Índice de tablas

Tabla N° 1: Taxonomía del musgo <i>Sphagnum magellanicum</i>	27
Tabla N° 2: Técnicas del tratamiento de suelos contaminado con musgos <i>Sphagnum magellanicum</i>	30
Tabla N° 3: Promedio de validación.....	31
Tabla N° 4: Análisis de la Conductividad Hidráulica.	35
Tabla N° 5: Análisis de textura.....	35
Tabla N° 6: Determinación del nitrato en el suelo.....	36
Tabla N° 7: Análisis granulométrico suelo inicial.	37
Tabla N° 8: Porcentaje de Humedad Gravimétrica.	38
Tabla N° 9: Carbono orgánico en la muestra inicial.....	39
Tabla N° 10: Hidrocarburo inicial del musgo.....	42
Tabla N° 11: Resultados de la caracterización inicial del musgo	45
Tabla N° 12: Resultados de la caracterización inicial del suelo	46
Tabla N° 13: Resultados de la caracterización física del musgo en los tres períodos de tiempo.....	47
Tabla N° 14: Resultados de la caracterización química del musgo en los tres períodos de tiempo.....	47
Tabla N° 15: Resultados de la caracterización física del suelo en los tres períodos de tiempo.....	48
Tabla N° 16: Resultados de la caracterización química del suelo en los tres períodos de tiempo (pH, potencial redox, N y C.I.C)	48
Tabla N° 17: Resultados de la caracterización químico del suelo en los tres períodos de tiempo (M.O, C.O y TPH)	49
Tabla N° 18: Promedio de TPH absorbido por el musgo en tres periodos de tiempo.	49
Tabla N° 19: Análisis de varianza en la prueba de ANOVA de Hidrocarburos totales de petróleo en el musgo.	51
Tabla N° 20: Prueba de Contraste de Tukey del parámetro Hidrocarburos totales de petróleo en el musgo.	51

Tabla N° 21: Análisis de varianza en la prueba de ANOVA de la Humedad en el musgo.....	52
Tabla N° 22: Prueba de Contraste de Tukey del parámetro Humedad en el musgo.	53
Tabla N° 23: Análisis de varianza en la prueba de ANOVA del parámetro Conductividad eléctrica en el musgo.....	54
Tabla N° 24: Prueba de Contraste de Tukey del parámetro Conductividad eléctrica en el musgo.....	54
Tabla N° 25: Análisis de varianza en la prueba de ANOVA del parámetro Potencial redox en el musgo.....	55
Tabla N° 26: Prueba de Contraste de Tukey del parámetro Potencial redox en el musgo.....	56
Tabla N° 27: Análisis de varianza en la prueba de ANOVA de la Capacidad de intercambio catiónico en el musgo.	57
Tabla N° 28: Prueba de Contraste de Tukey del parámetro Capacidad de intercambio catiónico en el musgo.....	57
Tabla N° 29: Análisis de varianza en la prueba de ANOVA del pH en el musgo.	58
Tabla N° 30: Prueba de Contraste de Tukey del parámetro pH en el musgo.	59
Tabla N° 31: Análisis de varianza en la prueba de ANOVA del color del musgo.....	60
Tabla N° 32: Prueba de Contraste de Tukey del parámetro color del musgo	60
Tabla N° 33: Promedio de TPH del suelo en tres periodos de tiempo.....	61
Tabla N° 34: Promedio de la temperatura del suelo en tres periodos de tiempo.	62
Tabla N° 35: Promedio de la humedad del suelo en tres periodos de tiempo	63
Tabla N° 36: Promedio de la C.I.C del suelo en tres periodos de tiempo	64
Tabla N° 37: Promedio de la materia orgánica del suelo en tres periodos de tiempo	65
Tabla N° 38: Promedio del carbono orgánico del suelo en tres periodos de tiempo.	66
Tabla N° 39: Promedio de nitrógeno del suelo en tres periodos de tiempo	67
Tabla N° 40: Promedio del potencial redox del suelo en tres periodos de tiempo	68
Tabla N° 41: Promedio de pH del suelo en tres periodos de tiempo	69
Tabla N° 42: Promedio de la conductividad eléctrica del suelo en tres periodos de tiempo.....	70

Índice de gráficos y figuras

Gráfico N° 1: Análisis Granulométrico del suelo inicial.....	37
Gráfico N° 2: Curva de promedio de TPH absorbido por el musgo en tres periodos de tiempo.....	50
Gráfico N° 3: Hidrocarburos totales de petróleo en el musgo.	52
Gráfico N° 4: Humedad del musgo.....	53
Gráfico N° 5: Conductividad Eléctrica del musgo.....	55
Gráfico N° 6: Potencial redox en el musgo.....	56
Gráfico N° 7: Capacidad de intercambio catiónico en el musgo.....	58
Gráfico N° 8: pH del musgo.....	59
Gráfico N° 9: Color del musgo.....	61
Gráfico N° 10: Nivel de TPH del suelo en tres periodos de tiempo.	62
Gráfico N° 11: Nivel de temperatura del suelo en tres periodos de tiempo.	63
Gráfico N° 12: Nivel de la humedad del suelo en tres periodos de tiempo.	64
Gráfico N° 13: Nivel de la C.I.C del suelo en tres periodos de tiempo.	65
Gráfico N° 14: Nivel de la materia orgánica del suelo en tres periodos de tiempo... ..	66
Gráfico N° 15: Nivel del carbono orgánico del suelo en tres periodos de tiempo....	67
Gráfico N° 16: Nivel de nitrógeno del suelo en tres periodos de tiempo.	68
Gráfico N° 17: Nivel del potencial redox del suelo en tres periodos de tiempo.	69
Gráfico N° 18: Nivel de pH del suelo en tres periodos de tiempo.....	70
Gráfico N° 19: Nivel de la conductividad eléctrica del suelo en tres periodos de tiempo.....	71
Figura N° 1: Color del musgo <i>Sphagnum magellanicum</i>	27
Figura N° 2: Diagrama de procedimiento.	32
Figura N° 3: Ubicación del área del muestreo de suelo	33
Figura N° 4: Método de cuarteo de la muestra inicial.....	34
Figura N° 5: Unidades experimentales de 3x3x3.	43
Figura N° 6: Extracción del musgo.....	100

Figura N° 7: Delimitación del área de extracción de muestras de suelo.....	100
Figura N° 8: Medición de la profundidad extracción de muestras de suelo	100
Figura N° 9: Acondicionamiento del musgo.....	100
Figura N° 10: Método del cuarteo.....	100
Figura N° 11: Peso del suelo 1300 g con 18650mgTPH/Kg para cada muestra ...	100
Figura N° 12: Peso del musgo dosis 1.....	101
Figura N° 13: Peso del musgo dosis 2.....	101
Figura N° 14: Peso del musgo dosis 3.....	101
Figura N° 15: Acondicionamiento del suelo en las 27 unidades experimentales.....	101
Figura N° 16: Preparación del suelo para la aplicación del musgo.....	101
Figura N° 17: Aplicación del musgo en cada unidad experimental.....	101
Figura N° 18: Todas las muestras empiezan el 10 de mayo del 2020.....	102
Figura N° 19: Se humedecieron las las 27 unidades experimentales.....	102
Figura N° 20 : Periodo 1 pasado los 10 días del tratamiento.....	102
Figura N° 21: Periodo 2 pasado los 20 días del tratamiento.....	102
Figura N° 22: Periodo 3 pasado los 30 días del tratamiento.....	102
Figura N° 23: Toma de muestras del musgo y suelo para la caracterización de los parámetros físico-químicos en el período 1 de 10 días.....	103
Figura N° 24: Toma de muestras del musgo y suelo para la caracterización de los parámetros físico-químicos en el período 2 de 20 días.....	103
Figura N° 25 : Toma de muestras del musgo y suelo para la caracterización de los parámetros físico-químicos en el período 3 de 30 dias días.....	103
Figura N° 26: : Reactivos para los análisis de los parámetros físico químicos del suelo y musgo.....	103
Figura N° 27: 500g de suelo húmedo para el análisis granulométrico.....	103
Figura N° 28 : Se colocó el suelo en la estufa a 105°C X 60 min para determinar la humedad.....	103
Figura N° 29: Muestra en blanco y el suelo para determinar la materia orgánica.....	104
Figura N° 30: Titulación para determinar el C.I.C.....	104
Figura N° 31: Medición del pH.....	104

Figura N° 32: Medición de la C.E.....	104
Figura N° 33: Medición de la conductividad hidráulica del suelo.....	104
Figura N° 34: Medición de la temperatura.....	104
Figura N° 35: Encuesta del color del musgo	105

Resumen

La contaminación de los suelos por las diversas actividades antropogénicas se viene dando de manera que se deja al recurso sin sus propiedades innatas para usos como la agricultura, forestal u ocupación natural en otras actividades. La contaminación por hidrocarburos del suelo es una de las más importantes formas de contaminación. El objetivo general de la investigación fue determinar la eficiencia del musgo *Sphagnum magellanicum* para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo. El método consistió en utilizar el musgo *Sphagnum magellanicum* en tres periodos de tiempo (10, 20 y 30 días), con tres tratamientos y tres repeticiones cada uno (200, 300 y 400 gramos), en un total de 27 unidades experimentales los cuales fueron realizados a nivel de laboratorio. Los resultados obtenidos en los 30 días demostraron que el tratamiento 3 fue el más óptimo donde se absorbió el 74.41% de hidrocarburos a comparación del tratamiento 2 que fue de 67.06% y el tratamiento 1 de 58.01%. En el tratamiento 3 se empleó 400 gramos de dosis del musgo *Sphagnum magellanicum*.

Palabras clave: Musgo *Sphagnum magellanicum*, hidrocarburos totales de petróleo, remediación de suelos.

Abstract

The contamination of soils by various anthropogenic activities has been occurring in such a way that the resource is left without its innate properties for uses such as agriculture, forestry or natural occupation in other activities. The contamination of the soil by hydrocarbons is one of the most important forms of contamination. The general objective of the research was to determine the efficiency of *Sphagnum magellanicum* moss for the treatment of soils contaminated by total petroleum hydrocarbons. The method consisted of using *Sphagnum magellanicum* moss in three periods of time (10, 20 and 30 days), with three treatments and three repetitions each (200, 300 and 400 grams), in a total of 27 experimental units which were carried out at laboratory level. The results obtained in the 30 days showed that treatment 3 was the most optimal where 74.41% of hydrocarbons were absorbed compared to treatment 2 which was 67.06% and treatment 1 58.01%. Treatment 3 used 400 grams of doses of *Sphagnum magellanicum* moss.

Keywords: *Sphagnum magellanicum* moss, total petroleum hydrocarbons, soil remediation.

I. INTRODUCCIÓN

Los derrames accidentales, y las malas prácticas ambientales que se ocasionan como el caso de la exploración y explotación de hidrocarburos, han deteriorado los ecosistemas acuáticos, también los del suelo y el aire, llegando a generar impactos severos, al medio ambiente, de aquí se pudo obtener la problemática, la que ayudara a solucionar este tipo de contaminación tratando al suelo con hidrocarburos totales de petróleo utilizando el musgo *Sphagnum magellanicum*, para revertir los efectos que se aprecian en los suelos, donde son deteriorados la macro y micro fauna del suelo, dejándolos sin materia orgánica y los nutrientes básicos para la reproducción de las plantas.

El desarrollo de investigación propone la fitodegradación con la finalidad de beneficiar social, económica, tecnológica y ambiental en lugares donde ocurren estos eventos. Por lo tanto, la fitorremediación, está basada a la transformación química de los contaminantes, donde utilizaremos musgos que satisfacen sus requerimientos nutricionales y de energía, llegando a desintoxicar al suelo de los hidrocarburos, utilizando métodos exógenos, teniendo en cuenta que la fitorremediación ocupa un lugar importante porque esta es una tecnología emergente basada en el uso de plantas nativas de la zona como nuestra selva peruana. La técnica empleada puede ser in situ después de evaluarlo en el laboratorio.

La fitorremediación utilizara mecanismos como la desintoxicación del contaminante siendo estos, fitoextracción, rizofiltración, fitoestimulación, fitoestabilización, fitovolatilización y fitodegradación, donde la primera consiste en absorción del contaminante por sus rizoides; acumulándolos en sus ramas foliosas siendo unas de las propiedades del musgo *Sphagnum magellanicum*, las que mediante una fitoestimulación donde sus rizoides expuestas a los hidrocarburos del petróleo. También realiza una fitoestabilización porque se pone denso no permitiendo la movilidad del contaminante, evitando así a que se filtre a capas más profundas, ocasionándose la fitodegradación donde los contaminantes orgánicos se transforman en moléculas más simples, teniendo como indicador el crecimiento del musgo, siendo

así de suma importancia el uso de los musgos *Sphagnum magellanicum*, en la reducción de hidrocarburos de suelos contaminados.

La población mundial que superara los 9000 millones en el 2050, es una preocupación por la seguridad de los alimentos, la que depende de capacidad de cuidar los suelos sanos para tener un buen rendimiento de tierras agrícolas, donde se puede observar que la contaminación por derrames de hidrocarburos totales, nos está afectando negativamente en todo el mundo.

China es un país donde el 70% de sus playas están contaminadas, la industria del petróleo, que comercializan hace que desde satélites espaciales se pueda apreciar la contaminación afectando sus niveles freáticos y por consiguiente el suelo donde se está perdiendo ya casi en su totalidad, en los estados unidos en segundo puesto en emisiones de CO₂ y en el uso de fertilizantes, como el negocio de las grandes empresas petrolíferas que son los que otorgan poder económico, que vienen degradando los suelos donde se utiliza gran cantidad de agroquímicos debido a los impactos severos que ocasionan los derrames de hidrocarburos totales. En Brasil, la deforestación del amazonas, la caza furtiva, y la contaminación del suelo por los hidrocarburos es preocupante, ya que está en el cuarto lugar donde la extinción de especies que están amenazados por pérdidas de sus suelos y habitad. El Perú, ya tiene problemas de contaminación ambiental de manera creciente en la selva debido a los derrames de petróleo, teniendo altos índices de hidrocarburos totales en las zonas de cultivo de plantas que forman el pulmón del planeta. Por tal motivo, el desarrollo de investigación propone la descontaminación de los, suelos contaminados con hidrocarburos utilizando un método de fitorremediación con el musgo *Sphagnum magellanicum*, proponiendo la fitoextracción, rizofiltración, fitoestimulación, fitoestabilización, fitovolatilización y fitodegradación debido a su potencial de regenerarse y realizar las transformaciones en compuestos más simples manejables para desarrollo de las plantas que beneficiaran a la conservación de habitad de los ecosistemas existentes siendo una biotecnología apropiada y amigable al ambiente.

De la realidad problemática en la investigación se planteó el problema general: ¿Cuál es la eficiencia del musgo *Sphagnum magellanicum* para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo?; por consiguiente, los problemas específicos: ¿Cuáles son las características físico químico inicial y final del musgo *Sphagnum magellanicum* para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo?, ¿Cuál será la mejor dosis del musgo *Sphagnum magellanicum* para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo? y ¿En qué tiempo de aplicación será mejor el musgo *Sphagnum magellanicum* para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales?.

La justificación de la investigación, tiene como aporte la descontaminación de suelos contaminados con hidrocarburos utilizando tecnología innovadora que es bueno para el bienestar social, económico, ambiental, donde se propone el uso del musgo *Sphagnum magellanicum*, permitiendo la transformación de los hidrocarburos en compuestos más simples cuando absorben y detienen que estos fluyan a niveles más profundos, no permitiendo que lleguen a los niveles freáticos. A nivel social, permite mejorar la problemática de la investigación controlando los daños que originan a la salud, toda vez que los hidrocarburos contaminan aire, suelo, agua. En el nivel económico, el control del contaminante en el suelo será fundamental en la obtención de alimentos más sanos, y el uso del musgo *Sphagnum magellanicum*, reducirá a costos viables la contaminación generada por derrames de los hidrocarburos. En el nivel ambiental, se controlará la pérdida de suelos productivos, recuperando los ecosistemas como la macro fauna y micro fauna del suelo como su materia orgánica, también el control de los macronutrientes, importante porque no habrá deforestación con pérdidas de la fauna silvestre como aérea que en muchos casos utilizan como refugio y descanso en el ciclo de su vida. En lo tecnológico, la investigación propone una tecnología innovadora porque su proceso no genera otros tipos de residuos, no utiliza productos químicos, que reducen al contaminante, pero se pierde fauna, ni lavados de suelos donde se pierden los nutrientes del suelo. Por lo tanto, es viable, y sostenible su utilización.

La investigación tuvo como objetivo general: determinar la eficiencia del musgo *Sphagnum magellanicum* para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo. Asimismo, los objetivos específicos fueron: determinar las características físico - químico del musgo *Sphagnum magellanicum* inicial y final para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo, determinar la mejor dosis del musgo *Sphagnum magellanicum* para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo y determinar el mejor tiempo de aplicación del musgo *Sphagnum magellanicum* para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales

Por otro lado, la hipótesis general fue: la eficiencia del musgo *Sphagnum magellanicum* es el 60% para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo. De igual manera, tuvo como primera hipótesis específica, las características físico químico inicial y final del musgo *Sphagnum magellanicum* produce efectos para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo; como segunda hipótesis específica, será 400g la mejor dosis del musgo *Sphagnum magellanicum* para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo y como tercera hipótesis específica, será 30 días el mejor tiempo de aplicación del musgo *Sphagnum magellanicum* para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales.

II. MARCO TEÓRICO

ALI, N [at el] (2020), en su investigación realizaron una explotación activa con espumas surfactantes estabilizadas, aniónicas y no iónicas con nanopartículas para recuperar los suelos contaminados con hidrocarburos de petróleo. Tiene como objetivo la eliminación de hidrocarburos utilizando surfactantes químicos con un sistema a nanoescalas. Los resultados fueron presentar las notables posibilidades que pueden ofrecer los surfactantes los surfactantes prístinos y las espumas de surfactante estabilizadas con PN para remediar el suelo contaminado con hidrocarburos de petróleo, ya que presentaron una alta complejidad de formación de los surfactantes con la presencia de los hidrocarburos del suelo.

ALVAREZ, Héctor (2015), en su investigación de biorremediación de zonas contaminadas por hidrocarburo involucrando varias variables, teniendo como objetivo analizar y preservar el ambiente para las nuevas generaciones manteniendo el buen potencial productivo, remediando así los lugares contaminados. El tratamiento se basa en la utilización del microorganismo para degradar el contaminante, adaptándose a condiciones extremas. En conclusión, utilizar la técnica de biorremediación dependiendo del contaminante debido a los factores físicos, químicos y geológicos es viable dado a los resultados obtenidos en su proceso de remediación.

ARÉVALO, Maria, OBERPAUR, Christel y MÉNDEZ, Cristian (2016) realizaron la investigación de incorporación del musgo *Sphagnum magellanicum* en fibra de coco como materia orgánica del sustrato para el arbusto de Kiwi, que tiene por objetivo evaluar cómo afecta la incorporación del musgo *Sphagnum magellanicum* en fibra de coco como materia orgánica del sustrato para los arbustos de Kiwi. Esta investigación es de diseño estadístico, se realizó en bloques y fue completamente al azar, se adaptó un invernadero en Chile en Paine, Región Metropolitana, se realizaron 16 mezclas de diferentes sustratos en relación al volumen, en cada sustrato se utilizó cuatro semillas de kiwi. Los resultados concluyeron en que el sustrato de la mezcla estuvo a un 80% del musgo *Sphagnum* compuesto con un 20% de arena y la fibra de coco estuvo a un 80% el cual se combinó con 20% de

arena, se comparó con el sustrato, el cual indica que es apto para la producción de arbustos de kiwi. Se recomienda que si se aplica constantemente se utilicen materiales inertes con muy bajo o nula Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).

ARIAS, Velásquez y ANDREA, Johana (2017), en su investigación realizada de análisis de suelos contaminados por hidrocarburos mediante la fitorremediación utilizando biotecnología de recuperación, Colombia, el cual tiene por objetivo realizar una síntesis informativa sobre los suelos contaminados por hidrocarburos y determinar la fitorremediación utilizando biotecnología de recuperación. Los resultados concluyeron en que los principales factores evidencian la contaminación de las masas de agua y los suelos por hidrocarburos que son derrames fortuitos, mediante la extracción, explotación y transporte de estos. Por lo que son los principales causantes de contaminar los medios naturales que son fuente de vida para un ecosistema el cual es alterado generando pérdidas importantes de flora y fauna silvestre. Una de las ventajas que se pudo destacar es que para descontaminar los suelos o cuerpos de agua de forma natural es de gran ayuda los procesos biológicos y plantas que son capaces de absorber hidrocarburos sin alterar el medio natural en el que se encuentren.

AUTRA, Irina [et al] (2018), Realizaron la investigación para minimizar los riesgos ocasionados en la salud mediante el uso de campos magnéticos para la remoción de suelos contaminados por hidrocarburos. Tuvo como objetivo evaluar los riesgos que presentan en la salud humana los hidrocarburos totales de petróleo, especialmente en hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP). La metodología utilizada se realizó por remediación electroquímica, basado en un campo magnético en un tiempo de 20 días. Los resultados obtenidos fueron significativos cuando se usó 15 V (1V/cm), siendo las características medidas del suelo el pH, potencial redox, la fuerza iónica para poder determinar la eficiencia de remediación. Siendo el grado de remoción del 50% de TPH y 46% de HAP. Al aplicar este método se logró reducir el contaminante a un grado aceptable de exposición para los trabajadores industriales.

BASUMTARY, Basumatary y BORDOI, Sabitry (2016), en su investigación realizada de fitorremediación utilizando *cynodon dactylon* en suelos contaminados con petróleo, el cual tiene por objetivo determinar la eficiencia del *cynodon dactylon* en suelos contaminados con petróleo. Los procedimientos se realizaron en casa de la red, para que se pueda determinar la tolerancia del *cynodon dactylon* en los suelos contaminados por hidrocarburos con la aplicación de dos fertilizantes. Las plantas fueron monitoreadas en un plazo de 180 días para luego ser analizada y observar si hay reducción de la concentración de petróleo. Los resultados concluyeron en que en el crecimiento de la planta y la biomasa se redujo en un 33.8% y 21.9%. Por otra parte, la fertilización fue de menor nivel, ya que condujo una mayor producción de biomasa. Esto debido a que los crecimientos de las raíces se redujeron por los efectos de la concentración de hidrocarburos.

BENGTSSON, Fia, HAKAN, Rydin y HAJEK, Tomas (2018), en su investigación sobre la determinación bioquímica de la calidad en las 15 especies del musgo *Sphagnum*, que tiene como objetivo evaluar la calidad de las 15 especies en comparación a su hábitat natural para ser representado en otros. Se utilizaron el mismo parche para las 15 muestras de medición de su descomposición, tomando muestras y réplicas por cada especie. Las muestras tomadas fueron de 10 cm diámetro de núcleo de cada especie. En los resultados no se encontraron ningún signo de reparación para las especies en cuanto a la producción de su metabolismo, sino la disminución de velocidad de estos en la combinación de sus concentraciones. En conclusión, los metabolismos que pueden afectar la calidad de las demás especies de la camada de los *Sphagnum* y solubles.

BOUZID, Ihd [at el] (2019), en su investigación realizaron la evaluación de la comparación de un tratamiento anisótropos contaminados con hidrocarburos y oxidante a base de espuma de suelos no saturados, tuvo como objetivo distribuir equitativamente el PS en suelos anisótropos y no saturados contaminados con alquitrán de hulla. El agua fue un fluido suministrado con una mínima eficiencia por la hidrofobia presente en los suelos contaminados. El surfactante mejoró la distribución de PS en las zonas contaminadas invirtiendo la humectabilidad y

disminuyendo la tensión interfacial del suelo. Independientemente de los contrastes de contaminación por alquitrán de hulla (0 frente a 5 y 1 frente a 10 g kg de suelo-1) o de los fuertes contrastes de permeabilidad, la inyección de la solución de PS después de la inyección de espuma dio lugar a la entrega más uniforme de reactivos. Por otro lado, la concentración de PS varió más de 5 veces entre zonas usando los métodos W-PS y S-PS, esto varió menos de 1,6 veces cuando se usó el método F-PS. Finalmente, a pesar de las condiciones desfavorables, el método a base de espuma no mostró ningún efecto perjudicial en lo que respecta a la oxidación de hidrocarburos en comparación con los métodos W-PS y S-PS realizados en condiciones ideales. Las tasas de degradación de los hidrocarburos obtenidos fueron ligeramente superiores al utilizar F-PS que S-PS debido a un menor contenido de surfactante en la zona objetivo.

CEVALLOS, Tanya y GARCIA, Jonathan (2018), en su investigación utilizando *Pleurotus ostreatus*, *Aspergillus niger* y *Pseudomonas aeruginosa* para la degradación de suelos contaminados por petróleo, teniendo como objetivo estimar la capacidad de biodegradación. Las muestras experimentales se aislaron para posteriormente identificar los parámetros físico-químicos, se emplearon 6 unidades experimentales durante tres meses. Los resultados del tratamiento oscilaron del 44% al 10% de biodegradación. Esto debido a la complejidad enzimática que presentaron los microorganismos que se utilizaron para la remoción del suelo.

CARVAZO, Judith, PÉREZ, Beatriz y MAURICIO, Amparo (2014), en su investigación de sobre el derrame de petróleo que trae como consecuencias a los suelos agrícolas Acatzingo, México, que tiene como objetivo evaluar las consecuencias de hidrocarburos derramado en Acatzingo. La metodología de investigación es de cualitativa y diseño transversal con nueve unidades experimentales. Los resultados concluyeron en que las persona encuestadas dijeron que se incrementó la frecuencia debido al fraude del petróleo.

CHECKER, Luciana, et al., (2017), en su investigación de propágulos de bacterias degradantes de hidrocarburos de petróleo en los manglares, el cual tiene como objetivo evaluar el efecto del gasoil marino en la supervivencia y desarrollo de tres

especies diferentes de propágulos de manglar con o sin una asociación bacteriana que degrada los hidrocarburos y la posible utilización de propágulos para la remediación de manglares afectados por el petróleo. La investigación se realizó en un invernadero, cerca de un manglar del cual se recolectó muestras de propágulos y sedimentos de *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* y *Avicennia schaueriana*. La asociación bacteriana estaba compuesta por *Bacillus* spp., *Rhizobium* spp., *Pseudomonas* spp., *Ochrobactrum* spp. y *Brevundimonas* spp. Después de 6 meses *L. racemosa* y *A. schaueriana* solo sobrevivieron en tratamientos de control y *R. mangle* mostró niveles altos de supervivencia más altas de las tres especies, lo que indica que diferentes especies de manglares no respondieron de manera uniforme a los derrames de petróleo. Los propágulos de *R. mangle* son mucho más resistentes y la asociación bacteriana que degrada los hidrocarburos probó que puede ser aplicable en la fitorremediación de contaminantes.

CHINEDU, Jude, et al., (2016), en su investigación de modificación superficial de vainas *Delonix regia* como sorbentes para la contaminación de petróleo crudo en aguas para estudios cinéticos, que tiene como objetivo utilizar para la influencia de acetilación y un proceso de absorción de petróleo crudo. Las vainas se recolectaron, teniendo un buen corte y molido, seguidamente se lavó con agua destilada para poder extraer elementos extraños y composiciones solubles de agua. Posteriormente se secó, para luego ser tamizado. Los resultados obtenidos sobre la absorción de acetilación muestran que la DRP modificaron con una eficiencia para el tratamiento de masa de agua alterado por el petróleo crudo, jugando un papel importante en el grado de acetilación.

DEVATHA, C., VISHRNU, A. y PURNA, J. (2019), en su investigación sobre determinar los parámetros físico y químicos en los suelos contaminados por petróleo para posterior remoción, el cual tiene por objetivo evaluar las características físico químicas del suelo para remediar la contaminación por petróleo. Se recolectó dos muestras de suelo de playa y un área industrial, se procedió a realizar una profundidad superficial entre los 40 y 50 cm el cual se llevó de inmediato a

laboratorio para su posterior análisis físico- químico. Los resultados físico químicos que comprenden los hidrocarburos totales de petróleo contaminados son el petróleo crudo que puede variar de 0 a 10% en un rango de 2%, y las muestras no contaminadas de la planta. Además, se reveló que es perjudicial para la atmósfera del suelo, finalmente la remediación por *Chromolaena* es efectiva en el lugar 1 con un 53% y 46% mientras que el suelo del lugar 2 con un 54% y 58%, para la eliminación de hidrocarburos de petróleo es en una duración de 7 semanas siguientes. Finalmente, en el lugar 1, se mostró que la maleza es mayor la eficiencia de la eliminación en el suelo con un 5% de la alteración de aceites en el 10%, durante las muestras en el lugar 2 fue al revés debido al tipo de suelo.

DIAZ, Miguel, et al., (2018), en su investigación realizada de elementos que absorben hidrocarburos en aguas y suelos, el cual tiene como objetivo estudiar la producción de elementos que absorben hidrocarburos en aguas y suelos. Para su posterior preparación de requirieron 30 kilogramos de material absorbente seco, mediante un tratamiento químico de bagazo, luego fue secado durante 72 horas a temperatura ambiente, el cual fue sometido a un tratamiento de hidróxido de sodio y peróxido de hidrógeno. Los resultados concluyeron en que, en su etapa inicial de absorción, el hidrocarburo es absorbido por las interacciones y fuerzas de Van Waals entre las ceras y el hidrocarburo que se encuentran en la superficie, el material absorbente obtuvo la capacidad de absorber un promedio de 5.13 y 5.30 gramos de hidrocarburos en agua y en suelo.

DIAZ, Maria y SILVA, Wladimir (2012) realizaron la investigación de utilización de musgo *Sphagnum* que producen turberas para mejorar técnicas de cosecha, que tiene como objetivo evaluar la máxima profundidad de cosecha que tiene el musgo en su regeneración. Se dividieron las muestras en secciones agrupadas con distintas profundidades marcando la cantidad de brotes verdes mensualmente. Los resultados obtenidos en el estudio, durante 6 meses, se obtuvieron el 90% de efectividad a una escala de 12 cm de profundidad. Se concluye que se debe cosechar por debajo de los 12 cm de la superficie, se recomienda utilizar esta técnica para el uso adecuado del recurso en un desarrollo sostenible.

DINDER, Efsun, et al., (2017), en su investigación sobre las consecuencias sobre la aplicación de lodos aguas de residuales para las actividades enzimáticas en la alteración del suelo por petróleo, que tiene como objetivo estimar los posibles efectos del contaminante para las actividades enzimáticas del suelo, a la vez se determinó la eliminación de los hidrocarburos totales. El estudio se realizó durante 150 días, mejorando significativamente después de la aplicación de lodos de aguas residuales. Los resultados indicaron que la degradación de los suelos contaminados por petróleo crudo (80% para dosis de 0.5% y 83% para dosis de 5% a 18 °C) (94% para dosis de 0.5% y 92% para dosis de 5% a 28 °C), después de la incubación de un periodo de 150 días. Esto estimuló el crecimiento microbiano y el desarrollo enzimático. Los resultados mostraron que el suelo UA evidenciaron una respuesta resistente para el tratamiento del petróleo. Además, la alteración del suelo tuvo un efecto negativo en el desarrollo de la deshidrogenasa del suelo (DHA).

DOMINGUEZ, V [et al] (2018), en su investigación realizado uso Lirio de agua (*Nymphaea* sp.), una enmienda orgánica alternativa para el tratamiento de suelos contaminados con hidrocarburos utilizando la estabilización químico-biológica, que tiene como objetivo evaluar la alternativa de lirio de agua en lugar del cachazo de caña de azúcar. El tratamiento duro tres meses, donde se comparó el lirio de agua (con y sin adición de melaza) con la cachaza para el tratamiento de sedimentos arcillosos contaminados con petróleo crudo extrapesado mayor del 6%. Los resultados obtenidos de la concentración de hidrocarburos dieron del 15 al 23%, sin diferencias significativas ($P > 0,05$). Durante este procedimiento, el pH disminuyó al rango de 7-7,5 y la repelencia al agua a 3,5-3,6 M. Además, la capacidad de campo aumentó a 36,3-38,5% de humedad, estableciendo condiciones adecuadas para el desarrollo de la vegetación en este sitio. Asimismo, la toxicidad se redujo a prácticamente nula (bioensayo de *Vibrio fischeri*), y los hidrocarburos en los lixiviados se redujeron a 3,4-4,3 mg/l, condiciones adecuadas para la protección de las aguas subterráneas y la salud humana en las zonas rurales. Deduciendo que el uso de lirio de agua es un sustituto adecuado para la aplicación de este método de tratamiento en los lugares contaminados por hidrocarburos que están lejos de las zonas de producción de azúcar.

HASSEL, Kristian [at el] (2018), en su investigación realizaron la relación del *S. magellanicum* Brid. Con *Sphagnum divinum* (sp. nov.) y *S. medium* Limpr. Tuvo como objetivo ver la genética dentro del *S. magellanicum* y su diferencia morfológica asociadas a los otros grupos. Se presenta un nuevo concepto de especie de *S. magellanicum* que incluye una epitinificación, presentando importantes caracteres morfológicos para separar estas tres especies en el campo y bajo el microscopio. La ecología y la distribución difieren entre las especies; *S. divinum* tiene una amplia gama de hábitats que incluye el margen de fango, las turberas boscosas y los brezales húmedos, y una distribución circumpolar alrededor del hemisferio norte. El *Sphagnum medium* parece estar más restringido a los hábitats de expansión de los pantanos ombrotrofos y muestra una distribución anfibia-atlántica en el hemisferio norte. *Sphagnum magellanicum* tiene un nicho ecológico muy amplio en las turberas y se encuentra en la mayoría de los hábitats de fango de Tierra del Fuego, en el extremo sur de Sudamérica.

HERNANDEZ, Ismael, NAVAS, Gabriela y INFANTE, Carmen (2017), en su investigación de tratamiento con *Megathyrus maximus* para suelos contaminados por petróleo, que tiene como objetivo determinar la capacidad del pasto para fitorremediar el suelo contaminado. Se evaluaron en dos tratamientos, en el primero se tuvo que trasplantar el pasto y en el otro no se utilizó la planta, siendo las diferencias muy significativas. Los resultados obtenidos durante 120 días, en el primer caso se redujo en 17.1 %, mientras en segundo caso se redujo en 9.8%. Se concluye que favorece a la reducción de aromáticos y saturados en el primer caso, en el segundo solo los aromáticos.

IKEURA, Hiromi, et al., (2016), en su investigación de fitorremediación de suelos contaminados con la detección de nuevas plantas, el cual tiene como objetivo evaluar varias especies de plantas con flores ornamentales con la capacidad de fitorremediación para suelos contaminados por petróleo en condiciones ambientales. Además 33 especies de plantas se cultivaron en suelos contaminados con petróleo, y se seleccionó Mimosa, Zinnia, Gazania y ciprés para su posterior evaluación sobre su crecimiento inicial. Por consiguiente, se observaron diferencias

significativas en el peso de la materia seca sobre tierra y bajo tierra de *Gazania* con una duración 180 días después de la siembra entre parcelas contaminadas y no contaminadas. Sin embargo, las otras 3 especies de plantas murieron en el día 180, lo que indica que *Gazania* tiene una tolerancia especialmente fuerte para el suelo contaminado con aceite. Los resultados concluyeron en que la concentración total de hidrocarburos de petróleo de los suelos en los que se cultivaron las 4 especies de plantas disminuyó en un 45-49% en el día 180. En comparación con una parcela irrigada, la actividad de deshidrogenasa del suelo contaminado también aumentó significativamente, lo que indica un efecto de fitorremediación por las 4 plantas analizadas. *Mimosa*, *Zinnia* y ciprés murieron en el día 180 después de la siembra, pero las raíces se convirtieron en una fuente de nutrientes para los microorganismos del suelo, lo que provocó un efecto de fitorremediación al aumentar la actividad de degradación del aceite. Se ha indicado que *Gazania* es el más apropiado para la fitorremediación de suelos contaminados con petróleo.

GIELNIK, Anna [at el] (2019), En su investigación realizada para saber el efecto al momento de aplicar digestato en la diversidad de las comunidades bacterianas y respiración microbiana mediante la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos de petróleo desgastados. Tuvo como objetivo examinar el digestato como posible semilla microbiana y nutriente para biorremediar los suelos contaminados por hidrocarburos de petróleo. Se realizó 6 tratamientos con diferentes microcosmos utilizando dos suelos diferentes en textura, culminado los 30 días de incubación se pudo observar un 17.8% en suelos arcillosos y 12.7% en suelos arenosos arenosos en microcosmos que contenían digestato; un 13.4% en suelos arcillosos y 9% en suelos arenosos en bacterias inmovilizadas. La aplicación del digestato al suelo dio lugar al desarrollo de grupos microbianos distintos en suelos no modificados y modificados. Los géneros que contenían especies capaces de degradar los HTP como *Mycobacterium* y *Acinetobacter* fueron abundantes en el digestato y en los suelos enmendados con el digestato. La cuantificación de los genes alcalinos B, reveló una alta concentración de estos genes en la comunidad bacteriana del digestato. Tras la aplicación del digestato, el nivel de los genes alcánicos B aumentó significativamente en los suelos y se mantuvo alto hasta el

final del tratamiento. La investigación reveló un gran potencial del digestato como fuente de nutrientes y bacterias para la biorremediación del suelo contaminados por hidrocarburos de petróleo.

KANEEZ, Fátima, et al., (2018), en su investigación de fitorremediación exitosa de suelos contaminados por petróleo crudo en una compañía de exploración y producción de petróleo utilizando plantas y bacterias, el cual tiene como objetivo desarrollar sinergismo bacteriano-vegetal para la remediación exitosa de suelos contaminados con petróleo crudo. Se aumentó la asociación de tres bacterias endofíticas a dos gramíneas, *Leptochloa fusca* y *Brachiaria mutica*, cultivadas en suelo contaminado con petróleo (46,8 g de petróleo kg⁻¹ de suelo) en las cercanías de una empresa de exploración y producción de petróleo. El aumento de endófitos mejoró el crecimiento de las plantas, la degradación del petróleo crudo y la salud del suelo. Los resultados concluyeron en que demostró que el uso de endófitos con plantas apropiadas es una estrategia efectiva para la limpieza de suelos contaminados con petróleo en condiciones de campo.

LEGGIERI, Leonardo, et al., (2017), en su investigación de genética de citocromos utilizando la reacción en la cadena de polimerasa, teniendo como objetivo aplicar en muestras de arroyo afectado por petróleo crudo. Se usó como biomarcador las soluciones en fracciones del petróleo en hígado y branquias incluyendo en 96 horas en 5%. Los resultados obtenidos identificaron que el hígado de la trucha arcoíris tiene la capacidad de saber si hay contaminante de petróleo, debido a la exposición presentada. Estos pueden ser útiles en los monitoreos para remediación del factor contaminante.

LEÓN, Carolina [at el] (2019), en su investigación evaluaron los efectos del nitrógeno y el fosforo en la regeneración y el crecimiento del esfagno, realizado en la Patagonia. Tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de dos fertilizantes (NH₄NO₃ y NaH₂PO₄) en la regeneración y la tasa de crecimiento del *Sphagnum magellanicum* y el *Sphagnum falcatum*. Se llevó a cabo un experimento ex situ en micro y mesocosmos extraídos de tres localidades de la Isla Grande de Chiloé, Región de los Lagos, Chile. Los resultados informaron de que la

fertilización afecta al desarrollo del musgo *Sphagnum*, mostrando resultados positivos en el crecimiento en altura, mientras que tiene un efecto muy limitado en la regeneración. Nuestros datos muestran un impacto positivo de algunas concentraciones en condiciones climáticas naturales. Después de tres meses, los mesocosmos con 10 g/m² de NH₄NO₃ (3,5 g N/m²) para *S. falcatulum*, y 5 g/m² de NaH₂PO₄ (1,3 g P/m²) para *S. magellanicum*, demostraron diferencias estadísticamente significativas con respecto al control, con un crecimiento medio de 15,2 mm y 5,6 mm respectivamente. De acuerdo con los datos, podemos mostrar que estos tratamientos pueden considerarse para la propagación de musgo ex situ seguida de la reintroducción en el campo. Es necesario realizar experimentos de campo para comprender mejor la dinámica del nitrógeno en las turberas patagónicas; sin embargo, estos datos sugieren que se debe prestar atención a la contaminación no puntual de las aguas superficiales con nitrógeno, ya que los aportes excesivos pueden tener efectos importantes en el crecimiento de este recurso natural.

KOX, Martin, et al., (2016) en su investigación sobre consecuencias de la fertilización nitrogenada en función diazotrófica de microorganismos unido a *Sphagnum magellanicum* el cual tiene como objetivo estudiar el impacto de la mayor y menor cantidad de deposición de nitrógeno en microorganismos de fijación de N₂. Las actividades de los microorganismos están vinculadas al *Sphagnum magellanicum* por el cual lo determinaron mediante ensayos de reducción de acetileno y métodos diseñados de N₂, la respuesta al aumento de la deposición de nitrógeno es a corto plazo, se probó en musgos que se diferencian en los informes de fertilización de nitrógeno y potasio. Los resultados concluyeron en que se evidenciaron diferencias claras y permanentes de agrupaciones diazotróficas en función con *Sphagnum magellanicum* de lugares con deposición de nitrógeno alto contra baja, por consiguiente, aunque haya una deposición de nitrógeno que sea de fijación negativa de N₂, así como también se mostraron estudios de los efectos de falta de nitrógeno en la actividad diazotrófica que son a largo plazo en las agrupaciones más complejas. Asimismo, la disponibilidad de potasio logra ser un

factor mayor en la modulación diazotrófica agregado a *Sphagnum* a la deposición de nitrógeno.

LUSTOSA, Mayara, et al., (2018), en su investigación bacterias degradadoras de hidrocarburos de petróleo en los manglares contaminados, el cual tiene como objetivo evaluar el potencial degradante de las bacterias aisladas de los sedimentos de manglar en la degradación de los hidrocarburos de petróleo. El análisis de la diversidad genética utilizando el marcador de ARNr 16S reveló (99%) secuencias estrechamente relacionadas con proteobacteria, pseudomonas y *Exiguobacterium*. Los resultados mostraron el crecimiento bacteriano en el medio salino mineral (MSM) que contiene 1% de petróleo o diésel, como fuentes de carbono. Este crecimiento se determinó por la densidad óptica a 595 nm durante 15 días, con extracción de muestra cada 48 h. El crecimiento bacteriano indicó la metabolización de hidrocarburos. Sin embargo, las bacterias fueron más eficientes en la degradación del petróleo. En general, los datos experimentales mostraron la aplicación potencial de estas bacterias en los procesos de biorremediación, debido a sus capacidades metabólicas y adaptativas para crecer en un medio rico en hidrocarburos.

LIAO, Changjun, et al., (2016), en su presente investigación fitorremediación para la mejora de suelos contaminados por petróleo con biosurfactantes utilizando maíz (*Zea mays*. L), el cual tiene por objetivo mejorar los suelos contaminados por petróleo crudo utilizando una tecnología ecológica como es el maíz (*Zea mays*. L). El procedimiento que realizaron para dicho experimento maceta, se utilizó dos surfactantes (ramnolípidos y lecitina de soja) y un tensioactivo sintético (Tween 80) para que así sea mejor la fitorremediación del suelo contaminado por petróleo crudo por el maíz (*Zea mays*. L). Los resultados concluyeron en que los tensioactivos no afectan de manera importante en la producción de biomasa de maíz, no obstante, inhibieron la fluorescencia de clorofila en la hoja de maíz. Los hidrocarburos saturados fueron los principales componentes de petróleo el cual disminuye en el suelo, de la misma forma los hidrocarburos aromáticos policíclicos fue reiterada por la hoja de maíz por el tratamiento de ramnolípidos y tween 80.

MATSODOUM, Nguemté, et al., (2018), en su investigación realizó seis posibles especies de plantas para fitorremediar suelos contaminados por petróleo, el cual tiene como objetivo investigar la potencialidad de seis posibles especies de plantas para fitorremediar suelos contaminados por petróleo. Los procesos son de 3 modalidades que son: suelos plantados no contaminados, suelos plantados no contaminados y suelos plantados contaminados de las seis especies sobrevivieron sólo tres de nombre (*E. Índica*, *C. Dactylon*, y *una. sessilis*). Los resultados concluyeron que el crecimiento es relativo el cual mostró que la similitud de los parámetros del crecimiento de *E. indica* y *C. dactylon*, indicando que cada suelo contaminado y de centro, excepto *A. sessilis*. Además, los hidrocarburos totales del petróleo TPH tiene una eficiencia de eliminar que fue 82.56%, 80.69% y 77%.

MEDINA, R. [at el] (2020), En su investigación realizaron la exploración para efectos del uso de compostaje en la recuperación de suelos contaminados luego de un tratamiento por oxidación química. El objetivo de este estudio fue aplicar estrategias en el microcosmos de suelo luego de una oxidación química usando persulfato de amonio en suelos con HAP. Los resultados obtenidos fue una eliminación DEL 29% de HAP y un aumento considerable de biodisponibilidad. Debido al tratamiento oxidante, se redujeron significativamente los genes de la dioxigenasa HAP de la población bacteriana total y de la población gram-positiva y no se detectaron degradadores de HAP gram-negativos.

ORTEGA, Diana [at el] (2015), realizaron esta investigación para evaluar la eliminación del fluoranteno y el pireno por *Fusarium* sp, *anthropi* y su cocultura, que tuvo como objetivo eliminar los hidrocarburos aromáticos policíclicos de alto peso molecular que son tóxicos y recalcitrantes para la salud humana. El método utilizado fue aislar las 25 bacterias y 12 hongos filamentosos, los cuales tienen una capacidad de crecer sobre el fluoranteno y pireno como fuente de energía y carbono. Los *Ochrobactrum anthropi* BP y F3 y *Fusarium* sp. FP y F1 fueron seleccionados e identificados porque crecían rápida y abundantemente en ambos hidrocarburos. Los resultados obtenidos fueron eficientes en la eliminación de fluoranteno (49.85 y 49.36%) y fluoranteno (49.85 y 49.36%) de una concentración

inicial de 50 mg de L-1 realizados en 7 días de incubación. Además, se realizó un cocultivo compuesto por *O. anthropi*BPY y *Fusarium*sp. el cual se formó para eliminar el pireno y el fluoranteno a una concentración inicial de 100 mg de L-1 en un ensayo cinético de eliminación durante 21 días. Se determinó que la eliminación por cocultivo fue mayor con 87.95% en comparación a *Fusarium*sp, 68.95% y *anthropi*, 64.59%. Por otro lado para la eliminación de pireno por el cocultivo (99,68 %) fue similar a la obtenida por el cultivo puro de *Fusarium*sp. FPyF1 99.75% Este trabajo demuestra que el cocultivo formado por *Fusarium*sp. FPyF1 y *O. anthropi* tiene un mayor potencial para eliminar el fluoranteno que los cultivos individuales; sin embargo, el pireno puede ser eliminado eficientemente por *Fusarium*sp.

RAJALINGHAM, Kalyani (2015), en su investigación utilización de microorganismos que alteran la composición del petróleo y sus afecciones en la salud animal y humana, el cual tiene por objetivo determinar la efectividad de los microorganismos para alterar la composición del petróleo y sus afecciones en la salud animal y humana. Se utiliza la técnica de biotecnología e ingeniería genética para que así los microorganismos tengan mayor efectividad en alterar y degradar la composición del petróleo. Los resultados concluyeron que introducir microorganismos en gran escala deben ser controlados cuidadosamente, ya que cualquier efecto puede ser nocivo potencial a largo plazo, debe ser monitoreado y mitigado.

RIVERA, Noemí, et al., (2015), en su investigación fitorremediación utilizando *Cyperus laxus* de suelos en lugares envejecidos afectados por derrames de petróleo, el cual tiene por objetivo determinar la fitorremediación utilizando *Cyperus laxus* de suelos en lugares envejecidos afectados por derrames de petróleo. Las semillas de *Cyperus laxus* se cosecharon de un sistema de fitorremediación de invernadero de tres años establecido con plantas nativas de sitios afectados por derrames de petróleo. Las semillas se sembraron en macetas (60x20x20 cm) con tierra del sitio de control sin impacto, o con suelo de los lugares afectados por derrames de petróleo. Los resultados concluyeron en que los ácidos grasos de los extractos lipídicos de hojas de plantas cultivadas en suelo no contaminado y plantas del sistema de fitorremediación del suelo del sitio afectado por derrames de petróleo

que contiene 340 g / Kg de THC (S205) con respecto a una mezcla de verdaderos ácidos grasos como referencia. La planta *Cyperus laxus* es una especie capaz de sobrevivir a suelos contaminados con un alto nivel de petróleo.

SILVANA, Cecilia, et al., (2017), en su investigación de descomposición natural aerobia de hidrocarburos en suelos de la región de la Patagonia de Argentina. Tiene como objetivo estudiar el tiempo de degradación de las fracciones de petróleo con la incorporación de biosólidos. La investigación se realizó en intervalos constantes, en el que se tuvo recolectar muestras de suelo para determinar las características fisicoquímicas que tiene el suelo, ya que esta se encuentra en locaciones de explotación hidrocarburíferas que dañan de manera significativa los suelos de la región Patagonia Argentina. Los resultados mostraron que el pH es moderadamente alcalino (8.45 a 0.2), bajo contenido de carbono (0.10 a 0.1%), materia orgánica 0.15 a 0.08%), nitrógeno (0.01 a 0.005%), fósforo (13 a 0.02ppm), bajo en CIC (11.6 a 0.2 mEq/100g), retención hídrica de 0.3atm (3.30 a 0.2%), retención hídrica de 15 atm (1.80 a 0 %), lo cual se mostró una reducción de alcanos y aromáticos en bajo peso molecular durante 14 días. Se determinó que la biorremediación es viable cuando se agrega biosólidos, siendo eficaz en el tratamiento.

SIH, yu wang, et al., (2016), realizaron investigaciones de la biorrecuperación de suelos alterados en su composición natural por aceite, que tiene como objetivo evaluar un método exitoso para el mejoramiento de los suelos contaminado por lubricante y diésel. Se evalúan las condiciones óptimas para el tratamiento del suelo contaminado de hidrocarburos de petróleo con diferentes aditivos (nutrientes, adición de lodo activado en las instalaciones de agua residuales de la refinación de petróleo, los resultados demuestran 0.01 l/ d aditivos del lodo activado y el compost resultan aumento de población microbianas del suelo el cual requiere de mayores medidas. Los resultados concluyeron en dimensiones correctivas que sea agresivas para mejorar la biodegradación de TPH.

STRECHE, Constantin, et al., (2018), en su investigación de descontaminación de suelos alterados por petróleo usando técnicas de electroquímica de consumo y remediación de energía, el cual tiene por objetivo principal determinar el

comportamiento de los contaminantes durante la aplicación del método de remediación. El método de la investigación es electrorremediación, se usó un método experimental el cual incluye componentes como una celda electroquímica, fuente de alimentación y electrodos como un ánodo y cátodo. Los resultados concluyeron en que se aumentó la cantidad de suelo tratado, en un promedio 3 veces más a su tamaño, el cual causó una menor cantidad de consumo de energía en un 56% aproximadamente.

WANG, Jingxiu, et al., (2015), en su investigación realizada de Bacterias adaptadas al frío para la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos, el cual tiene por objetivo descubrir cepas de bacterias que sean capaces de adaptarse a condiciones climáticas frías y analizar su capacidad de biorremediar contaminantes de hidrocarburos. Se obtuvieron 11 cepas de bacterias adaptadas a temperaturas altas se procedieron a ser aisladas con lodo aceitoso el cual tomó un ambiente frío, las cepas identificadas son *Chryseobacterium*, *Bacillus* y *Pseudomonas*, se demostró que su eficiencia era alta para degradar los suelos contaminados por petróleo en cuanto la función de curvas de crecimiento y la tasa de exclusión de aceite. Los resultados concluyeron en que las tres bacterias *Chryseobacterium*, *Bacillus* y *Pseudomonas*, después de 8 días eliminaron 62.3, 61.6 y 60.9%.

WANG, Shijie, et al., (2016), en su investigación de biorremediación de suelos contaminados por petróleo utilizando tallos de algodón, el cual tiene por objetivo determinar la capacidad de absorción de petróleo utilizando tallos de algodón. La explotación agrícola tuvo una duración de 39 meses, la concentración inicial de hidrocarburos totales de petróleo fue de 12.57 mg g⁻¹ para suelos contaminados con lodos de hidrocarburos, la fracción saturada y función aromática tuvo la eficiencia de eliminación del TPH de 68.48%, 90.04% y 85.55%. Los resultados concluyeron en que la cantidad de diversidad biológica microbiana del suelo reveló una mejora, y 23 cepas dominantes aisladas demostraron un cambio de estructura en la comunidad del suelo en las especies de hidrocarburos, en las que se encuentran *Pseudomonas sp.*, *Marinobacteria sp.*, *Thermoanaerobacter sp.*, *Streptococcus sp.*, *Shewanella sp.*, *Bacillus sp.*, Etc.

WANG, Shuguang, et al., (2017), en su investigación del deterioro del suelo contaminado por petróleo y su posible remediación, tiene por objetivo analizar las composiciones y propiedades de los contaminantes del petróleo. Por consiguiente, este artículo recolectó una gran cantidad de investigaciones bibliográficas para poder realizarlo. El método que realizaron para recuperación del suelo actual contaminado por petróleo, se contrastaron la ventaja y desventajas de los tipos de tecnologías de biorremediación. Los resultados concluyeron que debido a las deficiencias de las investigaciones previas y a las dificultades existentes, se hizo una perspectiva de remediación química y física, la biorremediación y recuperación por microorganismos.

WU, Manli, et al., (2017), en su investigación de biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos mediante la degradación de una población microbiana y determinado la actividad, el cual tiene por objetivo determinar la eficiencia de la población microbiana utilizando un analizador que contiene aceite de fotómetro infrarrojo espectrometría de masas por gases de cromatografía. se procedió a rotular mediante el procedimiento del número más probable modificado, por el cual las actividades de degradación de hidrocarburos degradadores el cual se determina mediante un ensayo de microplacas biolog. Los resultados concluyeron en que las tasas de degradación de TPH y alcanos aumentó la población y actividad degradadora de TPH, por lo que son correlaciones lineales, mientras que se observó en el PAH tasa de degradación y de aumento de actividades y población de PAH, el cual es correlacional. Por lo tanto, el procedimiento de MPN y ensayo de Biolog son procesos que son eficientes para poder evaluar el alcano y TPH.

WU, Tao, et al., (2019), en su investigación sobre caracterizar y utilizar la cepa endofíticas de *Bacillus safensis* ZY16, para un mejor desarrollo de fitorremediación para suelos contaminados por petróleo, que tiene como objetivo identificar la cepa como una endófito que degrade los hidrocarburos promoviendo el crecimiento de las plantas. En este estudio se tomaron muestras de las plantas *C. virgata* de un suelo salino alterado por petróleo crudo, posteriormente se utilizaron seis unidades

experimentales durante 120 días. Luego se extrajo la muestra de suelos utilizando diclorometano para medir la concentración gravimétrica. Los resultados obtenidos del análisis BLAST de secuencias de ADNr 16S identificaron que el aislamiento de ZY16 está relacionado con *B. safensis* PgKB20 (MF979091) y *B. safensis* OLF30 (MH542250).

El análisis granulométrico es el porcentaje que se determina a la graduación y medición cuantitativa de la distribución de los tamaños de las partículas del suelo. El procedimiento comprende la preparación del tamizado del apartado arenoso y la velocidad de sedimentación en el compuesto de agua de la arcilla y el limo. (THOMPSON y TROEH. 2002, p.59)

La capacidad de campo del suelo determina la cantidad de agua existente que se expresa como humedad gravimétrica en unidad de porcentaje. Su magnitud está en función de la textura del suelo presente y su conductividad hidráulica. (VELA y CASTAÑO, 2001, p. 76)

La temperatura y precipitación son fundamentales para controlar la dinámica del carbono orgánico del suelo. El incremento de temperatura en el ambiente trae como consecuencia la pérdida de carbono en el suelo. (FAO, 2017, p.15)

INTAGRI (2015), Menciona que es la capacidad del suelo que tiene para retener y liberar iones que son positivos. La capacidad de intercambio catiónico es la suma de todos los cationes que son intercambiables del suelo, mientras mayor sea el CIC mayor será la cantidad de cationes que pueda retener.

FAO (2009), menciona que el color del suelo en su composición presenta una oxidación-reducción. Esta se determina por el revestimiento de las partículas muy finas de materia orgánica siendo de color oscuro por la humificación, las de óxido de fierro son de color amarillo, anaranjado, pardo y rojo), las de óxido de manganeso de color negro y otros que pueden ser debido al color de la roca parental.

BÁRBARO, Lorena, KARLANIAN, Mónica y MATA, Diego (2017), se refiera a la medición de la conductividad eléctrica como una concentración de sales solubles. Además, tiene la capacidad de conducir corriente eléctrica.

La conductividad hidráulica es una característica que nos indica la facilidad del ingreso del agua por los poros del suelo, tiene una relación directa y depende directamente de la porosidad. (NOVILLO, et al., 2017, p. 178)

La temperatura es un factor importante para el control de la dinámica del carbono orgánico del suelo. El cambio climático se desarrolla por la compleja interacción de la temperatura y humedad. Esta produce suelos extremadamente difíciles y adversos en cuanto a la productividad y descomposición de material orgánico del suelo (FAO, 2017, p. 15)

La densidad es el peso seco en gramos de un sólido dentro de en un volumen establecido. Lo cual incluye espacios de poros entre sus partículas. Están relacionados por su volumen y masa, lo cual establecen los siguientes conceptos: Densidad aparente y densidad real. (NUÑEZ, 2000, p.67)

La densidad aparente del suelo es la cantidad de unidad del volumen de un suelo seco. Este refleja la porosidad total del suelo, siendo importante para saber la condición y función que cumple dentro de un ecosistema. Una densidad aparente alto en el suelo refleja carencias en el crecimiento de raíces de plantas. También cambios negativos en la función hidrológica natural, como la reducción de la infiltración del agua. (FAO, 2009, p. 51)

La densidad real es una propiedad fundamental del suelo que nos permite calcular el volumen total de los poros. No se alteran ni por el tamaño de sus partículas ni por los cambios que se dan en su volumen. (THOMPSON y TROEH. 2002, p.82)

La humedad es también conocido como contenido de agua, es la cantidad de agua contenida en un sólido. Se expresa volumétricamente en base a un volumen y gravimétricamente en base a una masa. La humedad del suelo depende

principalmente de las plantas, el clima, la profundidad, condiciones y características de su propio perfil. (FOTSYTHE, 2005, p.17,18)

La humedad gravimétrica es una manera básica de expresar la humedad del suelo, que tiene una relación entre la masa de fracción sólida con la masa de fracción líquida. Se expresa en porcentaje para calcular la humedad del suelo. (FOTSYTHE, 2005, p.18,19)

La materia orgánica es una sustancia orgánica que resulta de una descomposición, varía de color pardo y negro. Generalmente tiene un efecto positivo en el suelo en cuanto a sus propiedades físicas, dándole estabilidad estructural y favoreciendo la penetración del agua y su retención. Además, favorece el proceso biológico, sirviendo como nutrientes para los vegetales (JULCA, et al., 2006, p.50)

La porosidad del suelo se determina por la relación que existe entre el volumen o espacio que ocupan los poros y volumen total existente. La unidad se mide en porcentajes. Los poros son grietas, agujeros o huecos del suelo. (BLUM, 2008, p. 202)

El potencial redox del suelo es una característica físico-química importante que se utiliza para determinar el estado en el que se encuentra la aireación del suelo, a su vez también la disponibilidad de nutrientes que podemos encontrar en ella. (FAO, 2009, p. 37)

El nitrógeno es un elemento importante de la composición del ser vivo como las vitaminas, proteínas, hormonas y el ADN. Se puede presentar como inorgánicos y orgánicos en distintos estados de oxidación (RODRIGUEZ, MCLAUGHLIN y PENNOCK, 2019, p. 20)

Cuando la concentración de nitrógeno es excesiva trae efectos negativos sobre el rendimiento del suelo agrícola en cuanto a la producción, debido a la descomposición de la materia orgánica del suelo (RODRIGUEZ, MCLAUGHLIN y PENNOCK, 2019, p. 21)

FAO (2009), se refiere sobre la textura del suelo, está compuesto por partículas y fracciones de minerales de diferentes tamaños, las cuales las más gruesas son denominadas arenas, las medianas limos y las pequeñas arcillas.

Osinergmin (2017), nos menciona que el petróleo es una mezcla que está constituido principalmente por hidrógeno y carbono en estado líquido almacenados en zonas subterráneas por un largo periodo. Esta se origina por la acumulación de materia orgánica depositados junto a otros sólidos que logran descomponerse, al encontrarse a una mayor profundidad y presión, eso sumado a la escasez de aire y temperatura desarrollando un proceso químico que naturalmente produce petróleo crudo.

Los hidrocarburos totales de petróleo (TPH), es un término que se utiliza para agrupar mezclas de sustancias químicas que son derivados del petróleo crudo. Los principales elementos que componen los TPH son el carbono e hidrógeno. La cantidad de TPH sirve como un indicador de contaminación del suelo u otro elemento importante en la superficie terrestres. (ATSDR, 1999, p. 12)

La contaminación es la incorporación de elementos o sustancias tóxicos al ambiente que en un periodo de tiempo serán perjudiciales para el ecosistema. Este afecta a los recursos naturales básicos como el agua, aire y el suelo. Además, provocan enfermedades digestivas y respiratorias en el hombre, debido a que provienen de una fuente determinada (Bermúdez, 2010, p.5).

ALONSO, Raquel (2012) se refiere a la contaminación de la siguiente manera, son cuyas propiedades que fueron alterados por presencia de compuestos químicos de origen antropogénico, naturalmente causan algún daño a la salud.

ORTIZ, Irene, et al., (2018), se refiere a contaminación de suelos como la acumulación de elementos tóxicos que generalmente alteran sus propiedades naturales, provocando así la pérdida de productividad del suelo.

VELASQUEZ, Johana (2017), se desarrolla comúnmente durante el proceso de transporte, producción y almacenamiento en los centros de acopio durante las

actividades realizadas. En cuanto a la contaminación del suelo el petróleo suele generar grandes minerales de toxicidad, conduciendo una pérdida de su productividad.

El Ministerio del Ambiente (2014), se refiere sobre los tratamientos de suelos contaminados como técnicas de control que se utilizan para remediar suelos alterados que fueron ocasionados por alguna actividad. Se toma esta acción para separar los contaminantes del área afectada. Se utilizan varias técnicas de tratamientos como físicos, químicos y biológicos.

La morfología del musgo *Sphagnum magellanicum* se caracteriza por tener hojas de dos tipos, las pequeñas y verdes que realizan fotosíntesis, y las grandes y transparentes que acumulan agua. Presenta un color anaranjado, una textura firme y un tamaño promedio que supera los 25 centímetros (Domínguez, 2014, p.3).

La Fundación para la Innovación Agraria (2009), nos menciona que el musgo *Sphagnum magellanicum* es una briofita, debido a que no posee raíz y tiene la capacidad de absorción de la humedad, permitiendo la conservación de otras especies. Esta crece en zonas húmedas y lluviosas, es también conocido por producir turberas. Su reproducción se realiza a través de las esporas. Este musgo se puede utilizar como sustrato de algún cultivo, para aumentar la eficiencia y controlar el agua para riego, tiene la capacidad de absorber 20 veces más su peso en agua y posee una composición natural de 100% para la materia orgánica. Además, puede mejorar la textura del suelo y la oxigenación de las raíces, y es utilizado para fabricar antibióticos y pesticidas naturales. En la (Figura N° 1) se muestra el color del musgo *Sphagnum magellanicum*.



Fuente: La Fundación para la Innovación Agraria, 2009.

Figura N° 1: Color del musgo *Sphagnum magellanicum*.

BÁRBARO, Lorena, KARLANIAN, Mónica y MATA, Diego (2017), nos menciona que el pH mide el nivel de acidez o alcalinidad. Esta determina los nutrientes de un medio controlando las reacciones químicas. El rango adecuado para un cultivo oscila entre 5,5 a 6,8. En la (Tabla 2) se muestran los intervalos del pH y las condiciones de acidez o alcalinidad del suelo.

Para Castellanos (2014), nos indica que el pH es un parámetro que permite conocer la alcalinidad y acidez del suelo, cuyas propiedades son esenciales para los nutrientes que serán absorbidos por la planta para su productividad.

Según DOMINGUEZ, Erwin (2014), la clasificación taxonómica del musgo *Sphagnum magellanicum* es la que se muestra en la (Tabla N° 1).

Tabla N° 1: Taxonomía del musgo *Sphagnum magellanicum*.

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	
División	<i>Bryophyta</i>
Clase	<i>Sphagnopsida</i>
Orden	<i>Sphagnales</i>
Familia	<i>Sphagnaceae</i>
Género	<i>Sphagnum</i>
Especie	<i>Sphagnum magellanicum</i> <i>Brid.</i>

Fuente: DOMINGUEZ, Erwin, 2014.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación

El estudio de tratamiento de suelos contaminados por petróleo con musgos *sphagnum magellanicum* es de tipo aplicativo con un enfoque cuantitativo.

La investigación de tipo aplicativo busca aplicar conocimientos que fueron y serán adquiridos en el estudio. Además, busca confrontar directamente la teoría con la realidad (BEHAR, 2008, p.20). El presente proyecto de investigación basa sus teorías en la aplicación de musgo en el tratamiento por las propiedades que presenta en su composición.

HERNANDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar (2017), se refiere sobre el enfoque cuantitativo como una recolección de información para comprobar la hipótesis a base de resultados estadísticos y numéricos, posteriormente probar las posibles teorías.

Nivel de investigación

TACILLO, Elvis (2016), nos menciona que el nivel de investigación explicativa se caracteriza por comprender los principios de un hecho. analizando las causas y efectos del fenómeno a explicar. Esto se realiza observando la acción del musgo *sphagnum magellanicum* en el tratamiento del suelo alterado por el petróleo.

Diseño de investigación

El diseño del desarrollo de investigación, es como se realizó todo el tratamiento para obtener los resultados y dar respuesta a la formulación del problema, como también al cumplimiento de los objetivos, los que permiten aceptar o rechazar la hipótesis.

La investigación es experimental, correspondiendo a un diseño cuasi experimental, con un diseño factorial de 3x3x3, la manipulará la variable independiente que es el musgo *Sphagnum magellanicum*, y la variable dependiente el suelo contaminado con hidrocarburos totales.

3.2 Variables y Operacionalización

La operacionalización de las variables es donde existe una transformación de definiciones abstractas a unidades de medición. Anexo 1

Variable Independiente: Tratamiento con musgo *Sphagnum magellanicum*

Variable dependiente: Suelos contaminados con Hidrocarburos totales de petróleo

3.3 Población, Muestra y Muestreo

Población

La población compuesta por los musgos fitorremediadora de hidrocarburos totales de petróleo según DIAZ, Neftali (2017), nos menciona lo siguiente sobre la población, Es una composición de elementos que serán tomados en una investigación. Este debe ser delimitado de acuerdo a las características presentadas del tipo de problema.

Muestra

ESPINOZA, Eleonora (2016), se refiere a la muestra como una parte representativa de la población, que indica las características más importantes de ella.

Estará conformada por los musgos rojos, que serán tomados de manera probabilístico de la población

Muestreo

ESPINOZA, Eleonora (2016), el muestreo es una técnica que se emplea en las unidades experimentales de la investigación, que se utilizarán en la población delimitada.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas

SÁNCHEZ, Hugo; REYES, Carlos y MEJIA, Katia (2018), se refiere que las técnicas son pasos específicos que se utilizan para ciertas áreas que nos permiten obtener los datos necesarios para una investigación. En la tabla N° 2 se muestran las técnicas que

se realizaran en el proyecto de investigación para el tratamiento de suelos contaminado con musgos *Sphagnum magellanicum*.

Tabla N° 2: Técnicas del tratamiento de suelos contaminado con musgos *Sphagnum magellanicum*.

TÉCNICAS	ETAPAS	PROCEDIMIENTO	MATERIALES	INSTRUMENTO
OBSERVACIÓN CIENTÍFICA	Muestra de suelo	Identificación del punto de muestreo.	GPS, cuaderno de apuntes, cámara fotográfica, otros.	FICHA DE OBSERVACIÓN CIENTÍFICA
		Homogeneizar las muestras sacadas de cada punto estratégico, utilizando el método Zig Zag.	Pabilo, wincha, varillas, bolsa ziploc, otros.	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
	Recolección de datos	Registro de datos.	Cuaderno de apuntes.	

Se realizarán dos análisis, las características físico-química de inicial y final de la investigación. Para poder verificar los resultados de los parámetros, comparando ambos. Comparando ambos resultados en los 3 períodos de tiempos determinado en la investigación (10, 20 y 30 días)

Instrumento de recolección de datos

SÁNCHEZ, Hugo; REYES, Carlos y MEJIA, Katia (2018), nos menciona que el instrumento de recolección de datos es un diseño utilizado para la recolección de información. Pueden ser guías como manuales.

Este instrumento permitirá obtener datos por medio de una ficha de observación. Anexo 3, 4, 5 y 6

Validación

La validez se refiere en medir con exactitud y precisión una variable con los instrumentos utilizados en la recolección de datos. Esta fue evaluada por especialistas

relacionados al tema de investigación presentados en una tabla de calificación. Ver tabla N° 3.

Tabla N° 3: Promedio de validación.

Especialistas	Profesión	Número de colegiatura	Promedio de validación
Benites Alfaro Elmer Gonzales	Ingeniero Químico	71998	91%
Danny Alonso Lizarzaburu Aguinaga	Ingeniero Químico	95556	93%
Luis Fernando Mendoza Apolaya	Ingeniero Ambiental	213529	95%
Promedio total de validación			93%

Confiabilidad

HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar (2017), nos menciona que la confiabilidad mide la magnitud de un instrumento coherente y consistente. Además, debe ser objetiva y predecible de manera repetida en los resultados que se obtendrán. La confiabilidad del proyecto de investigación se observará en el desarrollo del estudio.

3.5 Procedimientos

En la figura N° 2, se muestra el diagrama de procedimiento del tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales con el musgo *Sphagnum magellanicum*.

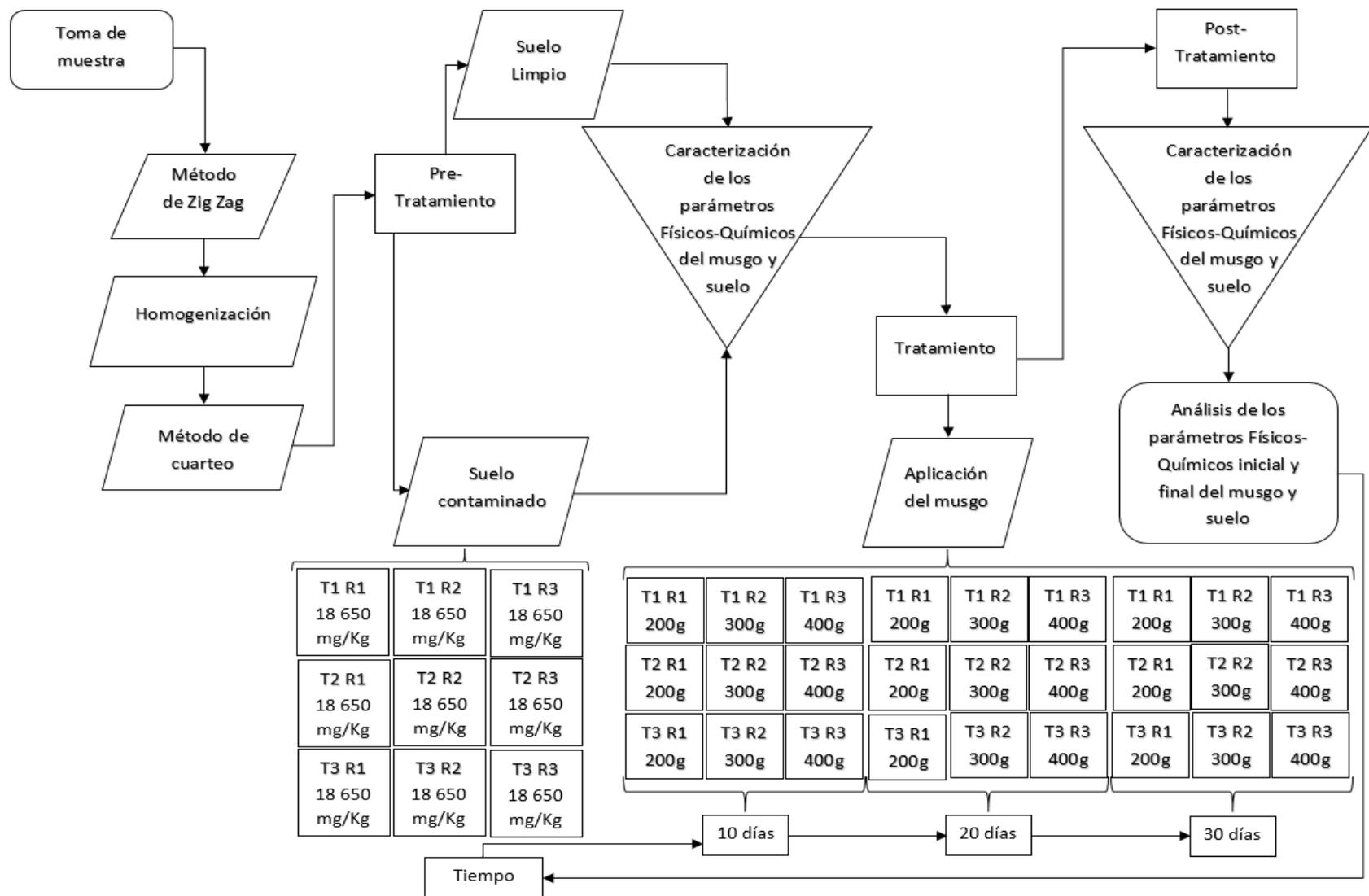
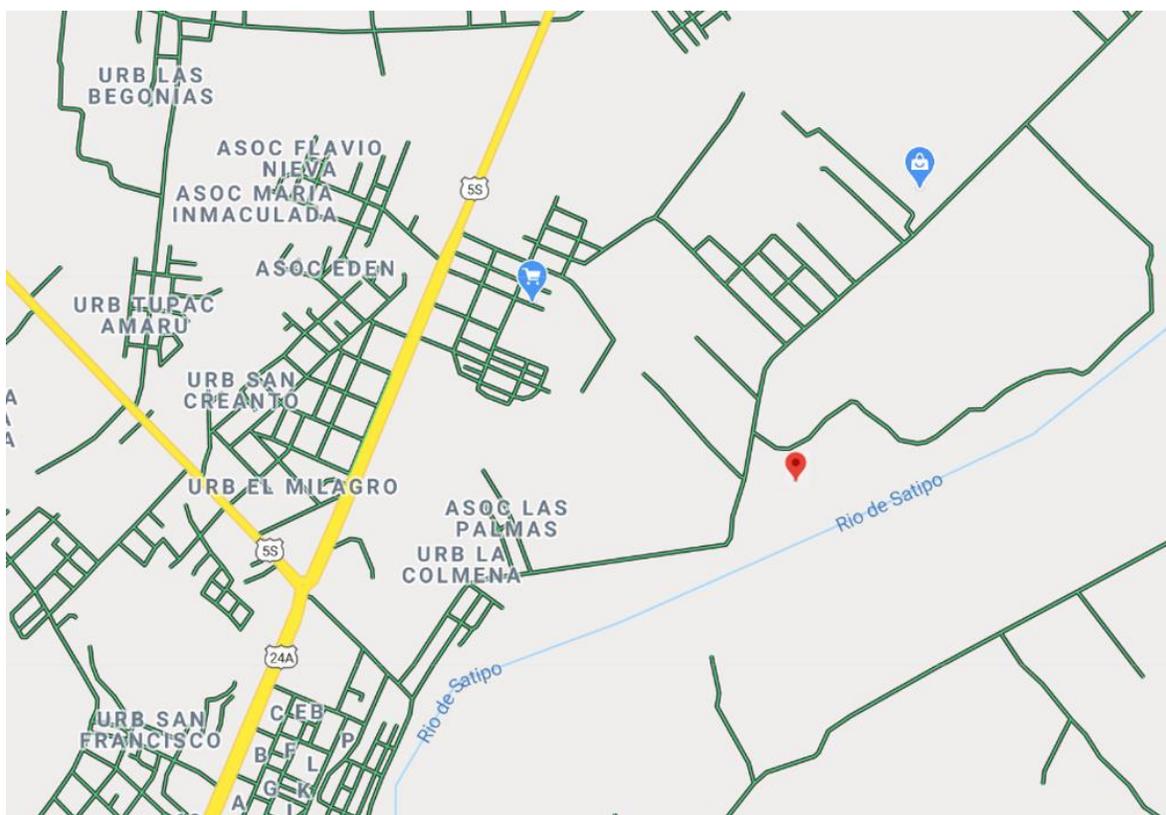


Figura N° 2: Diagrama de procedimiento.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en tres etapas: Etapa de Pre-Tratamiento, Etapa de Tratamiento y Etapa de Post-Tratamiento. Los análisis y resultados de las muestras fueron realizados en el laboratorio de espectrometría de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica de la Universidad Nacional de Ingeniería, bajo la supervisión del Ingeniero Luis Fernando Mendoza Apolaya.

Etapa de Pre-Tratamiento

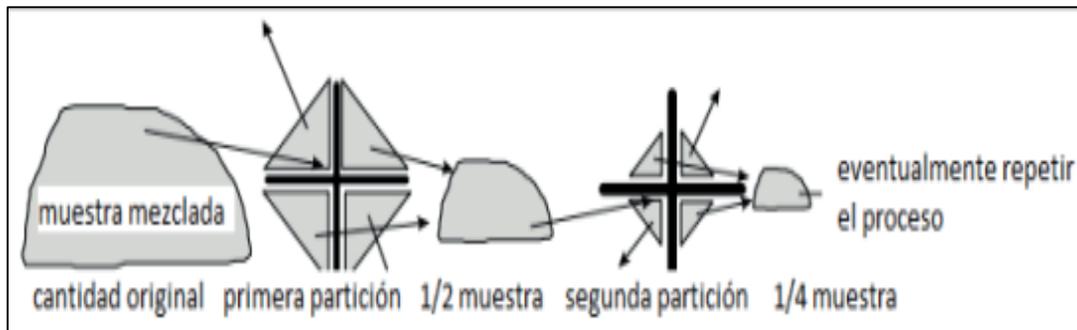
En esta etapa se realizó la toma de muestra, siguiendo los protocolos de la guía para muestreo de suelos 011-2017 del MINAM. Para la extracción de la muestra del suelo agrícola, se utilizó el método de Zig-Zag en una parcela ubicada en la selva central del Perú. Ver Figura N° 3.



Fuente: Google maps

Figura N° 3: Ubicación del área del muestreo de suelo

En el laboratorio se realizó el cuarteo de la muestra, que fue homogenizado en una manta para luego ser cuarteado de acuerdo a la guía de muestreo de suelos del MINAM. En la figura N° 4, se muestra el Método de cuarteo de la muestra inicial.



Fuente: MINAM, 2017.

Figura N° 4: Método de cuarteo de la muestra inicial.

Caracterización de suelo inicial limpio

Para el acondicionamiento del suelo contaminado inicial fue necesario caracterizar los parámetros físicos de la muestra. Estos fueron los siguientes: Color, textura, conductividad hidráulica, nitratos, humedad gravimétrica, porosidad, densidad real, densidad aparente, análisis granulométrico y capacidad de campo.

Conductividad Hidráulica (K:cm/seg) - (método de Darcy)

La importancia de este parámetro es porque se determina cómo fue el comportamiento del contaminante hidrocarburo cuando existe un derrame en un suelo, porque nos dice como sería la infiltración para poder darle el tiempo de acondicionamiento de la muestra que estuvo en laboratorio. En la tabla N° 4, se muestra el Análisis de la Conductividad Eléctrica.

Ecuación de DARCY:

$$K \frac{H \times \ln(A/B)}{T_{(seg)}} \dots\dots \text{Ec. (1)}$$

Nota:

K: coeficiente de conductividad hidráulica

Ln: Logaritmo Neperiano

T: tiempo en segundos

H: Altura de suelo en cm

Tabla N° 4: Análisis de la Conductividad Hidráulica.

Código	Altura del suelo (cm)	Ln A/B	Ln B/C	Tiempo 1 seg	Tiempo 2 seg	K 1 cm/seg	K 2 cm/seg	Conductividad hidráulica K (cm/seg)
MS-IL	4.5	0.40546	0.69314	285	738	0.0064	0.00422	0.005314

Dónde:

MS: muestra de suelo

IL: inicial limpio

Determinación de la textura del suelo (método triangulo de la USDA)

La técnica que se utilizó para determinar la textura fue el método de Stoke. Ver tabla N° 5.

Tabla N° 5: Análisis de textura.

Código	ARENA	LIMO	ARCILLA
MS-IL	38%	34%	28%

De acuerdo al triangulo de la USDA el suelo tiene una textura: Franco Arcilloso

Determinación de la capacidad de Campo (método Bodman y Mahmud)

La capacidad de campo es la cantidad de agua que un suelo puede tener en su máxima masa del suelo permitiendo mantener sus nutrientes sin alterar.

Ecuación Bodman y Mahmud:

$$\% CC = (\% ARENA) + (\%LIMO) + (\%ARCILLA) \dots\dots EC. (2)$$

Ecuación:

$$\% CC = 0.23 (\% ARENA) + 0.25 (\%LIMO) + 0.61 (\%ARCILLA)$$

$$\% CC = 34.32\%$$

Nota: Se encuentra dentro del rango de máxima retención de agua, ya que presenta un suelo de textura franco arcilloso.

Determinación de la Porosidad del Suelo (%) (método de las densidades)

La porosidad del suelo es de acuerdo como se encuentran distribuidos de manera natural el aire, el agua y sus partículas sólidas.

Ecuación de densidades:

$$PT = \left[1 - \frac{Da}{Dr} \right] \times 100 \dots\dots \text{Ec. (3)}$$

Dónde:

PT: Porosidad total del suelo = 52.12%

Da: Densidad aparente = 1.31 gr/cm³

Dr: Densidad real = 2.736 gr/cm³

Nitratos del suelo inicial (método UV)

Este análisis se realizó en un equipo ultravioleta visible HANNA, donde se preparó una solución del sustrato de suelo el cual dio una lectura: 208 ml/Kg. Para esto se tuvo que hacer una dilución del sustrato debido al alto contenido de nitrato, siendo este de 50ml. Ver tabla N° 6.

Tabla N° 6: Determinación del nitrato en el suelo.

Código	Volumen de la muestra ml	Reactivo de nitrato	Dilución de la muestra ml	Nitrato mg/Kg
MS -IL	10	0.05	10/50	208

Análisis granulométrico por tamizado (método ASTM D-422)

Para realizar este método se realizó el pesado de la muestra húmeda la que fue secada en una estufa a 105 °C y se trabajó con 5 mallas estandarizadas ASTM. En la tabla N° 7, se muestra el análisis granulométrico del suelo inicial.

Ecuación ASTM D-422:

$$\%Retenido = \frac{W_{malla} \times 100}{W_s} \dots\dots \text{Ec. (4)}$$

Dónde:

W_{malla} : Peso retenido por la malla (+)

W_s : Peso de la muestra seca a 105°C x 60 minutos

PESO: Húmedo 500 g

PESO: Seco 471 g

Tabla N° 7: Análisis granulométrico suelo inicial.

Número del Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	% Acumulado	
				+ Retenido	- Pasa
N° 16	1.18	0	0	0	100
N° 20	0.85	103	21.86	21.86	78.14
N° 30	0.6	52	11.04	32.9	67.1
N° 45	0.355	38	8.07	40.97	59.03
N° 60	0.25	64	13.59	54.56	45.44
N° 100	0.15	86	18.26	72.82	27.18
N° -100	-0.15	128	27.18	100	0
		471	100		

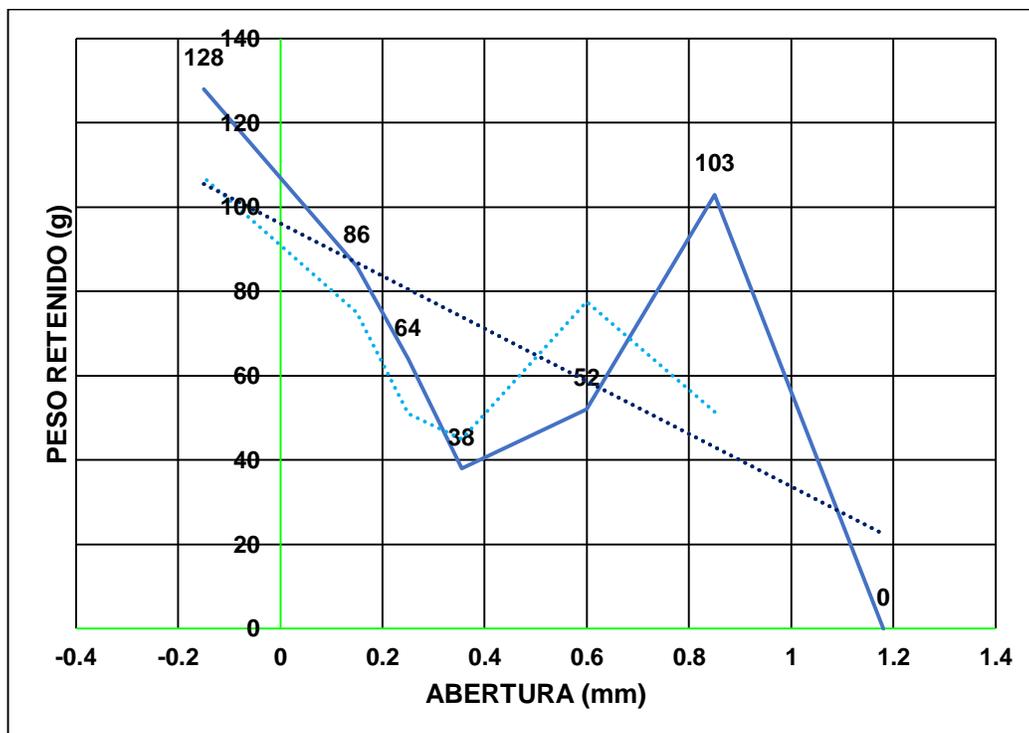


Gráfico N° 1: Análisis Granulométrico del suelo inicial

Humedad gravimétrica (%HG)

La humedad gravimétrica fue determinar la cantidad de agua que el suelo contenía antes de contaminar con hidrocarburo totales. Se realizó utilizando el método ASTM D-2216. Ver tabla N°8.

Ecuación de Humedad Gravimétrica:

$$\%H = \frac{W_{SH} - W_{SS}}{W_{SH}} \times 100 \dots\dots \text{Ec. (5)}$$

Nota:

W_{SH} : Peso del suelo húmedo

W_{SS} : Peso del suelo seco a 105°C X 60 Minutos

W_T : Peso de la tara

Tabla N° 8: Porcentaje de Humedad Gravimétrica.

Código	Peso de tara WT	Peso del suelo + tara H. WSH	Peso suelo seco WSS	Humedad Gravimétrica %
MS- IL	54.649	58.604	58.37	5.91

Caracterización del suelo contaminado inicial

Se determinó las siguientes características de la muestra contaminada en laboratorio con una concentración de hidrocarburos totales de petróleo de 18 650 mg/Kg. Estos parámetros físico-químicos fueron los siguientes: Humedad, temperatura, conductividad eléctrica, pH, potencial redox, nitrógeno, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, carbono total, y concentración de hidrocarburos. Esto se determinó por los métodos mencionados a continuación.

Extracto del Suelo para Evaluar los Parámetros Físicos-Químicos

De la muestra cuarteada se tomó la muestra representativa, para realizar la extracción de las sales del suelo utilizando agua destilada en una relación de 1:3 llevándolo a un equipo rotacional a 30 rpm por 30 minutos, luego se dejó a reposar por 30 minutos para filtrar la solución acuosa. Posteriormente para obtener los datos de los siguientes

parámetros del suelo: Temperatura (°C), conductividad eléctrica (µS/cm), potencial de hidrogeno (1-14) y potencial redox (mv); se realizaron en un potenciómetro multiparámetro, calibrado con buffer marca HANNA.

Nitrógeno en el suelo (%N) (método Kjeldahl)

Una de las características del método es realizado por ebullición, con ácido sulfúrico concentrado, la destruye oxidando la materia orgánica de la muestra y reduce al nitrógeno orgánico a amonio, la que será retenido como bisulfato de amonio y se determina por destilación alcalina con NaOH, obteniendo el resultado por titulación.

Determinación del carbono orgánico (%C_{orgánico}) (método Walkley-Black)

El método se realiza por oxidación inicial del carbono, la que se encuentra en niveles diferentes con la materia orgánica, se utiliza el dicromato 1 normal, los que son oxidados de 0 a +4 reflejando el intercambio de electrones de acuerdo a la reacción.



Se pudo observar que el potencial redox está fuertemente asociado a la concentración del ácido sulfúrico, por su reacción exotérmica o temperatura. Ver tabla N° 9.

Ecuación Walkley-Black:

$$\%C_{Orgánico} = \frac{meq \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - meq \text{Fe}(\text{NH}_4)_2\text{S}_4}{g \text{ de suelo seco}} \times 0.003 \times 100 \times 1.3 \dots\dots \text{Ec. (6)}$$

Tabla N° 9: Carbono orgánico en la muestra inicial.

Código	Peso de la muestra g	Vol. Gastado Fe(NH4)2SO4	Normalidad Fe(NH4)2SO4	Vol. de dicromato	Normalidad
MS-IL	1	14.4	0.5	10	1
Blanco	-----	19.4	0.5	10	1

Determinación de la materia Orgánica (%) (Método Walkley-Black)

La materia orgánica se realizó a partir del carbono orgánico total según el método de Walkley-Black.

Ecuación Walkley-Black:

$$\% M_{\text{Orgánica}} = \% C_{\text{Orgánico}} \times \text{Factor Mo} \dots\dots \text{Ec. (7)}$$

Determinación de la relación carbono/nitrógeno

El resultado se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Relación C/N: } \% C_{\text{Orgánico}} / \% N \dots\dots \text{Ec. (8)}$$

Relación C/N < 8.5 El suelo tiene alta liberación de nitrógeno

Relación C/N – 8.5 A 11.5 Suelo equilibrado

Relación C/N > 11,5 Suelo en exceso de carbono y exceso de energía.

Determinación de capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Se desarrolló por el método del acetato de amonio a pH 7. Es importante porque hace que el suelo tenga la suficiente capacidad de retener o liberar iones positivos, la muestra a trabajar estuvo seca al aire del ambiente, la cual debe estar a una malla < 2 mm, la que se vierte en un vaso precipitado de 400 ml, adicionando 25 ml de acetato de amonio a una concentración 1N a pH 7, la que llevo agitar con agitador magnético por 30 minutos, seguido se filtra en un embudo bunner con un compresor, la solución es desechada para luego adicionar cloruro de sodio, para verter en un matraz 250 ml y agregar formol, y titular con hidróxido de sodio y con agitador magnético, se agrega el indicador fenolftaleína teniendo como punto final el viraje de incoloro a rosa violáceo. Los cálculos se realizaron de la siguiente manera:

Fórmula:

$$\text{CIC (meq/100g)} = \frac{[\text{Vgst.NaOH}_{(muestra)} - \text{Vgst NaOH}_{(blanco)}] \times N_{(\text{NaOH})} \times (100 - W)}{W_{(muestra)}} \dots\dots \text{Ec. (9)}$$

Dónde:

Vgst.: Volumen gastado

N: Normalidad

W: Contenido de humedad gravimétrica

W_{muestra} : Peso de la muestra (g)

Caracterización del musgo

Antes de aplicar la dosis del musgo se determinó las características de los parámetros físicos-químicos del musgo.

Parámetros físicos-químicos del musgo

Se determinó mediante el método potenciómetro. Se utilizó 50 gramos del musgo en un sistema de licuado para obtener el sustrato. Este reposo en 200mL de agua por 30 minutos. Luego se filtró y se obtuvo la solución para determinar los siguientes parámetros: Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), potencial de hidrógeno (1-14) y potencial redox (mv); se realizaron en un potenciómetro multiparámetro, calibrado con buffer marca HANNA.

Determinación de capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Se desarrolló por el método del acetato de amonio a pH 7

Humedad del musgo inicial

Se determinó mediante el método ASTM D2216.

Ecuación de Humedad Gravimétrica:

$$\%HG = \frac{W_{SH} - W_{SS}}{W_{SS}} \times 100 \dots\dots \text{Ec. (10)}$$

Nota:

W_{SH} : Peso del suelo húmedo

W_{SS} : Peso del suelo seco a 105°C X 60 Minutos

W_T : Peso de la tara

Hidrocarburo inicial del musgo

Se determinó por el método Soxhlet. En la tabla N° 10 se muestra el hidrocarburo inicial del musgo.

Tabla N° 10: Hidrocarburo inicial del musgo.

Código	Peso del balón inicial	Peso del balón final (g)	Peso de la muestra (g)
MI -MTHP	217.723	217.724	2

Dónde:

MI: Muestra Inicial

MTHP: Muestra de hidrocarburo totales de petróleo del Musgo Inicial

Etapa de Tratamiento

En esta etapa se desarrolló la aplicación del musgo en la muestra del suelo inicial contaminado por hidrocarburos totales de petróleo. En cada unidad experimental se utilizó 1000 gramos de la muestra contaminada. La dosis del musgo fueron 200g, 300g y 400 g. Estas se aplicaron en las muestras experimentales para determinar el nivel de descontaminación en tres periodos de tiempo 10, 20 y 30 días. El tratamiento del musgo aplicado en la muestra de suelo contaminado inició el 10 de mayo del 2020.

En total se utilizaron 27 unidades experimentales de tres tratamientos con tres repeticiones cada uno por cada periodo de tiempo establecido. En la figura N° 4, se muestran las unidades experimentales de 3x3x3.

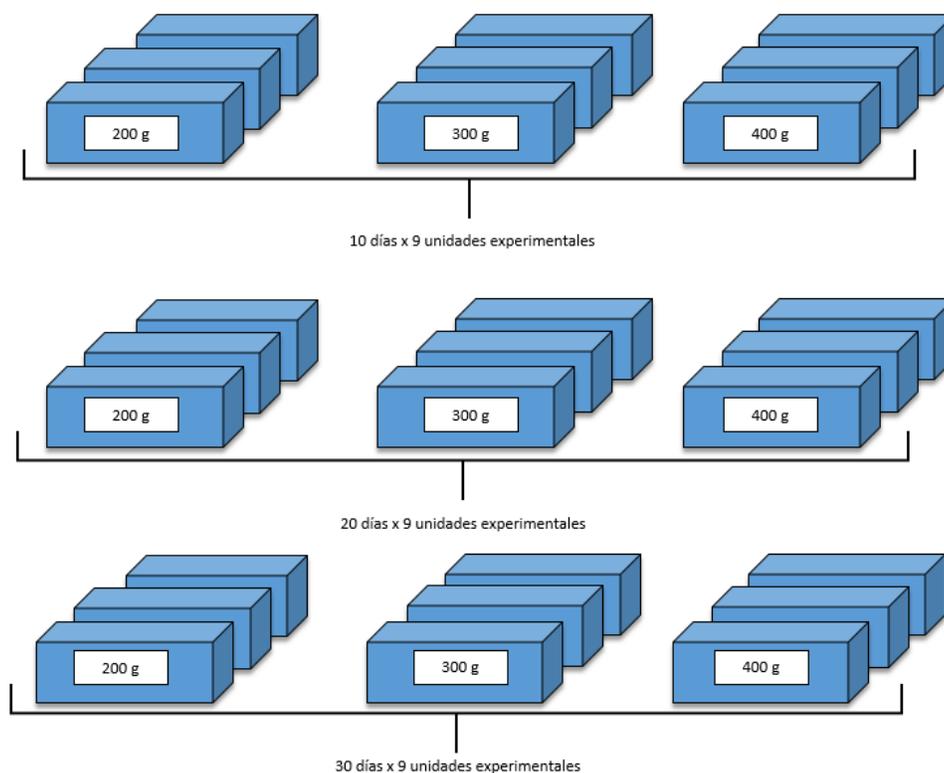


Figura N° 5: Unidades experimentales de 3x3x3.

Etapas de Post-Tratamiento

Se determinó la caracterización de las unidades experimentales desarrolladas en la etapa del tratamiento, lo cual se realizó en tres periodos distintos. El primero 10 días, del 10 de mayo al 20 de mayo; el segundo 20 días, del 10 de mayo al 30 de mayo y el tercero 30 días, del 10 de mayo al 9 de junio.

Caracterización del suelo contaminado final

Se realizó los mismos procedimientos y métodos que se utilizaron en la caracterización del suelo contaminado inicial para los siguientes parámetros: Humedad, temperatura, conductividad eléctrica, pH, potencial redox, nitrógeno, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, carbono total, y concentración de hidrocarburos.

Caracterización del musgo final

Se determinó parámetros físicos químicos del musgo final mediante los mismos métodos y procedimientos que se utilizaron en la caracterización del musgo inicial.

3.6 Método de análisis de datos

SÁNCHEZ, Hugo; REYES, Carlos y MEJIA, Katia (2018), se refiere que el método de análisis de datos es una etapa de la investigación que consiste en brindar información recolectada para desarrollar el estudio. Esta será desarrollada de forma minuciosa para una futura evaluación.

El presente proyecto de investigación en relación a los datos obtenidos se evaluará mediante estadística descriptiva e inferencial para verificar la hipótesis planteada.

3.7 Aspectos éticos

Según GALÁN, Manuel (2010), la ética demuestra lo bueno y justo. Esto nos lleva a una supuesta verdad de confiabilidad de autenticidad del autor.

El presente trabajo de investigación con carácter intelectual sigue el código de ética; presentando valores, principios y responsabilidad social y ambiental de cada uno de los integrantes de este estudio; de la misma manera siguiendo los protocolos y lineamientos que están a disposición presentados por la Universidad César Vallejo. Además, las redacciones de teoría intelectuales de distintos autores se desarrollarán en base a citas bibliográficas siguiendo la Norma ISO. Esto asegurando la confiabilidad del estudio mediante la utilización de software Turnitin, verificando el resultado con porcentajes de similitud .

IV. RESULTADOS

En la tabla N° 11, se pudo observar los resultados de la caracterización físico químico inicial del musgo que se utilizaron previo al tratamiento.

Tabla N° 11: Resultados de la caracterización inicial del musgo

Dimensiones	Indicadores	Unidades	Tratamientos		
			T1	T2	T3
CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO DEL MUSGO INICIAL	Temperatura	°C	24.30	24.30	24.30
	pH	1-14	6.06	6.06	6.06
	Conductividad eléctrica	µS/cm	220.00	220.00	220.00
	Potencial redox	mv	120.00	120.00	120.00
	C.I.C	meq/100g	0.01	0.01	0.01
	Humedad	%	92.67	92.67	92.67
	Concentración de Hidrocarburos totales	mgTPH/L	0.50	0.50	0.50
	Color	rojizo-marrón oscuro	1.00	1.00	1.00
DOSIS DE MUSGO	Dosis 1	g	200	300	400
	Dosis 2	g	200	300	400
	Dosis 3	g	200	300	400
TIEMPO DE APLICACIÓN DEL MUSGO	10	días	10	10	10
	20	días	20	20	20
	30	días	30	30	30

En la tabla N° 12, se pudo observar los resultados de la caracterización físico químico inicial del suelo que se utilizaron previo al tratamiento.

Tabla N° 12: Resultados de la caracterización inicial del suelo

Dimensiones	Indicadores	Unidades	Tratamientos		
			T1	T2	T3
CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL SUELO INICIAL	Temperatura	°C	24.20	24.20	24.20
	Humedad	%	28.73	28.73	28.73
	Conductividad eléctrica	μS/cm	1552.00	1552.00	1552.00
CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL SUELO INICIAL	pH	1-14	7.84	7.84	7.84
	Potencial Redox	mv	147.00	147.00	147.00
	Nitrógeno	%	1.96	1.96	1.96
	C.I.C	meq/100g	13.12	13.12	13.12
	Materia Orgánica	%	0.92	0.92	0.92
	Carbono Orgánica	%	1.96	1.96	1.96
	Concentración de Hidrocarburos totales	mgTPH/Kg	18650	18650	18650

Dónde:

T1: Tratamiento 1

T2: Tratamiento 2

T3: Tratamiento 3

Tabla N° 13: Resultados de la caracterización física del musgo en los tres períodos de tiempo

Código	Temperatura (°C)			Humedad (%)			Conductividad Eléctrica (µS/cm)			Color (rojizo-marrón oscuro)		
	10 días	20 días	30 días	10 días	20 días	30 días	10 días	20 días	30 días	10 días	20 días	30 días
T1-200R1	20.00	22.00	21.40	89.90	94.35	92.66	804.0	985.0	310.00	1.50	1.50	3.00
T1-200R2	20.00	22.00	21.60	94.19	86.51	91.98	802.0	990.0	316.00	3.00	2.00	2.00
T1-200R3	20.00	22.00	21.50	95.00	91.19	92.88	803.0	988.0	314.44	2.00	2.00	2.00
T2-300R1	20.10	22.10	21.45	95.68	95.09	90.83	800.0	895.0	298.00	1.50	2.00	2.00
T2-300R2	20.10	22.10	21.48	93.75	94.86	91.63	799.8	889.0	299.45	2.00	3.00	1.50
T2-300R3	20.10	22.10	21.44	93.35	94.59	91.75	799.4	885.0	298.65	2.00	1.50	3.00
T3-400R1	20.00	22.00	21.30	94.09	94.97	94.42	795.2	898.0	300.00	1.50	2.00	1.50
T3-400R2	20.00	22.00	21.31	92.92	95.76	94.87	794.0	896.0	305.23	2.00	2.00	1.50
T3-400R3	20.00	22.00	21.33	89.01	94.42	94.08	796.0	897.0	302.98	2.00	1.50	2.00

Se observó en la tabla N° 13, los resultados la caracterización física del musgo medidos en 10, 20 y 30 días culminado el tratamiento

Tabla N° 14: Resultados de la caracterización química del musgo en los tres períodos de tiempo

Código	pH (1-14)			Potencial Redox (mv)			Capacidad Intercambio Catiónico (meq/100g)			Concentración de Hidrocarburos totales (mgTPH/L)		
	10 días	20 días	30 días	10 días	20 días	30 días	10 días	20 días	30 días	10 días	20 días	30 días
T1-200R1	6.21	6.64	7.80	122.20	107.00	94.23	6.66	18.42	8.45	3995	7840	10799
T1-200R2	6.18	6.58	7.79	121.00	104.00	94.53	5.50	15.05	8.56	3986	7825	10791
T1-200R3	6.19	6.72	7.81	120.00	110.00	94.65	4.91	13.18	8.50	3991	7896	10866
T2-300R1	6.10	6.80	7.91	112.00	112.00	100.01	3.63	18.34	7.43	4477	8853	12508
T2-300R2	6.09	6.78	7.96	112.60	111.00	100.05	6.04	11.63	7.49	4476	8846	12504
T2-300R3	6.11	6.79	7.94	112.40	113.00	100.09	14.53	13.59	7.47	4478	8851	12507
T3-400R1	6.00	6.70	8.10	108.00	108.00	104.23	13.08	18.04	5.85	4994	9892	13877
T3-400R2	6.03	6.78	8.09	107.90	109.00	104.20	12.65	17.15	5.89	4995	9885	13873
T3-400R3	6.02	6.82	8.12	107.80	113.00	104.86	16.95	17.31	5.86	4996	9890	13880

Se observó en la tabla N° 14, los resultados de la caracterización química del musgo medidos en 10, 20 y 30 días culminado el tratamiento.

Tabla N° 15: Resultados de la caracterización física del suelo en los tres períodos de tiempo

Código	Temperatura (°C)			Humedad (%)			Conductividad Eléctrica (μS/cm)		
	10 días	20 días	30 días	10 días	20 días	30 días	10 días	20 días	30 días
T1-200R1	20.30	22.10	21.70	27.19	30.78	26.16	548	448	270
T1-200R2	20.00	22.10	21.60	28.43	31.11	25.06	547	457	264
T1-200R3	20.20	22.10	21.69	28.67	30.71	25.45	549	450	266
T2-300R1	20.10	22.10	21.40	29.53	32.22	29.39	550	459	286
T2-300R2	20.30	22.10	21.39	26.94	29.83	29.91	551	445	288
T2-300R3	20.10	22.11	21.41	28.38	30.91	29.86	547	447	289
T3-400R1	20.00	22.10	21.45	31.31	31.11	30.47	558	458	254
T3-400R2	20.10	22.10	21.44	24.65	29.17	30.59	557	457	252
T3-400R3	20.00	22.10	21.45	26.57	29.14	30.48	559	455	250

Se pudo observar en la tabla N° 15, los resultados de la caracterización física del suelo medidos en 10, 20 y 30 días terminado el tratamiento.

Tabla N° 16: Resultados de la caracterización química del suelo en los tres períodos de tiempo (pH, potencial redox, N y C.I.C)

Código	pH (1-14)			Potencial Redox (mv)			Nitrógeno (%)			Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100g)		
	10 días	20 días	30 días	10 días	20 días	30 días	10 días	20 días	30 días	10 días	20 días	30 días
T1-200R1	6.96	6.89	7.85	118.00	100.10	95.00	0.240	0.598	0.183	13.22	12.33	11.89
T1-200R2	6.94	6.95	7.82	119.00	103.00	95.32	0.222	0.552	0.184	11.87	11.89	11.93
T1-200R3	6.95	6.94	7.86	118.00	101.00	95.45	0.275	0.594	0.182	18.35	12.50	12.00
T2-300R1	6.98	6.90	7.92	121.00	104.00	91.23	0.205	0.542	0.181	21.41	18.45	25.56
T2-300R2	7.00	6.87	7.91	120.00	100.00	91.12	0.230	0.576	0.178	15.83	18.15	28.32
T2-300R3	6.94	6.88	7.90	119.00	100.15	91.10	0.245	0.570	0.177	14.57	17.96	26.45
T3-400R1	7.11	6.90	8.04	125.00	105.00	100.65	0.249	0.502	0.173	11.08	14.48	20.88
T3-400R2	7.05	6.89	8.07	124.00	104.00	100.50	0.242	0.560	0.174	16.18	14.23	20.96
T3-400R3	7.00	6.93	8.09	119.00	109.00	100.58	0.231	0.516	0.172	15.23	15.14	20.98

En la tabla N° 16, se pudo observar los resultados de las características químicas del suelo como el pH, potencial redox, N y C.I.C.

Tabla N° 17: Resultados de la caracterización químico del suelo en los tres períodos de tiempo (M.O, C.O y TPH)

Código	Materia Orgánica (%)			Carbono Orgánica (%)			Concentración de Hidrocarburos mgTPH/Kg		
	10 días	20 días	30 días	10 días	20 días	30 días	10 días	20 días	30 días
T1-200R1	4.80	5.98	3.65	2.40	2.99	1.83	14495	10805	7845
T1-200R2	4.44	5.52	3.68	2.22	2.76	1.84	14516	10810	7844
T1-200R3	5.50	5.94	3.64	2.75	2.97	1.82	14615	10750	7780
T2-300R1	4.10	5.42	3.62	2.05	2.71	1.78	14145	9790	6139
T2-300R2	4.60	5.76	3.56	2.30	2.88	1.76	14152	9799	6145
T2-300R3	4.90	5.70	3.55	2.45	2.85	1.79	14167	9789	6132
T3-400R1	4.98	5.02	3.45	2.49	2.51	1.72	13578	8749	4764
T3-400R2	4.84	5.60	3.48	2.42	2.80	1.76	13595	8755	4767
T3-400R3	4.62	5.16	3.43	2.31	2.58	1.74	13643	8756	4766

En la tabla N° 17, se pudo observar los resultados de las características químicas del suelo como materia orgánica, carbono orgánico, concentración de hidrocarburos.

Resultados del promedio de TPH absorbido por el musgo en tres periodos de tiempo.

Para contrastar las hipótesis planteadas en la investigación se realizó un análisis previo de los promedios en los tres períodos de tiempo, el cual nos permitió conocer la mayor eficiencia del musgo. Ver tabla N° 18.

Tabla N° 18: Promedio de TPH absorbido por el musgo en tres periodos de tiempo.

	Inicial	10 días	20 días	30 días
T1	0.50	3990.67	7853.67	10818.67
T2	0.50	4477.00	8850.00	12506.33
T3	0.50	4995.00	9889.00	13876.67

Para observar con mayor detalle el promedio de TPH absorbido por el musgo en tres periodos de tiempo. Ver el gráfico 2.

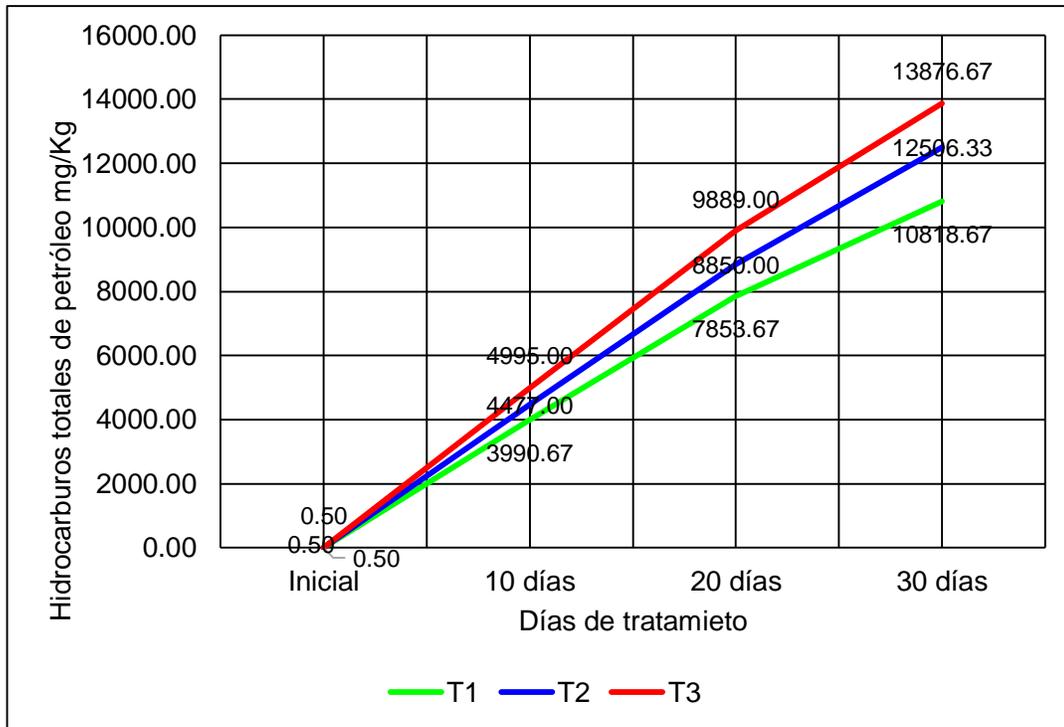


Gráfico N° 2: Curva de promedio de TPH absorbido por el musgo en tres periodos de tiempo.

INTERPRETACIÓN: En el gráfico N° 2, se observó la eficiencia del musgo mediante una curva de absorción de los períodos de tiempo realizados en el tratamiento. Siendo el más eficiente el de 30 días.

ANÁLISIS INFERENCIAL

Es una parte de la estadística que se aplica para contrastar la hipótesis planteada, que se midió a través de la caracterización en la parte experimental.

Resultados de TPH en el musgo

Hipótesis nula: La eficiencia de 60% absorción del musgo no genera alteraciones significativas en el tratamiento para suelos contaminados por TPH.

Hipótesis alterna: La eficiencia de 60% absorción del musgo genera alteraciones significativas en el tratamiento para suelos contaminados por TPH.

Tabla N° 19: Análisis de varianza en la prueba de ANOVA de Hidrocarburos totales de petróleo en el musgo.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	PR > F
Model	2	14077396.22	7038698.111	12326.967	<.0001
Error	6	3426	571		
Corrected	8	14080822.22			

Coefficiente de variabilidad: 0.193

INTERPRETACIÓN: Se observó en la tabla N° 19, que la probabilidad es menor que el nivel de significancia (0.05). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna de la investigación, teniendo una diferencia significativa en las concentraciones iniciales y finales del tratamiento.

Tabla N° 20: Prueba de Contraste de Tukey del parámetro Hidrocarburos totales de petróleo en el musgo.

SIGNIFICANCIA	PROMEDIOS	TRATAMIENTOS
A	10818.667	T1
B	12506.333	T2
C	13876.667	T3

En la tabla N° 20, se pudo observar que los tratamientos presentan diferencias significativas entre sí. Siendo el más representativo el tratamiento 3 con un promedio de absorción de 13876.667mgTPH/Kg a comparación del tratamiento 1 y 2. Por lo tanto, se comprueba estadísticamente que el uso del musgo permite tratamiento en suelos contaminados por TPH a nivel de laboratorio.

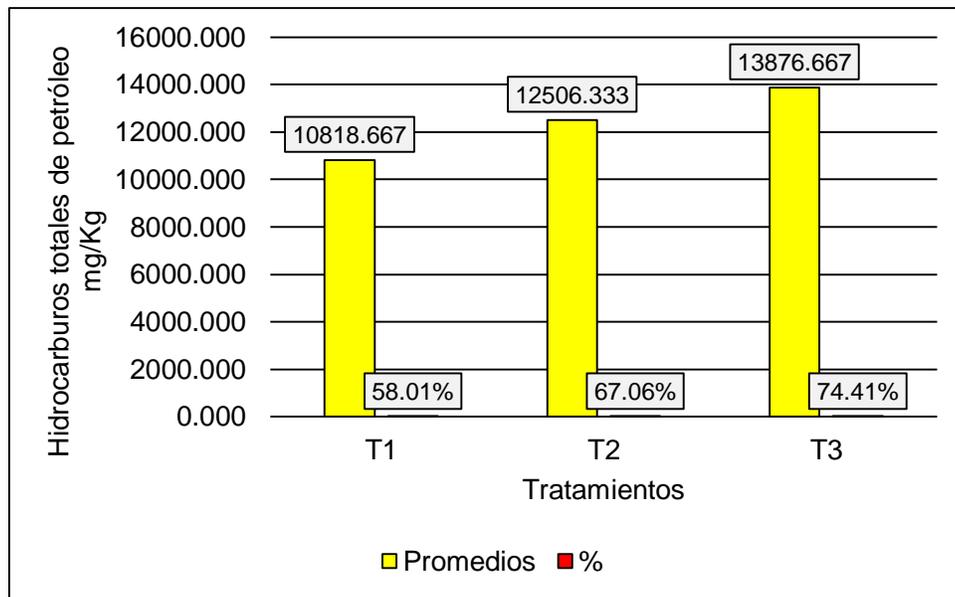


Gráfico N° 3: Hidrocarburos totales de petróleo en el musgo.

INTERPRETACIÓN: En el grafico N° 3, se observó que en el tratamiento 3, el musgo es más eficiente con un 74.41% de absorción de TPH. Por lo tanto, se cumplió con la hipótesis alterna del 60% de eficiencia.

Resultados de humedad en el musgo

Hipótesis nula: La aplicación del musgo no genera alteraciones significativas sobre humedad en los suelos contaminados por TPH.

Hipótesis alterna: La aplicación del musgo genera alteraciones significativas sobre humedad en los suelos contaminados por TPH.

Tabla N° 21: Análisis de varianza en la prueba de ANOVA de la Humedad en el musgo.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	PR > F
Model	2	14.34268889	7.171344444	34.296243	<.0001
Error	6	1.2546	0.2091		
Corrected	8	15.59728889			

Coeficiente de variabilidad: 0.493

INTERPRETACIÓN: Se pudo observar en la tabla N° 21, que la probabilidad es menor que el nivel de significancia (0.05). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna de la investigación, teniendo una diferencia significativa de humedad en la medición del porcentaje en el inicio y final del tratamiento.

Tabla N° 22: Prueba de Contraste de Tukey del parámetro Humedad en el musgo.

SIGNIFICANCIA	PROMEDIOS	TRATAMIENTOS
A	92.507	T1
B	91.403	T2
C	94.457	T3

En la tabla N° 22, se observó que los tratamientos presentan diferencias significativas entre sí. Por lo tanto, se comprueba estadísticamente que el tratamiento 3, tiene un mayor promedio de humedad con un 94.457% en relación al tratamiento 1 y 2.

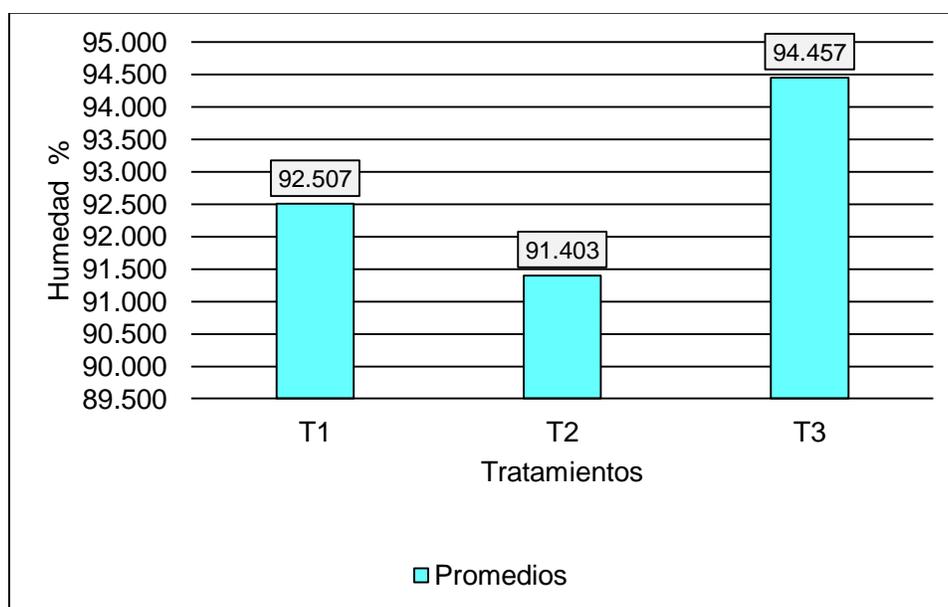


Gráfico N° 4: Humedad del musgo

INTERPRETACIÓN: En el grafico N° 4, se observó una humedad constante en los tratamientos. Esto debido a la capacidad de absorción que presenta el musgo, teniendo un alto porcentaje de humedad, mayor a un 90%. El cual permite un mejor acondicionamiento del uso del musgo para tratamiento de suelos contaminados por TPH a nivel de laboratorio.

Resultados de conductividad eléctrica en el musgo

Hipótesis nula: La aplicación del musgo no genera alteraciones significativas sobre la conductividad eléctrica en los suelos contaminados por TPH.

Hipótesis alterna: La aplicación del musgo genera alteraciones significativas sobre la conductividad eléctrica en los suelos contaminados por TPH.

Tabla N° 23: Análisis de varianza en la prueba de ANOVA del parámetro Conductividad eléctrica en el musgo.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	PR > F
Model	2	350.1622889	175.0811444	30.71359543	<.0001
Error	6	34.20266667	5.700444444		
Corrected	8	384.3649556			

Coeficiente de variabilidad: 0.783

INTERPRETACIÓN: Se observó en la tabla N° 23, que la probabilidad es menor que el nivel de significancia (0.05). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna planteada en la investigación, teniendo una diferencia significativa en la conductividad eléctrica inicial y final de los tratamientos.

Tabla N° 24: Prueba de Contraste de Tukey del parámetro Conductividad eléctrica en el musgo.

SIGNIFICANCIA	PROMEDIOS	TRATAMIENTOS
A	313.48	T1
B	298.70	T2
B	302.74	T3

En la tabla N° 24, se observó que los tratamientos presentan diferencias significativas entre ellas. Por lo tanto, se comprueba estadísticamente que el promedio de la conductividad eléctrica en el tratamiento 1, es de nivel alto con 313.480mS/cm, teniendo una mínima diferencia con el tratamiento 1 y 2.

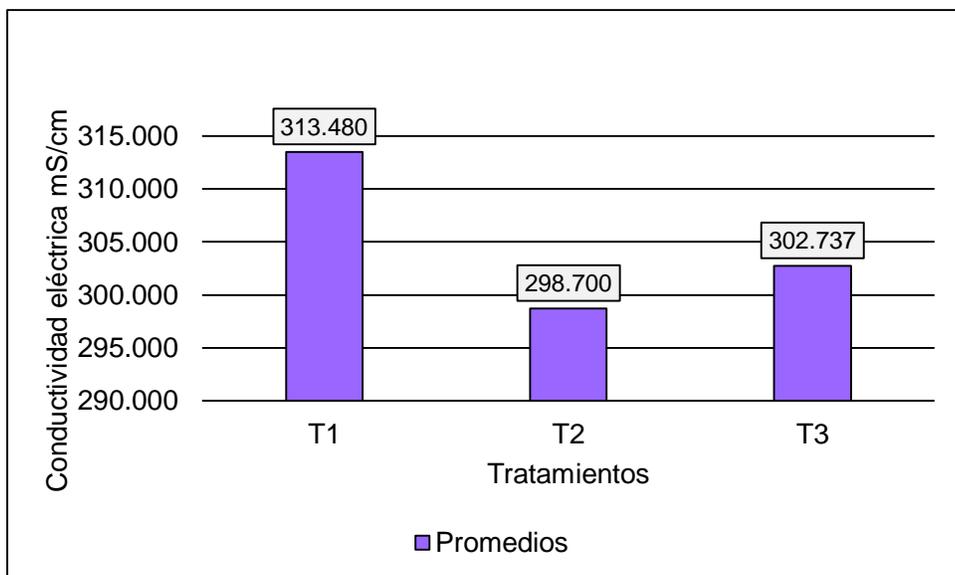


Gráfico N° 5: Conductividad Eléctrica del musgo

INTERPRETACIÓN: En el gráfico N° 5 se pudo observar que en el tratamiento 1, tiene la C.E muy elevado con 313.48mS/cm; el tratamiento 2, 298.700mS/cm y el tratamiento 3, 302.737mS/cm. Por lo tanto, al tener muy elevado la C.E es sinónimo de acumulación de sales captados en el tratamiento de suelos contaminado por TPH.

Resultados de potencial redox en el musgo

Hipótesis nula: La aplicación del musgo no genera alteraciones significativas sobre el potencial redox en los suelos contaminados por TPH.

Hipótesis alterna: La aplicación del musgo genera alteraciones significativas sobre el potencial redox en los suelos contaminados por TPH.

Tabla N° 25: Análisis de varianza en la prueba de ANOVA del parámetro Potencial redox en el musgo.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	PR > F
Model	2	149.5224	74.7612	1197.4565	<.0001
Error	6	0.3746	0.062433333		
Corrected	8	149.897			

Coefficiente de variabilidad: 0.251

INTERPRETACIÓN: En la tabla N° 25, la probabilidad es menor que el nivel de significancia (0.05). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna planteada en la investigación, teniendo una diferencia significativa en el potencial redox inicial y final de los tratamientos.

Tabla N° 26: Prueba de Contraste de Tukey del parámetro Potencial redox en el musgo.

SIGNIFICANCIA	PROMEDIOS	TRATAMIENTOS
A	94.47	T1
B	100.05	T2
C	104.43	T3

En la tabla N° 26, se pudo observar que los tratamientos presentan diferencias significativas entre sí. Se comprueba estadísticamente que el promedio del potencial redox para el uso del musgo en el tratamiento 3 fue 104.430mv, con una diferencia mínima con el tratamiento 1 y 2.

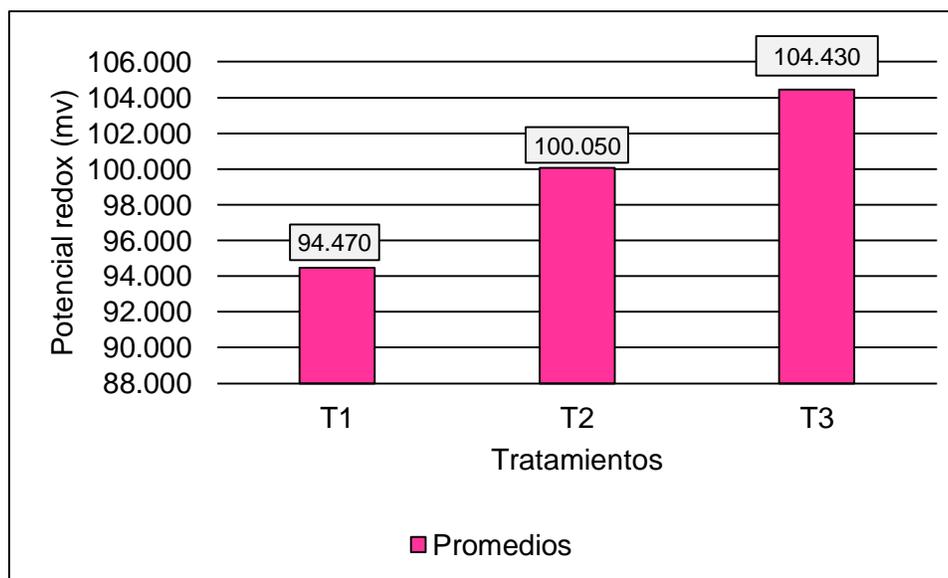


Gráfico N° 6: Potencial redox en el musgo

INTERPRETACIÓN: En el grafico N° 6, se pudo observar que en el tratamiento 3, se obtuvo 104.43mv; en el tratamiento 2, 100.050mv y en el tratamiento 1, 94.470mv. El cual nos permite tener una mayor oxigenación en el suelo al momento de la acción del musgo para absorber hidrocarburos

Resultados de capacidad de intercambio catiónico en el musgo

Hipótesis nula: La aplicación del musgo no genera alteraciones significativas sobre capacidad de intercambio catiónico en los suelos contaminados por TPH.

Hipótesis alterna: La aplicación del musgo genera alteraciones significativas sobre capacidad de intercambio catiónico en los suelos contaminados por TPH.

Tabla N° 27: Análisis de varianza en la prueba de ANOVA de la Capacidad de intercambio catiónico en el musgo.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	PR > F
Model	2	10.58295556	5.291477778	3607.8258	<.0001
Error	6	0.0088	0.001466667		
Corrected	8	10.59175556			

Coefficiente de variabilidad: 0.526

INTERPRETACIÓN: Se observó en la tabla N° 27, que la probabilidad es menor que el nivel de significancia (0.05). Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada en la investigación, teniendo una diferencia significativa en la capacidad de intercambio catiónico del tratamiento.

Tabla N° 28: Prueba de Contraste de Tukey del parámetro Capacidad de intercambio catiónico en el musgo.

SIGNIFICANCIA	PROMEDIOS	TRATAMIENTOS
A	8.503	T1
B	7.463	T2
C	5.867	T3

En la tabla N° 28, se puede observar que los tratamientos presentan diferencias significativas entre ellas. Por lo tanto, se comprueba estadísticamente que el promedio del C.I.C en el tratamiento 1 fue 8.503meq/100g con una relación mínima del tratamiento 2 y 3.

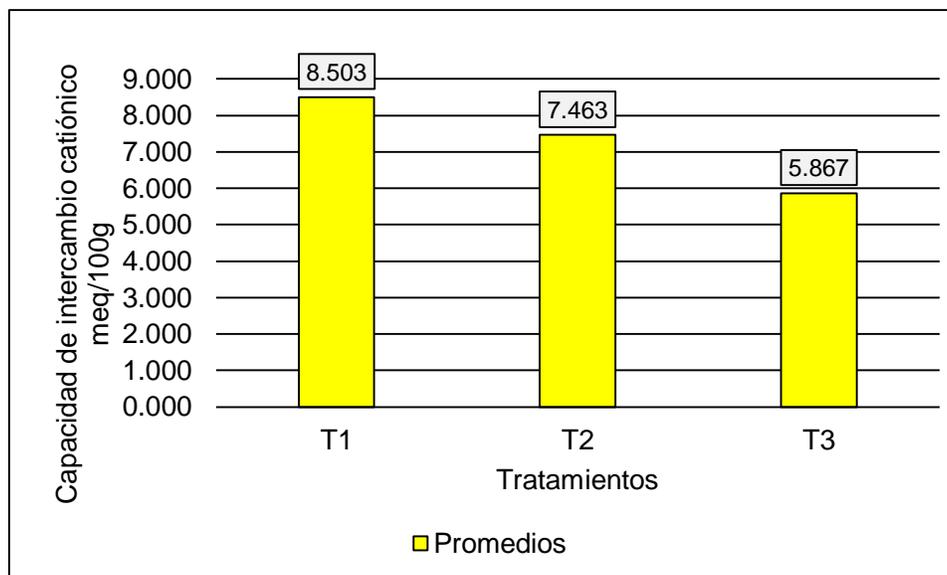


Gráfico N° 7: Capacidad de intercambio catiónico en el musgo

INTERPRETACIÓN: En el grafico N° 7, se observó que en el tratamiento 1, tiene una capacidad de intercambio catiónico mayor con 8.503meq/100g estando cerca del rango de 10 a 30meq/100g de ideal a comparación que el tratamiento 2 y 3. Se dedujo a mayor dosis menor capacidad de intercambio catiónico.

Resultados de pH en el musgo

Hipótesis nula: La aplicación del musgo no genera alteraciones significativas sobre pH en los suelos contaminados por TPH.

Hipótesis alterna: La aplicación del musgo genera alteraciones significativas sobre pH en los suelos contaminados por TPH.

Tabla N° 29: Análisis de varianza en la prueba de ANOVA del pH en el musgo.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	PR > F
Model	2	0.138466667	0.069233333	214.86207	<.0001
Error	6	0.001933333	0.000322222		
Corrected	8	0.1404			

Coficiente de variabilidad: 0.226

INTERPRETACIÓN: Se observó en la tabla N° 29, que la probabilidad es menor que el nivel de significancia (0.05). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna planteada en la investigación, teniendo una diferencia significativa de pH al inicio y final del tratamiento.

Tabla N° 30: Prueba de Contraste de Tukey del parámetro pH en el musgo.

SIGNIFICANCIA	PROMEDIOS	TRATAMIENTOS
A	7.800	T1
B	7.937	T2
C	8.103	T3

En la tabla N° 30, se pudo observar que los tratamientos presentan diferencias significativas entre sí. Por lo tanto, se comprueba estadísticamente que el tratamiento 3 presenta un mayor pH a comparación del tratamiento 1 y 2.

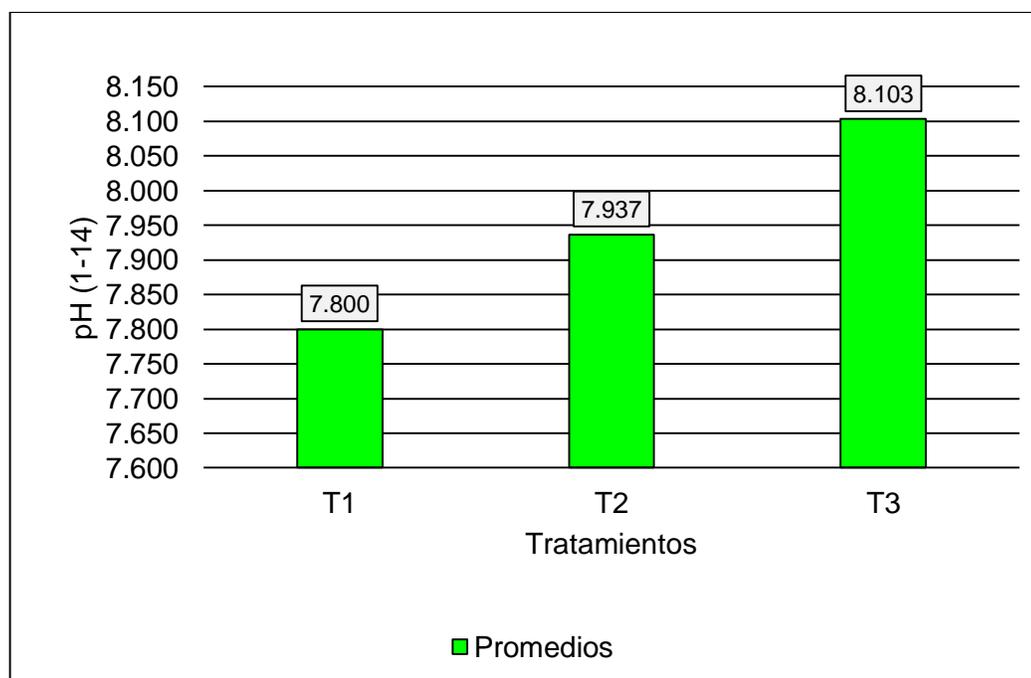


Gráfico N° 8: pH del musgo

INTERPRETACIÓN: En el grafico N° 8, se pudo observar que en el tratamiento 1, 2 y 3, presentan un pH alcalino. Estando fuera del rango óptimo de 5.5 y 6.5 de pH para la capacidad de absorción adecuada del musgo.

Resultados de color del musgo

Los promedios del resultado del color del musgo se obtuvieron mediante una encuesta realizado a 6 personas. Ver anexo 9

Hipótesis nula: La aplicación del musgo no genera alteraciones significativas sobre el color del musgo en los suelos contaminados por TPH.

Hipótesis alterna: La aplicación del musgo genera alteraciones significativas sobre el color del musgo en los suelos contaminados por TPH.

Tabla N° 31: Análisis de varianza en la prueba de ANOVA del color del musgo.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	PR > F
Model	2	0.722222222	0.361111111	1.08333333	<.0001
Error	6	2.00000	0.333333333		
Corrected	8	2.722222222			

Coeficiente de variabilidad: 28.087

INTERPRETACIÓN: Se observó en la tabla N° 31, que la probabilidad es menor que el nivel de significancia (0.05). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna planteada en la investigación, teniendo una diferencia significativa del color inicial y final del tratamiento.

Tabla N° 32: Prueba de Contraste de Tukey del parámetro color del musgo

SIGNIFICANCIA	PROMEDIOS	TRATAMIENTOS
A	2.333	T1
B	2.167	T2
C	1.667	T3

En la tabla N° 32, se observó que los tratamientos mostraron diferencias significativas entre ellas. Se comprobó estadísticamente que el promedio del color del musgo representó el nivel de absorción de TPH, siendo el tratamiento 1 el de mayor nivel con 2.333 a comparación de los tratamientos 2 y 3

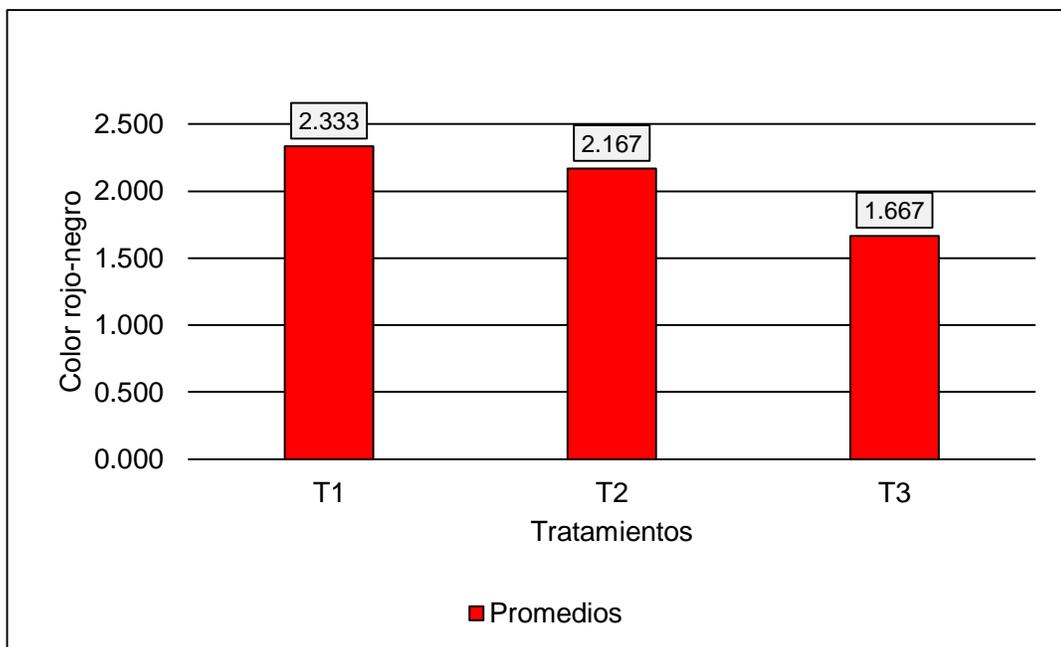


Gráfico N° 9: Color del musgo

INTERPRETACIÓN: En el gráfico N° 9, se observó el promedio de variación del color del musgo estableciendo niveles de colores. Terminado el tratamiento 1, se midió un promedio de 2.333 y el tratamiento 2, 2.167 el cual represento estar entre el nivel de rojo claro - ocre. En el tratamiento 3, el promedio fue 1.667, estando en el nivel de color rojizo - rojo claro. Por lo tanto, se dedujo que al aplicar mayor dosis el musgo presentará menor cambio en el color aplicado al inicio del tratamiento.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Resultados de TPH del suelo

Terminado el tratamiento se observó los siguientes resultados. Ver tabla N° 33.

Tabla N° 33: Promedio de TPH del suelo en tres periodos de tiempo

	Inicial	10 días	20 días	30 días
T1	18650.00	14542.00	10788.33	7823.00
T2	18650.00	14154.67	9792.67	6138.67
T3	18650.00	13605.33	8753.33	4765.67

Para ver con mayor detalle el TPH del suelo ver el gráfico N° 10.

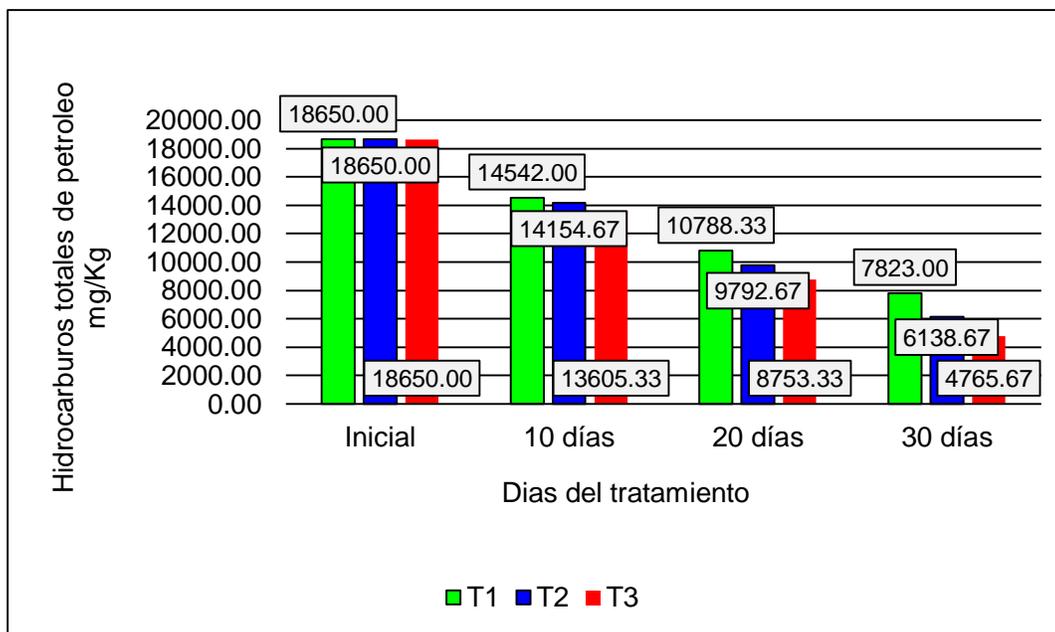


Gráfico N° 10: Nivel de TPH del suelo en tres periodos de tiempo.

INTERPRETACIÓN: Como se pudo observar en el gráfico N° 10, el tratamiento inicio con un suelo contaminado por 18 650mgTPH/Kg de TPH. Pasado el tratamiento se obtuvieron resultados que se desarrollaron en 10, 20 y 30 días comparado con los parámetros normalizados de estándar de calidad ambiental para suelo de acuerdo al decreto supremo 011-2017 de guía de suelos para muestreo, los resultados no cumplen con el límite máximo permisible del contaminante, que superan los 200 mgTPH/Kg. Pero se notó una considerable reducción en el periodo de 30 días, siendo el tratamiento 3 el de menor concentración a comparación de los tratamientos 1 y 2.

Resultados de la temperatura del suelo

Recopilando los resultados obtenidos en los tratamientos se observó lo siguiente. Ver tabla N° 34.

Tabla N° 34: Promedio de la temperatura del suelo en tres periodos de tiempo.

	Inicial	10 días	20 días	30 días
T1	24.20	20.17	22.10	21.66
T2	24.20	20.17	22.10	21.40
T3	24.20	20.03	22.10	21.45

Para ver con mayor detalle el promedio de la temperatura del suelo ver el gráfico N° 11.

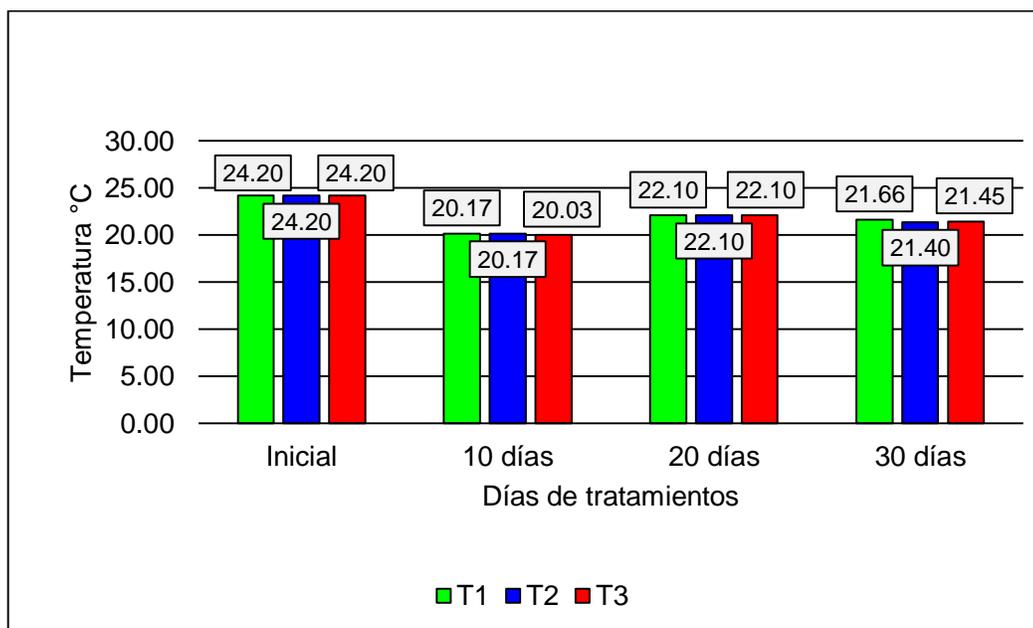


Gráfico N° 11: Nivel de temperatura del suelo en tres periodos de tiempo.

INTERPRETACIÓN: En el grafico N° 11, se pudo observar que iniciado el tratamiento se midió 24.20 °C de temperatura acondicionado al desarrollo del musgo. Terminado el tratamiento en los tres periodos se observó una temperatura constante entre 20 a 22 °C. Siendo importante para un mejor proceso de absorción de hidrocarburo

Resultados de la humedad del suelo

Recopilando los resultados obtenidos durante los periodos de tiempo y los tratamientos, se observó lo siguiente en la tabla N° 35.

Tabla N° 35: Promedio de la humedad del suelo en tres periodos de tiempo

	Inicial	10 días	20 días	30 días
T1	28.73	28.10	30.87	25.56
T2	28.73	28.28	30.99	29.72
T3	28.73	27.51	29.81	30.51

Para ver con mayor detalle la humedad del suelo ver el gráfico N° 12.

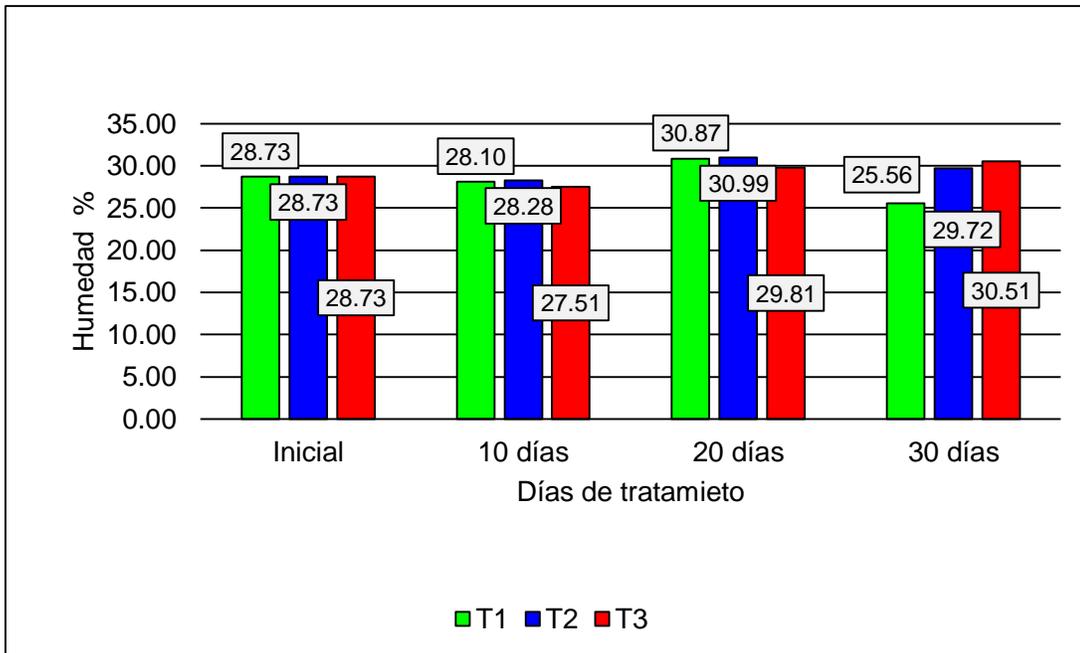


Gráfico N° 12: Nivel de la humedad del suelo en tres periodos de tiempo.

INTERPRETACIÓN: Como se observó en el gráfico N° 12, el tratamiento se desarrolló en 10, 20 y 30 días para conocer la humedad en el que el musgo se adaptó al momento de reducir el contaminante del suelo a comparación del resultado medido en el inicio del tratamiento. Siendo la diferencia mínima entre 28% a 31%.

Resultados de capacidad de intercambio catiónico del suelo

Terminado los tratamientos se obtuvo los siguientes resultados en los tres periodos de tiempo. Ver tabla N° 36.

Tabla N° 36: Promedio de la C.I.C del suelo en tres periodos de tiempo

	Inicial	10 días	20 días	30 días
T1	13.12	14.48	12.24	11.94
T2	13.12	17.27	18.19	26.78
T3	13.12	14.16	14.62	20.94

Para ver con mayor detalle la C.I.C del suelo ver el gráfico N° 13.

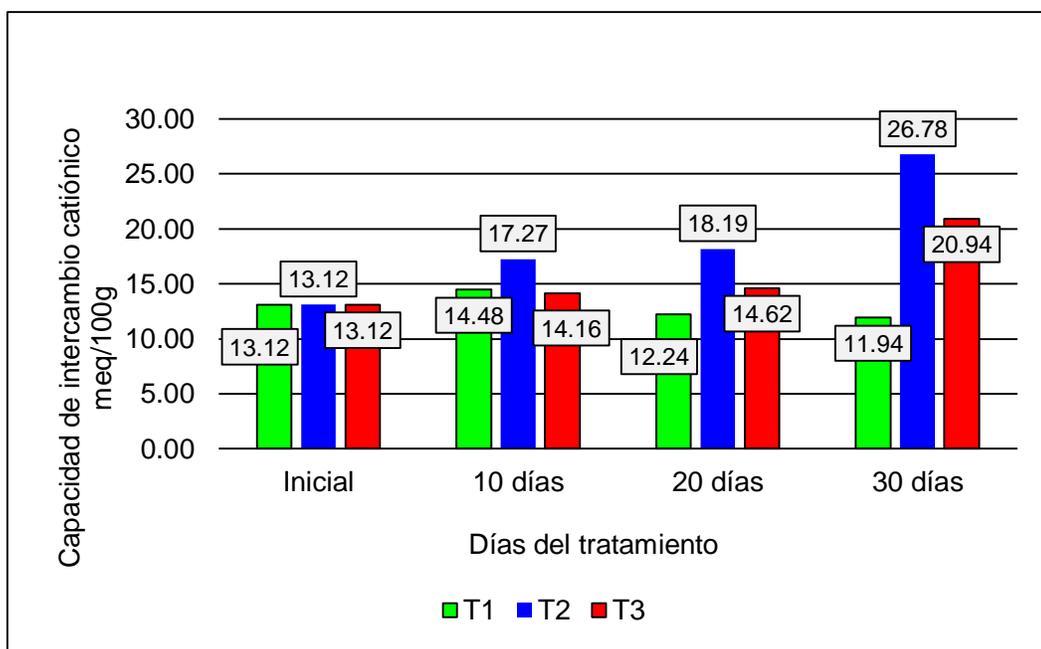


Gráfico N° 13: Nivel de la C.I.C del suelo en tres periodos de tiempo.

INTERPRETACIÓN: Se observó en el gráfico N° 13, que iniciado el tratamiento se obtuvo como resultado 13.12 meq/100g de capacidad de intercambio catiónico. Terminado el periodo de 10 y 20 días se pudo observar un incremento de capacidad de intercambio catiónico, estando en un nivel medio de disponibilidad para cultivos. Culminado el periodo de 30 días se observó en el tratamiento 2 y 3 un mejor incremento de capacidad de intercambio catiónico con un nivel alto de disponibilidad para suministrar calcio, potasio y magnesio a los cultivos.

Resultados de materia orgánica del suelo

Después de la recopilación de datos en los tres periodos de tiempo aplicado el musgo se observó los siguientes resultados. Ver tabla N° 37.

Tabla N° 37: Promedio de la materia orgánica del suelo en tres periodos de tiempo

	Inicial	10 días	20 días	30 días
T1	0.92	4.91	5.81	3.66
T2	0.92	4.53	5.63	3.58
T3	0.92	4.81	5.26	3.45

Para ver con mayor detalle la materia orgánica del suelo ver el gráfico N° 14.

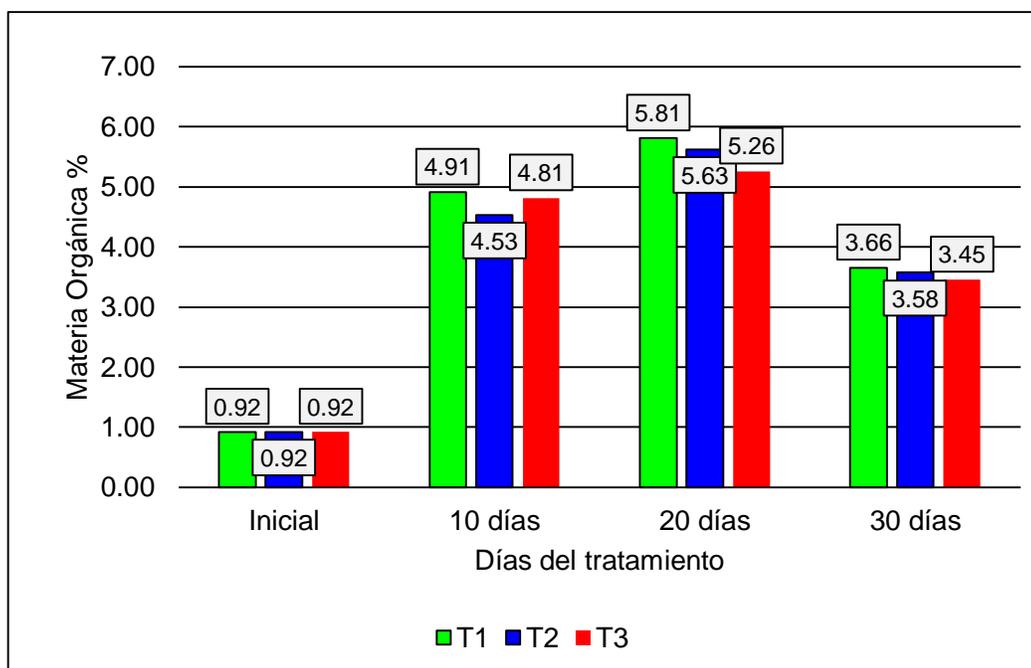


Gráfico N° 14: Nivel de la materia orgánica del suelo en tres periodos de tiempo.

INTERPRETACIÓN: Se observó en el gráfico N° 14, que al iniciar el tratamiento se obtuvo 0.92% de materia orgánica, teniendo una baja disponibilidad para el desarrollo de los cultivos. Culminado los tres periodos de tiempo que duro el tratamiento, se pudo observar que presenta una alta disponibilidad de materia orgánica siendo importante por ser una fuente principal de fosforo y nitrógeno, mejorando las propiedades físicas del suelo, teniendo una influencia en la capacidad de intercambio catiónico.

Resultados el carbono orgánico del suelo

Los resultados obtenidos del carbono orgánico en los tratamientos de los tres periodos de tiempo fueron los siguientes. Ver tabla N° 38.

Tabla N° 38: Promedio del carbono orgánico del suelo en tres periodos de tiempo

	Inicial	10 días	20 días	30 días
T1	1.96	2.46	2.91	1.83
T2	1.96	2.27	2.81	1.78
T3	1.96	2.41	2.63	1.74

Para ver con mayor detalle el carbono orgánico del suelo ver el gráfico N° 15.

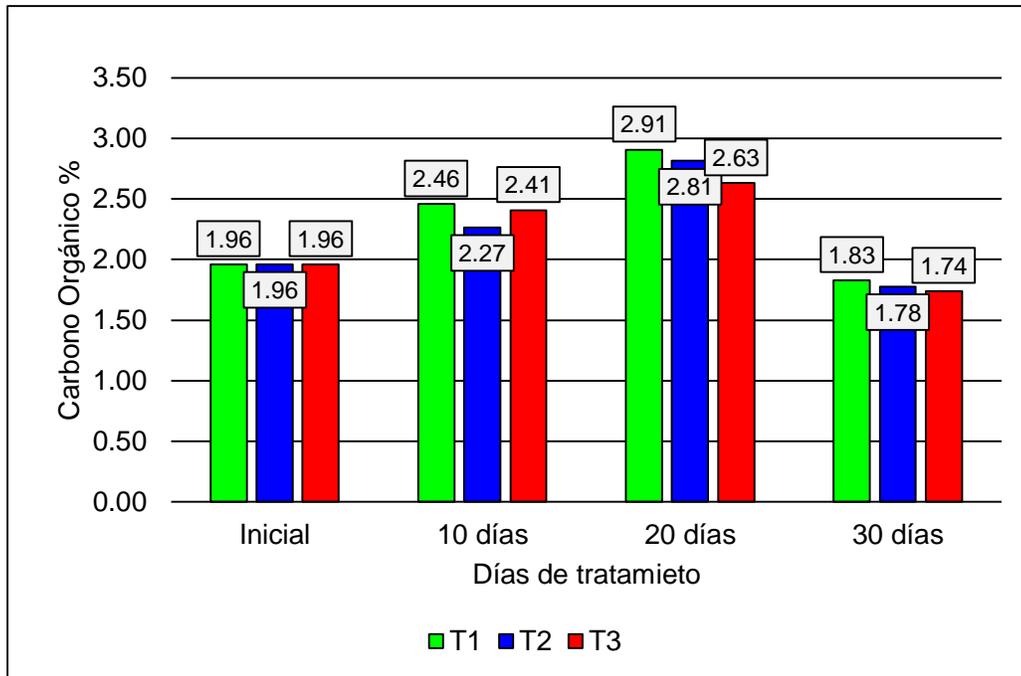


Gráfico N° 15: Nivel del carbono orgánico del suelo en tres periodos de tiempo.

INTERPRETACIÓN: Como se observó en el gráfico N°15, al inicio del tratamiento se midió el porcentaje de carbono orgánico de 1.96%. Terminado el tratamiento de 10 y 20 días se observó un nivel medio y alto de disponibilidad de materia orgánica. Culminado el periodo de 30 días se pudo observar una baja disponibilidad de materia orgánica siendo menor del 2%.

Resultados de nitrógeno del suelo

Recopilando los resultados obtenidos en los tratamientos de los tres periodos de tiempo que duraron se pudo observar lo siguiente. Ver tabla N° 39.

Tabla N° 39: Promedio de nitrógeno del suelo en tres periodos de tiempo

	Inicial	10 días	20 días	30 días
T1	1.96	0.25	0.58	0.18
T2	1.96	0.23	0.56	0.18
T3	1.96	0.24	0.53	0.17

Para ver con mayor detalle el nitrógeno del suelo ver el gráfico N° 16.

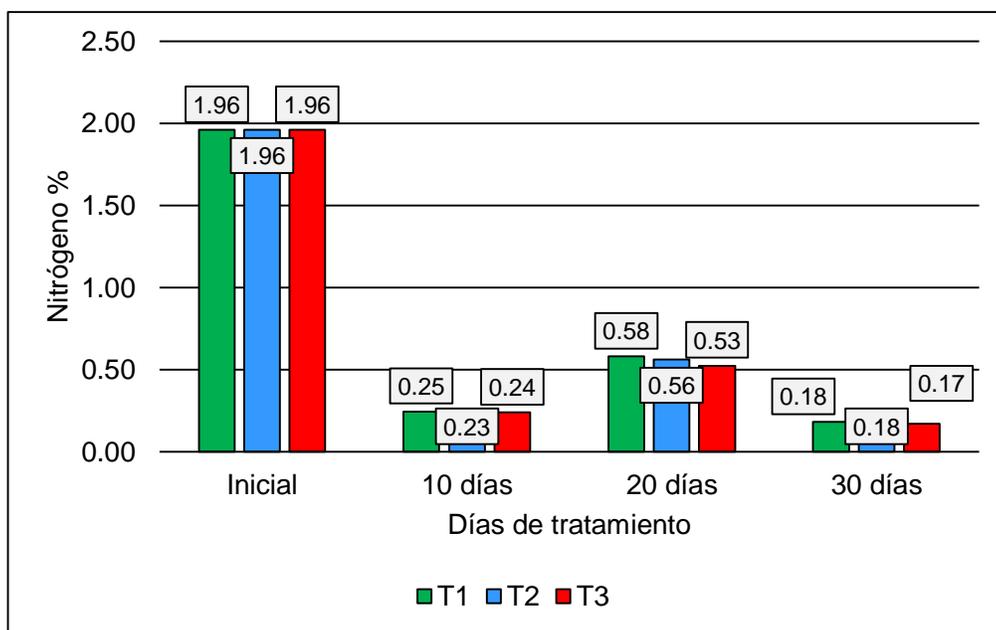


Gráfico N° 16: Nivel de nitrógeno del suelo en tres periodos de tiempo.

INTERPRETACIÓN: Se observó en el gráfico N° 16, que iniciado el tratamiento se midió 1.96% de nitrógeno siendo muy rico para el desarrollo de la masa foliar, que trae una mejor captación de luz para la fotosíntesis. Terminado el tratamiento desarrollado en 10 y 20 días siguió teniendo condiciones de porcentaje mediano y rico para el desarrollo de la masa foliar. Culminado el tratamiento de 30 días se observó un porcentaje mediano de disponibilidad.

Resultados de potencial redox del suelo

Culminado el tratamiento se observó los siguientes resultados. Ver tabla N° 40.

Tabla N° 40: Promedio del potencial redox del suelo en tres periodos de tiempo

	Inicial	10 días	20 días	30 días
T1	147.00	118.33	101.37	95.26
T2	147.00	120.00	101.38	91.15
T3	147.00	122.67	106.00	100.58

Para visualizar con mayor detalle del potencial redox del suelo ver el gráfico N° 17.

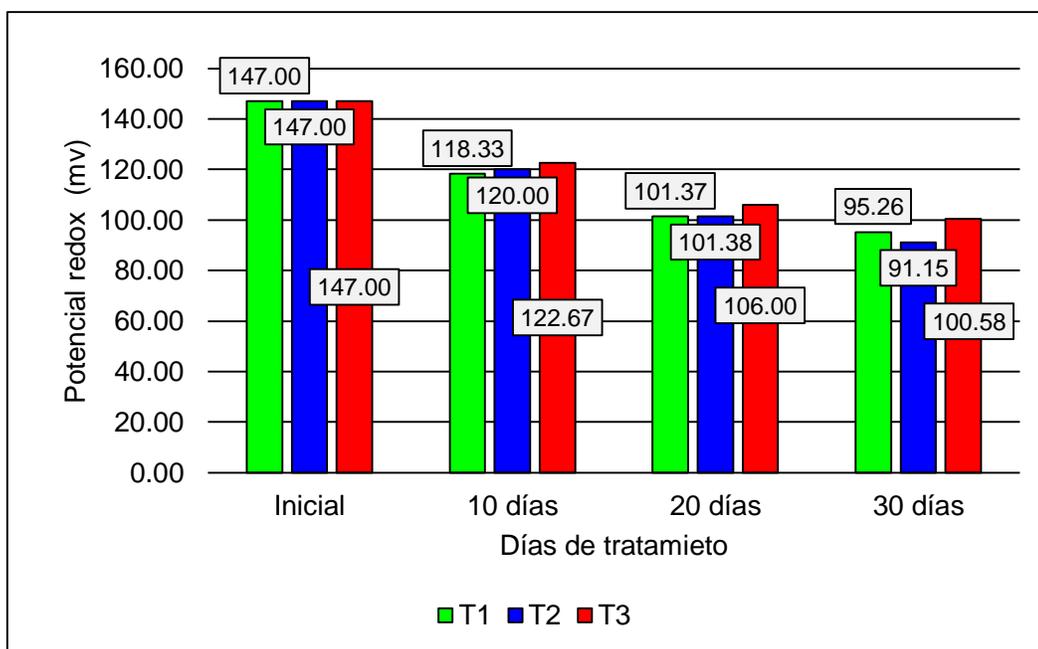


Gráfico N° 17: Nivel del potencial redox del suelo en tres periodos de tiempo.

INTERPRETACIÓN: Se pudo observar en el gráfico N° 17, cuando se realizó el procedimiento de aplicación del musgo en 10, 20 y 30 días, que al iniciar el tratamiento se midió 147.00 mv, siendo muy alto para los suelos agrícolas. Pero culminado el tratamiento el potencial redox disminuye a medida que el periodo de tiempo sea mayor. En este caso pasado los 30 días de tratamiento se ve menor el potencial redox con un 91.15 mv y en 10 días se observó el mayor con 122.67 mv.

Resultados de pH del suelo

Recopilando los datos obtenidos en el tratamiento se pudo observar los siguientes resultados. Ver tabla N° 41.

Tabla N° 41: Promedio de pH del suelo en tres periodos de tiempo

	Inicial	10 días	20 días	30 días
T1	7.84	6.95	6.93	7.84
T2	7.84	6.97	6.88	7.91
T3	7.84	7.05	6.91	8.07

Para ver con mayor detalle de pH del suelo ver el gráfico N° 18.

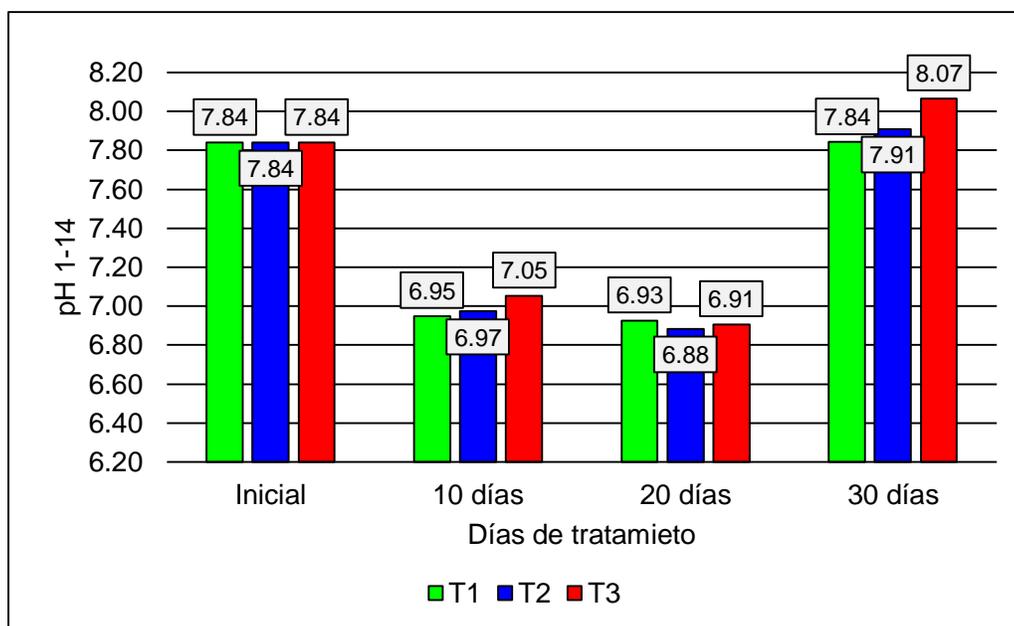


Gráfico N° 18: Nivel de pH del suelo en tres periodos de tiempo.

INTERPRETACIÓN: En el gráfico N°18, se observó que iniciado el tratamiento se midió 7.84 pH, siendo un suelo alcalino el cual se inhibe el crecimiento de la mayoría de cultivos. Terminado el tratamiento se pudo observar que en el periodo de 10 y 20 días se obtuvo un pH casi neutro, estando cerca del rango de condiciones adecuadas para el desarrollo de la mayoría de cultivos. Caso contrario sucede con el periodo de 30 días, se obtuvo un suelo con pH alcalino, siendo muy pobre para el crecimiento de los cultivos por exceso de sodio.

Resultados de la conductividad eléctrica del suelo

Recopilado los resultados obtenidos en el tratamiento se observó los siguientes resultados. Ver tabla N° 42.

Tabla N° 42: Promedio de la conductividad eléctrica del suelo en tres periodos de tiempo

	Inicial	10 días	20 días	30 días
T1	1552.00	548.00	451.67	266.67
T2	1552.00	549.33	450.33	287.67
T3	1552.00	558.00	456.67	252.00

Para ver con mayor detalle de la conductividad eléctrica del suelo ver el gráfico N° 19

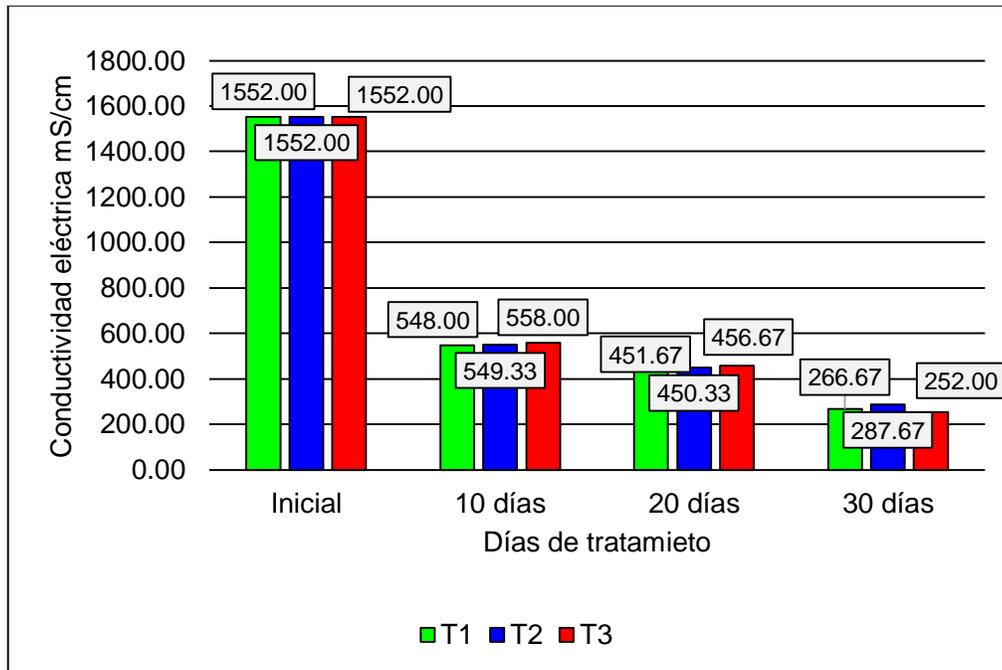


Gráfico N° 19: Nivel de la conductividad eléctrica del suelo en tres periodos de tiempo.

INTERPRETACIÓN: En el gráfico N° 19 se observó, que al inicio del tratamiento se observó una conductividad eléctrica de 1552.00mS/cm, siendo muy elevado, el cual genera una reducción en el rendimiento de los cultivos. Terminado el tratamiento en 10, 20 y 30 días se pudo observar una disminución de conductividad eléctrica considerable, pero no lo necesario para tener un suelo bueno para transmitir corriente eléctrica.

V. DISCUSIÓN

Para tratamientos de suelos contaminados por hidrocarburo totales de petróleo, se encontró que a 30 días con dosis de 200g, 300g y 400g del musgo *Sphagnum magellanicum* utilizados en el tratamiento 1, 2 y 3 respectivamente fue el más eficiente a comparación de 10 y 20 días. El tratamiento 1 absorbió 58.01%; el tratamiento 2, 67.06% y el tratamiento 3, 74.41% de un suelo contaminado por 18 650 mg/Kg de TPH. Este tratamiento tuvo buenos resultados ya que no se utilizó ningún sustrato adicional como nutriente ni tuvo un costo elevado, solo un acondicionamiento del suelo y el musgo para su aplicación. A comparación, de lo reportado por Cevallos, Tania y GARCIA, Jonathan (2018), quienes en su investigación utilizaron *Pleurotus ostreatus*, *Aspergillus niger* y *Pseudomonas aeruginosa* para la degradación de suelos contaminados por petróleo. Ellos utilizaron 6 unidades experimentales en un periodo de tres meses. Sus resultados obtenidos oscilaron entre 44% a 10% de biodegradación. Esto debido a su complejidad enzimática que presentaron los microorganismos al momento de remover el contaminante del suelo.

Pero otro lado con la investigación de WANG, Shijie (2016), quién utilizó tallos de algodón para absorber hidrocarburos totales de petróleo durante 39 meses. Obteniendo como resultado 68.48%, 90.04% y 85.55% de un 12.57 mg g⁻¹ de contaminante. Si comparamos con los resultados obtenidos en la investigación de BASUMTARY, Basumatary y BORDOI, Sabitry (2016), el cual tuvo una duración de 180 días para realizar una fitorremediación utilizando *cynodon dactylon*. para suelos contaminado por hidrocarburos. Se redujo en un 33.8% y 21.9% esto se debió a la captación del contaminante, se dió por el crecimiento de la raíz.

Comparado con los resultados de WANG, Jingxiu (2015), quién utilizó bacterias que se adaptan a un clima frio para biorremediar suelos contaminados por hidrocarburos. En un estudio de descubrir cepas para que cumplan esa función se encontró 11 cepas que se adaptaron a un ambiente de temperaturas altas. Se obtuvo como resultado que las bacterias *Chryseobacterium*, *Bacillus* y *Pseudomonas* son más eficientes a comparación de las otras cepas. Estas en un periodo de 8 días eliminaron 62.3%,

61.6% y 60.9% del contaminante. A comparación de lo reportado por LIAO, Changjun, et al., (2016) en su investigación para fitorremediar para la mejora de suelos contaminados por petróleo utilizó maíz (*Zea mays*. L) con biosurfactantes por medio de una tecnología ecológica como es el maíz, para eso se utilizó adicionalmente dos surfactantes (ramnolípidos y lecitina de soja) y un tensoactivo (Tween 80) para mejorar el rendimiento de fitorremediación.

En los resultados obtenidos en esta investigación sobre el porcentaje de humedad del musgo para los tratamientos 1, 2 y 3 fueron 33.23%, 32.84% y 33.93% respectivamente, porcentajes de absorción del contaminante durante 30 días. Con relación al Intercambio de capacidad catiónico del musgo los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes: en el tratamiento 1 con 8.503meq/100; en el tratamiento 2, 7.463meq/100 y el tratamiento 3, 5.867meq/100 utilizados para remediar suelos contaminados por TPH. A comparación de AREVALO, María; OBERPAUR, Christel y MENDEZ, Cristian (2016), quien también realizó su investigación utilizando el musgo *Sphagnum magellanicum* como materia orgánica del sustrato para el crecimiento del kiwi. En el procedimiento mezcló 80% del musgo y 20% de arena, sumado a eso también realizó con 80% fibra de coco y 20% de arena. Siendo importante el uso de material inerte y un C.I.C bajo. En relación de lo reportado por DIAZ, María y SILVA, Wladimir (2012), en su investigación de uso del musgo como sustrato para mejorar el rendimiento del cultivo de suelos agrícolas. Para eso dividió las muestras en secciones durante 6 meses, obteniendo el 90% de efectividad. Concluyendo que el musgo es un componente muy eficiente para tratar suelos contaminados.

VI. CONCLUSIONES

1. La eficiencia de absorción del musgo *Sphagnum magellanicum* en el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales en 30 días, se evidenció en el tratamiento 3 absorbiendo el 74.41%; seguidamente del tratamiento 2 con 67.06% y por último el tratamiento 3 con 58.01% del contaminante de un total de 18 650 mgTPH/Kg.
2. Se determinó las características fisicoquímicas del musgo *Sphagnum magellanicum* al inicio y final del tratamiento de suelos contaminados con hidrocarburos totales de petróleo, siendo fundamental para la adaptación al ambiente o lugar donde se realizó la investigación. Los parámetros tomados en este estudio pertenecieron al periodo de 30 días. Estos fueron los siguientes: humedad, potencial redox conductividad eléctrica, C.I.C., pH y color. Cumplieron un rol importante para obtener una mejor eficiencia al momento de absorber el contaminante.
3. La mejor dosis del musgo *Sphagnum magellanicum* utilizado para el tratamiento fue de 400g en los 3 periodos de aplicación. Un dato importante que se evidencio fue el cambio de color; ya que se inició el tratamiento con un color rojizo, terminando con un color marrón claro a comparación a las otras dosis 200g y 300g.
4. Finalmente, el mejor tiempo de aplicación del musgo *Sphagnum magellanicum* para el tratamiento de hidrocarburos totales de petróleo fue el período de 30 días, observando que en el tratamiento 3 absorbió 13876.67mgTPH/Kg.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda que se debe tomar en cuenta medir el tamaño del musgo para ver qué sucede al momento de absorción de hidrocarburo totales de petróleo.

Las variaciones del porcentaje de la materia orgánica en los tres periodos de tiempo se deben al valor de la relación de carbono/nitrógeno. Se pudo observar en los resultados de los tratamientos de 10 y 20 días que el porcentaje de carbono orgánico aumento, debido a la eficiencia del musgo de producir turba. En el tratamiento de 30 días disminuyo el porcentaje en relación al resultado obtenido al inicio de la aplicación del musgo. Se obtuvo esos resultados a causa de la saturación de la dosis del musgo aplicado en el tratamiento.

Al momento de aplicación del musgo se recomienda usar mayor de 400g de dosis para una mejor absorción de hidrocarburo. Eso evitara una saturación del musgo al momento del desarrollo del tratamiento. Además, el musgo tendrá mayor eficiencia de absorción sobre el contaminante.

Para realizar el tratamiento se hizo un acondicionamiento del musgo para su adaptación en los tres periodos de tiempo de 10, 20 y 30 días para su adaptación al ambiente. Además, se realizó la medición de los parámetros de carbono orgánico, materia orgánica y nitrógeno del musgo culminado el tratamiento.

Al momento de realizar la aplicación del musgo para el tratamiento de suelos contaminado por hidrocarburo totales de petróleo, se recomienda realizar una prueba cero para ver si tiene las mismas condiciones de adaptación en comparación al suelo contaminado.

REFERENCIAS

ALI, N [at el]. Effective exploitation of anionic, nonionic, and nanoparticle-stabilized surfactant foams for petroleum hydrocarbon contaminated soil remediation [En línea]. Vol. 704, 20 February. 2020. [Fecha de consulta: 1 de julio de 2020].

Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85076596883&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=TREATMENT+OF+HYDROCARBON-CONTAMINATED+SOIL&st2=&sid=7a0c6ef67487e867771171778cadb6c9&sot=b&sdt=b&sl=57&s=TITLE-ABS-KEY%28TREATMENT+OF+HYDROCARBON-CONTAMINATED+SOIL%29&relpos=6&citeCnt=2&searchTerm=>

ISSN: 00489697

ALONSO, Raquel. Proyecto de recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos [En línea]. Barcelona: ETSE, 2012. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019]

Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2012/hdl_2072_206396/PFC_RaquelAlonsoRiesco.pdf

ALVAREZ, Héctor. Biorremediación de ambientes contaminados con hidrocarburos: proceso complejo que involucra múltiples variables [en línea]. Vol.14. abril 2015, nº1 [Fecha de consulta: 29 de Setiembre de 2019].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86340672004.pdf>.

ARÉVALO, Maria; OBERPAUR, Christel y MÉNDEZ, Cristian. Inclusion of moss (*Sphagnum magellanicum* Brid.) and coconut fiber as organic components for kiwi (*Actinidia deliciosa*) [en línea]. Chile, Vol.34. febrero-abril 2016, nº2 [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019].

Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292016000200007

ISSN: 0718-3429

ARIAS, Velasquez y ANDREA, Johana. Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburo en Colombia. Análisis de la fitorremediación como estrategia biotecnológica de recuperación [en línea]. Vol. 8. Año 2017, nº1 [Fecha de consulta: 13 de setiembre de 2019].

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6285716>

ISSN: 2145-6453

ATSDR. Resumen de salud pública, hidrocarburos totales de petróleo [En línea]. Septiembre, 1999. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]

Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs123.pdf&ved=2ahUKEwjJ8-Tqyr7pAhW6KLkGHYItDBIQFjACegQIBBAC&usg=AOvVaw2HbljPfBsTcG8ncjyMg3dN&cshid=1589845451908

AUTRA, Irina [at el]. Minimizing the Health Risks from Hydrocarbon Contaminated Soils by Using Electric Field-Based Treatment for Soil Remediation [en línea]. Vol.10. 2018 [Fecha de consulta: 1 de julio de 2020].

Disponible en: <https://doaj.org/article/e9d9ac8e2c2a44109cd115cd3529de0e>

ISSN: 2071-1050

BÁRBARO, Lorena; KARLANIAN, Mónica y MATA, Diego. Importancia de pH y la conductividad eléctrica en los sustratos para plantas [En línea]. Inta, 2017. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019]

Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_importancia_del_ph_y_la_conductividad_elctrica.pdf

BASUMTARY, Basumatory y BORDOI, Sabitry. Phytoremediation of crude oil-contaminated soil using *Cynodon dactylon* [en línea]. September 2016. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019].

Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-41811-7_3

BEHAR, Daniel. Metodología de la investigación [en línea]. Shalom, 2008 [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2019].

Disponible en: <http://rdigital.univcv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf>

ISBN: 978-959-212-783-7

BENGTSSON, Fia; HAKAN, Rydin y HAJEK, Tomas. Biochemical determinants of quality in 15 species of *Sphagnum* [en línea]. U.S.A, Vol. 425. Abril 2018, n° 1-2 [Fecha de consulta: 24 de setiembre de 2019].

Disponible en: https://go.gale.com/ps/retrieve.do?tabID=T002&resultListType=RESULT_LIST&searchResultsType=SingleTab&searchType=BasicSearchForm¤tPosition=9&docId=GALE%7CA536299217&docType=Article&sort=Pub+Date+Reverse+Chron&contentSegment=ZONE-MOD1&prodId=AONE&contentSet=GALE%7CA536299217&searchId=R4&userGroupName=univcv&inPS=true

BERMUDEZ, Mauricio. Contaminación y turismo sostenible [en línea]. CETD SA, 2010. [fecha de consulta: 25 de noviembre de 2019].

Disponible en: <http://galeon.com/mauriciobermudez/contaminacion.pdf>

BLUM, Winfried. Evaluación Agro-Ecológico para un desarrollo rural sostenible [En línea]. Madrid: Mundo-Prensa, 2008. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=M-ED1W3t2BEC&pg=PA202&dq=porosidad+del+suelo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiguNLZtL7pAhWqK7kGHWxyBRkQ6AEIMzAC>

ISBN: 978-84-8476-361-1

BOUZID, Ihed [at el]. Comparative assessment of a foam-based oxidative treatment of hydrocarbon-contaminated unsaturated and anisotropic soils [En línea]. October. 2019. [Fecha de consulta: 1 de julio de 2020].

Disponible en: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=2&sid=c2dffc6b-87ff-4485-b557-8b6b06893c94%40sdc-v-sessmgr03&bdata=JmxhbmMc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=S0045653519312238&db=edselp>

ISSN: 0045-6535

CARVAZO, Judith; PÉREZ, Beatriz y MAURICIO Amparo. Impacts and consequences from hydrocarbon spills on agricultural soils in Acatzingo, Puebla, México [en línea]. Texcoco, Vol.11. Octubre-diciembre, 2014, n^o.4 [Fecha de consulta: 08 de octubre de 2019].

Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722014000400006

ISSN: 1870-5472

Castellanos. Disponibilidad de nutrientes y el pH del suelo [En línea]. Intragí, 2014 [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019]

Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/disponibilidad-de-nutrimientos-y-el-ph-del-suelo>

CEVALLOS, Tanya y GARCÍA, Jonathan. Evaluación de la degradación de suelos contaminados con hidrocarburos utilizando *Pleurotus ostreatus*, *Aspergillus niger* y *Pseudomonas aeruginosa*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana, 2018. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019]

Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15681/1/UPS-QT12819.pdf>

CHECKER, Luciana [at el]. Response of mangrove propagules to the presence of oil- and hydrocarbon-degrading bacteria during an experimental oil spill [en línea]. Valparaíso, Vol.45. Enero-Abril, 2017, nº4 [Fecha de consulta: 06 de octubre de 2019].

Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-560X2017000400814&script=sci_arttext

ISSN: 0718-560X

CHINEDU, Jude [at el]. Kinetic studies of surface modification of lignocellulosic *Delonix regia* pods as sorbent for crude oil spill in water [en línea]. Mexico, Vol.14. Diciembre 2016, nº6 [Fecha de consulta: 5 de octubre de 2019].

Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-64232016000600415

ISSN: 2448-6736

DEVATHA, C; VISHRNU, A; Purna, J. Investigation of physical and chemical characteristics on soil due to crude oil contamination and its remediation [en línea]. Springer International Publishing, Vol. 89. Mayo-Junio 2019, nº 9 [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2019].

Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13201-019-0970-4>

ISSN: 2190-5495

DIAZ, Maria y SILVA Wladimir. Improving Harvesting Techniques to Ensure *Sphagnum* Regeneration in Chilean Peatlands [en línea]. Chile, Vol. 72. Abril-junio 2012, n°2 [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019].

Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-58392012000200021&script=sci_arttext

ISSN: 0718-5839

DIAZ, Miguel [et al]. Material absorbente para recogida de hidrocarburos en derrames en aguas y suelos [en línea]. Santiago, Vol. 30. Mayo-Agosto, 2018, n° 2 [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2019].

Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212018000200010

ISSN: 2224-5421

DIAZ, Neftali. Tecnicas de investigacion cualitativas y cuantitativas. Universidad Autónoma del Estado de México, 2017. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2019]

Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/80531608.pdf>

DIAZ, Francisca; ZEGERS, Gabriela y LARRAÍN, Juan. Antecedentes sobre la importancia de las turberas y el pompoñ en las islas de Chiloe [en línea]. Fundación Senda Darwin, 2005 [Fecha de consulta: 14 de noviembre de 2019].

Disponible: <https://core.ac.uk/download/pdf/48034398.pdf>

DINDER, Efsun [et al]. Effect of wasterwater sludge application on enzyme activities in soil contaminated with crude oil [En línea]. Temuco. Vol.17. Marzo 2017, n° 1 [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2019]

Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-95162017005000014&script=sci_arttext

ISSN: 0718-9516

DOMINGUEZ, Erwin. Manual de buenas prácticas para el uso sostenido del musgo *Sphagnum magellanicum* en Magallanes, Chile [En línea]. Punta Arenas: Instituto de investigaciones Agropecuarias, 2014. [Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2019]

Disponible: <http://biblioteca.inia.cl/medios/kampenaik/boletines/NR39326.pdf>

ISSN: 0717-4829

El Ministerio del Ambiente. Guía para la elaboración de planes de descontaminación [En línea]. Minam, 2014. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019]

Disponible en: http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-PDS-SUELO_MINAM2.pdf

DOMINGUEZ, V [at el]. Water lily (*Nymphaea* sp.): an alternative organic amendment for treatment of hydrocarbon-contaminated soil by chemical-biological stabilization [En línea]. Vol. 15, Sep. 2018. [Fecha de consulta: 1 de julio de 2020].

Disponible en: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=2&sid=f9d2dcd7-1f17-4e3f-b9ff-df1d24e103df%40sessionmgr4007&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=131405773&db=eih>

ISSN: 1735-1472

El Ministerio del Ambiente. Salud y ambiente [En línea]. Lince: Servicios generales Q&F Hermanos S. A. C, 2016 [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019]

Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-1.-Texto-de-consulta-M%C3%B3dulo-1-1.pdf>

ESPINOZA, Eleonora. Universo, muestra y muestreo. UCI, 2016. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2019]

Disponible en:

<http://www.bvs.hn/Honduras/UICFCM/SaludMental/UNIVERSO.MUESTRA.Y.MUESTREO.pdf>

FAO. Carbono orgánico del suelo, el potencial oculto [En línea]. Roma: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, 2017. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]

Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?id=d6peDwAAQBAJ&pg=PA15&dq=temperatura+del+suelo+2015&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjivvyi0b7pAhXJHbkGHfgRBXsQ6AEI_LjAB

ISBN: 978-92-5-309681-7

FAO. Guía para la descripción de suelos [en línea]. Cuarta edición. Roma, 2009. [Fecha de consulta: 2 noviembre de 2019]

Disponible: <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>

FAO, Guía para descripción de suelos [En línea]. Cuarta edición. Roma: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, 2009. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]

Disponible en:

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf&ved=2ahUKEwj42M-Qrr7pAhUWHbkGHeJQD7oQFjAAeqQIARAC&usq=AOvVaw0Gcl-KqVNLo_4Qct2WnNf

FOTSYTHE, Warren. Manual de laboratorio física de suelos [En línea]. Costa Rica: editorial IICA, 2005. [Fecha de consulta: 6 de junio de 2020]

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=mfM-ih0OgIIc&pg=PA17&dq=humedad+gravim%C3%A9trica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwign7zOje7pAhWrKLkGHVNdAysQ6AEILTAB#v=onepage&q=humedad%20gravim%C3%A9trica&f=false>

ISBN: 92-9039-052-2

GALÁN, Manuel. Ética de la investigación [En línea]. Vol. 54 N°4, 12 DE OCTUBRE. 2010. [Fecha de consulta: 19 de julio de 2020].

Disponible: <https://rieoei.org/RIE/article/view/1666>

GIELNIK, Anna [at el]. Effect of digestate application on microbial respiration and bacterial communities' diversity during bioremediation of weathered petroleum **hydrocarbons contaminated soils** [En línea]. 20 june. 2019. [Fecha de consulta: 1 de julio de 2020].

Disponible en: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=6&sid=442f08a5-d09a-4d84-aa95-38a4e1a1f5b6%40sessionmgr101&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#db=edselp&AN=S0048969719311647>

ISSN: 0048-9697

HASSEL, Kristian [at el]. Sphagnum divinum (sp. nov.) and S. medium Limpr. and their relationship to S. magellanicum Brid [En línea]. Vol. 40, sep. 2018. [Fecha de consulta: 1 de julio de 2020].

Disponible en: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=3&sid=855ef28f-94c2-46e0-b143-ed339448474e%40pdv->

JULCA, Aberto [et al]. La materia orgánica, importancia y experiencias de uso en la agricultura [En línea]. Vol. 24. Enero-Abril, N° 1 [Fecha de consulta: 13 de noviembre de 2019]

Disponible: <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Julca-et-al-2006.pdf>

KANEEZ, Fátima [et al]. Fitorremediación exitosa de suelos contaminados con petróleo crudo en una compañía de exploración y producción de petróleo por sinergia de plantas y bacterias [En línea]. Vol. 20. mayo 2018, n° 7 [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019]

Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15226514.2017.141333>

KOX, Martine [et al]. Effects of nitrogen fertilization on diazotrophic activity of microorganisms associated with *Sphagnum magellanicum* [en línea]. Suiza.Vol.406. Abril-Marzo, 2016, n°1-2 [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019].

Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-016-2851-z>

ISSN: 1573-5036

La Fundación para la Innovación Agraria. Resultado y lecciones en uso y manejo del Musgo *sphagnum* [En línea]. Chile: potencia alimentaria y Forestal, 2009. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019]

Disponible en: https://www.opia.cl/static/website/601/articles-75568_archivo_01.pdf

LEGGIERI, Leonardo [et al]. Derrame de petróleo, peces, arroyo contaminado, Patagonia [En línea]. México. Vol.33. Noviembre, 2017, n°4 [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2019]

Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/370/Resumenes/Resumen_37055174015_1.pdf

ISSN: 0188-4999

LEÓN, Carolina [et al]. Effect of phosphorus and nitrogen on Sphagnum regeneration and growth: an experience from Patagonia [En línea]. Vol. 27, jun. 2019. [Fecha de consulta: 1 de julio de 2020].

Disponible en: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=9&sid=855ef28f-94c2-46e0-b143-ed339448474e%40pdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGI2ZQ%3d%3d#AN=137001772&db=eih>

ISSN: 0923-4861

LIAO, Changjun [et al]. Biosurfactant-enhanced phytoremediation of soils contaminated by crude oil using maize (*Zea mays*. L) [en línea]. Vol. 92. Julio 2016. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019].

Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857416301914>

LUSTOSA, Mayara [et al] (2018). Petroleum hydrocarbon degradation by isolated mangrove bacteria [en línea]. Lima, Vol. 25 octubre. [Fecha de consulta: 02 de octubre de 2019].

Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332018000400007

ISSN: 1727-9933

MATSODOUM, Nguemté [et al]. Potencialidades de seis especies de plantas en intentos de fitorremediación de suelos contaminados con fuelóleo [En línea]. Vol.13. Marzo, 2018, n° 8. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019]

Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11270-018-3738-9>

ISSN: 1573-2932

MATSODOUM, Nguemté [et al]. Potentialities of Six Plant Species on Phytoremediation Attempts of Fuel Oil-Contaminated Soils. [en línea]. Springer International Publishing, 20. octubre-febrero 2018, [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019]

Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11270-018-3738-9>

ISSN: 0049-6979

MEDINA, R. [at el]. Exploring the effect of composting technologies on the recovery of hydrocarbon contaminated soil post chemical oxidative treatment [En línea]. Vol. 150, June 2020. [Fecha de consulta: 1 de julio de 2020].

Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85076513399&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=TREATMENT+OF+HYDROCARBON-CONTAMINATED+SOIL&st2=&sid=6780cb3ab0887c51ee51a26066f79032&sot=b&sdt=b&sl=57&s=TITLE-ABS-KEY%28TREATMENT+OF+HYDROCARBON-CONTAMINATED+SOIL%29&relpos=2&citeCnt=3&searchTerm=>

ISSN: 09291393

NOVILLO, Indira, [et al]. Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador [En línea]. Octubre, 2017-mayo, 2018.vol 23, n° 2 [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020].

Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://dialnet.unirioja.es/de-scarga/articulo/6587923.pdf&ved=2ahUKEwjewP7mkL7pAhWHIbkGHXclAiUQFjAAeqQIBBAB&usq=AOvVaw0ga7CHJnw_lqsFUEpmp8fY&cshid=1589832467574

NUÑEZ, Jorge. Fundamentos de edafología [En línea]. Costa Rica: Universidad estatal de distancia, 2000. [Fecha de consulta: 6 de junio de 2020]

Disponible

en:

<https://books.google.com.pe/books?id=dpAcHU7xxoC&pg=PA67&dq=densidad+real+del+suelo+2018&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwji82ShO7pAhVPLLkGHfO5CfAQ6AEILzAB#v=onepage&q=densidad%20real%20del%20suelo%202018&f=false>

ISBN: 978-9977-64-148-5

ORTEGA, Diana [at el]. Evaluation of the Removal of Pyrene and Fluoranthene by Ochrobactrum anthropi, Fusariumsp. and Their Coculture [En línea]. Vol. 175. January. 2015. [Fecha de consulta: 1 de julio de 2020].

Disponible en: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=4&sid=34af07a5-d392-4129-8753-c12120c5fb52%40pdc-v-sessmgr06&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=34173291&db=eoaah>

ISSN: 0273-2289

ORTIZ, Irene [et al]. Técnicas de recuperación de suelos contaminados [En línea]. Madrid: Universidad de Alcalá, 2018. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019]

Disponible

en:

http://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/vt6_tecnicas_recuperacion_suelos_contaminados.pdf

Osinermin. La industria de los hidrocarburos líquidos en el Perú [En línea]. Lima: Gráfica Biblos S. A, 2017. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019]

Disponible

en:

[http://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios Economicos/Libros/Libro-industria-hidrocarburos-liquidados-Peru.pdf](http://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Libro-industria-hidrocarburos-liquidados-Peru.pdf)

ISBN: 978-612-46124-5-9

RAJALINGHAM, Kalyani. Use of microorganisms to subvert oil spills and their implications for animal and human health [en línea]. La Habana, Vol.32. julio-setiembre 2015, n° 3 [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2019]

Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-28522015000300001

ISSN: 1027-2852

RIVERA, Noemi [et al] (2015). The Fatty Acid Profile Analysis of *Cyperus laxus* Used for Phytoremediation of Soils from Aged Oil Spill-Impacted Sites Revealed That This Is a C18:3 Plant Species. [en línea]. Brasil, octubre 2016 [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019]

Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0140103>

RODRIGUEZ, Natalia; MCLAUGHLIN, Michael y PENNOCK, Daniel. La contaminación del suelo: una realidad oculta [En línea] Roma: Universidad de saskatchewan, 2019. [Fecha de consulta: 30 de abril del 2020]

Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.fao.org/3/I9183ES/i9183es.pdf&ved=2ahUKEwjRmc2_9p3pAhV9IrkGHc_RBYyQFjACegQIAxAC&usq=AOvVaw3Jp5RB3jnLldVeg_TNwQSI

ISBN: 978-92-5-131639-9

SÁNCHEZ, Hugo; REYES, Carlos y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. Lima-Perú: Universidad Ricardo Palma, 2018. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2019]

Disponible en: <file:///C:/Users/pc/Downloads/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>

ISBN:978-612-47351-4-1

SIH, yu wang [et al]. Bioremediation of diesel and lubricant oil-contaminated soils using enhanced landfarming system [en línea]. Vol. 164. December 2016 [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653516311638>

SILVANA, Cecilia [et al]. Aerobic biodegradation of hydrocarbons from oil activity in Argentine North Patagonian Soils [en línea]. México, Vol.33. Mayo 2017, nº2 [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2019].

Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992017000200247&script=sci_arttext

ISSN: 0188-4999

STRECHE,Constantin [et al]. Decontamination of petroleum-contaminated soils using the electrochemical technique: Remediation degree and energy consumption [en línea]. Romania, February 2018, nº 3272 [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019].

Disponible: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-21606-4>

ISSN: 2045-2322

TACILLO, Elvis. Metodología de la investigación científica. Lima-Perú: Universidad Jaime Bausate y Meza,2016. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2019].

Disponible en:

http://repositorio.bausate.edu.pe/bitstream/handle/bausate/36/Tacillo_Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y

THOMPSON, Louis y TROEH, Frederick. Los suelos y su fertilidad [En línea]. Cuarta edición. Barcelona: editorial Reverte, 2002. [Fecha de consulta: 6 de junio de 2020]

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=AegjDhEIVAQC&pg=PA82&dq=densidad+real+del+suelo+2018&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi63NmNgu7pAhW2H7kGHb2RADYQ6AEIJjAA#v=onepage&q=densidad%20real%20del%20suelo%202018&f=false>

ISBN: 84-291-1041-0

Universidad Naval. Metodología de la investigación, 2016. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2019]

Disponible en:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/133491/METODOLOGIA_DE_INVESTIGACION.pdf

UNNOBA, Calidad ambiental de suelos [en línea]. [Fecha de consulta: 13 de noviembre de 2019].

Disponible:

https://agroindustria.gob.ar/sitio/areas/proinsa/informes/archivos//002012_Ronda%202012/000300_Lic.%20Fabio%20L.%20Abrego%20-%20UNNOBA/000300_Determinaci%C3%B3n%20de%20CIC.pdf

VELA, Alicia y CASTAÑO, Santiago. Desarrollo de un modelo de balance de agua en suelos de castilla [En línea]. Cuenca: Universidad de casilla-La mancha, 2001. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]

Disponible

en:

<https://books.google.com.pe/books?id=SYfkRoabgNAC&pg=PA76&dq=Capacidad+d e+campo+del+suelo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjHsbH-u77pAhUsHbkGHQ0PCUEQ6AEILTAB>

ISBN: 84-8427-100-5

VELASQUEZ, Johana. Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburo en Colombia. Análisis de la fitorremediación como estrategia biotecnológica de recuperación [En línea]. Revista de investigación Agraria y Ambiental, 2017. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019].

Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/318040454_Contaminacion_de_suelos_y_aguas_por_hidrocarburos_en_Colombia_Fitorremediacion_como_estrategia_biotecnologica_de_recuperacion

ISSN: 2145-6453

WANG, Jingxiu [et al]. Cold-adapted bacteria for bioremediation of crude oil-contaminated soil [en línea]. Vol.9, September:2015 [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019].

Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jctb.4814>

WANG, Shijie [et al]. Bioremediation of oil sludge contaminated soil by landfarming with added cotton stalks [En línea]. Vol. 106. enero 2016 [Fecha de consulta: 7 de octubre de 2019]

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964830515301128>

WU, Manli[et al](2017). Bioremediation of hydrocarbon degradation in a petroleum-contaminated soil and microbial population and activity determination [en línea]. Vol. 169, February:2017, nº 42 [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653516315946>

WU, Tao [et al]. Characterization and initial application of endophytic *Bacillus safensis* strain ZY16 for improving phytoremediation of oil-contaminated saline soils[en línea]. Mayo:2019 [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019].

Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15226514.2017.141333>

ANEXOS

Anexo 1:

Operacionalización de variables

Musgo <i>Sphagnum magellanicum</i> para tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo a nivel de laboratorio, 2020					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
Independiente Tratamiento con musgos <i>Sphagnum magellanicum</i>	El musgo sphagnum magellanicum es utilizado para mejorar la calidad del suelo, ya que tiene la capacidad de absorber humedad 20 veces su peso. Además, aporta gran cantidad de oxigenación y es responsable de originar turbas. (DOMINGUEZ, Erwin y LARRAIN, Juan. 2012)	El tratamiento utilizando el musgo Sphagnum magellanicum se determinó mediante la medición de dosis aplicada en los tres períodos de tiempo establecidos en el desarrollo del proyecto de investigación.	Caracterización Físico Químico del musgo Inicial y final	Temperatura	°C
				pH	1-14
				Conductividad eléctrica	μS/cm
				Potencial Redox	mv
				Capacidad Intercambio Catiónico	meq/100g
				Humedad	%
				Concentración de Hidrocarburos totales	mgTPH/L
			Dosis del musgo	Dosis 1 (200)	g
				Dosis 2 (300)	g
				Dosis 3 (400)	g
			Tiempo de aplicación del musgo	10	días
				20	días
				30	días
Dependiente Suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo	Los hidrocarburos afectan la fertilidad del suelo a través de la toxicidad directa a las características físicas-químicas alterando su ecosistema. (VELASQUEZ, Johana. 2019)	El suelo contaminado por TPH se determinó mediante la medición de las características físicas - químicas realizadas en el tratamiento.	Caracterización Físico del suelo Inicial y final	Temperatura	°C
				Humedad	%
				Conductividad eléctrica	μS/cm
			Caracterización Química del suelo Inicial y final	pH	1-14
				Potencial Redox	mv
				Nitrógeno	mgN/g
				Capacidad Intercambio Catiónico	meq/100g
				Materia Orgánica	%
				Carbono Orgánico	%
				Concentración de Hidrocarburos totales	mgTPH/kg

Anexo 4: Instrumento 2

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FORMATO DE DOSIS DE MUSGO Y TIEMPO DE APLICACIÓN DEL MUSGO					
	FORMATO DE FICHA DE OBSERVACIÓN CIENTÍFICA					
	DATOS GENERALES					
TÍTULO	Musgo <i>Sphagnum magellanicum</i> para tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo a nivel de laboratorio, 2020					
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales					
INTEGRANTES	1. Davila Bernal Sharoon Merly 2. Estrada Montero Julio Cesar					
ASESOR	Benites Alfaro Elmer Gonzales					
MUESTRAS	DOSIS DEL MUSGO			TIEMPO DE APLICACIÓN DEL MUSGO		
	Dosis 1 (g)	Dosis 2 (g)	Dosis 3 (g)	10 (días)	20 (días)	30 (días)
T1	1					
	2					
	3					
T2	4					
	5					
	6					
T3	7					
	8					
	9					

Anexo 5: Instrumento 3

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FORMATO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL SUELO INICIAL Y FINAL						
	FORMATO DE FICHA DE OBSERVACIÓN CIENTÍFICA						
	DATOS GENERALES						
TÍTULO		Musgo <i>Sphagnum magellanicum</i> para tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo a nivel de laboratorio, 2020					
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales					
INTEGRANTES		1. Davila Bernal Sharoon Merly 2. Estrada Montero Julio Cesar					
ASESOR		Benites Alfaro Elmer Gonzales					
MUESTRAS		CARACTERIZACIÓN FÍSICO DEL SUELO INICIAL Y FINAL					
		Temperatura (°C)		Humedad (%)		Conductividad Eléctrica (µS/cm)	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
T1	1						
	2						
	3						
T2	4						
	5						
	6						
T3	7						
	8						
	9						

Anexo 7: Extracción y aplicación del suelo y musgo *Sphagnum magellanicum*



Figura N° 6: Extracción del musgo



Figura N° 7: Delimitación del área de extracción de muestras de suelo



Figura N° 8: Medición de la profundidad del suelo



Figura N° 9: Acondicionamiento del musgo



Figura N° 10: Método del cuarteo



Figura N° 11: Peso del suelo 1300 g con 18650 mgTPH/Kg para cada muestra



Figura N° 12: Peso del musgo dosis 1 **Figura N° 13:** Peso del musgo dosis 2 **Figura N° 14:** Peso del musgo dosis 3



Figura N° 15: Acondicionamiento del suelo en las 27 unidades experimentales **Figura N° 16:** Preparación del suelo para la aplicación del musgo **Figura N° 17:** Aplicación del musgo en cada unidad experimental



Figura N° 18: Todas las muestras empiezan el 10 de mayo del 2020



Figura N° 19: Se humedecieron las 27 unidades experimentales



Figura N° 20: Periodo 1 pasado los 10 días del tratamiento



Figura N° 21: Periodo 2 pasado los 20 días del tratamiento



Figura N° 22: Periodo 3 pasado los 30 días del tratamiento

Anexo 8: Caracterización físico químicos del suelo y musgo inicial y final



Figura N° 23: Toma de muestras del musgo y suelo para la caracterización de los parámetros físico-químicos en el período 1 de 10 días



Figura N° 24: Toma de muestras del musgo y suelo para la caracterización de los parámetros físico-químicos en el período 2 de 20 días



Figura N° 25: Toma de muestras del musgo y suelo para la caracterización de los parámetros físico-químicos en el período 3 de 30 días

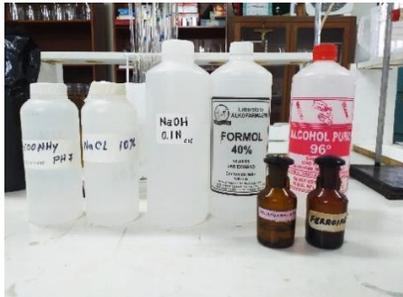


Figura N° 26: Reactivos para los análisis de los parámetros físico químicos del suelo y musgo



Figura N° 27: 500g de suelo húmedo para el análisis granulométrico



Figura N° 28: Se colocó el suelo en la estufa a 105°C X 60 min para determinar la humedad



Figura N° 29: Muestra en blanco y el suelo para determinar materia orgánica



Figura N° 30: Titulación para determinar el C.I.C



Figura N° 31: Medición del pH



Figura N° 32: Medición de la C.E



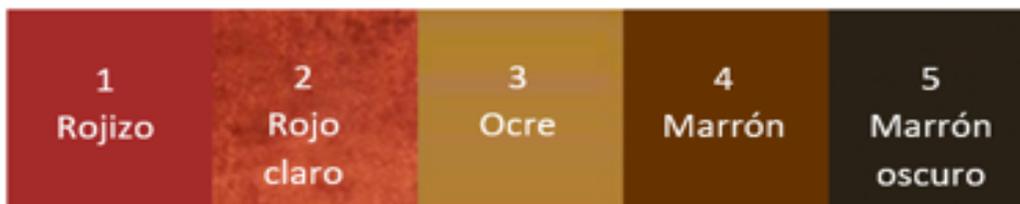
Figura N° 33: Medición de la conductividad hidráulica del suelo



Figura N° 34: Medición de la temperatura

Anexo 9: Encuesta para el color del musgo

Marcar con una (x) el color que observe del musgo en cada periodo de tiempo acorde al rango de pigmentación que se muestra en la imagen enumerada del 1 al 5:



Tratamientos		Dosis (granos)	Rango del Pigmentación del musgo <i>Sphagnum magellanicum</i> 10 días				
			1	2	3	4	5
T1	R1	200					
T1	R2	300					
T1	R3	400					
T2	R1	200					
T2	R2	300					
T2	R3	400					
T3	R1	200					
T3	R2	300					
T3	R3	400					

Tratamientos		Dosis (granos)	Rango del Pigmentación del musgo <i>Sphagnum magellanicum</i> 20 días				
			1	2	3	4	5
T1	R1	200					
T1	R2	300					
T1	R3	400					
T2	R1	200					
T2	R2	300					
T2	R3	400					
T3	R1	200					
T3	R2	300					
T3	R3	400					

Tratamientos		Dosis (granos)	Rango del Pigmentación del musgo <i>Sphagnum magellanicum</i> 30 días				
			1	2	3	4	5
T1	R1	200					
T1	R2	300					
T1	R3	400					
T2	R1	200					
T2	R2	300					
T2	R3	400					
T3	R1	200					
T3	R2	300					
T3	R3	400					

Figura N° 35: Encuesta del color del musgo

Anexo 10: Instrumento N° 1 Juicio de expertos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FORMATO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL MUSGO INICIAL Y FINAL															
	FORMATO DE FICHA DE OBSERVACIÓN CIENTÍFICA															
	DATOS GENERALES															
TÍTULO	Musgo <i>Sphagnum magellanicum</i> para tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo a nivel de laboratorio, 2020															
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales															
INTEGRANTES	1. Davila Bernal Sharoon Merly 2. Estrada Montero Julio Cesar															
ASESOR	Benites Alfaro Elmer Gonzales															
MUESTRAS	CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO DEL MUSGO INICIAL Y FINAL															
	Temperatura (°C)		pH (ácido/base)		Conductividad Eléctrica (µS/cm)		Potencial Redox (mv)		Capacidad Intercambio Catiónico (meq/100g)		Humedad (%)		Concentración de Hidrocarburos totales (mgTPH/L)		Color (rojizo-marrón oscuro)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
T1	1															
	2															
	3															
T2	4															
	5															
	6															
T3	7															
	8															
	9															


Dr. Elmer G. Benites Alfaro,
 CIP. 71998
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

Lima, 7 de julio del 2020
 DNI N: 1764064
 CEL: 995978529


Dr. Lizardo Aguilera
 Ingeniero Químico
 Reg. CIP N° 95556

DNI N: 08057564
 CEL: 995468214

LUIS FERNANDO MENDOZA APOLAYA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 213529

Anexo 11: Validación del Instrumento N° 1 – Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales



VALIDACION DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización físico química del musgo inicial y final
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Davila Bernal Sharoon Merly/Estrada Montero Julio Cesar

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.											90%		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											90%		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											90%		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											90%		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											90%		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											90%		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											90%		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											90%		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											90%		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											90%		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 18 de junio del 2020


Dr. Elmer G. Benites Alfaro,

CP. 71998
ORCID ID: 0000-0003-1304-2089
Scopus ID de autor: 57216176765
Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

Anexo 12: Validación del Instrumento N° 1 – Ing. Lizarzaburu Aguinaga Danny Alonso



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Lizarzaburu Aguinaga Danny Alonso
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente auxiliar UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización físico química del musgo inicial y final
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Davila Bernal Sharon Merly/Estrada Montero Julio Cesar

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.											90%		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											90%		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											90%		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											90%		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											90%		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											90%		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											90%		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											90%		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											90%		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											90%		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 7 de julio del 2020
 DNI N: 1764064
 CEL: 995978529

Danny Lizarzaburu Aguinaga
 Ingeniero Químico
 Reg. CP N° 95556

Anexo 13: Validación del Instrumento N° 1 – Ing. Mendoza Apolaya Luis Fernando



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mendoza Apolaya Luis Fernando
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Jefe de proyecto – IMA - UNI
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización físico química del musgo inicial y final
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Davila Bernal Sharoon Merly/ Estrada Montero Julio Cesar

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.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACION	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												95%	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 4 de julio del 2020

DNI N: 08057564
 CEL: 995468217
 Luis Fernando Mendoza Apolaya
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 213529

Anexo 14: Instrumento N° 2 Juicio de expertos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FORMATO DE DOSIS DE MUSGO Y TIEMPO DE APLICACIÓN DEL MUSGO					
	FORMATO DE FICHA DE OBSERVACIÓN CIENTÍFICA					
	DATOS GENERALES					
TÍTULO	Musgo <i>Sphagnum magellanicum</i> para tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo a nivel de laboratorio, 2020					
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales					
INTEGRANTES	1. Davila Bernal Sharon Merly 2. Estrada Montero Julio Cesar					
ASESOR	Benites Alfaro Elmer Gonzales					
MUESTRAS	DOSIS DEL MUSGO			TIEMPO DE APLICACIÓN DEL MUSGO		
	Dosis 1 (g)	Dosis 2 (g)	Dosis 3 (g)	10 (días)	20 (días)	30 (días)
T1	1					
	2					
	3					
T2	4					
	5					
	6					
T3	7					
	8					
	9					


Dr. Elmer G. Benites Alfaro,
 CIP. 71998
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

Lima, 7 de julio del 2020
 DNI N: 1764064
 CEL: 995978529


 Diana Lizasoain Aguilera
 Ingeniero Químico
 Reg. CIP N° 95556

DNI N: 08057564
 CEL: 995418217


 LUIS FERNANDO
 MENDOZA APOLAYA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 213529

Anexo 15: Validación del Instrumento N° 2 – Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales



VALIDACION DE INSTRUMENTO 2

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Dosis del musgo y tiempo de aplicación de musgo
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Davila Bernal Sharoon Merly/ Estrada Montero Julio Cesar

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.											90%		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											90%		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											90%		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											90%		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											90%		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											90%		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											90%		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											90%		

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:

Lima, 18 de junio del 2020


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro,
 CIP. 71998
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

Anexo 16: Validación del Instrumento N° 2 – Ing. Lizarzaburu Aguinaga Danny Alonso



VALIDACION DE INSTRUMENTO 2

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Lizarzaburu Aguinaga Danny Alonso
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente auxiliar UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Dosis del musgo y tiempo de aplicación de musgo
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Davila Bernal Sharon Merly/ Estrada Montero Julio Cesar

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.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												95%	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 95%

Lima, 7 de julio del 2020
 DNI N: 1764064
 CEL: 995978529

Danny Lizarzaburu Aguinaga
 Ingeniero Químico
 Reg. CIP N° 95556

Anexo 17: Validación del Instrumento N° 2 – Ing. Mendoza Apolaya Luis Fernando



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mendoza Apolaya Luis Fernando
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Jefe de proyecto – IMA - UNI
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Dosis del musgo y tiempo de aplicación de musgo
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Davila Bernal Sharon Merly/ Estrada Montero Julio Cesar

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.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACION	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												95%	

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:

Lima, 4 de julio del 2020

DNI N: 08057564
 CEL: 995968217
 LUIS FERNANDO
 MENDOZA APOLAYA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 213529

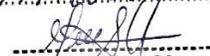
Anexo 18: Instrumento N° 3 Juicio de expertos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FORMATO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL SUELO INICIAL Y FINAL					
	FORMATO DE FICHA DE OBSERVACIÓN CIENTÍFICA					
	DATOS GENERALES					
TÍTULO	Musgo <i>Sphagnum magellanicum</i> para tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo a nivel de laboratorio, 2020					
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales					
INTEGRANTES	1. Davila Bernal Sharon Merly 2. Estrada Montero Julio Cesar					
ASESOR	Benites Alfaro Elmer Gonzales					
MUESTRAS	CARACTERIZACIÓN FÍSICO DEL SUELO INICIAL Y FINAL					
	Temperatura (°C)		Humedad (%)		Conductividad Eléctrica (µS/cm)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
T1	1					
	2					
	3					
T2	4					
	5					
	6					
T3	7					
	8					
	9					


Dr. Elmer G. Benites Alfaro,
 CIP. 71998
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

Lima, 7 de julio del 2020
 DNI N: 1764064
 CEL: 995978529

 Davila Bernal Sharon Merly
 Ingeniero Químico
 Reg. CIP N° 95506

DNI N: 08057564
 CEL: 995468217

 LUIS FERNANDO
 MENDOZA APOLAYA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 213529

Anexo 19: Validación del Instrumento N° 3 – Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales



VALIDACION DE INSTRUMENTO 3

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización física del suelo inicial y final
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Davila Bernal Sharoon Merly/ Estrada Montero Julio Cesar

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.											90%		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											90%		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											90%		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											90%		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											90%		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											90%		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											90%		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

92%

Lima, 18 de junio del 2020


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro,
 CIP. 71998
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57236178765
 Web of Science Researcher ID: AAJ-8644-2020

Anexo 20: Validación del Instrumento N° 3 – Ing. Lizarzaburu Aguinaga Danny Alonso



VALIDACION DE INSTRUMENTO 3

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Lizarzaburu Aguinaga Danny Alonso
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente auxiliar UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización física del suelo inicial y final
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Davila Bernal Sharoon Merly/ Estrada Montero Julio Cesar

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.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organizacion logica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relacion entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												95%	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 7 de julio del 2020

DNI N: 1764064
CEL: 995978529

Danny Lizarzaburu Aguinaga
Ingeniero Químico
Reg. CIP N° 95556

Anexo 21: Validación del Instrumento N° 3 – Ing. Mendoza Apolaya Luis Fernando



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mendoza Apolaya Luis Fernando
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Jefe de proyecto – IMA - UNI
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización física del suelo inicial y final
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Davila Bernal Sharon Merly/ Estrada Montero Julio Cesar

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.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACION	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												95%	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 4 de julio del 2020

DNI N: 08057564
 CEL: 995918217

 LUIS FERNANDO
 MENDOZA APOLAYA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 213529

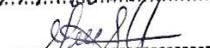
Anexo 22: Instrumento N° 4 Juicio de expertos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FORMATO DE CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL SUELO INICIAL Y FINAL													
	FORMATO DE FICHA DE OBSERVACIÓN CIENTÍFICA													
	DATOS GENERALES													
TÍTULO	Musgo <i>Sphagnum magellanicum</i> para tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo a nivel de laboratorio, 2020													
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales													
INTEGRANTES	1. Davila Bernal Sharon Merly 2. Estrada Montero Julio Cesar													
ASESOR	Benites Alfaro Elmer Gonzales													
MUESTRAS	CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL SUELO INICIAL Y FINAL													
	pH (ácido/base)		Potencial Redox (mv)		Nitrógeno (%)		Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100g)		Materia Orgánica (%)		Carbono Orgánico (%)		Concentración de Hidrocarburos mgTPH/Kg	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
T1	1													
	2													
	3													
T2	4													
	5													
	6													
T3	7													
	8													
	9													


Dr. Elmer G. Benites Alfaro,
 CIP. 71998
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

Lima, 7 de julio del 2020
 DNI N: 1764064
 CEL: 995978529

 Diana Lizcarrón Aguilera
 Ingeniero Químico
 Reg. CIP N° 95556

DNI N: 08057564
 CEL: 995468217

 LUIS FERNANDO
 MENDOZA APOLAYA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 213529

Anexo 23: Validación del Instrumento N° 4 – Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales



VALIDACION DE INSTRUMENTO 4

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización química del suelo inicial y final
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Davila Bernal Sharon Merly/ Estrada Montero Julio Cesar

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.											90%		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											90%		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											90%		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											90%		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											90%		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											90%		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											90%		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											90%		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											90%		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											90%		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 18 de junio del 2020


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro,
 CIP. 71998
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57256176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

Anexo 24: Validación del Instrumento N° 4 – Ing. Lizarzaburu Aguinaga Danny Alonso



VALIDACION DE INSTRUMENTO 4

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Lizarzaburu Aguinaga Danny Alonso
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente auxiliar UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización química del suelo inicial y final
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Davila Bernal Sharoon Merly/ Estrada Montero Julio Cesar

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.											90%		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											90%		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											90%		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											90%		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											90%		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											90%		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											90%		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											90%		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											90%		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											90%		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90%

Lima, 7 de julio del 2020

DNI N: 1764064
CEL: 995978529

Danny Lizarzaburu Aguinaga
Ingeniero Químico
Reg. CIP N° 95556

Anexo 25: Validación del Instrumento N° 4 – Ing. Mendoza Apolaya Luis Fernando



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 4

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mendoza Apolaya Luis Fernando
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Jefe de proyecto – IMA - UNI
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización química del suelo inicial y final
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Davila Bernal Sharon Merly/ Estrada Montero Julio Cesar

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.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACION	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												95%	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 4 de julio del 2020

DNI N: 08057564
 CEL: 955918217

 LUIS FERNANDO
 MENDOZA APOLAYA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 213529

Anexo 26: Certificado de análisis del suelo agrícola



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : JULIO CESAR ESTRADA MONTERO

Procedencia de muestras : Suelo Agrícola – Satipo Selva Central

Recepción de muestras : Lima, 4 de mayo del 2020

Análisis de caracterización de suelo agrícola

Código	Temperatura °C	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial de hidrogeno Acido/base	Potencial redox mv
MS-IL	24.2	1069	8.01	126

Código	% Arena	%Limo	%Arcilla
MS-IL	38	34	28

Código	Humedad Gravimétrica (%)	Conductividad hidráulica (cm/seg)	Carbono orgánico (%)
MS - IL	5.9	0.005314	1.06

Código	Nitrógeno %	Materia orgánica %	Porosidad total %
MS - IL	0.106	2.12	52.12

Método: Potenciométrico.

Método Stokes.

Método Kjeldahl, Método Walkley – Black.

Método Espectrofotómetro UV.

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 27: Certificado de análisis del musgo inicial y suelo contaminado con TPH inicial



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Análisis del Musgo inicial

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S/cm}$	Potencial redox mv
MI-M	24.3	6.06	220	120

Código	Hidrocarburo (mgTHP/Kg)	Humedad (%)	Nitratos (mg/l)	Capacidad de intercambio catiónico (%)
MI - M	0.5	92.67	22.10	0.01

Análisis del suelo contaminado con hidrocarburo total inicial

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S/cm}$	Potencial redox mv
SC-ITHP	24.2	7.84	1552	147

Método: Potenciométrico.

Método Espectrofotómetro UV.

Método del acetato de amonio a pH 7.

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 28: Certificado de análisis del suelo contaminado con TPH inicial



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Código	Humedad Gravimétrica %	Carbono Orgánico %	Relación Carbono Nitrógeno C/N
SC-ITHP	28.73	1.96	1

Código	Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)	Nitrógeno %	Materia Orgánica %	Hidrocarburo total inicial (mg/kg) F2
SC-ITHP	13.12	1.96	3.92	18,650

Método: Potenciométrico, Método Stokes.

Método Kjeldahl.

Método Walkley – Black.

Método Soxhlet-reflujo.

Lima, 08 de mayo del 2020

MSc. Alina Mendonza
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 29: Certificado de los parámetros físico-químicos del suelo y musgo en 10 días con TPH



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : JULIO CESAR ESTRADA MONTERO

Procedencia de muestras : Suelo Agrícola – Satipo Selva Central

Recepción de muestras : Lima, 09 de mayo del 2020

Primer Periodo (10/05/2020 AL 20/05/2020)

Parámetros Físico-químicos del Suelo

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	Conductividad eléctrica µS/cm	Potencial redox mv
T1-200R1	20.30	6.96	548	118
T1-200R2	20.00	6.94	547	119
T1-200R3	20.20	6.95	549	118
T2-300R1	20.10	6.98	550	121
T2-300R2	20.30	7.00	551	120
T2-300R3	20.10	6.94	547	119
T3-400R1	20.00	7.11	558	125
T3-400R2	20.10	7.05	557	124
T3-400R3	20.00	7.00	559	119

Parámetros Físico-químicos del musgo

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	Conductividad eléctrica µS/cm	Potencial redox mv
T1-200R1	20.00	6.21	804	122.2
T1-200R2	20.00	6.18	802	121
T1-200R3	20.00	6.19	803	120
T2-300R1	20.10	6.10	800	112
T2-300R2	20.10	6.09	799.8	112.6
T2-300R3	20.10	6.11	799.4	112.4
T3-400R1	20.00	6.00	795.2	108
T3-400R2	20.00	6.03	794	107.9
T3-400R3	20.00	6.02	796	107.8

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 30: Certificado de la caracterización físico-química del suelo y musgo en el periodo de 10 días con TPH



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Suelo contaminado con hidrocarburo total en 10 días

Código	Humedad %	Carbono Orgánico %	Materia Orgánica %	Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100gr
T1-200R1	27.19	2.40	4.80	13.22
T1-200R2	28.43	2.22	4.44	11.87
T1-200R3	28.67	2.75	5.50	18.35
T2-300R1	29.53	2.05	4.10	21.41
T2-300R2	26.94	2.30	4.60	15.83
T2-300R3	28.38	2.45	4.90	14.57
T3-400R1	31.31	2.49	4.98	11.08
T3-400R2	24.65	2.42	4.84	16.18
T3-400R3	26.57	2.31	4.62	15.23

Musgo con hidrocarburo total en 10 días

Código	Humedad %	Carbono Orgánico %	Materia Orgánica %	Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100gr
T1-200R1	89.90	7.21	14.42	6.66
T1-200R2	94.19	6.47	12.95	5.50
T1-200R3	95.00	6.73	13.46	4.91
T2-300R1	95.68	3.22	6.44	3.63
T2-300R2	93.75	3.45	6.90	6.04
T2-300R3	93.35	4.40	7.80	14.53
T3-400R1	94.09	6.45	12.90	13.08
T3-400R2	92.92	7.42	14.85	12.65
T3-400R3	89.01	7.63	15.26	16.95

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 31: Certifica de hidrocarburos totales en el suelo y musgo en 10 días y los parámetros físico-químicos del suelo del suelo en 20 días con TPH



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Hidrocarburos totales en el suelo y el musgo en 10 días

Código	Nitrógeno - Suelo %	Hidrocarburo total en suelo (mg/kgPs)	Hidrocarburo total en musgo (mg/kgPs)	Nitrógeno musgo %
T1-200R1	0.240	14495	3995	0.721
T1-200R2	0.222	14516	3986	0.526
T1-200R3	0.275	14615	3991	0.673
T2-300R1	0.205	14145	4477	0.322
T2-300R2	0.230	14152	4476	0.345
T2-300R3	0.245	14167	4478	0.740
T3-400R1	0.249	13578	4994	0.645
T3-400R2	0.242	13595	4995	0.742
T3-400R3	0.231	13643	4996	0.763

Segundo Periodo (10/05/2020 AL 30/05/2020)

Parámetros Físico-químicos del Suelo en 20 días con THP

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial redox mv
T1-200R1	22.10	6.89	448	100.10
T1-200R2	22.10	6.95	457	103.00
T1-200R3	22.10	6.94	450	101.00
T2-300R1	22.10	6.90	459	104.00
T2-300R2	22.10	6.87	445	100.00
T2-300R3	22.11	6.88	447	100.15
T3-400R1	22.10	6.90	458	105.00
T3-400R2	22.10	6.89	457	104.00
T3-400R3	22.10	6.93	455	109.00

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 32: Certificado de los parámetros físico-químicos del suelo en el periodo de 20 días con TPH



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Parámetros Físico-químicos del musgo contaminado en 20 días con THP

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	Conductividad eléctrica µS/cm	Potencial redox mv
T1-200R1	22.00	6.64	985	107
T1-200R2	22.00	6.58	990	104
T1-200R3	22.00	6.72	988	110
T2-300R1	22.10	6.80	895	112
T2-300R2	22.10	6.78	889	111
T2-300R3	22.10	6.79	885	113
T3-400R1	22.00	6.70	898	108
T3-400R2	22.00	6.78	896	109
T3-400R3	22.00	6.82	897	113

Suelo contaminado por 20 días

Código	Humedad %	Carbono Orgánico %	Materia Orgánica %	Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100gr
T1-200R1	30.78	2.99	5.98	12.33
T1-200R2	31.11	2.76	5.52	11.89
T1-200R3	30.71	2.97	5.94	12.50
T2-300R1	32.22	2.71	5.42	18.45
T2-300R2	29.83	2.88	5.76	18.15
T2-300R3	30.91	2.85	5.70	17.96
T3-400R1	31.11	2.51	5.02	14.48
T3-400R2	29.17	2.80	5.60	14.23
T3-400R3	29.14	2.58	5.16	15.14

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 33: Certificado de la caracterización físico-química del suelo y musgo en el periodo de 20 días



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Musgo en 20 días contaminado por THP

Código	Humedad %	Carbono Orgánico %	Materia Orgánica %	Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100gr
T1-200R1	94.35	4.95	9.90	18.42
T1-200R2	86.51	4.80	9.60	15.05
T1-200R3	91.19	4.84	9.68	13.18
T2-300R1	95.09	3.46	6.92	18.34
T2-300R2	94.86	3.51	7.02	11.63
T2-300R3	94.59	3.42	6.84	13.59
T3-400R1	94.97	4.14	8.28	18.04
T3-400R2	95.76	4.33	8.66	17.15
T3-400R3	94.42	4.43	8.86	17.31

Hidrocarburos totales en el suelo y el musgo en 20 días

Código	Nitrógeno suelo %	Hidrocarburo total suelo (mg/kgPs)	Nitrógeno musgo %	Hidrocarburo total musgo (mg/kgPs)
T1-200R1	0.598	10805	0.990	7840
T1-200R2	0.552	10810	0.960	7825
T1-200R3	0.594	10750	0.968	7896
T2-300R1	0.542	9790	0.692	8853
T2-300R2	0.576	9799	0.702	8846
T2-300R3	0.570	9789	0.684	8851
T3-400R1	0.502	8749	0.828	9892
T3-400R2	0.560	8755	0.866	9885
T3-400R3	0.516	8756	0.886	9890

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 34: Certificado de la caracterización físico-química del suelo y musgo en 30 días del tratamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Tercer Periodo (10/05/2020 AL 09/06/2020)

Parámetros Físico-químicos del Suelo contaminado por 30 días con THP

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S/cm}$	Potencial redox mv
T1-200R1	21.70	7.85	270	95.00
T1-200R2	21.60	7.82	264	95.32
T1-200R3	21.69	7.86	266	95.45
T2-300R1	21.40	7.92	286	91.23
T2-300R2	21.39	7.91	288	91.12
T2-300R3	21.41	7.90	289	91.10
T3-400R1	21.45	8.04	254	100.65
T3-400R2	21.44	8.07	252	100.50
T3-400R3	21.45	8.09	250	100.58

Parámetros Físico-químicos del musgo contaminado por 30 días con THP

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S/cm}$	Potencial redox mv
T1-200R1	21.40	7.80	310.00	94.23
T1-200R2	21.60	7.79	316.00	94.53
T1-200R3	21.50	7.81	314.44	94.65
T2-300R1	21.45	7.91	298.00	100.01
T2-300R2	21.48	7.96	299.45	100.05
T2-300R3	21.44	7.94	298.65	100.09
T3-400R1	21.30	8.10	300.00	104.23
T3-400R2	21.31	8.09	305.23	104.20
T3-400R3	21.33	8.12	302.98	104.86

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
 Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
 e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 35: Certificado de los parámetros químicos del suelo y musgo en el periodo de 30 días con THP



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Laboratorio de Espectrometría

Suelo contaminado en 30 días por THP

Código	Humedad %	Carbono Orgánico %	Materia Orgánica %	Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100gr
T1-200R1	26.16	1.83	3.65	11.89
T1-200R2	25.06	1.84	3.68	11.93
T1-200R3	25.45	1.82	3.64	12.00
T2-300R1	29.39	1.78	3.62	25.56
T2-300R2	29.91	1.76	3.56	28.32
T2-300R3	29.86	1.79	3.55	26.45
T3-400R1	30.47	1.72	3.45	20.88
T3-400R2	30.59	1.76	3.48	20.96
T3-400R3	30.48	1.74	3.43	20.98

Musgo en 30 días contaminado por THP

Código	Humedad %	Carbono Orgánico %	Materia Orgánica %	Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100gr
T1-200R1	92.66	4.95	5.64	8.45
T1-200R2	91.98	4.80	5.66	8.56
T1-200R3	92.88	4.84	5.62	8.50
T2-300R1	90.83	3.46	5.80	7.43
T2-300R2	91.63	3.51	5.94	7.49
T2-300R3	91.75	3.42	5.89	7.47
T3-400R1	94.42	4.14	6.98	5.85
T3-400R2	94.87	4.33	6.95	5.89
T3-400R3	94.08	4.43	6.96	5.86

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 36: Certificado del suelo y musgo contaminado con TPH en el periodo de 30 días



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Suelo, y musgo contaminado con hidrocarburo total en 30 días

Código	Nitrógeno Suelo %	Hidrocarburo total Suelo (mg/kgPs)	Nitrógeno musgo %	Hidrocarburo total musgo (mg/kgPs)
T1-200R1	0.183	7845	0.282	10799
T1-200R2	0.184	7844	0.283	10791
T1-200R3	0.182	7780	0.281	10866
T2-300R1	0.181	6139	0.290	12508
T2-300R2	0.178	6145	0.297	12504
T2-300R3	0.177	6132	0.295	12507
T3-400R1	0.173	4764	0.349	13877
T3-400R2	0.174	4767	0.347	13873
T3-400R3	0.172	4766	0.348	13880

Método: Potenciométrico, Método Kjeldahl, Método Walkley – Black.

Método Soxhlet-reflujo, Método del acetato de amonio pH 7

Lima, 30 de junio del 2020


MSc. Atilio Mengoza A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe